Hochschule Wismar   Gottlob Frege Centre

Proceedings
16. Workshop Mathematik
in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen

Dortmund
Mai 2020

Heft 02 / 2020

Wismarer Frege-Reihe   Wismar Frege Series

Das **Gottlob-Frege-Zentrum** wurde am 7.11. 2000 an der Hochschule Wismar gegründet. Seine Mitglieder setzen sich für eine wissenschaftlich begründete, praxisorientierte, moderne und international ausgerichtete Ausbildung in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagendisziplinen ein.

Weitere Informationen zum Gottlob-Frege-Zentrum finden Sie im Netz unter

www.hs-wismar.de/frege

bzw. auf der Netzseite

https://www.hs-wismar.de/vernetzung/institutionen-hochschulunternehmen/gottlob-frege-zentrum/

ISSN 1862-1767
ISBN 978-3-947929-14-6

Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis WFR Heft 02/2020

Vorwort der Veranstalter

Die Workshop-Reihe "Mathematik in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen (IngMath)" findet seit 2001 an jährlich wechselnden Standorten statt und richtet sich an Lehrende von MINT-Fächern im Ingenieurbereich. Ziel dieses Workshops ist vor allem die Vorstellung und Diskussion von erfolgversprechenden Projekten und Methoden zur modernen, hochschuldidaktischen Lehre. Der Workshop dient aber auch dem hochschulübergreifenden Austausch aktueller hochschuldidaktischer Fragestellungen im Fach Mathematik.

Der 16. IngMath-Workshop an unserer Fachhochschule in Dortmund war zugleich der erste digitale in dieser Reihe. Am 07.05. 2020 trafen sich insgesamt 25 Kolleginnen und Kollegen aus ganz Deutschland online auf der von uns eingerichteten Plattform. Thematischer Schwerpunkt war in diesem Jahr die „Digitale Lehre“. Aus aktuellem Anlass standen auch die Corona-Krise und deren Auswirkungen auf die Lehre im Fokus.
Die Proceedings geben noch einmal einen kurzen Überblick über die vorgestellten Themen. Veranstalter des 17. IngMath-Workshops wird voraussichtlich die TH Köln sein.
Wir freuen uns auf ein baldiges „reales“ Wiedersehen.
Bleiben Sie gesund!

Devin Kunze
Nimet Sarikaya

Februar 2021

Grußwort des Herausgebers

Nun liegen bereits 16 Workshops der Reihe hinter uns. Jeder einzelne Workshop hatte seine Besonderheiten, aber diesmal wurden Organisatoren und Teilnehmer mit einer völlig neuen Situation konfrontiert. Nachdem alle Vorbereitungen schon im Wesentlichen abgeschlossen waren und etliche Teilnehmer schon Übernachtung und Bahnfahrt gebucht hatten, machte uns die Corona-Pandemie einen dicken Strich durch die Rechnung. Der Workshop konnte aufgrund der zu treffenden Kontakteinschränkungen vor Ort nicht stattfinden. Die Organisatoren hatten drei Möglichkeiten: Ausfall, Verschiebung mit ungewissem Datum oder digitale Durchführung mit möglichen technischen Problemen. Ich war froh, dass sich Frau Sarikaya und Herr Kunze auf das Abenteuer eines online-Workshops eingelassen haben.

Der traditionelle Vorspann, diesmal mit Besuch des Dortmunder Westfalen-Stadions und anschließendem gemeinsamen Abendessen im Restaurant „Pfefferkorn“ geplant, musste natürlich gestrichen werden. Der digitale Konferenzraum lief auf der Plattform Cisco Webex. Am 14. April 2020 gab es dazu einen Probelauf mit den Vortragenden, am 28. April 2020 einen Probelauf mit interessierten Teilnehmern. Von den immerhin 37 angemeldeten Teilnehmern betraten dann am 7. Mai 2020 etwa 25 den digitalen Konferenzraum. Der „Schwund“ könnte teilweise auch mit technischen Problemen zusammenhängen. Ich hatte trotz erfolgreicher Teilnahme am ersten Probelauf auch unerwartete Mühe. Erst in letzter Sekunde und mit telefonischem Kontakt zu Frau Sarikaya schaffte ich den digitalen Einstieg.
Abgesehen von der fehlenden physischen Nähe war es ein gelungener Workshop mit interessanten Vorträgen und Diskussionen. Den Organisatoren gebührt, auch unter Beachtung der ungewöhnlichen Herausforderungen, unser besonderer Dank. Ich bin mir sicher, dass der „reale“ Workshop ebenfalls sehr erfolgreich verlaufen wäre.
Die Beiträge in den Proceedings sind Vortragsauszüge. Sie enthalten das auf in der Regel 6 Seiten gestutzte Vortragsmaterial. Die Titel der Beiträge sind gegenüber den Titeln der Vorträge möglicherweise leicht geändert. Ein Vortrag wird an anderer Stelle erscheinen. Mein Beitrag ist wegen der in Rede stehenden langen Zeitspanne von 30 Jahren deutlich länger ausgefallen. Trotzdem enthält er oft nur Stichpunkte für weitere Diskussionen. Ich habe mich meist bemüht, verschiedene Standpunkte und Entwicklungen ohne Wertung zu skizzieren. Gelegentlich ist meine persönliche Sicht vielleicht doch zu erkennen. Ich bin aber jederzeit bereit, mir gegenteilige Ansichten bzw. Argumente anzuhören und in eine sachliche Auseinandersetzung darüber einzutreten.

Auf eine weitere gedeihliche Zusammenarbeit!
Ihr Dieter Schott

Februar 2021

Dieter Schott

Zur Entwicklung der Mathematiklehre in den letzten 30 Jahren unter besonderer Berücksichtigung des Ingenieurstudiums

Zusammenfassung: Ausgehend vom Jahr 1990 mit seiner West- Ost-Problematik wird die weitere Entwicklung mit den verschiedensten bildungspolitischen und praxisrelevanten Brennpunkten geschildert. Dabei geht der Verfasser einerseits von seinen eigenen Erfahrungen aus dem Ingenieurstudium vor Ort in Wismar sowie andererseits von seinen Eindrücken aus nationalen und internationalen Kontakten mit Mathematiklehrern und Hochschullehrern aus der Mathematik bzw. der Mathematikdidaktik aus. Die Probleme und Alternativen können aber nur insoweit angedeutet werden, dass Lehrende einen Problemkatalog in die Hand bekommen.

Vorbemerkungen: Ich benutze im Weiteren oft (z.B. bei Berufsbezeichnungen) das generische Maskulinum, das alle Geschlechter umfasst. Diese sogenannte inklusive Opposition führt in vielen Fällen (z.B. bei Tagen, die auch die Nächte einschließen) zu einer Vereinfachung der Sprache.
Am Ende befindet sich das umfangreiche, aber nur exemplarische Literaturverzeichnis. Viele weitere Publikationen hätten es verdient genannt zu werden. Schließlich folgen noch Netz-Quellen (Links), deren Bezeichnung mit einem L beginnt.

1. Einführung

Ich hatte meine akademische Laufbahn als Mathematiker an der Universität Rostock und an der Pädagogischen Hochschule begonnen, als es 1889 zur Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten kam. Vorher hatte ich als Übungsleiter mit Studenten der Mathematik, Physik, Biologie, der Ingenieurwissenschaften und der Lehrerausbildung zu tun. Außerdem hatte ich auch eine Prüfung im Fach Hochschuldidaktik erfolgreich abgelegt. So hatte ich bereits einen guten Überblick über die durchschnittliche Leistungsfähigkeit dieser Studenten und eine feste Meinung zu der Art und Weise, wie man ihnen Mathematik am besten nahebringt. Als ich dann ab 1994 als Professor für Numerische Mathematik und Technische Mechanik an der Hochschule Wismar lehrte, erlebte ich bei den Ingenieurstudenten einen mir damals unerklärlichen dramatischen Rückgang der Mathematikleistungen. Ich nahm mir damals vor, mit ganzer Kraft dafür zu sorgen, dass sich zumindest an meiner Hochschule die Leistungsanforderungen wieder deutlich erhöhen. Obwohl meine Kollegen und ich viele gute Ideen umsetzen konnten, waren die Ergebnisse eher ernüchternd. Ähnliche Defizite traten aber auch in anderen theoretischen Fächern und in der Sprachfertigkeit auf. Mit folgenden Problemen wurden wir konfrontiert:

- Die gesellschaftlichen Ansprüche und Erwartungen der Hochschulausbildung hatten sich für uns aus dem Osten gravierend und schlagartig geändert, während sie sich im Westen seit der Zäsur in den 1968-ern eher allmählich entwickelt hatten.
- Zwischen den Anforderungen im Fach Mathematik an den verschiedenartigen Schulen (mit Abitur bzw. Hochschulzugang) und denen an den Hochschulen klaffte oft eine erhebliche Lücke. (In der ehemaligen DDR dagegen gab es deutlich weniger Abiturienten und einheitliche, abgestimmte Lehrpläne.)
- Es existierten Fachhochschulen, Hochschulen, Universitäten mit jeweils spezifischen Vorstellungen (auch im Fach Mathematik) auf staatlicher oder privater Basis. Diese Vielfalt hat durchaus Vorteile, macht aber den Lehrprozess wegen der großen Leistungsunterschiede komplizierter.
- Im neuen föderalistischen demokratischen Staatswesen gab es im Bildungssektor eine Reihe von kontrovers diskutierten Rahmenbedingungen wie Hochschulautonomie, Freiheit von Lehre und Forschung, Ökonomisierung, Bewertungskriterien, Datenschutz, Kompetenzorientierung, Gleichstellung, Geschlechterdifferenzierung, Inklusion. Die Diskussion war oft auch durch zentrale ideologische Vorgaben bestimmt bzw. erschwert. Unabhängig davon hielten nahezu alle mit Mathematik befassten Experten die allgemeinen Mathematikkenntnisse der Studenten im MINT-Bereich für unbefriedigend. Die Ansätze zur Lösung dieses Problems unterschieden sich aber gewaltig.
- Die Bildungsstandards wurden inzwischen international verglichen (z.B. PISA, TIMMS), was den Wettbewerb der Bildungssysteme anheizte. Insgesamt wurden länderübergreifend Defizite im Mathematikbereich festgestellt, jedoch in unterschiedlicher Ausprägung. Daher wird eine internationale Koordination schwieriger, zumal auch über die Ursachen der Defizite keine Einigkeit besteht.
- Seit 1990 wurden durch den Bologna-Prozess in Europa einheitliche Standards fixiert, die sich an anglo-amerikanischen Vorbildern orientierten (Bachelor-, Master-Abschlüsse, Akkreditierung von Studiengängen, Evaluierung von Lehrleistungen). Dabei gab Deutschland gegen interne Widerstände seinen weltweit anerkannten Diplomabschluss weitgehend auf.
- Die Vereinheitlichung der Bildungsstandards schien aber einen allseits begrüßten internationalen Austausch von Lehrkräften und Studenten zu erleichtern. Allerdings hemmten in der Praxis die bestehenden Unterschiede vor Ort den Austausch deutlich.

2. Mathematiklehre für Ingenieure

Folgende allgemeine Fragen ergaben sich aus meiner Sicht für die Mathematiklehre im Ingenieurbereich:

- Welche Art von Mathematik ist für Ingenieure (einer bestimmten Fachrichtung) wichtig (Inhaltsauswahl)?
- Sollen Mathematikveranstaltungen von Mathematikern oder von Ingenieuren bzw. Physikern durchgeführt werden?
- Wie gelingt eine effiziente Abstimmung der Mathematikinhalte (einschließlich ihrer zeitlichen Abfolge) mit den Inhalten der Ingenieurfächer, die das Beherrschen der entsprechenden mathematischen Methoden voraussetzen?
- Soll man in der Mathematiklehre auf Beweise ganz verzichten?
- Soll man Ingenieuranwendungen einschließlich der Modellierung schon in der Mathematiklehre bringen oder soll man das den Kollegen aus den Ingenieurfächern überlassen?
- Welchen Stellenwert haben Beispiele und Anwendungen? Welchen Wert haben (realitätsferne) Pseudoanwendungen?
- Welche Bedeutung haben Überschlagsrechnungen und schriftliches Rechnen heute? Welche Hilfsmittel sind einzusetzen? Inwieweit sollen Computer (einschließlich geeigneter Software) in die Lehre einbezogen werden?
- Sollen die Studenten in der Mathematiklehre auch Simulationen und Programmierung einsetzen?
- Welche Lehrmethoden werden praktiziert (frontaler, interaktiver oder „umgedrehter“ Unterricht, Lernen in Gruppen, Anleitung oder Beratung durch Lehrpersonen, Einsatz von Tutoren, Arbeit mit Projekten)?
- Welche Rolle spielen (fachübergreifende) Projekte und interdisziplinäre Zusammenarbeit?
- Wie wird das Bewusstsein zum Erkennen und Lösen mathematischer Probleme entwickelt? Welche Lösungsstrategien spielen eine Rolle? Wie werden Intuition und Kreativität gefördert?
- Welche Rolle spielen die neuen Medien (E-Learning, Online-Lehre, Online-Prüfungen, Distanzlehre, Benutzung von Internetmaterial)?

3. Die Stellung der Mathematik bis 1990

Die Mathematik hatte es schon immer schwer, sich in der Gesellschaft gemäß ihrer zentralen Bedeutung zu positionieren, und das nicht nur in der breiten Öffentlichkeit, sondern auch in den intellektuellen Kreisen. Schon der herausragende Mathematiker, Lehrer und Wissenschaftsorganisator Prof. *Felix Klein* (1849-1925) bemerkte:

Es … „muss versucht werden, auch der Mathematik die Stellung einzuräumen, die ihr als einer der ältesten und edelsten Betätigungen des menschlichen Geistes und als einer der richtungsgebenden Kräfte in seiner Entwicklung gebührt, die sie aber im Bewusstsein der Gebildeten, wenigstens in Deutschland, leider nur selten einnimmt.“ (Zitat aus [8]) Außerdem erklärte er: „Alle Pädagogen sind sich darin einig: man muss vor allem tüchtig Mathematik treiben, weil ihre Kenntnis fürs praktische Leben den größten direkten Nutzen gewährt.“ [14, S.75] Im Gegensatz zu den „reinen“ Mathematikern, die dem Negativbild der Mathematik in der Öffentlichkeit eher Vorschub leisteten, bemühte sich Felix Klein auch, den Mathematikunterricht zu reformieren [15], die Anwendungen der Mathematik zu fördern und damit die industrielle Entwicklung voranzutreiben. Das Buch [36] von *Renate Tobies* würdigt diese Leistungen Kleins.

Nach dem 2. Weltkrieg und spätestens seit 1968 gab es in den beiden deutschen Staaten eine durchaus gegensätzliche Entwicklung.
Im Osten besuchte nur ein kleiner (elitärer) Teil der Jugendlichen die Erweiterte Oberschule bis Klasse 12, die mit dem zentral gesteuerten Abitur abschloss. Neben den besonders begabten Schülern waren das vor allem auserwählte Arbeiter-, Bauern- und Funktionärskinder (Quotenregelung), während Kinder von „Staatsfeinden“ und „Aufrührern“ oft ausgeschlossen blieben. Später gab es zusätzlich zum Schulunterricht auch eine Berufsausbildung. So sollte u.a. verhindert werden, dass sich Intelligenz und Werktätige entfremdeten. Großer Wert wurde neben den ideologischen Vorgaben auf Mathematik, Naturwissenschaften und Technik gelegt. Dafür gab es auch Spezialklassen und -schulen für besonders Begabte. Insgesamt waren das in vielen Fällen ausgezeichnete Voraussetzungen für ein erfolgreiches Studium in den genannten Fächern. Natürlich gab es auch dem Marxismus gemäße historische und weltanschaulich-philosophische Hintergrundinformationen zur Mathematik [12]. Insbesondere die Lehrerstudenten sollten sich damit auseinandersetzen.
Die erste Stufe der Mathematikolympiaden wurde an den Schulen organisiert. Damit wurden mathematische Begabungen schon früh erkannt und gefördert. Männer und Frauen hatten im Großen und Ganzen das Gefühl, gleichberechtigt zu sein.
Im Westen sorgte die 68er-Bewegung, die mit den „alten Zöpfen“ des preußischen Bildungsideals Schluss machte, für Aufregung. An den Gymnasien mit Abiturabschluss wurde ein zunehmend größerer Teil von Jugendlichen zugelassen, weil man unter dem Schlagwort „Chancengleichheit“ den Hochschulzugang für benachteiligte Arbeiterkinder erleichtern wollte! Zudem existierten im Sinne von Gleichstellung der Vielfalt weitere Schultypen, die einen Abiturabschluss oder einen Hochschulzugang ermöglichten. An den Universitäten und Hochschulen wurden vielerorts „verstaubte“ und „rechte“ Professoren aussortiert und durch ihre „linken“, am Gemeinwohl orientierten, Assistenten ersetzt. „Eliten“ sollte es nicht mehr geben. Dabei wurde aber auch viel Porzellan zerschlagen [28]. Frauenorganisationen kämpften um die

Gleichstellung der Frauen mit den Männern. Immer wieder gab es pressewirksame Enthüllungen von Skandalen, Machtmissbrauch und Rufmordkampagnen. Im Osten wurde man den Eindruck nicht los, dass die überall stattfindenden Grabenkämpfe um Ideologien, Posten, Finanzmittel und Einflusssphären zwischenmenschliche Beziehungen beschädigten und Energien kontraproduktiv verschleuderten. Dort führte der verordnete und angenommene Gemeinschaftssinn dazu, dass sich Machtkämpfe eher auf die Eliten beschränkte und auch nicht öffentlich ausgeschlachtet wurde. Die Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten führte naturgemäß zu weiteren Konflikten, die durch das Aufeinandertreffen ganz unterschiedlicher Gesellschaftssysteme und die Übernahme der bundesdeutschen Gesetze bedingt waren [29].

Es gab aber noch Gräben ganz anderer Art. Aus der Politik hörte man immer wieder laute Stimmen, die den Graben zwischen Mathematik und Gesellschaft auf der Grundlage wechselseitigen Respekts und mit dem Ziel einer wechselseitigen Befruchtung zuschütten wollten. So sagte der damalige Bürgermeister der Hansestadt Bremen, Dr. *Henning Scherf*, anlässlich der DMV-Tagung 1990 in Bremen: „Es ist leichtsinnig, richtig falsch und kurzsichtig von der bundesdeutschen Mehrheit, sich von diesem Schlüsselfach [Mathematik, d. Verf.] modisch abzuwenden. … Ich ahne, dass der ‚culture lack' zwischen dem, was Sie [die führenden Mathematiker, d. Verf.] können und dem, was diese Gesellschaft mit ihren sehr viel schlichteren Möglichkeiten zu verarbeiten in der Lage ist, eine ganz große Bedrohung der demokratischen Entwicklung dieser Gesellschaft werden kann. Wenn es sich weiter so auseinanderentwickelt, dass ein paar wenige alles wissen und die ganze übrige Gesellschaft sich verblöden lässt vor dem Fernseher mit irgendwelchen albernen Unterhaltungsprogrammen." [8] *Scherf* schloss mit dem Appell: „Nehmen Sie uns am Revers, ziehen Sie uns rein in Ihre Fragen." [8]

Hier werden also auch die möglichen Folgen einer solchen Auseinanderentwicklung in drastischer Form beschrieben. Außerdem wird implizit die Frage aufgeworfen, welche Rolle die Bildung im Land spielt und was überhaupt zur Bildung zählt. Der eindringliche Appell von *Scherf* dürfte damals zumindest kurzzeitig viel Aufmerksamkeit erregt haben, weil es sich bei dieser DMV-Tagung um ein Jubiläum handelte. Seit der Gründung der DMV 1890 in Bremen waren genau 100 Jahre vergangen.

Nach der Wiedervereinigung wurde das ostdeutsche Bildungssystem in das westdeutsche eingepasst, mit eigenen Bildungsministerien, eigenen Lehrplänen usw. Inzwischen ist viel Zeit verflossen, es gab immer wieder Kampagnen und Diskussionen, ohne dass sich an der geschilderten Problematik etwas grundsätzlich geändert hätte.

4. Zur Popularisierung der Mathematik

In der Bildungsbeurteilung gibt es schon lange zwei Lager, von denen historisch mal das eine und mal das andere Lager Oberwasser gewann, aber auch beide gleichberechtigt koexistieren können (siehe [L6]):

- Bildung auf Grundlage der Geisteswissenschaften (einschließlich Kunst, Kultur, Literatur)
- Bildung auf Grundlage der Naturwissenschaften (einschließlich Mathematik, Technik, Informatik)

So findet man in dem Buch von *Schwanitz* über Bildung [30] die erste Variante, während als Reaktion darauf das Buch von *Fischer* über die andere Bildung [11] entstand, welches die zweite Variante verkörpert. Natürlich sind einseitige Ansichten oft fragwürdig, die „goldene Mitte" ist in der Regel die beste Wahl.
Im Zusammenhang mit rasanten Fortschritten in der Technik auf der Basis mathematischer Theorien und Technologien rief die UNESCO das Jahr 2000 zum internationalen Jahr der Mathematik aus. Das Jahr 2008 wurde in Deutschland zum Jahr der Mathematik erklärt. Inzwischen wurde auch der 14.3. (abschnittsweise rückwärts gelesen 3.14), im angelsächsischen als Pi-Tag bekannt, zum Internationalen Tag der Mathematik gekürt. Alles das zeigt die große Bedeutung dieser Wissenschaft für die Gegenwart und die Zukunft.
Während einerseits die Mathematik immer umfangreicher, komplizierter und wichtiger für die gesellschaftlichen Prozesse wurde, konnten weltweit viele Jugendliche mit Mathematik schon auf elementarer Stufe wenig anfangen. Einer der vielen Gründe war der Rückzug etlicher führender Mathematiker in den „Elfenbeinturm" der reinen Theorie, während gleichzeitig die Problematik der praktischen Anwendungen den nicht so erfolgreichen Mathematikern zugedacht war [10]. Die Trennung in reine und angewandte Mathematik ist allerdings künstlich. Schon Informatik ist gewissermaßen auch ‚angewandte Mathematik'. Und es gibt inzwischen viele Brückenbauer, die Theorie und Praxis erfolgreich verbinden.
Der schlechte Ruf der Mathematik sollte nun endlich der Vergangenheit angehören. Die Mathematik wurde als Schlüsseltechnologie und hohes Bildungsgut angepriesen und erlebbar gemacht. Die Schönheit der mathematischen Muster und ihre Wichtigkeit für Anwendungen waren starke Triebkräfte, die auch Spaß an der Sache erzeugen konnten. Dazu gab es nun wie aus heiterem Himmel viele zentrale und regionale Initiativen. Außerdem stellte die Politik Finanzmittel zur Verfügung. Die DMV und die GDM entwickelten eine Reihe von Anreizen. Modelle, Spiele, Animationen und Knobeleien wurden genutzt, um das Interesse für Mathematik zu verstärken. Schon vorhandene Wettbewerbe (wie Mathematikolympiaden, Känguru-Wettbewerbe oder Mathematik im Advent) wurden stärker in den Vordergrund gestellt. Das „Mathematikum" in Gießen, dessen Entstehung vor allem Prof. *Beutelsbacher* zu verdanken war, trat als Mitmachmuseum stärker in das Bewusstsein der

Öffentlichkeit. Um noch mehr Regionen zu erreichen, wurden von Gießen aus Wanderausstellungen angeboten. „Mathe-Macher“ traten jetzt in Erscheinung und kurbelten den „Mathe-Kult“ an. Auf dem Büchermarkt wurde die Popularisierung auch unterstützt. Prof. *Albrecht Beutelspacher* in Deutschland, Prof. *Rudolf Taschner* in Österreich und Prof. *Ian Stuart* in Großbritannien gehören zu den „Chef“-Popularisierern. Auch Prof. *Günter Ziegler* möchte ich noch erwähnen, der zurzeit Präsident der FU Berlin ist. Exemplarisch möchte ich jeweils eines ihrer populären Bücher nennen: [4], [35], [31], [38].

5. Das Gottlob-Frege-Zentrum in Wismar

Die Gründung des Gottlob-Frege-Zentrums (GFC) im November 2000 war für den MINT-Bereich der Hochschule Wismar ein entscheidender Gewinn. Die Leistungen des aus Wismar stammenden großen Mathematikers, Logikers und Philosophen *Gottlob Frege* (1848-1925) motivierten uns Lehrkräfte aus dem Grundlagenbereich, die erkannten Defizite bei den Mathematikleistungen zu analysieren und effektive Maßnahmen zur Verbesserung zu propagieren und umzusetzen. Dabei wollten wir nicht nur regional wirken, sondern den Schulterschluss mit Gleichgesinnten suchen. Folgendes war uns in der Mathematikausbildung wichtig:

- Ihre *Stärkung* im Rahmen der Studiengänge und in ihrer Außenwirkung, d.h. u.a. auch
    - Überarbeitung von Lehrprogrammen,
    - Förderprogramme (für Leistungsschwache und Leistungsstarke),
    - Erstellung von anspruchsvollen Lehrmaterialien,
    - Kooperation mit ausgewählten Schulen (MINT-Bereich),
    - Kooperation mit ausgewählten Hochschulen,
    - Diskussion der gesellschaftlichen Dimension.
- Ihre *Modernisierung*
    - Einsatz moderner Lehrmethoden,
    - Einsatz moderner Hilfsmittel (Rechner, Medien).
- Ihre *interdisziplinäre Einbindung*
    - Verzahnung mit anderen Lehrfächern,
    - Abstimmung mit anderen Lehrprogrammen.
- Ihre nationale Vernetzung
    - Gründung der Workshop-Reihe „Mathematik für Ingenieure“ bzw. später „Mathematik in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen“ im Jahre 2001,
    - Rege Teilnahme an Veranstaltungen und Tagungen zur Ingenieurmathematik,
    - Einrichtung der Wismarer Frege-Reihe ab 2005 (u.a. Proceedings der oben genannten Workshops).

- Ihre internationale Vernetzung
  - Mitarbeit in internationalen Organisationen wie
    a) UICEE: UNESCO-Zentrum zur Ingenieurausbildung (2000-2008) [L2],
    b) WIETE: Internationales Institut zur Ingenieur- und Technik-Ausbildung (ab 2008) [L3],
    c) ECEBE: Europäisches Zentrum für Ingenieur- und Wirtschaftsausbildung (2007-2011) [L4],
    d) SEFI: Europäische Gesellschaft für Ingenieurausbildung [L5], insbesondere die mathematische Arbeitsgruppe MWG (2008 - 2019),
  - Vorträge auf internationalen Konferenzen, die die Mathematikausbildung von Ingenieuren einschlossen,
  - Veröffentlichungen in internationalen Zeitschriften zur Mathematiklehre, insbesondere im Ingenieurbereich.

Die Artikel [21] und [25] sind Beispiele dafür, die Arbeit des Gottlob-Frege-Zentrums national und international bekannt zu machen. Dabei ging es zunächst auch um die gesellschaftlichen Bedingungen, die eine erfolgreiche Mathematikausbildung an den Hochschulen ermöglichen sollten [26]. Es wurde auch ein enger Kontakt zu benachbarten Universitäten angestrebt (Rostock, Hamburg). Zum aktuellen Stand der Arbeit im Gottlob-Frege-Zentrum kann man sich unter dem Link [L1] informieren.

6. Didaktik der Mathematik

Die Didaktik der Mathematik gibt es schon lange als Didaktik der Schulmathematik. Oft wurde und wird sie von Hochschulmathematikern nicht ernst genommen. Es gibt aber auch immer wieder bekannte Mathematiker, die sich nicht nur zum Mathematikunterricht in der Schule äußern, sondern dazu auch Konzepte erarbeiten. Ein markantes Beispiel aus der Geschichte ist Prof. *Felix Klein* [14], [15] (siehe auch Abschnitt 3). Je nach ideologischer bzw. philosophischer Grundhaltung wird dabei ein verschiedener Blickwinkel auf die Methodik der Mathematik eingenommen [12], [18]. Die Didaktik sucht nach Wegen, den Unterricht so zu gestalten, dass die Schüler den Stoff verstehen und dass sie Freude am Lernen haben und aktiv mitarbeiten (Sinngebung). In der Mathematik geht es auch um die Entwicklung von Denkstrategien zum Lösen von Aufgaben. Das Verhältnis von Instruktion (Vorgaben) und konstruktivem Mitdenken der Schüler ist zu klären. Dabei werden zunehmend auch Geschlechtsunterschiede untersucht (Genderforschung).

Kompetenzen
Aktuell wird eine neue Lernkultur angestrebt, die kompetenzorientiert ist sowie die Selbsttätigkeit und die Kooperationsfähigkeit der Schüler fördert. Neben persönlichen Kompetenzen (wie Ausdauer, Sorgfalt, Kreativität, kritische Distanz) zählen soziale Kompetenzen (neben Kooperationswillen auch Toleranz, Empathie, interkulturelle Einstellung usw.) und fachliche Kompetenzen. Im Falle der Mathematik wird auf Folgendes Wert gelegt:

- Beherrschung der Fachsprache (Symbole, Formeln, Formalismen, Logik),
- Gezielter Einsatz von Hilfsmitteln (Grafiken, Formelsammlungen, Rechner, Fachliteratur, Netzquellen),
- Fähigkeit zum Argumentieren, Kommunizieren und Kooperieren im Mathematikunterricht,
- Fähigkeit zum Problemlösen und Modellieren.

Lehrmethodik
Für die Realisierung dieser Ziele stehen an den Hochschulen verschiedene Unterrichtsformen zur Verfügung:

- Klassische wie Vorlesungen, Unterrichtsvorlesungen, Übungen, Seminare, Praktika, Labore, Konsultationen,
- Moderne wie Tutorien, Online-Kurse, digitales Selbststudium mit anschließender Auswertung und Vertiefung (inverted classroom) usw.

Bei der inhaltlichen Gestaltung bietet die Mathematik eine Fülle von Auswahlmöglichkeiten:

- Klassische oder konstruktive, prädikative oder funktionale, Standard- oder Nichtstandard-Mathematik,
- Teilgebiete wie Zahlentheorie, Algebra, Analysis, Geometrie, Topologie, Diskrete Mathematik, Stochastik.

Nach der Festlegung des Inhalts ist dieser zu strukturieren

- Was steht am Anfang?
- Welche Abfolge der Lehreinheiten wird gewählt?
- Wie ist deren Abhängigkeit untereinander? Welche Querverbindungen gibt es?
- Wie optimiert man die Koordination mit anderen Lehrfächern?

Außerdem ist zu entscheiden:

- Das Verhältnis von induktivem und deduktivem Erschließen,
- Das Verhältnis von Theorie- und Aufgabenteil,
- Die Auswahl geeigneter Anwendungsbeispiele (innerhalb und außerhalb der Mathematik),
- Die Auswahl geeigneter Hilfsmittel (Tafel, Projektor, Lehrmaterial, Computer),
- Die Vermittlung von Hintergrundwissen (Geschichte, Philosophie, Wissenschaftstheorie).

Schließlich soll man sich fragen, wie

- man die Studenten in den Unterricht einbezieht,

- wie die Prüfungen aussehen und
- wie man die Vorbereitung darauf organisiert.

Lernstrategien
Klassisch ist die Lehre vor Ort (Schule, Hochschule) zu vorgegebenen Zeiten. Zusätzlich gibt es in der Regel auch Beratungs- und Trainingsangebote.
Daneben sind heute viele weitere Varianten des Lehrens und Lernens möglich, z.B.

- zeitunabhängig bzw. zeitverschoben,
- ortsunabhängig (distant learning),
- projektorientiert (project based learning),
- problemorientiert (problem based learning),
- Mischung verschiedener Formen (blended learning),
- individuell (eventuell mit Betreuung),
- kooperativ (Teamwork, eventuell mit Betreuung),
- geschlechtsspezifisch??? (Lehrveranstaltungen, Studiengänge),
- informationsoffen (Nutzung aller zugänglichen Quellen),
- zielorientiert oder ergebnisoffen.

Die Auswahl entsprechender Varianten hängt von vielen Faktoren ab. Die Veröffentlichung [23] zeigt ein Beispiel für projektorientierte Mathematiklehre.

Bewertungen
Die sachgerechte Beurteilung von Leistungen ist ein wichtiger Faktor zur Durchsetzung des Leistungsprinzips. Dieses Prinzip wird allerdings von einem Teil der Pädagogen wissentlich oder unwissentlich in Frage gestellt. Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, z.B.

- Noten(-skalen) oder verbale Beurteilung,
- Studienbegleitende Bewertungen (Bonussysteme),
- Klassische Klausuren (mit Aufgaben und eventuell Fragen),
- Klausuren auf der Basis von „Multiple Choice“,
- Mündliche Prüfungen (einzeln oder in Gruppen),
- Elektronische Prüfungen (vor Ort oder aus der Ferne),
- Bewertung von Projekten (mit vorgegebener Laufzeit).

Bei den Prüfern gibt es zwei Extreme,

- den „Scharfrichter“, der hohe und für alle gleiche Anforderungen stellt, die oft an früheren Standards orientiert sind, und der damit kaum „Gnade“ walten lässt,
- den „Sozialarbeiter“, der persönliche Probleme des Prüflings kennt und berücksichtigt, seine Anstrengungen würdigt, großzügig Boni verteilt, bei der Vorbereitung der Prüfung hilft und in Grenzsituationen „beide Augen“ zugunsten des Prüflings schließt.

Beide Typen haben unter den Studenten unterschiedliche Anhänger und „Lieblinge“. Der zweite Typ nimmt aber deutlich zu, hat unter den Studenten meist deutlich mehr Befürworter und macht den auf Außenwirkung bedachten Hochschulleitungen wesentlich weniger Kummer.
So stehen hinter gleichen Bewertungen oft nicht gleiche Leistungen. Was das bedeutet, kann sich jeder vorstellen. Ein Langzeiteffekt ist die Noteninflation.
Wird die Mathematiknote nur im Grundstudium in die Gesamtbeurteilung einbezogen, können sich Studenten andererseits leicht mit schlechten Mathematiknoten abfinden. Ihre Motivation ist einzig auf das Bestehen der Prüfung gerichtet.

Modernisierung und Anwendungsorientierung
Die Lehrmethodik und die Lehrpraxis passen sich an die gesellschaftliche Entwicklung an. Dazu gibt es auch Vordenker, die ihre Prognosen einer breiten Öffentlichkeit zugänglich machen. Ich erwähne hier die beiden Publikationen ‚Die Vorlesung der Zukunft‘ und ‚Das Seminar als Denkschule‘ von *Barbara Budrich* [5], [6]. Im Rahmen dieses Beitrages sind viele solcher modernen Entwicklungen beschrieben (siehe z.B. die Abschnitte 7. Rechnereinsatz, 8. Digitalisierung der Lehre). Der Frontalunterricht wird mehr und mehr durch Vorlesungen im Seminarstil (Aktivierung der Studenten), Konsultationen und Tutorien begleitet oder ersetzt. Digitale Medien werden ergänzend zur Motivierung eingesetzt [20]. Dabei wird der Dozent zum beratenden Experten. Moderne Bibliotheken bieten Netzzugang sowie separate Arbeitsräume für Einzel- und Gruppenarbeit.
Heute hinterfragen Studenten deutlich mehr als früher den Wert der vermittelten Bildung. „Wozu brauche ich Mathematik überhaupt“? ist die allgemeinste Frage dieser Art. Die Vertröstung auf den Aha-Effekt zu späteren Zeiten wollen sie nicht mehr gelten lassen. Eine Möglichkeit, die Motivation zu erhöhen, ist die Verwendung vieler Anwendungsbeispiele und Anwendungsaufgaben. Am besten sollten die aus dem jeweiligen Studienfach kommen. In der Schule bieten sich Beispiele aus dem Alltag an. Es geht dabei um die mathematische Modellierung und möglicherweise auch um die Simulation fachspezifischer Sachverhalte. Verfällt man allerdings in den Wahn, um jeden Preis Anwendungsaufgaben zu finden bzw. zu ersinnen, kann es bei fehlender Sachkenntnis leicht passieren, dass die Modellierung künstlich oder gar unsinnig gerät. Damit wird das Anwendungsprinzip im schlimmsten Falle der Lächerlichkeit preisgegeben [1], [2], [37].

Kompetenzstreit
Inzwischen hat die Mathematikdidaktik längst den Anspruch, eine Wissenschaft zu sein, allerdings mit anderen Untersuchungsmethoden und Kriterien als die Mathematik selbst ([13], [9]). Aber auch die Didaktik der Hochschulmathematik gewinnt zunehmend an Fahrt [24]. Dort treffen u.a. (forschende und/oder lehrende) Mathematiker und Mathematik-Didaktiker bzw. Pädagogen mit

Spezialisierung auf das Fach Mathematik (mit und ohne Schulerfahrung) zusammen, was aufgrund der unterschiedlichen Denkweisen zu Vorurteilen und Kontroversen führen kann. Hinzu kommen noch Quereinsteiger (aus der Physik oder aus dem Ingenieurbereich).
Im Rahmen unserer Workshops habe ich dergleichen wiederholt erlebt. Gut sind die beraten, die den Horizont haben, sich in die jeweils andere Position hineinzudenken und schließlich auch zu gemeinsam erarbeiteten Konzepten zu kommen. Aber es gibt auch auf beiden Seiten Dogmatiker, die aus dem Kampf gegen die Positionen der anderen Seite ihr Lebenselixier ziehen.
Ein typisches Beispiel ist der verbissen geführte Kompetenzstreit. Der Kompetenzbegriff erscheint zunächst als eines der neuen Wundermittel der aktuell einflussreichsten Didaktiker. Dagegen regt sich von anderer Seite aber trotziger Widerstand. Diese Seite (zu der meist Fachmathematiker gehören) besteht darauf, dass zunächst einmal Inhalte vermittelt werden müssen, bevor es zur Herausbildung von Kompetenzen kommt. Das wird auch mit Belegen untermauert (siehe Brandbrief [3]). Der Kompetenzbegriff sei ein moderner, ideologisch aufgeblasener Fetisch, um in der Öffentlichkeit die Deutungshoheit zu erlangen und in der Endkonsequenz die Mathematikausbildung in die Katastrophe zu treiben.
Die „moderne“ Seite (zu der in der Regel die Fachdidaktiker zählen) vertritt den Standpunkt, dass man zunächst die gewünschten Kompetenzen definieren muss, um danach die Inhalte auszurichten. Das sei viel zielführender und würde verhindern, dass inhaltlich unnützer Ballast gelehrt wird.
Beim KMK-Fachgespräch am 4. Dezember 2019 in Berlin mit dem aufschlussreichen Thema „Mathematikunterricht – ein rätselhafter Patient“ wurde von beiden Seiten betont, dass die Mathematikleistungen verbesserungswürdig sind, und zwar schon seit langer Zeit. Die Ursachen und die Methoden zu ihrer Überwindung werden aber sehr unterschiedlich gesehen.
Natürlich ist es legitim, neue Ideen und Konzepte zu entwickeln. Aber nur, wenn nachgewiesenermaßen (unter bestimmten Bedingungen) ein genereller Mehrwert für die Lehre entsteht, haben sie eine echte Berechtigung. Selbst wenn man von seinem eigenen Konzept überzeugt ist, gebietet es die *Freiheit von Lehre und Forschung*, auch andere Lehrkonzepte zu tolerieren, insbesondere dann, wenn diese ähnlich erfolgreich sind bzw. deren geringerer Erfolg oder Misserfolg noch nicht feststeht. Das Kardinalproblem ist dabei, wie Erfolg objektiv messbar ist. Auch darüber kann man trefflich streiten. Die angesprochene Kompetenzorientierung verlangt ein angemessenes Vorwissen und reichlich Erfahrung. Führt diese Orientierung zu einer kritischen Aushöhlung der gelehrten Inhalte, wird es problematisch, weil dann wichtige Zusammenhänge verloren gehen können und das Verständnis zumindest erschwert wird. Der Begriff „Kompetenz“ allein garantiert also den Erfolg nicht. Andererseits ist planloses Aneinanderreihen von Inhalten auch nicht sinnvoll.

7. Rechnereinsatz in der Lehre

Normalerweise leuchtet jedem zunächst ein, dass der Einsatz von Taschenrechnern oder mathematischer Computersoftware (wie MATHEMATICA, MAPLE, MATLAB ohne oder mit SIMULINK, GEOGEBRA, SAGE usw.) große Vorzüge hat, weil damit deutlich anspruchsvollere und praxisrelevantere Aufgaben gelöst werden können. Außerdem hat man völlig neue Möglichkeiten der Visualisierung sowie der grafischen und statistischen Aufbereitung der Ergebnisse [27]. Aber folgende Probleme sind u.a. zu beachten:

- Es steht im Allgemeinen nicht mehr Zeit für die Mathematiklehre zur Verfügung.
- Die Anforderungen und die Inhalte für die Lehre ändern sich (zusätzliche Informatik- und Mathematikkenntnisse). Aus Zeitgründen geht das oft zu Lasten der bisherigen mathematischen Schwerpunktthemen. Es werden mathematische Inhalte geopfert.
- Die Rechengeräte (einschließlich Software) müssen in hinreichender Anzahl zur Verfügung stehen. Das erfordert möglicherweise zusätzliches Personal oder zusätzliche Kosten.
- Es kommt wahrscheinlich zu einer Verschiebung des Leistungsvermögens in der Studentengruppe. Im Allgemeinen gewinnen die Leistungsstarken bzw. die Informatikaffinen, während die Leistungsschwachen bzw. die Informatikfremdelnden verlieren.
- Bestimmte Fähigkeiten werden erfahrungsgemäß nicht mehr in erforderlichem Maße ausgebildet, z.B. Logik, Beweisführung, Kopfrechnen, schriftliches Rechnen, Abschätzen von Ergebnissen (Überschlag), Problemlösestrategien.
- Es besteht die Gefahr, dass man die automatisch erzeugten Ergebnisse ohne Gegenprüfung akzeptiert. Was sich im Hintergrund an Mathematik abspielt, wird zunehmend für den Einzelnen nicht mehr nachprüfbar.
- Am Computer können numerische und grafische Effekte die Ergebnisse stark verfälschen, und symbolische Rechnungen können kompliziert und für den Nutzer undurchsichtig bzw. nicht verwertbar sein [22].

Es gibt daher Lehrer und Dozenten, die aus den genannten Gründen Rechner gar nicht oder erst spät in der Ausbildung zulassen. In den Schulen werden bei den Abschlussprüfungen oft schon zwei Varianten angeboten, zwischen denen die Schüler wählen können: Aufgaben ohne Rechner oder Aufgaben mit Rechner. Die Vergleichbarkeit dieser beiden Angebote ist problematisch. Teilweise gibt es auch einen Teil mit und einen ohne Rechner. An den Hochschulen besteht Lehrfreiheit, also muss sich jeder Dozent entscheiden, wie er sich zwischen den Extremen „kein Rechnereinsatz“ und „nur Rechnereinsatz“ positioniert. Dabei weiß er oft zumindest am Anfang nicht, welche Vorkenntnisse die Studenten mitbringen.

An der Hochschule Wismar stand uns MATLAB zur Verfügung. Ich habe einen Teil der Übungen zu Computerpraktika umfunktioniert, in denen die Übungsaufgaben auch auf dem Rechner gelöst wurden. Diese Parallelität von schriftlichem und automatischem Rechnen hat sich in meinen Augen bewährt.

8. Digitalisierung der Lehre

Die Digitalisierung in der Gesellschaft ist eine der großen Aufgaben der Gegenwart und Zukunft. Wie immer in solchen Fällen sind etliche euphorisch mit der Umsetzung beschäftigt, wegen üblicher Schwierigkeiten und Umstände geht es ihnen aber längst nicht schnell genug, während andere als Bedenkenträger kräftig auf die Bremse treten. So machte die FDP zur Bundestagswahl 2017 mit dem Sprachzwitter

Digital first – Bedenken second

für sich Werbung. Während hier die digitale Bildung als Chance gesehen wird, gibt es auch ernsthafte Vorbehalte, die die Risiken dieser Entwicklung sehen, zumindest, wenn man die digitale Wende überspitzt. Hier sei das Buch von *Lembke* und *Leitner* mit dem ketzerischen Titel ‚Die Lüge der digitalen Bildung' genannt [16]. Ein echtes Problem sind auch die unterschiedlichen Zugangsmöglichkeiten zu digitalen Medien (digitale Kluft, digital divide).

Schon vor vielen Jahren wurde die Tafelarbeit in der Mathematiklehre durch an die Wand projizierte Folien, später auch durch Präsentationen ergänzt oder teilweise ersetzt. Da die Hilfsmittel aber zur Erhöhung des Lehrtempos führten und dadurch die aktive Mitarbeit der Studenten erschwerten, wurde das Rechnen an der Tafel nie ganz aufgegeben. Teilweise gab es sogar den ausdrücklichen Wunsch von Studenten, den Lehrstoff an der Tafel zu entwickeln.

Bald wurden dann zentral und vor Ort Projekte in der Lehre unterstützt, die zunächst Lehrmaterial und später auch Lehrveranstaltungen online (bzw. im Netz) anboten. Neue Begriffe wie ‚digitaler Lernraum', ‚Übungsvideo', ‚Video-Vorlesung' ‚E-Book' oder ‚Online-Tutorien' tauchten auf. Hier sei auch auf das Buch ‚Mit digitalen Medien arbeiten' von *Lydia Prexl* hingewiesen [17].

Es zeigte sich, dass diese die Präsenzlehre zwar nicht verdrängten, aber sinnvolle Zusatzangebote darstellten. Die Hoffnung und das Versprechen waren, dass man damit langfristig auch Lehrpersonal einsparen kann. Soziale Nähe blieb vielen jedoch sehr wichtig. Ein Hemmnis war, dass gleichartige digitale Produkte parallel auf verschiedenen Plattformen entwickelt wurden und dass die digitale Infrastruktur zu wünschen übrigließ.

Wie immer bei neuen Weichenstellungen gibt es clevere Leute, die neue Möglichkeiten für sich erkennen. So nutzte z.B. ein Professor die staatlichen Fördermittel, um befristetes Personal einzustellen, das seine Lehrveranstaltungen digitalisierte. Danach wurde die Lehre von ihm online angeboten, und er konnte die gewonnene Zeit seiner Firma widmen, um zusätzliche Einnahmen für sich zu generieren.

Ähnlich wie beim Rechnereinsatz zeigt sich auch bei der Digitalisierung in der Lehre, dass leistungsstarke und motivierte Studenten zu den Gewinnern dieser Entwicklung gehören. Das Lehrpersonal wird ebenfalls zunehmend in zwei Lager gespalten, in

- diejenigen, die schnell die neuen Medien beherrschen und nutzen,
- diejenigen, die an alten Methoden aus Bequemlichkeit, Überzeugung oder Unvermögen festhalten.

Bestehen keine Alternativen, wird auch das zweite Lager gedrängt, oft mehr schlecht als recht, die neuen Medien einzusetzen.

Im Jahre 2020 zwang uns die Corona-Pandemie regelrecht dazu, an Schulen und Hochschulen nicht nur digitales Material, sondern auch Online-Unterricht, Online-Meetings und Online-Konferenzen „live“ anzubieten. Das hat im Allgemeinen ganz gut funktioniert, wie auch unser Online-Workshop in Dortmund gezeigt hat. Andererseits werden in kritischen Situationen die vorhandenen Schwachstellen, wie die Überforderung des Personals, die Überlastung von Netzen, die fehlende Computerausstattung oder der mangelhafte Datenschutz, deutlich sichtbar. Aber es wächst auch der Wille, diese Schwachstellen zu beseitigen. Bestimmte Entwicklungen lassen sich nicht aufhalten. Das Tempo wird allerdings meist durch Zwänge bestimmt. Auf jeden Fall gibt es jetzt viele neue Erfahrungen mit der digitalen Lehre.

9. Qualität der Lehre

Die Art der Unterrichtsgestaltung hängt u.a. vom Vorwissen der Lehrenden sowie von ihren Erfahrungen und ihren Einstellungen ab. Das reine Fordern von Leistung wird zunehmend durch die stärkere Einbindung und Aktivierung der Lernenden gemäß ihren Möglichkeiten und Bedürfnissen ersetzt. Die Lehre wird auch für die Dozenten zu einer Herausforderung. Sie erfordert neben der fachlichen Qualifikation viel Verständnis für die Situation der Lernenden. Lehrkräfte überzeugen insbesondere dann, wenn man ihre Leidenschaft für das Fach und ihre Freude am Lehren spürt.
Studien zeigen allerdings, dass es oft an fachlicher Tiefe fehlt, denn mit der Tiefe der Inhalte nimmt das Interesse der Lernenden ab.
Man kann streiten, welche Qualität anzustreben ist. Wie schon erwähnt, haben bestimmte Dozenten hohe fachliche Ansprüche und orientieren auf Leistung [32], [33]. Dabei werden die Konsequenzen einer zu „laschen“ und „empathiebetonten“ Mathematiklehre kritisch gesehen. Wer Defizite (sprachliche, logische, mathematische, physikalische) hat und diese nicht rechtzeitig ausgleichen kann, der sollte ihrer Meinung nach exmatrikuliert werden. Das betrifft auch ausländische Studenten, Fremdsprachler und soziale „Randgruppen“.
Andere Dozenten kümmern sich um Nachhilfe, erforschen die sozialen Hintergründe und wollen Exmatrikulationen auf alle Fälle vermeiden. Sie nehmen

dafür auch ein Absinken des fachlichen Niveaus in Kauf. Sie neigen dazu, aus Mitgefühl bzw. Mitleid Zugeständnisse zu machen.
Ich kann mich gut erinnern, wie Kollegen auf unseren Workshops mit Empörung berichteten, welche katastrophalen Mathematikkenntnisse viele Studenten mitbringen. Darauf gab es dann vor allem von jüngeren Mathematik-Kollegen und von Didaktikern aus westlichen Bundesländern immer wieder heftigen Gegenwind. Sie meinten, man müsste das Beste daraus machen und die Studenten dort abholen, wo sie zurzeit sind, selbst wenn es das Kindergartenniveau ist. Wichtig war mir, dass diese Kontroversen nicht zu persönlichen Zerwürfnissen führten. In der Regel wird auf Hochschul- oder Bereichsebene ein Kompromiss zwischen den beiden Lagern gefunden oder eines von ihnen gibt sich geschlagen. Die „moderne“ Gruppe der „Studentenflüsterer“ liegt im Trend der staatlichen Wünsche und Vorgaben. An den Schulen herrschen nicht selten ohnehin schon soziale Probleme und multikulturelle Verhältnisse. Disziplinprobleme und Sprachbarrieren nehmen zu. Wie internationale Studien wie PISA und TIMSS zeigen, liegt Deutschland bei den Mathematikleistungen nur im Mittelfeld. In der Tendenz nimmt aber die Gruppe der Lernschwachen zu, während es nach wie vor wenig Schüler mit Spitzenleistungen gibt. Die Gruppe der Schüler mit befriedigenden bis guten Leistungen ist auch nur dünn besetzt.
Durch teilweise ungerechtfertigte Kritiken von Schülern und Eltern wird der normale Schulbetrieb zusätzlich gestört. Die Qualität des Unterrichts nimmt zwangsläufig ab. Aber auch das kann man schönreden, wenn Individualität und Vielfalt, egal welcher Art, über alles geht und wenn man die Schuld an den Problemen nur auf die sozialen Ungleichheiten schiebt. Irgendwann werden diese Probleme mit größerer Wucht als bisher die Hochschulen erreichen, wobei dort wegen ausländischer Studenten oft schon in Englisch gelehrt wird, allerdings nicht unbedingt in gutem Englisch. Funktionen werden ohnehin oft englisch benannt. So spielt der „Chief Information Officer“ bei der digitalen Revolution an den Hochschulen eine maßgebliche Rolle. Der hochtrabende Name vermittelt das Gefühl, quasi im „Silicon Valley“ die Menschheit voranzubringen. Egal, ob man das begrüßt oder beklagt, an den gesellschaftlichen Realitäten kommt man nicht vorbei. Unabhängig davon ist ein internationaler Studentenaustausch immer wichtig, denn hoch qualifizierte Fachkräfte müssen sich auf der internationalen Bühne auskennen. Diese sollten wir schon in der Ausbildung speziell fördern und möglichst langfristig an unser Land binden. Baustellen gibt es überall, auch Lehrer und Professoren haben zunehmend Defizite. So werden immer wieder Initiativen zur Weiterbildung gestartet. Je nach Anbindung erhöhen die eher die soziale, die sprachliche oder die fachliche Kompetenz.

10. Schnittstelle Schule – Hochschule

Immer wieder wurde festgestellt, dass die Studienanfänger im Ingenieurbereich mangelhafte Mathematikkenntnisse mitbringen. Dabei ist das allgemeine Niveau schon zu Beginn sehr unterschiedlich. Daher ergibt sich die Frage, ob die studienvorbereitenden Schulabschlüsse den Anforderungen genügen. Daran gibt es seit Längerem berechtigte Zweifel. Ein prominenter Zweifler ist in letzter Zeit der ehemalige Bildungsminister von MV, *Mathias Brodkorb*, der nach einem abgeschlossenen Philosophiestudium an der Universität Rostock als SPD-Mann und Minister in die Landespolitik ging. Zusammen mit der Rostocker Pädagogin Prof. *Katja Koch* hat er ein Buch mit dem provokanten Titel „Der Abiturbetrug“ geschrieben [7]. Darin werden u.a. folgende Thesen vertreten:

- Das aktuelle Abitur ist deutschlandweit kaum vergleichbar, ungerecht, und von zweifelhaftem Wert. Im Allgemeinen liefert es keine Hochschulreife.
- Im Kurssystem kann mit „Laberfächern“ die Abiturnote leicht aufpoliert werden.
- Die Quote der Jugendlichen mit Abiturabschluss ist deutlich zu hoch, was das Niveau des Abschlusses senkt.
- Für eine allgemeine Vergleichbarkeit ist ein Zentralabitur mit einheitlichen Regelungen geboten.
- Die demokratische Teilhabe von Fachleuten an Entscheidungen der Bildungspolitik ist nicht durchgängig gegeben, nicht salonfähige Meinungen von Bildungsexperten werden nicht selten bewusst ignoriert.

Unabhängig davon wurden an Hochschulen viele Maßnahmen ergriffen, um die Defizite vieler Studienanfänger im Fach Mathematik auszugleichen, z.B.

- Kontakte zu Schulen, um Lehrer und Schüler besser auf die Studienanforderungen einzustellen,
- Schnuppervorlesungen und Schnupperpraktika für Schüler zur Vorbereitung auf das Studium,
- Eingangstests zur Feststellung der Startschwierigkeiten,
- Förderangebote in den ersten Studienwochen (Brückenkurse, Auffrischungskurse),
- Studienbegleitende Förderangebote.

Auf unseren MathIng-Workshops gab es darüber einen regen Erfahrungsaustausch.

11. Erfahrungen und abschließende Bemerkungen

Im Rückblick auf meine Erfahrungen in den letzten Jahrzehnten möchte ich folgende Hinweise zur Lehre geben:

- Jede Konzeption passt mehr oder weniger gut zu bestimmten Dozenten und wirkt zudem auf verschiedene Lerner unterschiedlich.
- Neue Konzeptionen verschieben im Allgemeinen das alte Gefüge von Dozenten und Studenten. Bei ihrer Propagierung werden vor allem die Stärken und weniger die Schwächen betont.
- Die Einführung neuer Konzeptionen auf breiter Linie bedarf einer gründlichen Abwägung ihrer Vor- und Nachteile, die meist auch noch vom jeweiligen Umfeld abhängen. Schließlich sind die ökonomischen und personellen Konsequenzen zu bedenken. Daher ist zunächst eine Erprobung in kleineren Einheiten sinnvoll.
- Neue Lehrformen sind nicht nur euphorisch, sondern auch kritisch zu bewerten. Sie sollten anderen Lehrpersonen nicht aufgezwungen werden. Stattdessen sollte man diese zum Testen ermuntern.

Der Wert von Lehrkonzeptionen

- ist zielgebunden und oft ideologieabhängig.
- hängt vom Alter und von den Vorerfahrungen der einzelnen Dozenten ab. Ältere sind natürlich oft konservativer orientiert.
- ist eingebunden in die Gesamtstruktur der Lehre vor Ort, also auch in die Vorstellungen und Bedürfnisse der betroffenen Studenten und letztlich auch der entsprechenden Gesellschaft.

Der Austausch von Ideen, Erfahrungen und Ergebnissen zu Lehrformen (national wie international)

- ist motivierend, gewinnbringend und unverzichtbar.
- sollte die regionalen und personellen Unterschiede sowie ihre Auswirkungen im Auge behalten.

Bei aller Unterschiedlichkeit der Meinungen ist zu beachten, dass es nicht so sehr um Personen, sondern um Überzeugungen und deren gesellschaftliche Wirkungen geht. Alle Teilnehmer sollten wir darin bestärken, ihre Überzeugungen offen zu vertreten, ohne befürchten zu müssen, dass sie von anderen deshalb gemieden oder geschnitten werden.

Zwei Sprüche aus Frankreich sollen abschließend zum Nachdenken anregen:

a) Es gibt zwei Arten von Narren. Die einen sagen: „Das war schon immer so, und deshalb ist es gut!“ Die anderen sagen: „Das ist neu, und deshalb ist es besser!“
b) Jedermann beklagt sich über sein Gedächtnis, aber niemand über seine Urteilsfähigkeit. *F. Duc de la Rochefoucauld* (1613-1680)

Literaturverzeichnis

1. Baumann, A.: Modeerscheinungen und goldene Kälber in der Mathematikdidaktik. In: Kolling, S. (Hg.), Beiträge zur Experimentalphysik, Didaktik und Computergestützten Physik. Logos-Verlag, Berlin 2007, S. 15-23.
2. Baumann, A.: Eine kritische Betrachtung zum Thema „Modellierungsaufgaben" anhand von Beispielen aus dem hessischen Mathematikabitur 2009. Mathematikinformation Nr. 55 (2011), S. 15-23.
3. Baumann, A. (Initiatorin): Brandbrief Mathematikunterricht und Kompetenzorientierung – ein offener Brief (mit mehreren Hundert Unterzeichnern), 2017. Link http://www.tagesspiegel.de/downloads/19549926/2/offener-brief.pdf
4. Beutelspacher, A., Danckwerts, R., Nickel, G., Spies, S., Wickel, G.: Mathematik Neu Denken – Gymnasiale Lehrerbildung im Aufbruch. Springer Vieweg 2012.
5. Budrich, B.: Die Vorlesung der Zukunft. Theorie und Praxis der interaktiven Vorlesung, UTB 2019.
6. Budrich, B.: Das Seminar als Denkschule. UTB 2019
7. Brodkorb, M. und Koch, K.: Der Abiturbetrug. Vom Scheitern des deutschen Bildungsförderalismus. Eine Streitschrift. Klampen 2020.
8. DMV: Tagung der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, Eröffnungsreden, Bremen 1990.
9. DMV: Mathematische Semesterberichte, Themenheft Stoffdidaktik, Band 63 (2016), Heft 1.
10. Enzensberger, H. M.: Zugbrücke außer Betrieb. Die Mathematik im Jenseits der Kultur. Rede anlässlich des 50. Internationalen Mathematiker-Kongresses im August 1998 in Berlin.
11. Fischer, E. P.: Die andere Bildung – Was man von den Naturwissenschaften wissen sollte. Ullstein, Berlin 2003.
12. Heitsch, W.: Mathematik und Weltanschauung. Akademie-Verlag, Berlin 1976.
13. Hefendehl-Hebeker, L.: Didaktik der Mathematik als Wissenschaft – Aufgaben, Chancen, Profile, Jahresberichte der DMV, Band 105 (2003), Heft 1, 3-29.
14. Klein, F.: Vorträge über den Mathematischen Unterricht an den Höheren Schulen, bearbeitet von R. Schimmack, Teil 1. Teubner, Leipzig 1907.
15. Klein, F.: Elementarmathematik vom höheren Standpunkt aus. Berlin, 4. Aufl. 1933, Neudruck 1967.
16. Lembke, G., Leipner, I.: Die Lüge der digitalen Bildung. Warum unsere Kinder das Lernen verlernen. Redline-Verlag, München 2018.
17. Loos, A., Ziegler, G. M.: „Was ist Mathematik" lernen und lehren, Mathematische Semesterberichte, Band 63 (2016), Heft 1, 155-169.
18. Meschkowski, H.: Mathematik als Grundlage. Ein Plädoyer für ein rationales Bildungskonzept. dtv 1973.

19. Prexl, L.: Mit digitalen Medien arbeiten. Datenbanken, E-Books, YouTube und Co. UTB 2019.
20. Risse, T.: Interaktive Mathematik-Skripte – eine Spielart aktivierender Lernformen. Global J. Engng. Educ. 5 (3), 271-275 (2001).
21. Schott, D., Grünwald, N.: Gottlob-Frege-Zentrum und Reform der Mathematikausbildung. Global J. Engng. Educ. 5 (3), 235-244 (2001).
22. Schott, D.: Fluch und Segen der Computermathematik. Global J. Engng. Educ. 8 (3), 319-326 (2004).
23. Schott, D.: Bildrekonstruktion am Computer als Studentenprojekt. Global J. Engng. Educ. 9 (3), 267-274 (2005).
24. Schott, D.: Mathematische Bildungsstandards im Ingenieurstudium. In: Schneider, E. (Hg.), Fokus Didaktik, Klagenfurter Beiträge zur Didaktik der Mathematik, Band 4 (2006), S. 199-204.
25. Schott, D.: Das Gottlob-Frege-Zentrum der Hochschule Wismar bricht eine Lanze für die Mathematik. Mathematikinformation Nr. 56 (2012), S. 49-55.
26. Schott, D., Schramm T., Strauß, R., Risse, T.: Mathematik für Ingenieure, Thesen zum Jahr der Mathematik 2008. Mathematics for Engineers, Theses to the year of Mathematics 2008. Wismarer Frege-Reihe, Heft 02/2007.
27. Schramm, T.: Neue Tools zur Unterstützung der Lehre und des Lernens in Maple 8. Global J. Engng. Educ. 6 (3), 235-241 (2002).
28. Schwanitz, D.: Der Campus. Eichborn 1995.
29. Schwanitz, D.: Der Zirkel. Eichborn 1998.
30. Schwanitz, D.: Bildung – Alles, was man wissen muß. Goldmann, München 2002.
31. Stewart, I.: Professor Stewarts Mathematische Schätze. Rowohlt 2012.
32. Strauß, R.: Bemerkungen zur Vorlesung „Mathematik für Ingenieure“. Global J. Engng. Educ. 8 (3), 331-337 (2004).
33. Strauß, R.: Zur Mathematik in der Ingenieurausbildung. In: Schneider, E. (Hg.), Fokus Didaktik, Klagenfurter Beiträge zur Didaktik der Mathematik, Band 4 (2006), S. 209-214.
34. Tartsch, G.: Notstand Mathematik, ein Projekt der IHK Braunschweig. Mathematikinformation Nr. 55 (2011), S. 51-65.
35. Taschner, R.: Der Zahlen gigantische Schatten – Mathematik im Zeichen der Zeit. Vieweg, Wiesbaden 2005.
36. Tobies, R.: Felix Klein – Visionen für Mathematik, Anwendungen und Unterricht. Springer 2019.
37. Walser, H.: Die Modellierung des schönen Scheins. Mathematikinformation Nr. 55 (2011), S. 3-14.
38. Ziegler, G.: Darf ich Zahlen? Geschichten aus der Mathematik. Piper 2010.

Quellen im Netz

L1 Link GFC: https://www.hs-wismar.de/vernetzung/institutionen-hochschulunternehmen/gottlob-frege-zentrum/
L2 Link UICEE: http://www.eng.monash.edu.au/uicee, nicht mehr aktiv
L3 Link WIETE: https://www.wiete.com.au
L4 Link ECEBE: https://www.hs-wismar.ecebe.de, nicht mehr aktiv
L5 Link SEFI: https://www.sefi.be
L6 Link Wikipedia: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Zwei_Kulturen&oldid=123523407

Autor

Prof. Dr. rer. nat. habil. Dieter Schott
Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Gottlob-Frege-Zentrum
Hochschule Wismar
Philipp-Müller-Str. 14
D-23966 Wismar
dieter.schott@hs-wismar.de

Petra Selent, Christine Jansing

Der Brückenkurs des Fachbereichs Maschinenbau der FH Dortmund

Zusammenfassung
Der Brückenkurs des Fachbereichs Maschinenbau wurde als neues Lernformat zur Vorbereitung auf das Ingenieurstudium an der Fachhochschule Dortmund konzipiert und vor Beginn des Wintersemesters 2018 erstmalig durchgeführt. Das Konzept wurde 2019 nochmals überarbeitet. Im Folgenden wird das Konzept vorgestellt und detailliert auf die fachlichen Inhalte eingegangen. Im Anschluss werden Auszüge aus den Evaluationsergebnissen und unser Fazit vorgestellt.

1. Historie

Seit vielen Jahren wird zu Beginn des Studienstarts für die Studierenden der Fahrzeugenwicklung und des Maschinenbaus ein so genannter Vorkurs Mathematik angeboten. Dieser umfasst in der Regel fünf Tage und ist in erster Linie als ganztätige Vorlesung konzipiert. Evaluationsergebnisse zeigten auf, dass viele Studierende den Kurs nicht vollständig besuchten, viele nach kurzer Zeit inhaltlich abgehängt und/oder auch vom Format „erschlagen“ sind. Interessanterweise bleiben aber viele trotzdem bis zum Ende dabei, u.a. weil sie hier erstmalig die Möglichkeit haben Kommiliton*innen kennenzulernen, Kontakte aufbauen können. Häufig wurde der Wunsch geäußert, dass zur Studienvorbereitung auch ein Physikvorkurs angeboten werden sollte.
Ausgehend von diesen Ergebnissen wurde 2018 erstmalig der Brückenkurs des Fachbereichs Maschinenbau angeboten. Der sich zwar in seiner Zielsetzung (Studierende fachlich auf das Studium vorbereiten) nicht vom Vorkurs Mathematik unterschied, wohl aber in der Konzeption.
Als Pilotprojekt zunächst mit internen FH-Mittel (Hochschulinterne Lehrförderung - HiLF) finanziert, startete die Maßnahme sieben Wochen erstmalig vor Beginn des Wintersemesters 2018/19 mit einer begrenzten Anzahl (30) von Studierenden. Vier Tage die Woche (Montag bis Donnerstag) wurden die Studierenden intensiv zu Themen der Mathematik, Physik, Lernmethodik unterrichtet. Freitags gab es die Gelegenheit, den Unterrichtsstoff selbstständig zu wiederholen/ zu vertiefen. Das Feedback auf das neue Konzept war insgesamt ausgezeichnet, aber auch hier wurde bemängelt, dass „zu wenig Physikunterricht“ stattgefunden hätte und der Unterricht insgesamt wenig praxisbezogen gewesen sei. Sehr positiv bewertet wurden die Gruppengröße, der Teamgeist und das Engagement der Dozent*innen. Die Ergebnisse der Evaluation des ersten Brückenkurses bildeten die Grundlage einer erneuten Überarbeitung des Konzepts.

2. Der Brückenkurs 2019

Im Rahmen dieses interdisziplinär angelegten Projekts beschäftigten sich 23 Studierende[1] des Maschinenbaus und der Fahrzeugentwicklung fünf Wochen vor Studienbeginn mit verschiedenen naturwissenschaftlichen Phänomenen. Anhand einer praktischen Aufgabe (2019 war es ein „Rocket Car“) und einem begleitenden theoretischen Unterricht[2] in den Fächern Physik, Mathematik, Werkstoffkunde, Konstruktion/Antrieb/Druck, Teamarbeit/Lernmethodik, entwickelten die Teilnehmer in Teamarbeit konzeptionelle Lösungen für ihr Projekt.

Dabei stellte die Kombination aus anwendungsbezogener, praktischer Teamarbeit mit den eher klassischen Lehrformaten Vorlesung, Seminar und Übungen eine Chance dar, wichtige Kompetenzen für das Studium und den späteren Beruf zu erlernen.

Die Studierenden bildeten vier Teams (vier bis sechs Studierende/Team), die die Aufgabe erhielten, aus vorgegebenen Materialien ein Gefährt zu bauen. In einem Wettbewerb am Ende des Projekts traten die Teams in zwei Kategorien gegeneinander an. Innerhalb einer vorgegebenen Strecke sollte sowohl das RocketCar mit der größten Beschleunigung als auch das mit der höchsten Geschwindigkeit zum Gewinner gekürt werden. In der Konstruktions- und Bauphase wurden die Studierenden in der Werkstatt von zwei Masterstudierenden der Fahrzeugentwicklung[3] betreut. Zwei Exkursionen rundeten das Programm ab: zur Teststrecke des Fachbereichs Maschinenbau in Selm, wo die Studierenden die Gelegenheit hatten im Rahmen einer Fahrt mit dem Cart, Daten zu generieren und später auszuwerten. Eine weitere Fahrt führte die Gruppe zur Firma ARAL/BP, wo die Prüfstände und die Labore besichtigen wurden.

Aus organisatorischen Gründen konnte der Kurs in diesem Jahr nur fünf Wochen laufen. Der Unterricht fand montags bis freitags in der Zeit von 10 bis 14 Uhr statt. Danach stand den Teilnehmenden die Werkstatt zur Arbeit an ihrem Gefährt offen.

---

[1] Die Gruppe der Studierenden wurde absichtlich relativ klein gehalten, da es sich um ein Pilotprojekt handelte und man zunächst Erfahrungen sammeln wollte. Hier galt das Prinzip bei der Anmeldung „wer zuerst kommt, mahlt zuerst“. Leider meldeten sich keine Studentinnen zu dem Kurs an.

[2] Beteiligte Lehrende: Prof. Dr. Yves Rosefort (Leitung), Dr. Johannes Etzkorn (Werkstoffkunde), Stephan Gottlieb (Konstruktion/Antrieb und Betreuung der Projektgruppen), Christine Jansing (Physik), Nimet Sarikaya (Mathematik), Petra Selent (Lernmethodik / Teamarbeit, Organisation des Kurses und Betreuung der Studierenden), Prof. Dr. Thorsten Sinnemann (Physik Basiskurs)

[3] Arndt Damian und Reza Ansari

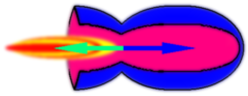
3. Durchführung: Verknüpfung der Theorie mit dem Experiment

Anhand des Faches Physik soll im Folgenden die Verknüpfung zwischen Theorie und Praxis verdeutlicht werden. Die Aufgabe, ein fahrtüchtiges RocketCar auf Wasser-Luftdruck-Basis zu konstruieren und zu bauen, erforderte von den Teilnehmern sowohl Grundkenntnisse in den zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien als auch ein ordentliches Maß an experimentellem Geschick. Ziel des Brückenkurses war neben der fachlichen und experimentellen Fortbildung der Teilnehmer nicht zuletzt auch die Herausbildung/Stärkung der sozialen Kompetenzen durch Team-Bildung und Ausführen eines Wettbewerbs. Innerhalb dieses Wettbewerbs sollte neben dem schnellsten RocketCar auch das mit der größten Beschleunigung gewinnen. Es galt also neben grundlegenden Prinzipien für den Antrieb auch die Begrifflichkeiten der Kinematik einzuführen und verständlich hinsichtlich des Projektziels zu machen. Die Teilnehmer sollten lernen, dass sie die ihnen gestellte Aufgabe mit Hilfe der Physik schneller/besser lösen können. In den theoretischen, konventionell durchgeführten Vorlesungseinheiten wurde bereits eine Verknüpfung zwischen den Begrifflichkeiten, wie etwa dem Impuls, und der Projektaufgabe geknüpft (Abb. 1). Um das Erlernte noch besser auf die Anforderungen des Projekts übertragen zu können, wurden zusätzliche Blöcke im Stundenplan für Feldstudien eingefügt. Anhand eines Arbeitsblattes sollten niederschwellige Aufgaben gelöst und die Ergebnisse diskutiert werden. Die wichtigen Begriffe der Kinematik wie Geschwindigkeit und Beschleunigung, in der letzten Einheit dann auch Impuls und Kraft, wurden so eingeführt und praxisnah verständlich gemacht (Abb. 2). Ein konkretes Beispiel hierfür wäre etwa die Bestimmung der Geschwindigkeit des Prototypen. Durch erste Messungen wurden Werte für die Geschwindigkeit generiert und in der Gruppe diskutiert. Der Unterschied zwischen durchschnittlicher und momentaner Geschwindigkeit wurde zuvor in den Theorieeinheiten besprochen (Abb. 3) und anhand der Aufgabe wurde nun auch ersichtlich, weshalb die Teilnehmer erst mal nur eine durchschnittliche Geschwindigkeit messen konnten. Dies wurde experimentell mit den einfachsten Werkzeugen (Stoppuhr und Maßband) erledigt. Auf ähnliche Weise wurden dann die restlichen wichtigen Begrifflichkeiten wie Beschleunigung, Kraft und Impuls beleuchtet. Das Erlernte konnten die Teilnehmer schließlich im Block für Projektarbeit, den sie frei gestalten konnten, anwenden. Um die Messdaten genauer aufnehmen zu können, wurden die Teilnehmer zudem in ein Freeware Tool zur Aufnahme und Bearbeitung von Videosequenzen eingearbeitet. Mit diesem Tool konnten dann am Wettkampftag sowohl Geschwindigkeit als auch Beschleunigung der RocketCars bestimmt werden (Abb. 4).

Impuls

Impuls	Einheit		Impulserhaltung	
$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$	$1\,\mathrm{kg}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	Der Impuls ist ein Vektor: Produkt aus Masse und Geschwindigkeit	$\sum_{i=1}^{N} \vec{p}_i = \vec{p}_S = const$	Die Summe der Impulse ist konstant

Was hat das mit Ihrer Aufgabe zu tun?



Impulserhaltung bzw. Newton 3 hat die Bewegung der Rakete entgegengesetzt zum Treibstoffausstoß zur Folge!
Das nennt sich Rückstoßprinzip. Das angetriebene Objekt, zum Beispiel eine Rakete, wird durch den Rückstoß mit der gleichen Kraft nach vorn beschleunigt, mit der das Antriebsmedium (bei ihnen das Wasser/Luft-Gemisch) nach hinten ausgestoßen wird.

Sei m die Masse des Treibstoffes mit der Geschwindigkeit v und M die Masse der Rakete mit Geschwindigkeit V. Welchen Gesamtimpuls hat das System in Ruhe? Stellen Sie für das bewegte System die Gleichung für die Impulserhaltung auf!

Abbildung 1: Einführung des Impuls-Begriffes und Verknüpfung zur Projektaufgabe

Ziel: Rocketcar mit Wasserantrieb soll am schnellsten/weitesten fahren

Nutzen Sie Ihre Kenntnisse aus den bisherigen Einheiten!

Diskutieren Sie in der Gruppe die folgenden Begriffe und verschriftlichen Sie Ihre Ergebnisse

1. Durchschnittsgeschwindigkeit vs Momentangeschwindigkeit
   a. Wo liegt der Unterschied zwischen beiden?
   b. Wie kann man die beiden Geschwindigkeiten experimentell bestimmen?
   c. Welche Durchschnittsgeschwindigkeit erwarten Sie für Ihren Prototypen?
   d. Welcher Zusammenhang gilt zwischen Geschwindigkeit, Zeit und Beschleunigung bei der gleichmäßig beschleunigten Bewegung?
2. Beschleunigung
   a. Wie können Sie diese experimentell bestimmen?
   b. Welche Beschleunigung erwarten Sie für Ihren Prototypen?
   c. Ist die Beschleunigung zeitlich konstant?
   d. Kann aus einer Durchschnittsgeschwindigkeit überhaupt eine Beschleunigung bestimmt werden?
   e. Welcher Zusammenhang gilt zwischen Weg, Zeit und Beschleunigung bei der gleichmäßig beschleunigten Bewegung?
3. Impuls
   a. Welchen Impuls erwarten Sie für Ihren Prototypen?
   b. Ist er zeitlich konstant?
   c. An welchen Variablen können Sie schrauben, um die Impulsänderung zu maximieren?
4. Kraft
   a. Welche durchschnittlich wirkende Kraft erwarten Sie für Ihren Prototypen?
   b. Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem für eine Saturn V Rakete beim Start.

Abbildung 2: Aufgabenblatt für die Feldstudien

Geschwindigkeit

Durchschnittsgeschwindigkeit

Quotient aus dem zurückgelegten Weg und der dafür benötigten Zeit

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Beispiel: Sie legen 100 km in 1 Sunde zurück, dann sind sie durchschnittlich

100 km/h gefahren

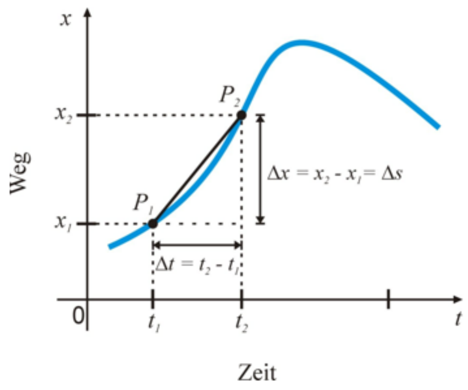


Abbildung 3: Einführung des Geschwindigkeitsbegriffes aus einer Theorieeinheit

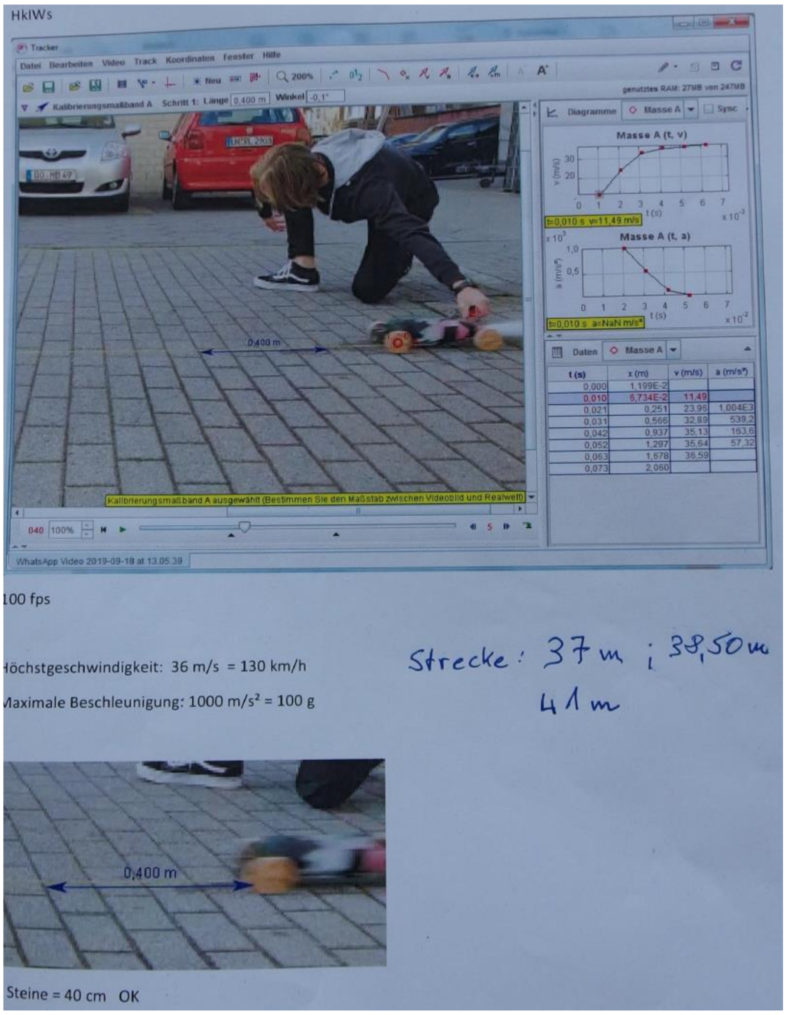


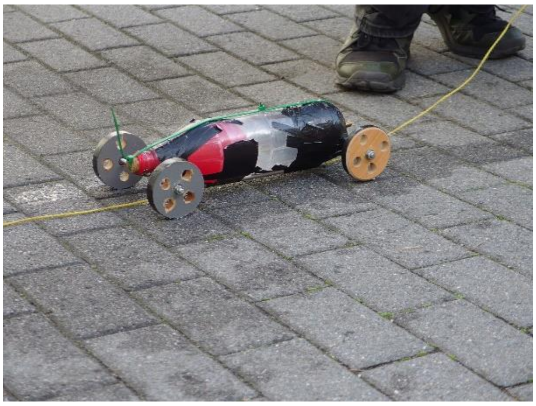
Abbildung 4: Auswertung per Videoanalysetool einer Gruppe

4. Vorstellung der Rocket Cars

Im Folgenden werden die Teams mit ihren Entwicklungen kurz vorgestellt:

Team »Hier könnte Ihre Werbung stehen«

Fahrzeugbezeichnung: *»Simple is wonderful« - hocheffizientes, massereduziertes optimiertes Konstrukt*



Wie auch die anderen Rocket Cars funktioniert der Antrieb mit Luftdruck und Wasser: Die Luft in der Flasche wird auf etwa 5 bar zusammengepresst. Beim Start wird die Flasche hinten geöffnet, die Luft presst das Wasser heraus und treibt so das Fahrzeug an.

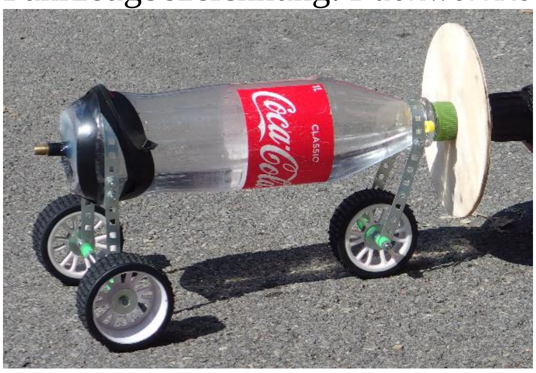
Team »Titanen«

Fahrzeugbezeichnung: *Seilgeführte Schwebebahn*

Die radlose „seilgeführte Schwebebahn“ des Teams Titanen war von Anfang an der Favorit des Wettkampfs. Nur an dem dünnen Seil aufgehängt, das als Spurhilfe für alle Teams vorgegeben war, ist das Gefährt von Bodenunebenheiten nicht betroffen. Das Fehlen von Rädern und Fahrwerk verbessert zusätzlich die Stromlinienform.

Team »Galileo«

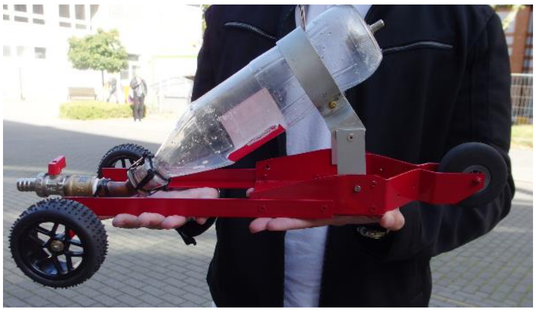
Fahrzeugbezeichnung: *Fachwerkkonstruktion auf Leichtbaubasis*



Das Team verwendet ein Zwei-Kammer-System: Ein Luftballon in der Flasche trennt das Wasser von der Luft und ermöglicht damit eine waagerechte Anbringung der Flasche. Der steife Rahmen und die relativ großen Räder mit profiliertem Gummimantel sollen helfen, trotz der Fugen der Pflastersteine auf dem Innenhof schnell voranzukommen.

Team »PTS« (PolenTürkeiSyrien)

Fahrzeugbezeichnung: *Kombinierter Hybrid-Leichtbau*



An den Dragster, den hochmotorisierten Autos für Beschleunigungsrennen, hat sich das Team PTS bei der Konstruktion ihrer Fast Bottle orientiert: Mit einem langen Achsstand und einem weit hinten liegenden Schwerpunkt wollen sie erreichen, dass das Auto trotz hoher Beschleunigung in der Spur bleibt. Die Flasche ist schräg angebracht, so dass beim Start das Wasser am hinteren, unteren Ende liegt und von der Luft direkt rausgepresst werden kann.

5. Fazit und Ausblick

Hervorzuheben ist, dass alle Teilnehmende bis zum Ende dabei waren. Niemand hat den Kurs vorzeitigt abgebrochen.
Die Teilnehmenden des Brückenkurses wurden mittels eines Fragebogens schriftlich, aber auch mündlich bei der Abschlusspräsentation befragt. Sie zeigten sich insgesamt sehr zufrieden mit dem Kurs. So fanden die meisten (90%) die Kursdauer und die Anforderungen in den einzelnen Fächern „genau richtig“. Ebenso viele fanden die Verbindung zwischen Theorie und Praxis „gut gelungen“. Fast alle würden den Kurs weiterempfehlen. Besonders gut hat den Studierenden die gute Balance zwischen Unterricht und Projektarbeit gefallen. Die gute Zusammenarbeit im Team / der Teamgeist wurde mehrfach hervorgehoben. Weiter wurde positiv vermerkt, dass durch den intensiven Kontakt zu den Dozent*innen ein Einblick sowohl in Studieninhalte wie auch einen Eindruck an die Anforderungen des Studiums vermittelt wurde. Es gab aber durchaus auch konstruktive Kritik. So äußerten viele, dass sie sich noch mehr theoretischen Unterricht sowohl im Fach Mathematik wie auch der Physik gewünscht und dafür gerne auch weniger Pausen gemacht hätten. Weiterhin wurden die ungenügend ausgestatteten Arbeitsplätze für die Projektarbeit bemängelt. Gewünscht hätten sie sich außerdem eine bessere Kommunikation der Regeln für die Projektarbeit.

Unser Fazit: Brückenkurs 3.0

- Die Projektorientierung sollte auch bei zukünftigen Vorbereitungskursen beibehalten und evtl. noch weiter ausgebaut werden.
- Wünschenswert wäre ein fachübergreifendes Studienprojekt (z.B. mit den Fachbereichen Design, Elektrotechnik, Informatik) in Zusammenarbeit mit einem ortsansässigen Unternehmen.

- Zukünftig sollte außerdem auf die Zusammensetzung der Studierendengruppen Einfluss genommen werden, damit ein annähernd gleiches Lernniveau in den Gruppen erreicht wird und die Teilnehmenden noch mehr voneinander profitieren können.
- Es sollte zukünftig noch intensiver versucht werden, Studentinnen für den Brückenkurs zu gewinnen.

Autorinnen

Dipl.-Phys. Christine Jansing
Fachhochschule Dortmund, Fachbereich Maschinenbau
Sonnenstraße 96
D-44139 Dortmund
E-Mail: christine.jansing@fh-dortmund.de

Dipl.-Ing. Petra Selent
Fachhochschule Dortmund, Fachbereich Maschinenbau
Sonnenstraße 96
D-44139 Dortmund
E-Mail: petra.selent@fh-dortmund.de

Britta Schütter-Kerndl, Karin Lunde, Manuela Boin

cosh-vor-Ort-Projekt „WiMINT-AG Mathematik/Physik“

Zusammenfassung: cosh (cooperation Schule-Hochschule) ist ein Team von Lehrenden an Schulen und Hochschulen in Baden-Württemberg, mit dem Ziel, angehenden Studierenden den Übergang von der Schule an die Hochschule zu erleichtern. Eine Maßnahme zur Unterstützung der Schülerinnen und Schüler ist der Ausbau studentischer Tutorien in der Mathematik und Physik für die Abschlussjahrgänge an Schulen. Diese sogenannten „WiMINT-AGs“ sollen im Folgenden vorgestellt werden.

1. Einführung

Die Studienabbruchquote für deutsche Studierende deutscher Hochschulen im Bachelorstudium lag für die Absolventen der Jahrgänge 2010 bis 2016 zwischen 28 und 29%. Betrachtet man nur die Fachhochschulen so sind es für den Absolventenjahrgang 2016 sogar 34% in den Fächergruppen Mathematik/Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften. [1] Gründe dafür sind unter anderem Leistungsprobleme und große Probleme beim Bewältigen der Studieneingangsphase. [2] Die Zugangswege zu den Hochschulen sind in Baden-Württemberg sehr vielfältig. Dies führt vor allem in den Fächern Mathematik und Physik dazu, dass angehende Studierende stark unterschiedliche, oft unzureichende schulische Vorkenntnisse mitbringen. [2, 6]

Ein zentraler Angriffspunkt zur Bewältigung der Probleme ist die erfolgreiche Gestaltung des Übergangs Schule-Hochschule. Zum systematischen Austausch zwischen Schulen und Hochschulen hat sich deswegen 2002 in Baden-Württemberg eine Gruppe Mathematiklehrender, sowohl von Schul- als auch von Hochschulseite zur Arbeitsgruppe cosh zusammengeschlossen. Die Abkürzung cosh steht hier für cooperation Schule-Hochschule. [8]

Zu den Zielen der AG cosh zählen unter anderem die Analyse der Ursachen für die Probleme beim Übergang Schule-Hochschule, der Aufbau eines Netzwerks, auch über Baden-Württemberg hinaus, sowie von regionalen Kooperationen zwischen Schulen und Hochschulen. Auf den regelmäßigen Fachtagungen tauschen sich interessierte Lehrende an Schulen und Hochschulen aus und entwickeln gemeinsam Maßnahmen, um den Übergang von der Schule an die Hochschule besser gelingen zu lassen. [8] Ein wesentliches Ergebnis der Fachtagungen in 2012 und 2014 war die Erarbeitung des Mindestanforderungskatalogs Mathematik, der die Kompetenzen und Fertigkeiten in Mathematik beschreibt, die für einen guten Start in ein WiMINT-Studium sinnvoll und empfehlenswert wären. [4] Diese Schnittstellenbeschreibung fließt auch als Empfehlung bei der Überarbeitung von Bildungsplänen in Mathematik ein. Anfang 2019 wurde zudem ein cosh-Team Physik gegründet. [7]

Seit 2019 wird das Projekt „cosh“ als Verbundprojekt der Hochschulen Karlsruhe, Stuttgart, Esslingen und Ulm vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst (MWK) gefördert. Dadurch soll mehr StudienanfängerInnen eines WiMINT-Studiengangs (Wirtschaft, Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) durch die Entwicklung von Maßnahmen, die noch vor dem Studium ansetzen, ein erfolgreiches Studium ermöglicht werden. Zu diesen zählen unter anderen die Entwicklung diagnostischer Kenntnistests und studentischer Tutorien an Schulen, sogenannte „WiMINT-AGs“. [3]

2. Format und Ziele der WiMINT-AGs

Zur Verringerung fachlicher Defizite in Mathematik und Physik sollen studentische Tutorien an Schulen im letzten Schuljahr vor den Abschlussprüfungen, und damit bereits vor Studienbeginn, Unterstützung bieten. Insbesondere sind dabei Schülerinnen und Schüler angesprochen, die sich für ein WiMINT-Studium interessieren. Bereits im Schuljahr 2004/2005 gab es diese Angebote an Berufskollegs in Baden-Württemberg für die Mathematik. Mangels Ressourcen konnte das Projekt jedoch nicht gehalten werden. [3]

Im Schuljahr 2015/16 lief eine Konzeptphase unter dem Namen „WiMINT-AG“ zum ersten Mal als Kooperationsprojekt der Hochschule Aalen mit einer Schule in der Nachbarschaft zur Unterstützung der Schüler des einjährigen Berufskollegs, das zur Fachhochschulreife führt, in Mathematik. Seitdem findet die Veranstaltung jedes Schuljahr in Kooperation mit der Gewerblichen Schule Schwäbisch Gmünd und seit dem Schuljahr 2017/18 auch mit der Technischen Schule Heidenheim statt.

Die durch das cosh-Verbundprojekt zur Verfügung stehenden Mittel ermöglichen die Wiedereinführung, den Ausbau und die Weiterentwicklung dieser Angebote nach dem Konzept der WiMINT-AG aus Aalen. [3]

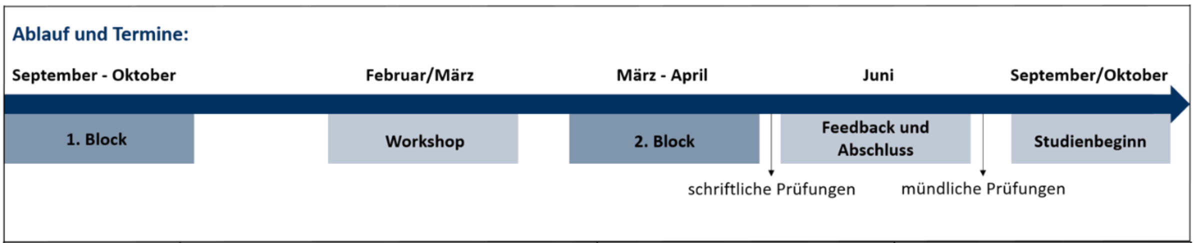
Dabei gehen studentische Tutorinnen und Tutoren von Hochschulen an Schulen, um Schülerinnen und Schüler in Mathematik bzw. Physik zu unterstützen und sie damit auf ein Hochschulstudium vorzubereiten. Mindestens genauso wertvoll sind in diesem Kontext die Weitergabe von Hochschulerfahrungen an die Studieninteressierten, um sie auch auf einer Metaebene auf das Studium vorzubereiten und einen direkten Kontakt zur Hochschule herzustellen. Zusätzlich werden für die SchülerInnen der WiMINT-AG im Rahmen der Veranstaltung Workshops zur Studienorientierung und Unterstützung beim Bewerbungsprozess, sowie Besuche an der Hochschule angeboten.

Am einjährigen Berufskolleg in Baden-Württemberg (BKFH) haben Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, mit einer abgeschlossenen Berufsausbildung innerhalb eines Jahres die Fachhochschulreife nachzuholen und damit ein Studium an einer Hochschule Angewandter Wissenschaften (HAW, Fachhochschule) zu beginnen. Da bereits der Übergang vom Berufsalltag zur

Schule nicht trivial ist, ist hier die Nachfrage nach Unterstützungsmöglichkeiten beim Übergang von der Schule zur Hochschule besonders gegeben. [9]

Die WiMINT-AG ist ein freiwilliges, extracurriculares Angebot, das auf den Stundenplan der Schüler abgestimmt ist und dessen Konzept in dieser Form in Aalen geschaffen wurde. Zu Beginn des Schuljahres erhalten die SchülerInnen die Informationen zur WiMINT-AG und können selbst entscheiden, ob sie an der Veranstaltung teilnehmen wollen. Ein reizvoller Nebeneffekt ist jedoch, vor allem in der Mathematik, dass die Veranstaltung gleichzeitig ein Unterstützungsangebot für die Abschlussprüfungen darstellt. In Abbildung 1 ist der Ablauf der WiMINT-AG Mathematik gezeigt. Diese verläuft in zwei Blöcken. Der erste dieser beiden Blöcke beginnt eine Woche nach Beginn des Schuljahres im September und dauert 5 Wochen. Pro Woche findet an einem unterrichtsfreien Nachmittag der Schüler ein Termin zu vier Schulstunden statt. Behandelt werden dabei zunächst die Grundlagen der Sekundarstufe I.

Zwischen dem ersten und zweiten Block gibt es von Hochschulseite die Gelegenheit für die SchülerInnen, sich in einem Workshop zu Studienmöglichkeiten und Bewerbungsverfahren zu informieren. Der zweite Block liegt vor den Abschlussprüfungen der Schülerinnen und Schüler. Darin werden hauptsächlich Differential- und Integralrechnung vertieft und die SchülerInnen mittels ehemaliger Prüfungsaufgaben nebenbei auf ihre anstehenden Prüfungen vorbereitet.



	Inhalte	Umfang	Termine
1. Block	Mathematische Grundlagen der Sekundarstufe I	5 Termine zu 4 Schulstunden	Ab der 2./ 3. Schulwoche
Workshop	Beratung und Orientierung bei der Studienwahl sowie zum Bewerbungsverfahren	1 Termin zu 4 Schulstunden	Vor dem 2. Block
2. Block	Funktionen, Differential- und Integralrechnung	5 Termine zu 4 Schulstunden	3 Termine vor Ostern, 2 Termine nach Ostern
Feedback & Abschluss	Abschlussveranstaltung an der THU	1 Termin zu 4 Schulstunden	Vor den mündlichen Prüfungen

Abbildung 1: Darstellung des Ablaufs der WiMINT-AG Mathematik.

Während einer Abschlussveranstaltung bekommen die SchülerInnen die Möglichkeit, ein Feedback zur WiMINT-AG abzugeben und sich an der Hochschule selbst über ein Studium zu informieren. Touren durch das Gebäude und Laborführungen sollen dabei erste Eindrücke vermitteln.

Da der Aufbau und die Konzeption der WiMINT-AG Physik in dem seit 2019 laufenden cosh-Verbundprojekt stattfindet, hat diese bisher noch keinen vollständigen Turnus durchlaufen. Generell ist die Situation in der Physik eine andere: Der Umfang an Physikunterricht in den letzten Schuljahren angehender

Studierender, genauso wie die behandelten Themen im Unterricht, unterscheiden sich im Gegensatz zur Mathematik, sehr stark. Dies kann dadurch zu Stande kommen, dass die SchülerInnen das Fach „abgewählt“ haben. In einigen Fällen entscheiden sich die SchülerInnen jedoch trotzdem für ein technisches Studium, wofür grundlegende Kenntnisse der Physik unerlässlich sind. Diese Aspekte machen es zum einen schwierig, fachlich den richtigen Einstieg passend zu den Vorkenntnissen der SchülerInnen zu finden. Zum anderen muss ein zeitlicher Raum gefunden werden, der in diesem Fall eine Veranstaltung zusätzlich zum alltäglichen Schulpensum zulässt. Auf die Situation von Studierenden der Physik und deren Kenntnisse zu Studienbeginn geht [10] genauer ein.

Der erste Durchlauf der WiMINT-AG Physik ist für das Schuljahr 2020/21 geplant. Dies geschieht in Kooperation mit der Friedrich-List-Schule Ulm, einer kaufmännischen Schule. Trotz der wirtschaftlichen Ausrichtung der Schule gibt es hier SchülerInnen, die sich für ein technisches Studium interessieren. Diesen soll die Möglichkeit gegeben werden, ihre Kenntnisse in Physik vor dem Studienstart aufzufrischen und auszubauen.

3. Inhalte und Materialien

Die Materialien für die WiMINT-AG Mathematik wurden in der Kooperation der Hochschule Aalen mit der Gewerblichen Schule Schwäbisch Gmünd erstellt und zusammen mit dem Organisationskonzept für alle interessierten cosh-vor-Ort-Projekte zur Verfügung gestellt. Der erste Block wiederholt die Grundlagen der Sekundarstufe I wie Potenz- und Bruchrechnung, Prozentrechnung, Lineare Gleichungssysteme, Geometrie und Trigonometrie. Im zweiten Block werden jegliche Arten von Funktionen, Differential- und Integralrechnung behandelt. Diese Materialien werden zur Zeit an den cosh-vor-Ort-Standorten Aalen, Ulm und Karlsruhe eingesetzt.

Die Materialien für die WiMINT-AG Physik wurden im Rahmen des cosh-Verbundprojekts in Ulm erstellt und werden nach der Konzeptphase mittels Feedback von Schüler-und Tutorenseite immer weiter angepasst.

1. Grundlegende Definitionen, physikalische Größen, SI-Einheiten, einfache Einheitenrechnungen
2. Komplexere Einheitenanalyse, Analysieren von Diagrammen
3. 1D gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung
4. Freier Fall, senkrechter Wurf, Interpretation komplexerer Diagramme
5. Vektoren, Vektoraddition und -zerlegung, Trigonometrie und Impuls
6. Kraft, Masse, Dichte, Newton‘sche Gesetze
7. Energie und Arbeit, Energieformen, Energieerhaltung, Wirkungsgrad
8. Energie und Leistung
9. Stromstärke, Spannung, elektrische Ladung
10. Ohm‘scher Stromkreis, Widerstand

Abbildung 2: Inhalte des ersten Blocks der WiMINT-AG Physik nach Stunden aufgelistet.

Die Materialien sowohl für Mathematik als auch für Physik beruhen auf den Mindestanforderungskatalogen Mathematik bzw. Physik der cosh-Gruppe. [5, 6]. Abbildung 2 zeigt eine beispielhafte Übersicht der Themen, die im ersten Block der WiMINT-AG in der Physik abgedeckt werden.

4. Standorte der WiMINT-AG

Mathematik:
Aalen:

- Kooperation der Hochschule Aalen mit der Gewerblichen Schule Schwäbisch Gmünd seit dem Schuljahr 2015/16
- Kooperation der Hochschule Aalen mit der Technischen Schule Heidenheim seit dem Schuljahr 2017/18

Karlsruhe:

- Kooperation der Hochschule Karlsruhe mit der Balthasar-Neumann-Schule 2 in Bruchsal seit Oktober 2019

Ulm:

- Kooperation der Technischen Hochschule Ulm mit der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule Ulm seit September 2019
- Kooperation der Technischen Hochschule Ulm mit der Gewerblichen Schule Ehingen seit April 2020
- Kooperation der Technischen Hochschule Ulm mit der Friedrich-List-Schule Ulm geplant ab September 2020

Physik:
Ulm:

- Kooperation der Technischen Hochschule Ulm mit der Friedrich-List-Schule Ulm geplant ab September 2020

5. Zusammenfassung

Das Konzept „WiMINT-AG“ findet im Raum Aalen bereits seit sechs Jahren hohen Zuspruch von Schülerseite. Auch in Ulm wurde das Unterstützungsangebot in Mathematik von SchülerInnen des BKFHs nahezu vollzählig angenommen. Die SchülerInnen erhalten dabei von TutorInnen der Technischen Hochschule Ulm sowohl fachliche Unterstützung als auch Informationen und Erfahrungen zum Hochschuleinstieg, die den Übergang erleichtern sollen. Für die Physik startet dasselbe Format im Schuljahr 2020/21.

Literaturverzeichnis

1. Heublein, U., Schmelzer, R.: Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Berechnungen auf Basis des Absolventenjahrgangs 2016. DZHW-Projektbericht, 2018.
2. Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J., Woisch, A.: Motive und Ursachen des Studienabbruchs an baden-württembergischen Hochschulen und beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher. (Projektbericht 6|2017). Hannover: DZHW, 2017.
3. Hochschule Esslingen, Hochschule Karlsruhe, Hochschule für Technik Stuttgart, Technische Hochschule Ulm: Verbundantrag im Rahmen des Förderprogramms "Fonds Erfolgreich Studieren in Baden-Württemberg (FESt-BW)". Ausschreibung „Eignung und Auswahl" (Förderlinie 4), 2018.
4. cosh: Mindestanforderungskatalog Mathematik (Version 2.0) der Hochschule Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern, Oktober 2014, https://cosh-mathe.de/download/makV2.0neu.pdf
5. cosh: Mindestanforderungskatalog Physik Version 02, Februar 2019, https://www.hochschuldidaktik.net/wp-content/uploads/Mindestanforderungskatalog_Physik_Ver02.pdf
6. Baden-Württemberg – Ministerium für Kultus, Jugend und Sport, entnommen am 07.07.2020: https://www.bildungsnavi-bw.de/schulsystem
7. Käß, H., Boin, M., Braunmiller, U., Dambacher, K. H., Giel, D., Harten, U., Jödicke, B., Kurz, G., Löffler, A., Pitsch, S., Sum, J., Vinzelberg, S., Wenzel, T., Werner, J.: Mindestanforderungskatalog Physik – ein Vorschlag. Didaktik der Physik – Frühjahrstagung Aachen 2019. Aachen, 2019.
8. cosh – cooperation Schule-Hochschule. Ziele, entnommen am 07.07.2020: https://cosh-mathe.de/ziele
9. Baden-Württemberg – Ministerium für Kultus, Jugend und Sport. 1-jähriges Berufskolleg zum Erwerb der Fachhochschulreife, entnommen am 09.07.2020: https://www.bildungsnavi-bw.de/schulsystem/27
10. Buschhüter, D.; Spoden, C.; Borowski, A.: Physics knowledge of first semester physics students in Germany: a comparison of 1978 and 2013 cohorts. International Journal of Science Education, 2017.

Autorinnen

Britta Schütter-Kerndl (M. Sc.),
Prof. Dr. rer. nat. Karin Lunde, Prof. Dr. rer. nat. Manuela Boin
Fakultät für Mathematik, Natur- und Wirtschaftswissenschaften
Technische Hochschule Ulm
Prittwitzstr. 10
D-89075 Ulm
E-Mails: britta.schuetter-kerndl@thu.de, karin.lunde@thu.de, manuela.boin@thu.de

Nimet Sarikaya, Devin Kunze

MINT²BE

1. Einführung

An der Fachhochschule Dortmund gibt es viele Studiengänge mit unterschiedlichen Anforderungen an die Mathematikinhalte. Das Ziel der Strategie „MINT²BE“ ist es, die breit gestreute Mathematik unserer Hochschule zu bündeln. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, muss die heterogene Studierendenschaft passgenau abgeholt werden.

2. Die 5 Säulen von MINT²BE

Diese Bündelung unterteilt sich in folgende Phasen:

- MINT²START: Vorbereitende Mathematik in der Studienvorphase
- MINT²DO: Unterstützungsangebote während des Studienverlaufs
- MINT²PROOF: E-Assessment-Tools für mathematische Prüfungsszenarien
- MINT²GO: Mobile Mathematik
- MINT²TEACH: Materialienpool in ILIAS speziell für Dozenten

MINT²START richtet sich hauptsächlich an Schüler*innen und Studieninteressierte. Während Schüler*innen aus ausgewählten Dortmunder Schulen schon während der Schulzeit die Möglichkeit haben, sich durch Workshops oder das Brückenprojekt Mathematik gezielt über ein WiMINT-Studium zu informieren und sich aktiv darauf vorzubereiten, haben hingegen eingeschrieben Studierende die Möglichkeit an den Vorkursen der FH Dortmund teilzunehmen.
Das Brückenprojekt Mathematik startete 2018 mit drei Schulen und ist momentan auf sechs Schulen in Dortmund ausgeweitet worden. In den wöchentlichen, freiwilligen Mathematikkursen, die von geschulten Tutor*innen digital angeboten werden, sind knapp 70 Schüler*innen aktiv. Langfristig ist eine Ausweitung des Brückenprojektes für alle interessierten Schüler*innen geplant. Um dieses Vorhaben realisieren zu können, werden Kooperationen mit dem Land NRW angestrebt.
Die meist einwöchigen Vorkurse an der Fachhochschule Dortmund werden fachbereichsabhängig angeboten. Die Ausweitung und Vereinheitlichung der Vorkurse wird angestrebt.
Für Studierend, die während des Studium Schwierigkeiten mit den Mathematikinhalten ihres Studiengangs haben, bietet **MINT²DO** Unterstützungsangebote. Egal ob am Mathe-HelpDesk oder in den Themenspecials (zwei- bis dreistündige Workshops zu einem mathematischen Thema): Geschulte

Tutor*innen unterstützen Studierende bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben oder bei der Klausurvorbereitung zu den mathematischen Grundvorlesungen.

Die digitalisierte Welt fordert über kurz oder lang die Durchführung von E-Prüfungen. **MINT²PROOF** konzentriert sich auf dieses Vorhaben. Hier sollen diverse E-Prüfungsmöglichkeiten veranschaulicht werden. Aufgrund der rechtlichen Rahmenbedingungen und der technischen Ausweitung, wird die inhaltliche Ausgestaltung noch einige Zeit in Anspruch nehmen. Erste Schritte, unter Einbindung von Openbook, MATLAB und STACK wurden unternommen und werden ausgeweitet.

Mit **MINT²GO** gibt die Fachhochschule den Studierenden die Möglichkeit, auch außerhalb der Fachhochschule auf Studieninhalte zuzugreifen. Durch die (Neu-)Entwicklung einer Mathe-App oder den Zugriff auf ILIAS via Smartphone oder Tablet können Studierende ganz bequem von unterwegs lernen. Die Entwicklung eines digitalen Lerntagebuchs steht im Raum und ist in die Strategie mit eingebunden.

Im Lernmanagementsystem ILIAS der Fachhochschule Dortmund stellen die Lehrkräfte ihre Materialien für Studierende bereit. Außerhalb der Bereitstellung von Skripten und Übungsblättern bietet die Fachhochschule ihren Studierenden ein vielfältiges Angebot an digitalen Lehrmaterialien und E-Learning-Kursen. Auch im Bereich der Mathematik profitiert **MINT²TEACH** davon. Den Dozenten stehen folgende E-Optionen zur Verfügung, die von dem MINT²BE-Team erstellt worden sind:

- Lernmodule in ILIAS
- Lehr- und Lernvideos
- Lernzielorientierte Kurse
- Aufgabensammlung
- Literatursammlung

3. Marketing MINT²BE

Die MINT²BE-Strategie der Fachhochschule Dortmund wurde mit einer aufwendigen Marketing-Raffinesse konstruiert. So wurden die fünf Säulen auf einer MINT-Straße angeordnet, um die Mathematik-Landschaft zu visualisieren. Für jede Säule wurde zusätzlich ein MINT-Book (Abbildung 1) im handlichen Pocket-Format angefertigt, in dem alle Informationen kurz und knapp zusammengefasst werden. Alle Books ergeben zusammen einen Schuber. Jedes Book visiert bestimmte Personengruppen an. Während MINT²START Schüler*innen und Studienanfänger anspricht und dementsprechend auch niederschwellig formuliert ist, wurde beispielsweise MINT²TEACH förmlicher gefasst, da es Dozierende der FH Dortmund anspricht.

Des Weiteren sind Gadgets und die Entwicklung von Avataren für Lernvideos in Planung.

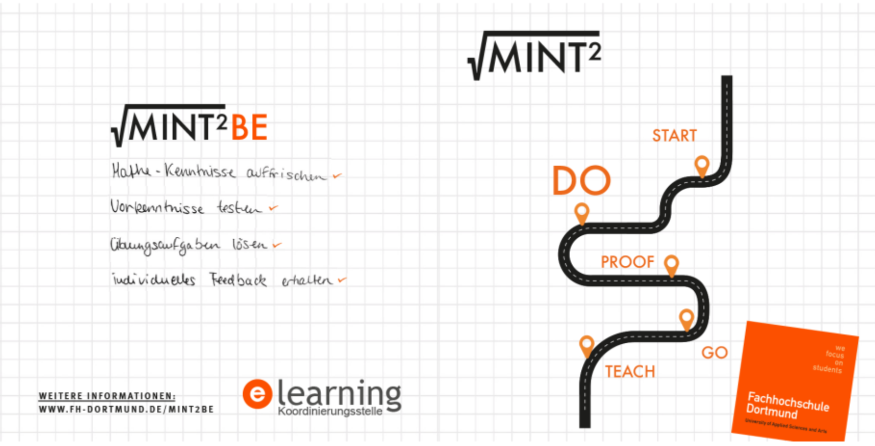


Abbildung 1: Erste und letzte Seite vom Entwurf eines MINT-Book

4. Fazit

Da die Fachhochschule Dortmund kein Institut oder Zentrum besitzt, welches die MINT-Angebote zentral anbietet, sind im Laufe der Jahre diverse Projekte entstanden, die sowohl bei den Fachbereichen als auch in den Dezernaten verankert wurden. Um dieses Durcheinander zu sortieren und zu zentralisieren, entstand MINT^{2}BE. Ziel ist es bis Ende 2025 alle Säulen zu füllen und weitere Projekte in diesen Säulen zu verankern.

Autoren

Dipl.-Math. Nimet Sarikaya
E-Learning-Koordinierungsstelle, Bereich Mathematik
Fachhochschule Dortmund
Emil-Figge-Straße 38b
D-44227 Dortmund
E-Mail: nimet.sarikaya@fh-dortmund.de

B.Eng Devin Kunze
E-Learning-Koordinierungsstelle, Bereich Mathematik
Fachhochschule Dortmund
Emil-Figge-Straße 38b
D-44227 Dortmund
E-Mail: devin.kunze@fh-dortmund.de

Sabine Weidauer

Auswertung zusätzlicher Mathematik-Angebote für Studierende des Fachbereichs Maschinenbau im Rahmen des mehrjährigen Projekts „Qualität in der Lehre“

Zusammenfassung: Am Fachbereich Maschinenbau der Fachhochschule Dortmund werden den Studierenden freiwillige zusätzliche Angebote in kritischen Fächern gemacht. Dieser Beitrag stellt exemplarisch die beiden freiwilligen Mathematik-Angebote „Repetitorium Mathematik II“ und „Mathematik Basiskurs“ vor. Es werden zugehörige Evaluationsergebnisse sowie der Klausurerfolg präsentiert. Darüber hinaus wird das Konzept und die Umsetzung der Tutor*innenschulung am Fachbereich dargestellt.

1. Einleitung

Im Rahmen des Bund-Länder-Programms für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre (QdL) wurde an der Fachhochschule Dortmund fachbereichsübergreifend das Projekt „Heterogenität erfordert neue Wege“ im Wintersemester 2012/13 initiiert. Dazu wurden im Vorfeld an jedem Fachbereich sogenannte kritische Fächer identifiziert, die sich durch eine hohe Durchfallquote bei den Klausuren auszeichnen. Am Fachbereich Maschinenbau wurde u. a. Mathematik als kritisches Fach eingestuft.
Kirschbaum (2014) weist daraufhin, dass Studierende aus circa 80 Nationen mit sehr heterogenen fachlichen Vorkenntnissen und über 30 verschiedenen Möglichkeiten der Zugangsberechtigung Studierende der Fachhochschule Dortmund sind. Da ein guter Studienstart eine wichtige Voraussetzung zur erfolgreichen Absolvierung eines Studiums ist, setzt das Projekt „Heterogenität erfordert neue Wege“ in der Studieneingangsphase ein. Ziel dieses Projektes ist es, die Studienbedingungen im ersten Studienjahr zu verbessern und zusätzliche Angebote zu schaffen.

2. Mathematische Angebote am Fachbereich Maschinenbau

Im Rahmen dieses Projektes wurden im Zeitraum 2013 bis 2020 eine Reihe von zusätzlichen mathematischen Angeboten eingeführt. Den ersten Baustein bilden die beiden fachlichen, semesterbegleitenden Angebote „Basis- und Aufbaukurs“, die sich mit der Aufarbeitung der mathematischen Grundlagen sowie der Differential- und Integralrechnung befassen. Der zweite Baustein besteht aus semesterbegleitenden Repetitorien zu den regulären Veranstaltungen „Mathematik I“ und „Mathematik II“ des ersten Studienjahres für die beiden Studiengänge Maschinenbau und Fahrzeugentwicklung. Diese richten sich an Studierende, die die Modulprüfungen Mathematik im ersten Anlauf nicht bestanden bzw. nicht geschrieben haben. Als dritter Baustein wurde am Fachbereich eine Tutor*innenschulung aufgebaut, die neue Tutor*innen auf ihre Arbeit im Tutorium vorbereitet, sie bei didaktischen Fragestellungen berät und untereinander vernetzt.

3. Repetitorium Mathematik II

Die freiwillige semesterbegleitende Veranstaltung „Repetitorium Mathematik II" für den Studiengang Maschinenbau wird während des Wintersemesters à zwei Semesterwochenstunden angeboten. Zielgruppe dieser Veranstaltung sind Studierende, die die zugehörige Modulprüfung „Mathematik I" nicht bestanden haben bzw. nicht geschrieben haben. Die wöchentlichen Veranstaltungstermine haben stets den gleichen Ablauf. Zunächst beginnt die Veranstaltung mit einem kurzen Einstieg in das Thema. Danach bearbeiten die Studierenden selbstständig Übungsaufgaben. Dazu ist vor der Veranstaltung ein Aufgabenzettel im ILIAS-Lernraum hochgeladen, von dem ausgewählte Aufgaben bearbeitet werden sollen. Die Studierenden kennen dabei die Endergebnisse; nicht jedoch die Lösungswege. Als Hilfsmittel in der Klausur ist eine Formelsammlung zugelassen. Daher üben die Studierenden auch während des Repetitoriums das Arbeiten mit dieser Formelsammlung. Am Ende jeder Veranstaltung werden dann einige Aufgaben - zum Teil exemplarisch - besprochen. Eine ausführlichere Darstellung der Lehrveranstaltung findet sich bei Weidauer (2016).

Im Rahmen des Projektes wird ermittelt, wie Studierende bei der Klausur abschneiden, die regelmäßig (d. h. an mindestens 50 % der Veranstaltungstermine) teilgenommen haben, im Vergleich zu Klausurteilnehmenden, die nicht oder nur unregelmäßig am Repetitorium teilgenommen haben. Die Gruppe der Klausurteilnehmenden unterteilt sich in die beiden disjunkten Gruppen: Die Studierenden, die regelmäßig am Repetitorium teilgenommen haben (= QdL-Teilnehmende) und die Studierenden, die nicht oder unregelmäßig am Repetitorium teilgenommen haben (= Nicht-QdL-Teilnehmende). Für den Zeitraum Wintersemester 2013/14 bis Wintersemester 2019/2020 war die Bestehensquote bei der Klausur von den QdL-Teilnehmenden immer größer als von den Nicht-QdL-Teilnehmenden. Die Bestehensquote der QdL-Teilnehmenden für diesen Zeitraum liegt zwischen 55,6 % und 93,3 % während die Bestehensquote der Nicht-QdL-Teilnehmenden zwischen 16,2 % und 64,7 % liegt. Weiterhin wurde untersucht, wie die Teilnahmequote am Repetitorium ist. Dazu wurde der prozentuale Anteil der QdL-Teilnehmenden an den Klausurteilnehmenden ermittelt. Dieser Anteil schwankte zwischen 41,0 % und 67,1 %.

Die Lehrveranstaltungen wurden im Zeitraum Wintersemester 2013/14 bis Wintersemester 2019/2020 mit Hilfe eines umfassenden Evaluationsbogens evaluiert. Exemplarisch dazu sind die Ergebnisse einer Aussage und einer Frage des Evaluationsbogens:

- Der Aussage „Das Repetitorium würde ich in der jetzigen Form weiterempfehlen“ stimmten die Studierenden mit 96,5 % bis 100 % zu.
- Die Frage „Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit dem gerade von Ihnen besuchten Repetitorium?“ wurde von 76,9 % bis 100 % mit „sehr zufrieden“ beantwortet.

4. Mathematik Basiskurs

Die Studienanfänger des Fachbereichs Maschinenbau der Fachhochschule Dortmund sind aufgrund ihrer unterschiedlichen Studienzugangsvoraussetzungen fachlich sehr heterogen. Besonders deutlich zeigt sich dies bei den mathematischen Grundlagenkenntnissen, die sie zu Studienbeginn mitbringen. Der „Mathematik Basiskurs“ richtet sich primär an Studierende des ersten Semesters der Studiengänge Maschinenbau und Fahrzeugentwicklung, für die mathematische Grundlagen und somit die Stoffbewältigung im Pflichtfach „Mathematik I“ besondere Herausforderungen darstellen. Er ist auch für Studierende höherer Fachsemester offen.

	Terme, Summenzeichen	Bruchrechnung	Potenzen, Wurzeln, Logarithmen	Gleichungen	Lineare Gleichungssysteme	Ungleichungen	Betragsungleichungen	Bruch- und Wurzelgleichungen	Funktionen		
Datum	28.10.19	4.11.19	11.11.19	18.11.19	25.11.19	2.12.19	9.12.19	16.12.19	6.1.20	Summe	
Zufallsziffer	12	15	11	8	10	9	12	14	16	107	Punkte
XXXX1	10	5	8	4	5	5	10	3		50	
XXXX2	7	8	0	1	6	7	9			38	
XXXX3	3	2	3	1	8			8		25	
XXXX4	9	2	6	4	10	4	7	0	0	42	
XXXX5	3	5	7	2	3	2	3			25	
XXXX6	10	10	3	3	3	2			1	32	
XXXX7	9	4	0	5	10	3	3			34	
XXXX8	11	10	4	4	7	3		3		42	
XXXX9	2	2	0	0	1	3				8	
XXX10	5	8	7	7	3	7	9			46	

Abbildung 1: Ampelsystem für die Ergebnisse des Einstufungstests.

Beim ersten Veranstaltungstermin des „Mathematik Basiskurs“ wird ein auf die Veranstaltung abgestimmter Einstufungstest im Umfang von 120 Minuten geschrieben, bei dem auch die Rechenwege bewertet werden. Abbildung 1 zeigt die pseudonymisierten Ergebnisse dieses Einstufungstests als Ampelsystem, die in dem zugehörigen ILIAS-Lernraum veröffentlicht werden. Um den Studierenden eine Einschätzung über ihre Vorkenntnisse zu geben, werden die erreichten Punkte pro Aufgabe in einer Tabelle farblich in Form eines Ampelsystems unterlegt.

Bei weniger als 50 % der maximalen Punkte pro Aufgabe ist der Eintrag rot unterlegt, bei mindestens 50 % und weniger als 80 % gelb und bei mindestens 80 % grün. Darüber hinaus ist in der Tabelle das Datum angegeben, an dem das Thema in der Veranstaltung behandelt wird.

Die Veranstaltung findet wöchentlich während des Wintersemesters statt und hat einen Umfang von drei Semesterwochenstunden. Die einzelnen Veranstaltungstermine beginnen stets mit einer kurzen Vorlesung (15 bis 30 Minuten) zu dem jeweiligen Thema. Anschließend bearbeiten die Studierenden einzeln oder in einer Kleingruppe die zugehörigen Übungsaufgaben. Die Endergebnisse (nicht jedoch die Lösungswege) der Aufgaben finden die Studierenden auf dem Übungsblatt. Die Dozentin und eine studentische Hilfskraft stehen dabei als Ansprechpersonen zur Verfügung und geben Hilfe zur Selbsthilfe. Zum Abschluss jedes Veranstaltungstermins werden schwierige Aufgaben gemeinsam besprochen.

Während des Semesters werden fünf Zwischentests im Umfang von 15 bis 20 Minuten geschrieben. Diese Zwischentests greifen das Thema der letzten Veranstaltung auf und dienen als Wiederholung. Sie sollen die Studierenden kontinuierlich während des Semesters eine Rückmeldung über den eigenen Lernstand geben. Die Zwischentests werden nach dem gleichen Ampelsystem wie der Einstufungstest bewertet und die Ergebnisse im Lernraum veröffentlicht.

Am Semesterende schreiben die Studierenden einen Abschlusstest, der in Art und Umfang des Einstufungstests durchgeführt wird und ihnen ihren Lernfortschritt zeigt. Abbildung 2 zeigt den Vergleich der Ergebnisse der Studierenden beim Einstufungs- und beim Abschlusstest im Wintersemester 2019/20.

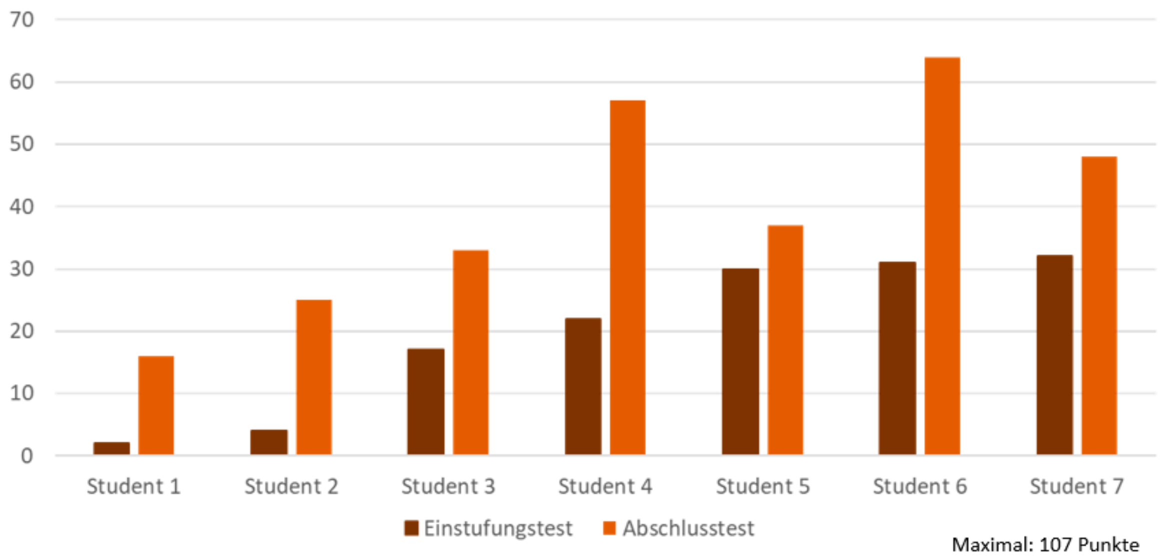


Abbildung 2: Vergleich der Ergebnisse beim Einstufungs- und beim Abschlusstest im Wintersemester 2019/20

Neben dem mathematischen Lernfortschritt der Studierenden sind auch Faktoren für gelingendes Lernen von Interesse. Dies haben Weidauer und Rosemann (2016) im Wintersemester 2015/16 in der Veranstaltung untersucht. Hierbei waren u. a. das akademische Selbstkonzept der Studierenden sowie das Anwenden eigener Lernstrategien von besonderem Interesse. Außerdem wurden die Ergebnisse zweier Zwischentests ausgewertet.

5. Tutor*innenschulung

Um neue Tutor*innen besser auf ihre Arbeit im Tutorium vorzubereiten, hat die Autorin eine Tutor*innenschulung entwickelt und diese inzwischen mehrfach durchgeführt. Die Tutoren/innenschulung setzt sich aus einem ganztägigen Workshop vor Beginn der Vorlesungszeit und regelmäßigen Coaching-Treffen während der Vorlesungszeit zusammen.

Der Workshop ist eine abgestimmte Mischung aus Theorie-Inputs und praktischen Übungen. Über den Tag verteilt erfolgen drei Theorie-Inputs. Der erste Input beschäftigt sich mit dem Thema Feedback geben und Feedback nehmen. Der zweite Theorie-Input erfolgt zum Thema Präsentieren, wobei es u. a. um den roten Faden, den Sprach- und Sprechstil sowie die Körpersprache geht. Der letzte Theorie-Input befasst sich mit dem Thema Lernen und Motivation. Ein Schwerpunkt dabei ist die Förderung der Lernmotivation der Studierenden. In den Übungsphasen setzen sich die Teilnehmenden aktiv mit ihrer Rolle als Tutor*in auseinander und überlegen, welche Ziele sie an ihr Tutorium stellen. Des Weiteren haben die Tutoren*innen zu Hause eine fachliche Übungsaufgabe vorbereitet, die im Workshop simuliert wird. Diese Simulation findet in einem Hörsaal statt, wird per Camcorder aufgezeichnet und von den anderen Teilnehmenden beobachtet. Direkt im Anschluss wird sie gemeinsam analysiert und reflektiert. In Gruppenarbeit entwickeln die Tutoren*innen was einen „idealen Studierenden“ und eine/n „ideale/n Tutor*in“ ausmacht. Die Ergebnisse werden wechselseitig präsentiert und gemeinsam diskutiert. Weiterhin werden an diesem Tag mögliche schwierige Situationen diskutiert, die den Tutoren*innen in ihrem Tutorium begegnen könnten und es werden gemeinsam in der Gruppe Lösungsansätze hierfür entwickelt.

Während der Vorlesungszeit finden alle vier bis fünf Wochen gemeinsame Coaching-Treffen statt. Bei diesen Treffen steht der gegenseitige Erfahrungsaustausch im Mittelpunkt.

Inzwischen haben 17 Gruppen mit insgesamt 84 Tutoren*innen durch die Tutoren*innenschulung diese Begleitung und Unterstützung erfahren. Insbesondere die eigene Präsentation mit anschließendem Video-Feedback schätzen die Tutor*innen stets sehr. Die Tutoren*innen sind sehr dankbar, dass es die Tutoren*innenschulung gibt. Aus dem Feedback der Tutoren*innen lässt sich erkennen, dass der Workshop und die Coaching-Treffen während des Semesters

- den Tutoren*innen Sicherheit geben und ihnen den Start als Tutor*in erleichtern,
- sie die Studierenden besser in ihrem Lernprozess unterstützen können und
- sie sich selbst in ihrer Persönlichkeit weiterentwickeln.

6. Fazit

Die zusätzlichen freiwilligen Angebote der Repetitorien werden sehr gut von den Studierenden angenommen. Diese Angebote unterstützen sie dabei, ihre Defizite aufzuarbeiten und erfolgreich die Klausuren „Mathematik I" und „Mathematik II" zu bestehen. Die Studierenden sind mit dem angebotenen Konzept und der Form der Veranstaltung sehr zufrieden.
Die Veranstaltung „Mathematik Basiskurs" unterstützt die Studierenden bei der Aufarbeitung der mathematischen Grundlagen und gibt ihnen kontinuierlich während des Semesters eine Rückmeldung. Studierende, die am Einstufungs- als auch am Abschlusstest teilnehmen, erzielen beim Abschlusstest bessere Ergebnisse.
Die Tutor*innenschulung wird von den Tutor*innen als wertvolle Unterstützung erlebt.

Literaturverzeichnis

1. Kirschbaum, G. (2014), Heterogenität erfordert neue Wege. In: Tosic, J. (Hrsg.), Lehren, Lernen und Beraten auf Augenhöhe: Tagungsband zum Diskussionsforum für BMBF-Projekte, Hochschule Niederrhein, S. 122-130.
2. Weidauer, S. (2016). Freiwillige Angebote für Studierende und Tutoren am Fachbereich Maschinenbau. In: Tagungsband des Hanse-Kolloquiums zur Hochschuldidaktik der Mathematik 2015 in Lübeck, S. 219-227.
3. Weidauer, S.; Rosemann, H. (2016). Zusätzliche mathematische Förderung am Fachbereich Maschinenbau: Mathematik Basiskurs. In: Die Neue Hochschule, DNH 1/2016, S. 10-13.

Autorin

Vertretungsprofessorin Dr. rer. nat. Sabine Weidauer
Fachbereich Maschinenbau
Fachhochschule Dortmund
Sonnenstraße 96
D-44139 Dortmund
E-Mail: sabine.weidauer@fh-dortmund.de

Klaus Giebermann, Benedikt Schilson

Virtuelles Lehrgespräch – ein Chatbot für die Lehre

Zusammenfassung: „Wie können Studierende motiviert werden, sich mit Vorlesungsinhalten gründlich auseinanderzusetzen?“ Als Antwort auf diese Frage wird an der Hochschule Ruhr West seit dem Sommersemester 2019 ein Chatbot entwickelt und eingesetzt, der Studierende wöchentlich nach den Inhalten der Vorlesung befragt und ausgehend von den Antworten weiterführende Fragen stellt. Die Funktionsweise des Chatbots und der prinzipielle Aufbau eines virtuellen Lehrgesprächs werden im Folgenden erläutert. Weiter werden erste Ergebnisse des Einsatzes bei Vorlesungen zur Ingenieurmathematik mit ca. 200 Studierenden vorgestellt.

1. Einführung

Für den Erfolg im Studium ist es aus Sicht der Autoren unabdingbar, sich ausführlich mit den Vorlesungsinhalten zu beschäftigen. Wie man als Lehrperson die Studierenden dazu motivieren kann, ist eine schwierige Frage, die so pauschal auch nicht zu beantworten ist. Bei Mathematik-Vorlesungen für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge, in unserem Fall (Wirtschaftsingenieurwesen-)Maschinenbau, besteht die Gefahr, dass die Studierenden sich ausschließlich auf das Lösen von Übungsaufgaben konzentrieren. Vorlesungsmitschriften oder -folien werden dann lediglich nach Rechenregeln oder Beispielen durchsucht und eine inhaltliche Auseinandersetzung mit dem Lehrstoff findet kaum statt. Dies führt dazu, dass zwar Rechenfähigkeiten erworben werden, aber das grundlegende Verständnis der Begriffe fehlt. Beispielsweise können Ableitungen einfacher Funktionen mit den entsprechenden Regeln berechnet werden, ohne dass ihre anschauliche Bedeutung als Steigung oder überhaupt die Definition verstanden wurde.

Um auch die theoretischen Vorlesungsinhalte zu vermitteln, wird daher ein anderer Zugang benötigt. Optimal wären Einzelgespräche zwischen Lehrenden und Studierenden, in denen individuell abgeklopft wird, wo beim Verständnis noch Probleme liegen (siehe Bloom [1]). Bei der hohen Teilnehmerzahl in Vorlesungen ist dieser Ansatz aber praktisch nicht durchführbar. Hier soll der Chatbot als digitale Kopie der Lehrperson übernehmen und die Studierenden wöchentlich zu den Inhalten der jeweils letzten Vorlesung befragen (siehe Abb. 1).

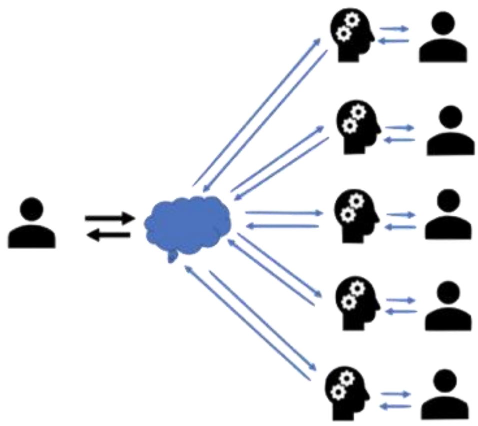


Abb. 1: Die prinzipielle Funktionsweise des Chatbots. Als digitale Kopie des Lehrenden führt der Chatbot individuelle Gespräche mit jedem einzelnen Studierenden. Die Antworten werden gesammelt und fließen zur späteren Auswertung an den Lehrenden zurück.

2. Funktionsweise des Chatbots

Im Vergleich zu anderen Chatbot-Systemen gibt es hinsichtlich des Einsatzbereichs einen entscheidenden Unterschied, der auch bei der Entwicklung zu berücksichtigen war: Bei Chatbots wie Siri (Apple) oder Alexa (Amazon) wird die Konversation vom Anwender initiiert und auch gesteuert; das Ziel (eine Information, ein Suchergebnis oder eine Dienstleistung) ist zunächst auch nur dem Anwender bekannt. Beim Einsatz in der Lehre ist es hingegen die Aufgabe des Chatbots, die Studierenden aktiv und initiativ nach den Inhalten der Vorlesung zu befragen. Da die Studierenden den Lehrstoff (mutmaßlich) noch nicht verinnerlicht und verstanden haben, sind sie selbst auch noch gar nicht in der Lage, gezielt nach der Information zu fragen, die ihnen zum Verständnis fehlt. Die Zielstellung des Gesprächs muss daher ebenfalls vonseiten des Chatbots erfolgen.

Das gesamte Gespräch wird mit Hilfe eines gerichteten Graphen modelliert. Die Knoten des Graphen entsprechen den einzelnen Fragen zum Vorlesungsinhalt. Durch die gerichteten Verbindungen sind aufeinander aufbauende Fragen leicht zu modellieren; dieser Ansatz gestattet es auch, alternative Routen und mehrere Ziele zu definieren. Wie sich das Gespräch entlang der Knoten des Graphen entwickelt, hängt dabei von den als Freitext formulierten Antworten der Studierenden ab.

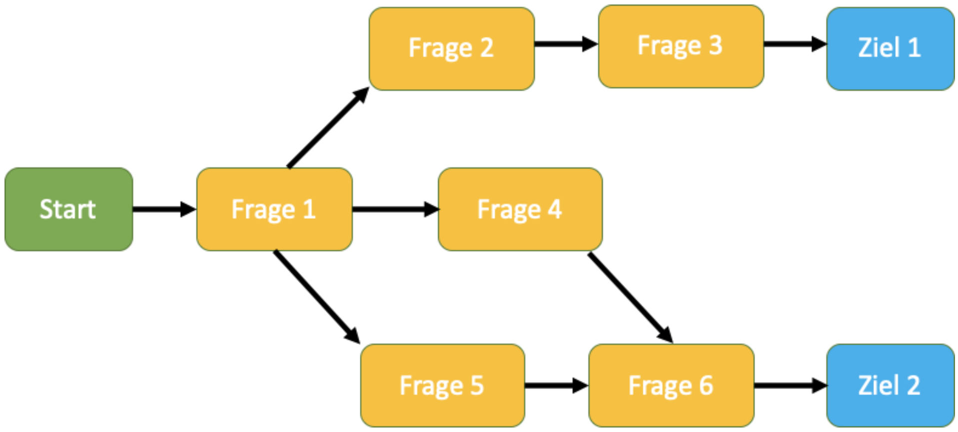


Abb. 2: Schematische Darstellung eines Gesprächsgraphen. Über den Startknoten erfolgt der Einstieg in das Gespräch. Innere Knoten repräsentieren konkrete Fragen. Die Zielknoten sollen im Verlauf des Gesprächs erreicht werden.

In der aktuellen Version überprüft der Chatbot die erhaltenen Antworten auf manuell festgelegte Schlüsselwörter (die „intents“) bzw. deren Synonyme. Abhängig von den gefundenen Schlüsselwörtern wird eine Reaktion des Chatbots ausgegeben, welche etwa einen Hinweis enthalten kann, wenn eine Studierendenantwort noch nicht vollständig oder falsch gewesen ist. Zugleich wird aus den Schlüsselwörtern ermittelt, welcher Knoten im Gesprächsgraphen als Nächster durchlaufen wird, wenn die aktuelle Frage „zufriedenstellend“ beantwortet wurde. Bei der Frage „Welche Integrationsmethoden hatten wir?” könnte etwa zu einem Knoten mit einer vertiefenden Frage zur genannten Methode gewechselt werden.

Ein Weg durch den Gesprächsgraphen, sozusagen ein „roter Faden“ zu einem Unterthema, wird als „abgearbeitet“ angesehen, wenn ein Zielknoten erreicht wird. Das Verhältnis der erreichten Ziele zur Gesamtzahl an Zielen, die „Erfolgsrate“, dient als Maß für die Bewertung der studentischen Antworten im virtuellen Lehrgespräch und bildete einen Teil der Prüfungsvorleistung neben digitalen Übungsaufgaben.

Aus Sicht der Studierenden beginnt das Gespräch ausgehend vom Startknoten. Nach der Begrüßung durch den Chatbot folgt die erste Frage („Welche Themen haben wir diese Woche in der Vorlesung behandelt?”). Neben dem Chatverlauf erhalten die Studierenden auch eine Übersicht über den Graphen, die aber nur die Knoten anzeigt, die bisher erreicht wurden oder erreichbar sind. Diese Darstellung dient der Orientierung, denn der reine Chatverlauf kann schnell unübersichtlich werden, wenn auch zwischen zwei aufeinander aufbauenden Fragen einige Antwortversuche liegen. Sind mehrere Fragen offen, können die Studierenden per Doppelklick auf die jeweilige Frage das Gesprächsthema wechseln. Auf diese Weise wird verhindert, dass die Studierenden an einer bestimmten Frage hängen bleiben.

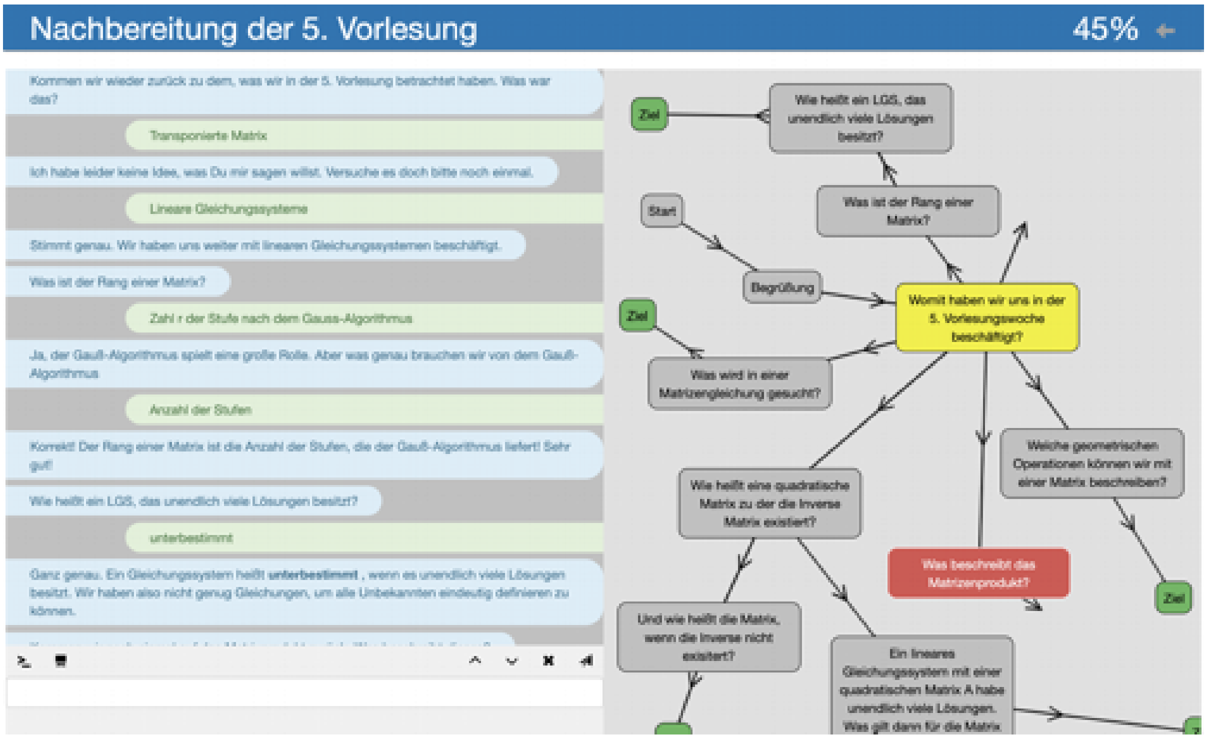


Abb. 3: Studierende sehen auf der linken Seite den Chatverlauf und die Texteingabe. Auf der rechten Seite wird der Gesprächsgraph stückweise aufgebaut. Rechts oben wird die Erfolgsrate angezeigt.

3. Erste Ergebnisse und Ausblick

Der Chatbot wird begleitend zu den Modulen Ingenieurmathematik I und II von ca. 200 Studierenden der Fachrichtung (Wirtschaftsingenieurwesen-) Maschinenbau genutzt. Die Bearbeitung der wöchentlichen Lehrgespräche ist Teil der Prüfungsvorleistung neben mehreren Aufgabenblöcken mit „klassischen“, aber digitalen Übungsaufgaben (siehe [2]).

Die Nutzung des Chatbots bzw. der Aufgabenblöcke über eine Vorlesungszeit hinweg ist in Abbildung 4 dargestellt. Auffällig ist, dass der Chatbot praktisch gleichbleibend intensiv bearbeitet wird, während die Bearbeitung der Übungsaufgaben (auch abhängig vom aktuellen Thema) deutlichen Schwankungen unterliegt. Das Abfallen zum Ende der Vorlesungszeit erklärt sich dadurch, dass einige Studierende nach Erreichen der Klausurzulassung ihr Engagement reduzieren.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass eine hohe Akzeptanz für dieses neue Lehrformat vorhanden ist. Außerdem hat sich gezeigt, dass, wenn Studierende den Chatbot nutzen, sie auch versuchen, alle Ziele des Lehrgesprächs zu erreichen. Die durchschnittliche Erfolgsrate liegt bei über 80%. Die wöchentlichen Lehrgespräche bestehen dabei aus etwa 15-18 Fragen.

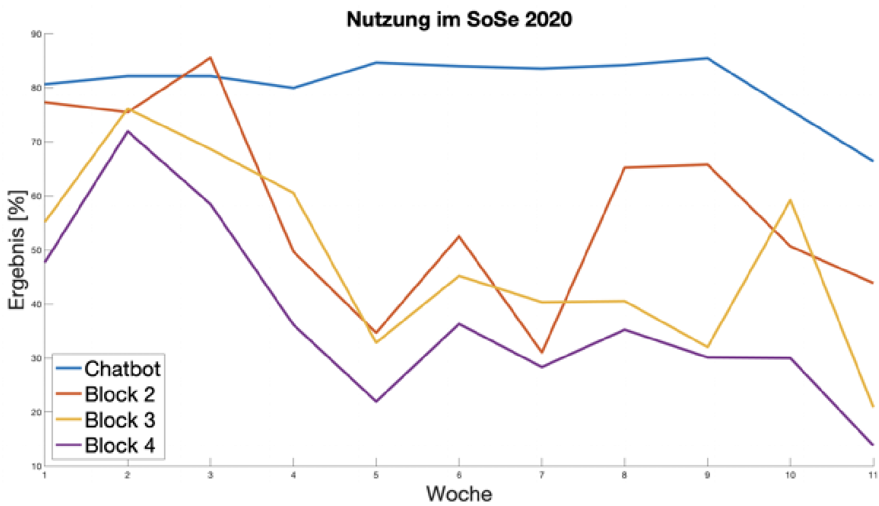


Abb. 4: Darstellung des Nutzungsverhaltens verschiedener Aufgabenblöcke über das Semester hinweg. Im Gegensatz zu reinen Aufgabenblöcken wird der Chatbot mit einer konstant hohen Erfolgsquote bearbeitet.

Anhand der erhaltenen Daten aus den protokollierten Lehrgesprächen der Studierenden ist eine statistische Auswertung geplant, welche Probleme bei welcher Art von Fragen gehäuft auftraten.

Ebenso ist zur Weiterentwicklung des Chatbots der Einsatz fortgeschrittener computer-linguistischer Methoden geplant, wobei die erhobenen Daten in aufbereiteter Form als Trainingsdaten genutzt werden können. Dies auch vor dem Hintergrund, den hohen Arbeitsaufwand bei der Erstellung der Gespräche zu reduzieren. Der Ansatz über die Erkennung von Schlüsselwörtern funktioniert in der Praxis erstaunlich gut, verlangt vom Ersteller des Lehrgesprächs aber auch, möglichst viele der zahlreichen möglichen Formulierungen einer Antwort zu behandeln. Zudem ist es kaum möglich, alle denkbaren Tipp- und Rechtschreibfehler der Studierenden vorherzusehen, was die Erkennung von Schlüsselwörtern verhindert. Zur Tippfehlerbehandlung ist der Einsatz einer Engine geplant, welche sich aktuell im Prototypen-Stadium befindet (vgl. [3]).

Literaturverzeichnis

[1] Bloom, Benjamin S. (1984): The 2 Sigma Problem. The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. In: Educational Researcher 13 (6), S. 4–16.

[2] Giebermann, K. & Friese, N. (2018): MathWeb – interaktives Lernen in Mathematikmodulen. Die Hochschullehre: Interdisziplinäre Zeitschrift für Studium und Lehre - Beiträge in der Rubrik Praxisforschung, Jahrgang 4, S. 361.

[3] Horbach, A. & Zesch, T. (2019) The Influence of Variance in Learner Answers on Automatic Content Scoring. In: Frontiers in Education, S. 28.

Autoren

Prof. Dr. rer. nat. Klaus Giebermann
Institut Naturwissenschaften
Hochschule Ruhr West
Duisburger Straße 100
D-45479 Mülheim an der Ruhr
E-Mail: klaus.giebermann@hs-ruhrwest.de

Dr. rer. nat. Benedikt Schilson
Institut Naturwissenschaften
Hochschule Ruhr West
Duisburger Straße 100
D-45479 Mülheim an der Ruhr
E-Mail: benedikt.schilson@hs-ruhrwest.de

Markus Hensgens

HM4MINT – Höhere Mathematik für MINT-Studiengänge

1. Einführung

HM4MINT ist ein Online-Kurs *Höhere Mathematik 1,* der an zahlreichen Hochschulen in NRW als Mathematik-Modul eines MINT-Studiengangs anerkannt wird.
Dieser Kurs kann jederzeit begonnen und von zu Hause aus bearbeitet werden. Zur Teilnahme sind weder eine Hochschulzugangsberechtigung noch sonstige formale Voraussetzungen von Nöten. Insbesondere Schüler/innen, Auszubildende, Berufstätige und alle, die die Hochschulmathematik kennen lernen wollen, können sich unverbindlich beim Kurs anmelden. Die erfolgreiche Teilnahme kann bescheinigt werden, Fehlversuche hingegen werden nicht dokumentiert. Am Ende eines jeden Semesters findet dazu an verschiedenen Hochschulen in NRW eine Präsenzklausur statt.

2. Der Kurs HM4MINT

Der Kurs kann unter dem Link www.hm4mint.nrw abgerufen und bearbeitet werden. Der/m Lernenden werden Inhaltstexte angeboten, um die Hochschulmathematik von der theoretischen Seite aus zu erlernen. Darauf angepasst gibt es Beispielaufgaben, um den Lehrstoff zu verinnerlichen und anwenden zu können. Durch interaktive Trainingsaufgaben üben die Kursteilnehmer/innen den mathematischen Stoff eigenständig und belegen ihren Lernfortschritt im Rahmen von Zwischenprüfungen. Als interaktive Lehrformate gibt es Aufgaben im Format Single/Multiple-Choice, Fill-in-the-Blanks sowie Drag-and-Drop. Für Fragen, die nicht eigenständig geklärt werden können, steht ein virtuelles Tutorium sowie Präsenz-Fragestunden zur Verfügung.
Der Kurs hat einen Workload von ca. 12 CP und ist inhaltlich in drei Teile gegliedert: Grundlagen (~Vorkurs), Einführung in die Analysis sowie eine wählbare Vertiefung aus weiterführender Analysis oder Lineare Algebra. Eine Liste auf der Homepage zeigt, an welchen Hochschulen der Kurs anerkannt wird. Des Weiteren gibt es einen Informationsflyer, der alle wesentlichen Aspekte des Kursangebots übersichtlich und prägnant zusammenstellt. Dieser Flyer wird den nachfolgenden Seiten beigefügt.

3. Fazit

Die Vorteile dieses Online-Kurses liegen auf der Hand:

- **F**reier Zugang
- **A**nerkennung als Hochschulkurs
- **Z**eit- und ortsunabhängig
- **I**nteraktiv
- **T**iefgründig aber verständlich

Literaturverzeichnis

1. https://hm4mint.nrw/hm1/public/index.html [Stand: 12.10.2020]

Autor

M.Ed. Markus Hensgens
Fachbereich Elektro- und Informationstechnik
Fachhochschule Aachen
Eupener Straße 70
52066 Aachen
E-Mail: m.hensgens@fh-aachen.de

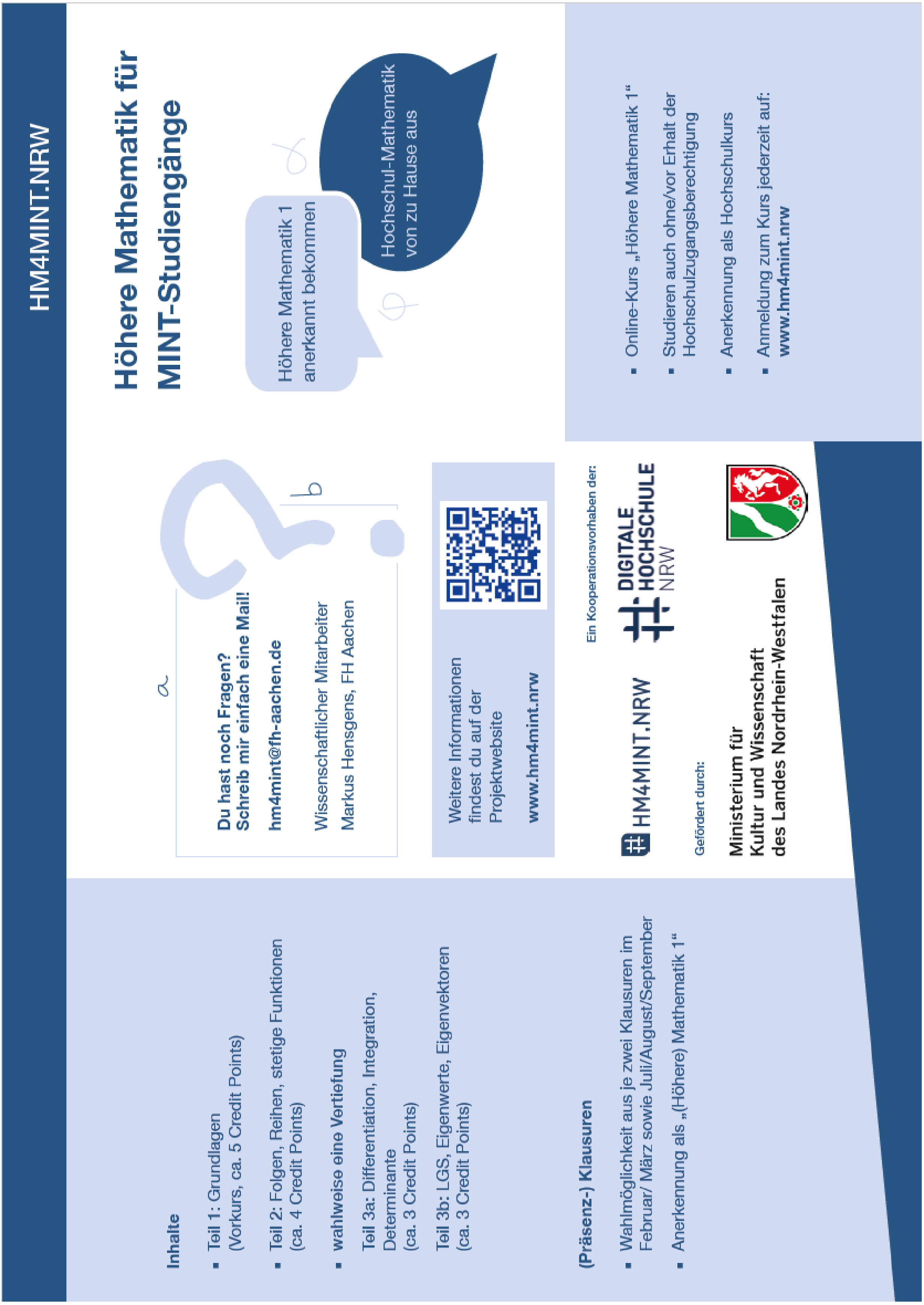


Abb. 1: Informationsflyer zu HM4MINT, Teil 1

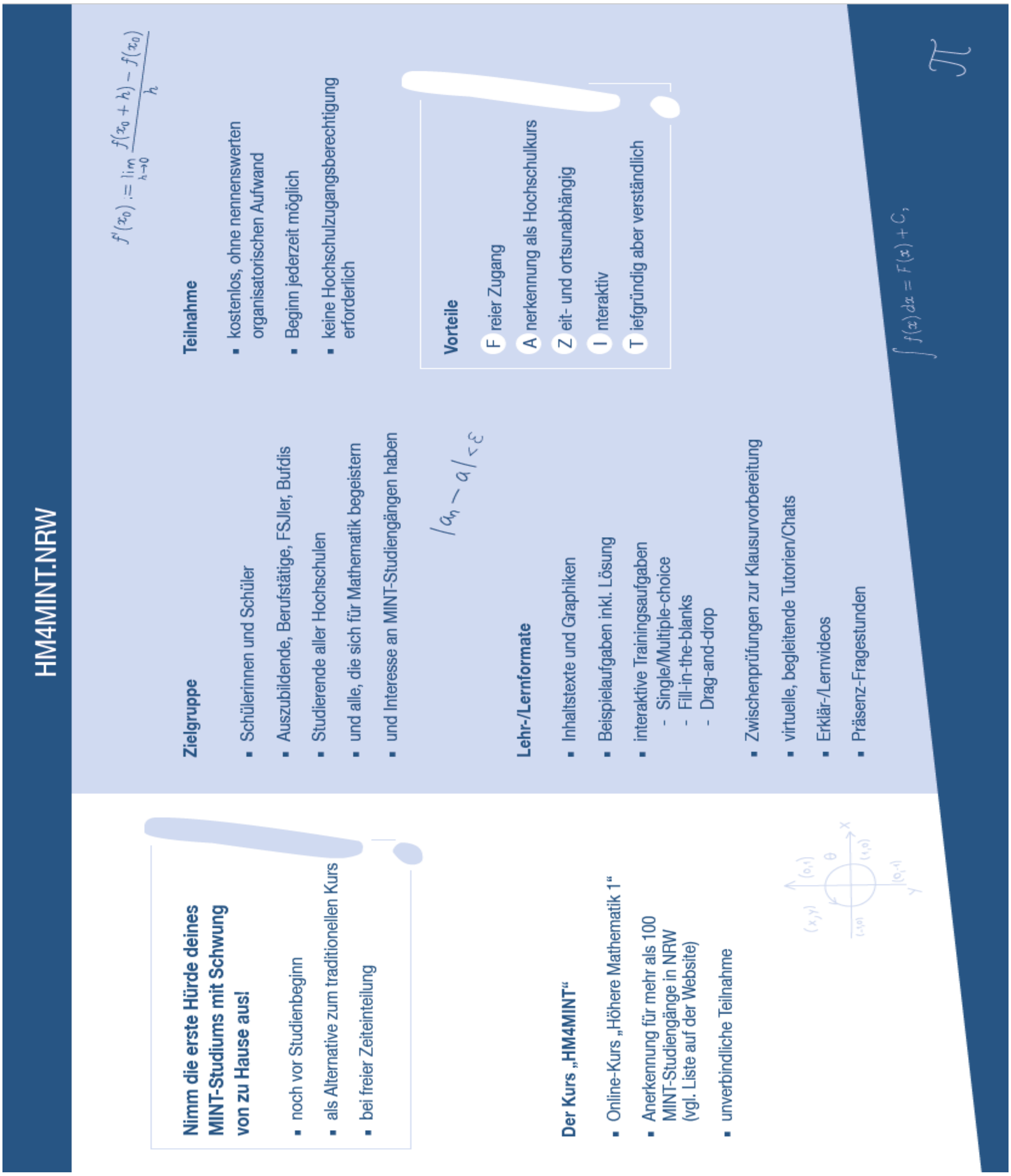


Abb. 2: Informationsflyer zu HM4MINT, Teil 2

Thomas Risse

SAGE an der Schule in Zeiten von Corona

Zusammenfassung. In Zeiten von Corona sei ein persönlicherer Beitrag erlaubt. Ich möchte nämlich von meiner ehrenamtlichen Arbeit mit angeblich unterforderten Grundschulkindern berichten, mit denen ich seit Beginn des Schuljahres 2019/2020 Mathematik treibe – seit Corona auch online, gestützt auf SAGE.

Absicht

Insbesondere geht es mir um meinen Fern-Unterricht, seitdem 'meine' Schule wie alle Schulen in Bremen am 16.3.2020 geschlossen wurde. Mit einem meiner Schulkinder setze ich SAGE [8] ein.
Wieso ich finde, daß der Einsatz eines ausgewachsenen Computer-Algebra-Systems für bestimmte Schulkinder und trotz meiner eigenen Skepsis sinnvoll sein kann, möchte ich anhand von Beispielen aus *shared, published SAGE worksheets* [7] und meinen Erfahrungen zeigen.

Vorgeschichte

Die etwas ungewöhnliche Regel-Schule *Borchshöhe* in Bremen-Nord arbeitet seit ihrer Gründung mit Kindern der 1. bis 6. Klasse, und zwar strikt • Jahrgangsübergreifend, • Projekt-orientiert, • integrativ, • inklusiv und • individuell.
Die Schule bekam viele Preise und wird gegen den erbitterten Widerstand der CDU nun doch zu einer Oberschule mit 10 Klassen erweitert.

Seit Oktober 2019 kümmere ich mich ehrenamtlich um die Entwicklung von sechs angeblich unterforderten Kindern in Mathematik. Mit • V., 1. 'Klasse', ♂, • M., 2. 'Klasse', ♀, • M1, 3. 'Klasse', ♀, • M2., 3. 'Klasse', ♀, • P., 3. 'Klasse', ♂, und • J., 6. 'Klasse', ♂treffe ich mich dienstags 10h-13h im NaWi-Raum. Als harter Kern sind z.Zt. V., M1 und P. übrig geblieben. Vor Corona war geplant, ein weiteres Kind dazuzunehmen.

Leiterin, Kollegium und Ehrenamt sorgen für größtmögliche inhaltliche und methodische Freiheit! Ich bekomme viel positive Rückmeldung von den erfahrenen und engagierten Kolleginnen. Dabei versuche ich doch nur, bei den Kindern genau das zu entwickeln, was ich als Hochschullehrer von Schule immer schon eingefordert habe.

- Problem-Lösekompetenz entwickeln
- Geometrie und Algebra verheiraten
- Konzepte wie z.B. Flächen- oder Rauminhalt
- an z.B. Dreieck, Viereck, Vieleck, – regelmäßig –,
  Kreis, Ellipse, Würfel, Quader, Pyramide
- Kopfrechnen
- Plausibilitätsprüfung (Überschlagsrechnung kriegen wir später)

Dabei sollen die Kinder weitgehend bestimmen, was sie machen wollen. Auch andere außer-mathematische Themen sollen zugelassen sein.

Highlights, Normal-Betrieb, Reinfälle – vor Corona

Der Normal-Betrieb ist geprägt von Binnendifferenzierung bei eigenen, Grundschulkönig- [5], Känguru- [3] und Mathe-Olympiade-Aufgaben [4]. Wir betreiben Kettenrechnen mit addieren, subtrahieren (besonders für M1), multiplizieren (besonders für V.), potenzieren (besonders für P.) aber auch 'doppelt', 'Hälfte', 'Fakultät', ... Die Kinder legen mit steckbaren Würfelchen zusammengesetze bzw. Prim-Zahlen. Sie basteln mit steckbaren Würfelchen Figuren der Ebene (Fläche) und im Raum (Volumen). Ich ermuntere viel zu schreiben, viel zu zeichnen, viel zu veranschaulichen. Die Kinder lernen, mit Lineal und Zirkel zu zeichnen und zu konstruieren (Fibonacci-Spirale mit V.). Sie schweifen ab: M1 will was über den Regenwald wissen. Glücklicherweise steht im NaWi-Raum ein Globus: was sind Längengrade? was Breitengrade? Wo ist Bremen? Wo ist der Regenwald?

Natürlich erlebe ich, erleben wir spektakuläre Reinfälle:

- Die Kinder sollten auf dem Schulhof mit Kreide und Bindfaden Kreise malen. Offenbar ist es schwierig, das eine Fadenende im Mittelpunkt zu fixieren. Offenbar ist es sehr schwierig, die Kreide so zu führen, daß sie schreibt und daß der Faden *gleichzeitig* gespannt bleibt. Zur Gärtner-Ellipse ist es *nicht wirklich* gekommen.
- M1 malt gern Figuren aus. Sie läßt sich aber nicht für den Vier-Farben-Satz interessieren: was geht mit drei Farben? was nicht?

- Man redet über Eltern und Geschwister und ich finde naheliegend, mich über Stammbäume auszulassen:

  $$\text{Vater} \infty \text{Mutter sowie} \begin{array}{c}\text{Eltern}\\ |\cdots|\\ \text{Kind}\ldots\text{Kind}\end{array}.$$

  Und, P., wie sieht's bei Dir aus? *Mein Stiefpapa hat ... '*

Aber, in direkter Interaktion sind 'Reinfälle' i.a.R. leicht zu beheben!

Ich erlebe Highlights, die meist für die Kinder garkeine sind:

- V. addiert gern. Er hat Lust, Zahlenfolgen fortzusetzen. $2, 4, 6, 8, 10, ...,$ $1, 3, 7, 13, 21, 31, ..., 1, 0, 2, -1, 3, -2, 4, ...$ u.ä. machen ihm keine Schwierigkeiten. Er bewältigt auch $1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ...$!
- M1 zeichnet gern auf Kästchen-Papier. Ich bitte sie, Polygonzüge entlang des Gitters auf das Doppelte zu vergrößern. Wie ändert sich der Umfang?
- P. zeichnet Achsen-symmetrische Figuren auf Kästchen-Papier. Wir reden über Symmetrie-Achsen: wieviele Symmetrie-Achsen hat ein Quadrat, ein Rechteck, ein regelmäßiges Fünf-Eck, ein regelmäßiges Sechs-Eck?
  'Und wieviele Symmetrie-Achsen hat ein Kreis?' *'Million!'*
- P. ersetzt Buchstaben durch ihre Position im Alphabet. Er macht sich eine Tabelle. Ich erläutere Caesar. Er schickt mir eine – sehr private – Caesar-verschlüsselte Botschaft.

SAGE – die Anfänge

Im NaWi-Raum stehen zwei PCs mit Internet-Zugang. P. will unbedingt am PC arbeiten und V. will das natürlich auch. Nach Rücksprache mit der Leiterin und P's Klassenlehrerin habe ich mich durchgerungen, mit ihm zusammen PSs einzusetzen. Ich habe mich für das Computer-Algebra-System SAGE [8] entschieden. Der im Zuge einer wie auch immer gearteten Digitalisierung eingesetzte Mini-Rechner Calliope [1] gefällt mir nicht so recht. Ich vertröste V.
Ich setze SAGE wie bei meinen Studierenden ein: Skelett vorgeben, P. füllt aus, ändert, ergänzt, probiert ... P. bestimmt nicht unwesentlich, um was wir uns kümmern: • Algebra, • was ist π? • was ist e? • Darstellung mit sovielen Nachkomma-Stellen wie gewünscht, • Wie wird Text im PC dargestellt? . . . • z.B. den Eiffelturm konstruieren

Corona

Seit Mo 16.03.2020 ist die Schule für alle Kinder geschlossen. Ich finde zu schade, wenn all das Vielversprechende nicht weiterentwickelt wird, und biete an, mit V. täglich Känguru-Aufgaben [3] am Telefon zu lösen und mit P. täglich SAGE sessions abzuhalten, während wir per Telefon kommunizieren. Für M1 habe ich keine zündende Idee: sie ist sehr von der direkten Ansprache abhängig und will motiviert werden.

Die familiären Bedingungen von V. verhindern, daß mein Angebot angenommen wird/werden kann. Seit 30.4.20 treffe ich mich mit M1 und V. für 1,5h mit 2m Abstand in der Schule.
Dagegen arbeiten P. und ich täglich eine gute Stunde lang zusammen: am Telefon und mit *SAGEs shared worksheets*, d.h. jeder sieht, was der Andere sieht und macht.

SAGE-Beispiele

P. ist auch an grundsätzlichen Fragen interessiert: Wie werden Texte im Rechner dargestellt? Wie kann man eine Zeichenkette in ihre Buchstaben zerlegen und wieder zusammensetzen? Wie werden Zeichen codiert? Wenn man alle diese Bausteine zusammenbringt, kann man leicht die Caesar-Verschlüsselung implementieren, s. `https://sage.informatik.hs-bremen.de/home/pub/221/`
Mehr als Nebenwirkung kommen wir beispielsweise auf *'Punkt-Rechnung geht vor Strichrechnung'* und überzeugen uns an Beispielen, daß sich SAGE selbstverständlich an diese Regel hält.

P. zeichnet gern – auch am Rechner. Wir modellieren und konstruieren. Die dabei entstandenen SAGE figures findet man in [6] – erzeugt durch SAGE worksheets [7].
• P. zeichnet ein Smiley (mit Haaren), mit unbedingt zwei verschieden großen Augen und mit Sonne (noch ohne Strahlen).
• P. zeichnet konzentrische Ringe, Quadrate u.ä.
• P. mag's knallig
• P. und mir wird nicht klar, welche graphischen Objekte in welchen Ebenen (layer) gezeichnet werden, wenn wir erst die Drei, dann Kreis und zuletzt das Rechteck zeichnen lassen.
• Haben die grüne Figur und das rot-berandete Gebiet denselben Flächeninhalt?

• Sind die beiden Dreiecke ähnlich? Das Verhältnis Grundseite zu Höhe ist doch identisch!
Bildchen P. hatte recht: *die sehen doch anders aus!*
Ich hatte *nur* beim ersten Dreieck `aspect_ratio=1` gesetzt!
• P. kriegt von mir Bruchrechnung anhand von Tortenstücken visualisiert, s. https://sage.informatik.hs-bremen.de/home/pub/223/
• P. will unbedingt wissen, welchen Wert π und e haben und wieso der Flächeninhalt des Kreises gerade πr^2 beträgt, s. https://sage.informatik.hs-bremen.de/home/pub/226/
• P. kann den Satz des Thales visuell verifizieren, s. https://sage.informatik.hs-bremen.de/home/pub/227/
• Fibonacci-Spirale(n) mit weniger als 20 Zeilen SAGE/Python
• P. wollte unbedingt den Eiffelturm visualisieren: ok – zuerst 2D (P. findet Hyperbeln besser als Bézier-Kurven), dann mit meiner Hilfe 3D

Erfahrungen

• Schulkinder wie P. kommen angeleitet auch mit einem ausgewachsenen Computer-Algebra-System wie SAGE klar. Allerdings fallen ihnen Konzepte wie Variable oder Kontroll-Struktur schwer!
• Ich war betriebsblind und habe Bedienungstechnisches unterschätzt: was ist ein Semikolon? und wo findet man den Doppelpunkt auf der Tastatur?
• Die Kommunikation über Telefon und eine geteilte Anwendung (shared SAGE worksheet) erfordern Disziplin und Geduld.
• Ich mußte P. zeitweilig enttäuschen, wenn er mit SAGE z.B. gleich ganze Videos drehen will, und liefere ihm zumindest `interact` und `animate`.
• P. ist dennoch weiterhin täglich mit Feuer und Flamme dabei.
• Mißkonzepte [2] zu erkennen und auszuräumen, ist online noch schwieriger!
• Mir tut in der Seele weh, daß M1 und V. erst im Mai 1,5h/Woche Präsenz ermöglicht werden konnten: der Ausfall hat Motivation und Leistungsbereitschaft der Beiden nicht gut getan. Nach- und Aufholen ist das Gebot der Stunde.

Literaturverzeichnis

[1] **Calliope gGmbH**: *'Mit dem kleinen Mini-Computer Calliope kannst du spielerisch und kreativ die Welt der Computer kennenlernen.'* https://calliope.cc/

[2] **Gläser, K.; Riegler, P.**: *Beginning students may be less capable of proportional reasoning than they appear to be* Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA, Vol 34, No 1, March 2015, 26-34 https://academic.oup.com/teamat/article-pdf/34/1/26/4645138/hru025.pdf

[3] **Mathematikwettbewerb Känguru e.V.**: *Für alle, die jetzt zu Hause sind, stellen wir täglich Aufgaben, um die Lust auf Mathematik auch nach Hause zu bringen.* https://www.mathe-kaenguru.de/

[4] **Mathematik-Olympiaden e.V.**: *Aufgaben für 3. bis 12. Klassenstufen in ca 60 Olympiaden* https://www.mathematik-olympiaden.de/moev/

[5] **M.A.U.S. UG**: *Kostenlose Arbeitsblätter für die Grundschule* https://www.grundschulkoenig.de/mathe/

[6] **Risse, Th.**: *SAGE in der Schule zu Corona-Zeiten* 16. IngMath Workshop *Mathematik in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen*, 7.5.2020 FH Dortmund https://www.fh-dortmund.de/de/studi/elearning/SAGE_ThR.pdf

[7] **Risse, Th.**: *public SAGE worksheets* https://sage.informatik.hs-bremen.de/pub/

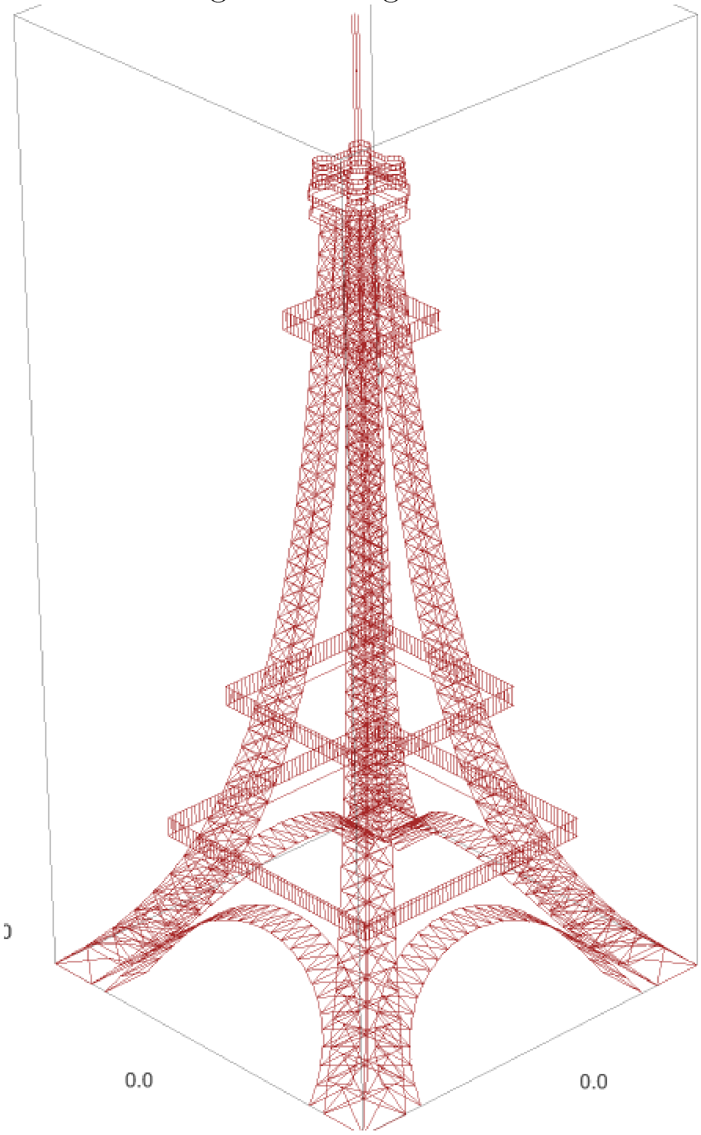
[8] **SAGE**: *System for Algebraic and Geometric Experimentation* https://www.sagemath.org/

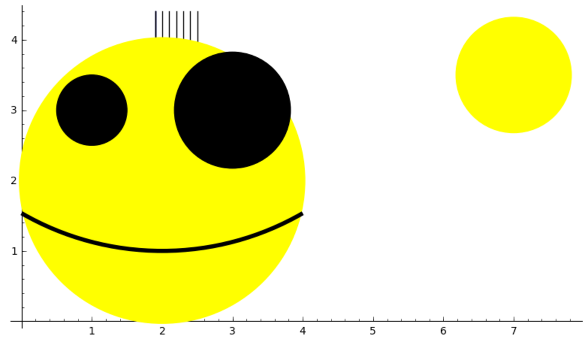
[9] **Stein, W.; Joyner, D.**: *SAGE: System for Algebra and Geometry Experimentation* ACM SIGSAM Bulletin, Vol 39, No. 2, June 2005 http://www.sagemath.org/files/sage_stein2005.pdf

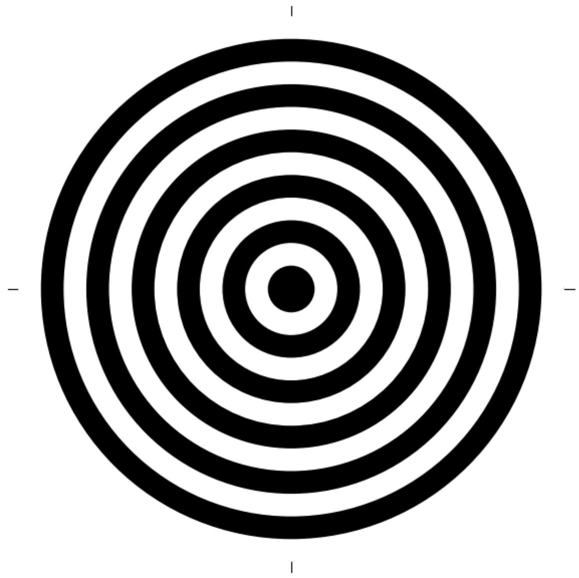
Autor

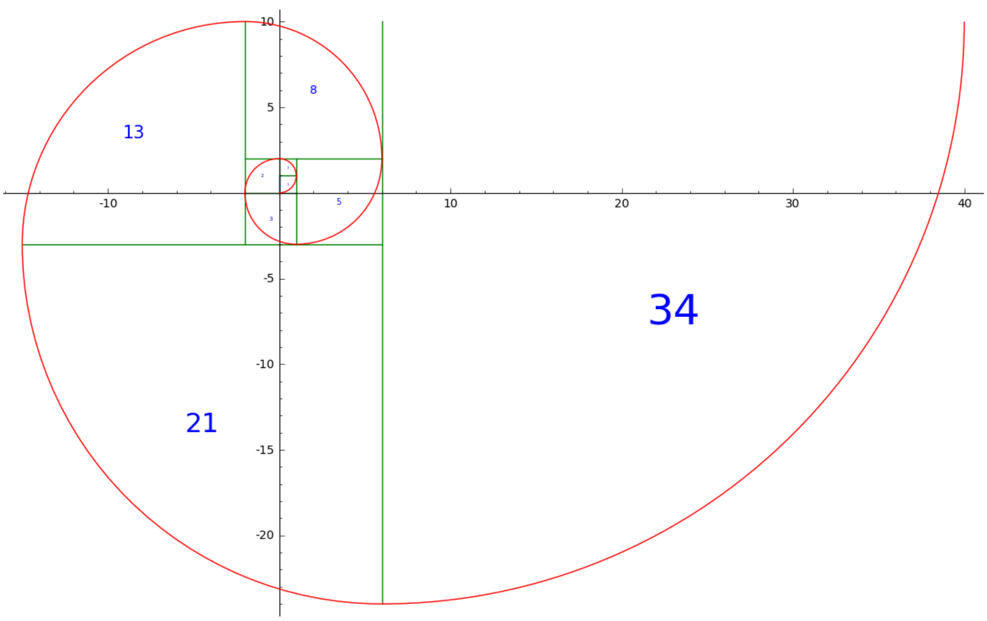
Prof. Dr. rer. nat. Thomas Risse
Fakultät E-Technik & Informatik
Hochschule Bremen, City University of Applied Sciences
Flughafenallee 10, D-28199 Bremen
E-Mail: risse@hs-bremen.de

Anhang: SAGE figures









Wigand Rathmann

SageMathCell in ILIAS - Lernmodulen

Zusammenfassung: Die digitalen Möglichkeiten der Lehre erlauben es, mehr als nur ein „dummes“ Dokument auf Servern bereitzustellen. Es gibt viele verschiedene Programmsysteme, die es erlauben, mathematische Sachverhalte auch visuell oder anhand von numerischen Ergebnissen darzustellen. Typischerweise muss dafür ein separates Programm installiert und aufgerufen werden. Lernmanagementsysteme (LMS) ermöglichen den Lehrenden interaktive Lernmodule für die Lernenden zu entwickeln. Dieser Beitrag zeigt einen Weg auf, wie diese ohne Medienbrüche um numerische Komponenten erweitert werden können.

1. Einführung

Wie kann man Mathematik in ILIAS anschaulicher und interaktiver gestalten? In vielen Bereichen, wie z.B. in der Algebra, der Statistik oder zur Darstellung dreidimensionaler Objekte, bietet das mathematische Open-Source-Software-system SageMath die Möglichkeit, Maxima, GAP, R oder auch Python in einer Webseite einzubetten.

In der Ingenieur-Mathematik gibt es viele Themen, bei denen Visualisierungen hilfreich sind, z.B. die Parametrisierung von Flächen, Kurvenintegrale über Vektorfelder oder in der Stochastik der Umgang mit der zweidimensionalen Normalverteilung. Die Idee hinter der Entwicklung für dieses Plug-In war, Demonstratoren direkt in Lernmodulen einbinden zu können. Der Vorteil in der Nutzung innerhalb des LMS ist für alle der einheitliche Ort, an dem die Beispiele hinterlegt und nutzbar. Dass keine separate Software installiert werden muss, aber dennoch die Beispiele interaktiv sind und zum Ausprobieren einladen, ist ein weiterer Vorteil.

Dank des Content-Elements „SageMath-Zelle“, das vom Institut für Lern-Innovation (ILI) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) entwickelt wurde, sind viele Funktionalitäten jetzt auch in ILIAS – Lernmodulen nutzbar. In diesem Beitrag wird die Nutzung des Content-Element in Lernmodulen an Beispielen aus Vorlesungen zur Mathematik für Ingenieure gezeigt.

2. SageMath und SageMathCell

SageMath (www.sagemath.org) vereint viele leistungsfähige Softwaresysteme unter einer Oberfläche. Dies ist besonders für Schulen, Hochschulen und Universtäten interessant, da alle Pakete Open Source sind und gut von den Studierenden auch am eigenen Rechner eingesetzt werden können. Mit CoCalc bietet SageMath (cocalc.com) die Möglichkeit, interaktive Dokumente zu erstellen, ggf. sogar gemeinsam zu bearbeiten. Wie beim CDF Player lassen sich so ansprechende Demonstratoren bauen.
Mit SageMathCell (sagecell.sagemath.org) gibt es die Möglichkeit, über einen externen Server SageMath direkt in eine statische HTML-Seite einzubinden.

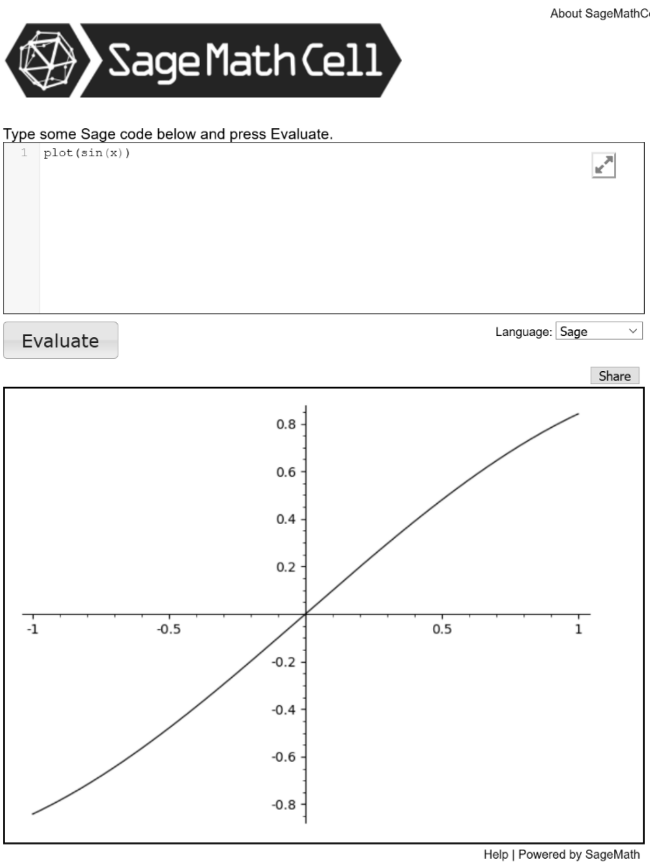


Abbildung 1: *SageMathCell Website*

Die Verwendung von SageMathCell basiert auf JavaScript, über das einige Optionen für das Erscheinungsbild vorgenommen werden können. Mit dem Plug-In SageMath-Zelle für das LMS ILIAS wird die Einbettung in Lernmodule ermöglicht und die Wahl der Optionen in einer übersichtlichen graphischen Ansicht realisiert.

Nach dem Klicken von „Auswerten“ wird der Inhalt des Editorfensters an einen SageMathCell-Server geschickt und die Antwort dieses Servers unter dem Editorbereich dargestellt.

3. R in einem Lernmodul

Abbildung 2 zeigt eine typische Ansicht einer Seite in einem Lernmodul in ILIAS, in der ein SageMath-Element verwendet wird. Auf einer Seite wird die mathematische Definition der Dichtefunktion der Exponentialverteilung gezeigt

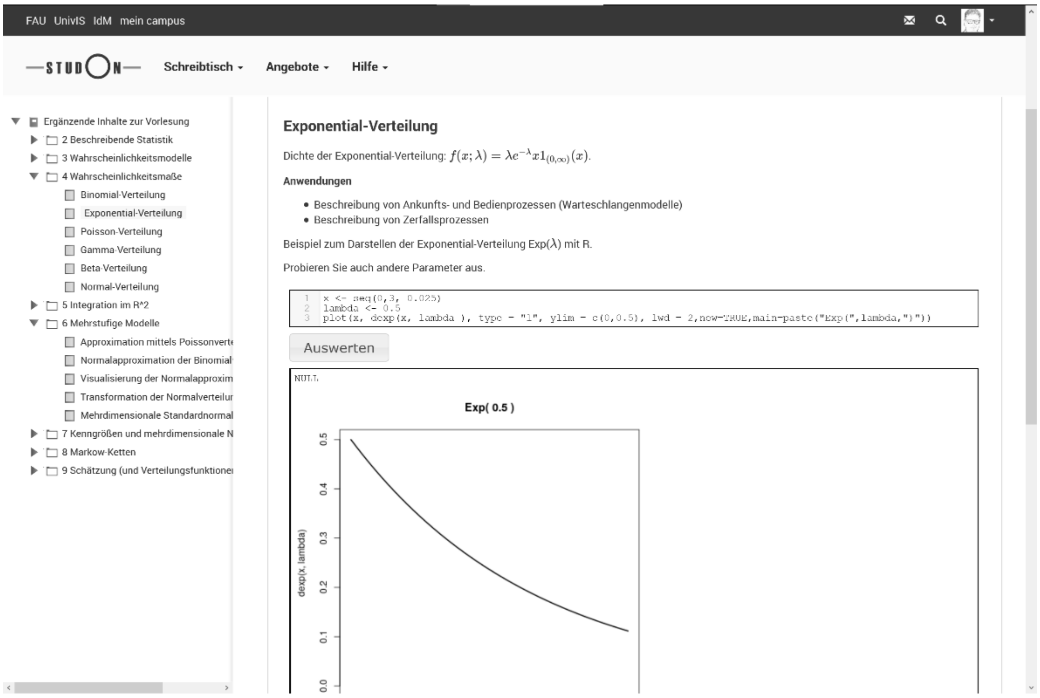


Abbildung 2: *Beispiel Lernmodul in ILIAS mit SageMath-Zelle*

und gleichzeitig wird deren Verlauf in R dargestellt. Durch die Möglichkeit, direkt den Parameter der Verteilung zu ändern, kann dessen Einfluss ausprobiert werden.

So können auch leicht Begriffe aus der beschreibenden Statistik, wie das arithmetische Mittel oder die empirische Streuung demonstriert werden, oder gar Boxplots „mal eben“ gezeigt werden.

4. 3D - Plots

In der Ingenieurmathematik spielen auch dreidimensionale Darstellungen, z.B. von Flächen, Kurven oder Vektorfeldern, eine Rolle. Hier sind Werkzeuge für die Visualisierung sehr hilfreich, da Skizzen an der Tafel sehr vom Talent der Lehrenden abhängen und sich dazu weder skalieren noch drehen lassen. Ein (halber) Torus lässt sich mittels

$$S(u,v) = \begin{pmatrix} (R + r\sin(v))\cos(u) \\ (R + r\sin(v))\sin(u) \\ R + r\cos(v) \end{pmatrix}$$

mit den Parametern R und r beschreiben, $u \in [0,\pi]$ und $v \in [0,2\pi]$ sind die Winkelbereiche. Der entsprechende Sage-Code lautet:

```
S1(u,v) = (R+r*sin(v))*cos(u)
S2(u,v) = (R+r*sin(v))*sin(u)
S3(u,v) = r*cos(v)+R
```

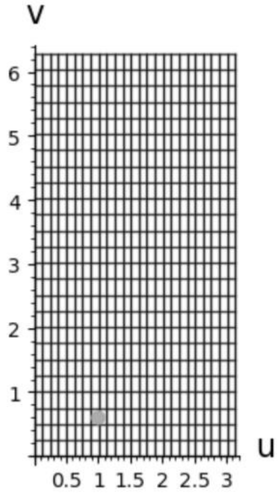


Abbildung 3: *(u,v)-Parameterebene mit gewähltem Aufpunkt*

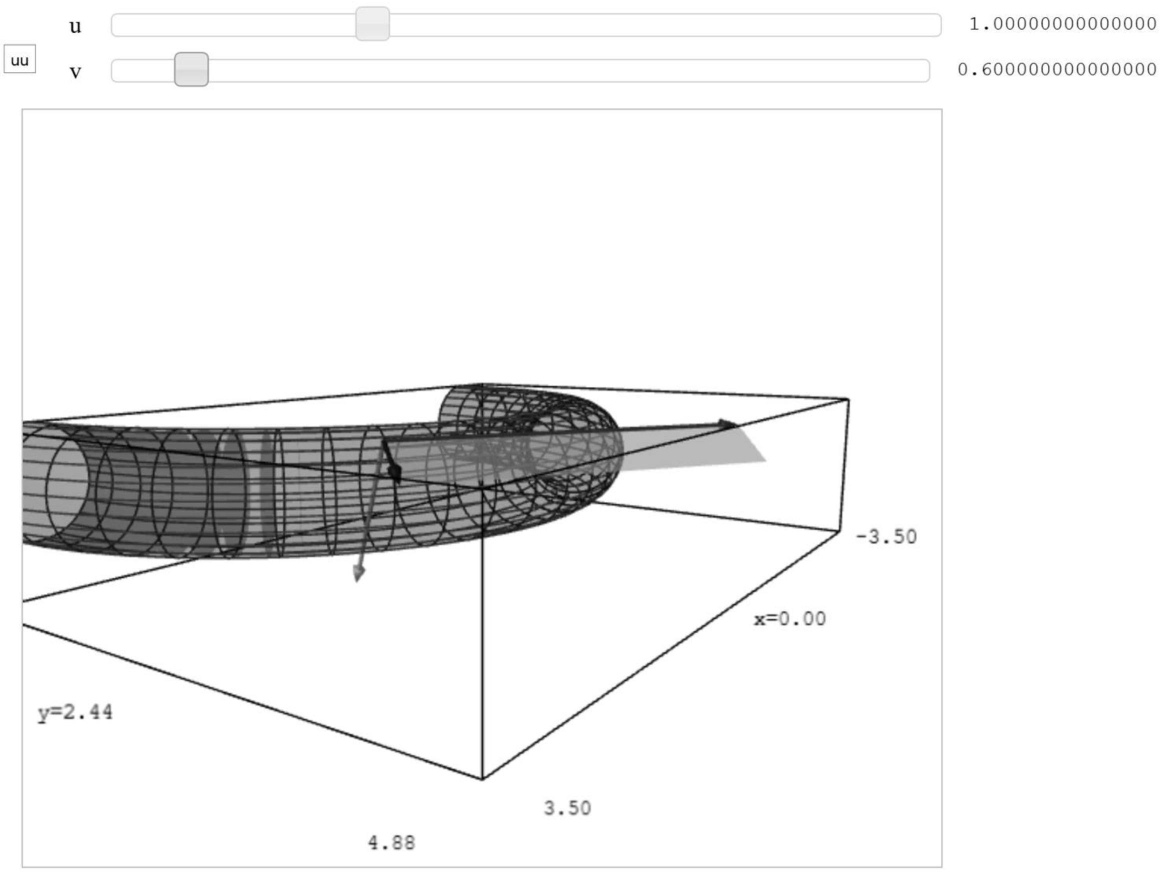


Abbildung 4: *Fläche mit Tangentialebene und Normalenvektor, Schieberegler zum Wählen des Aufpunkts (u,v)*

Mit (relativ) einfachen Mitteln lassen sich dann auch die Koordinatenlinien für die Variablen u und v auf der Fläche darstellen und im Vergleich dazu das Gebiet, über dem der Torus als Bild einer Abbildung von $\mathbb{R}^2$ in den $\mathbb{R}^3$ definiert ist. Die

Flächennormale $S_{,u}(u,v) \times S_{,v}(u,v)$ kann in Sage direkt als Befehl verwendet werden:

```
Su(uu,vv).cross_product(Sv(uu,vv))).
```

Daraus lässt sich (im Lernmodul!) der Torus mit Tangentialebene und Normalenvektor als 3d-Graphik erzeugen (Abbildung3), was für das Verständnis der Integration über Flächen zentral ist. Die Schieberegler erlauben es, interaktiv den Aufpunkt (u,v) zu wählen und gleichzeitig in der Urbildmenge darzustellen (Abbildung4). Das vollständige Beispiel ist unter [5] als HTML-Datei zum Download hinterlegt.

5. Fazit

Mit dem Plug-In SageMath-Zelle für ILIAS gibt es eine Möglichkeit, interaktive Elemente für die Visualisierung und die symbolische Rechnung, z.B. für die Berechnung von Eigenwerten, direkt in Lernmodule zu integrieren. Somit ist ohne Wechsel des Mediums bzw. der Plattform ein Erarbeiten der Inhalte möglich. Es sind keine Installationen oder Plattformabhängigkeiten zu meistern. Auch für das Unterrichten (im Hörsaal, Seminarraum oder online) bietet sich die Nutzung solcher Lernmodule an (Internetverbindung vorausgesetzt), so finden die Lernenden und die Lehrenden die Angebote an einer Stelle innerhalb der E-Learning-Plattform der Organisation.

Die Möglichkeit nicht nur Sage, sondern auch Octave, R oder Maxima einzusetzen, ergibt damit einen breiten Spielraum.

Für die Entwicklung der Elemente bietet sich das Plug-In nicht an. Hier ist eine lokale Installation auf Basis von Jupyter-Notebooks [4] empfohlen, da hier die lokalen Rechenkapazitäten genutzt werden.

6. Danksagungen

Der Autor dankt allen, die zur Realisierung dieses Plug-Ins beigetragen haben. Herrn Prof. Dr. Günter Leugering und dem Department Mathematik der FAU für die finanzielle Unterstützung der Entwicklung, den Herren Fred Neumann und Jesús Copado vom Institut für Lern-Innovation der FAU für die Programmierung, Herr Dr. Matthias Bauer für die Installation und Pflege des hauseigenen SageCell-Servers an der FAU.

Literaturverzeichnis

1. Rathmann, W., Copado, J. "Sage als Content-Element in ILIAS nutzen." 18. Internationale ILIAS-Konferenz, Dresden 2019.
2. SageMath-Zelle auf github.com, URL abgerufen am 09.09.2020 https://github.com/ilifau/PCSageCell
3. SageMathCell in HTML einbetten, URL abgerufen am 09.09.2020: https://github.com/sagemath/sagecell/blob/master/doc/embedding.rst
4. Jupyter Notebook für Sage unter Windows, URL abgerufen am 09.09.2020 ftp://ftp.fu-berlin.de/unix/misc/sage/win/
5. Torus mit SageMath: HTML-Seite abgerufen am 10.09.2020: https://netmath.vcrp.de/downloads/Einheiten/Rathmann/FlaechenparametrisierenTorus.html

Autor

Dr. Wigand Rathmann
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Department Mathematik
Lehrstuhl für Angewandte Analysis
Cauerstraße 11
91058 Erlangen
E-Mail: wigand.rathmann@fau.de

Anmeldungen zum 16. IngMath-Workshop

1.	Bata, Katharina	TH Köln
2.	Bellmer, Susanne	Ostfalia HAW Wolfenbüttel
3.	Best, Katharina	Hochschule Hamm-Lippstadt
4.	Böttinger, Claudia	Universität Düsseldorf
5.	Boin, Manuela	Technische Hochschule Ulm
6.	Fulst, Joachim	Hochschule Bochum
7.	Giebermann, Klaus	Hochschule Ruhr West
8.	Guias, Flavius	FH Dortmund
9.	Hensgens, Markus	FH Aachen
10.	Holey, Thomas	DHBW Mannheim
11.	Jansing, Christine	FH Dortmund
12.	Kalhoff, Agatha	Hochschule Rhein-Waal
13.	Kalus, Norbert	Beuth Hochschule Berlin
14.	Keppeler, Stefan	Universität Tübingen
15.	Knorrenschild, Michael	HS Bochum
16.	Knospe, Heiko	TH Köln
17.	Landenfeld, Karin	HAW Hamburg
18.	Lemmen, Markus	HS Bochum
19.	Lindemann, Mathias	Hochschule Bremerhaven
20.	Melzer, Karin	Hochschule Esslingen
21.	Outsieker, Laura	TH Köln
22.	Rathmann, Wiegand	FAU Erlangen-Nürnberg
23.	Rhein, Beate	TH Köln
24.	Risse, Thomas	HS Bremen
25.	Rosemeier, Frank	SRH Hamm
26.	Rüschen, Andreas	HS Osnabrück
27.	Sauerbier, Gabriele	HS Wismar
28.	Schmitz, Angela	TH Köln
29.	Schott, Dieter	HS Wismar
30.	Schramm, Thomas	HafenCity Universität Hamburg
31.	Schüffler, Karlheinz	Hochschule Niederrhein
32.	Schütter-Kerndl, Britta	TH Ulm
33.	Schwenk, Angela	Beuth Hochschule Berlin
34.	Selent, Petra	FH Dortmund
35.	Vorloeper, Jürgen	Hochschule Ruhr West
36.	Weidauer, Sabine	FH Dortmund
37.	Wiedemann, Armin	DHBW Mannheim

Programm des 16. IngMath-Workshops

Donnerstag 07.05.2020

WANN	VORTRAGSTHEMA	PERSON
09:00 - 09:25	Login in CiscoWebex	
09:25 - 09:30	Opening	Dipl. Math. Nimet Sarikaya & Devin Kunze (FH Dortmund)
09:30 - 10:00	Begrüßungsworte	Rektor Prof. Dr. Wilhelm Schwick & Prorektorin für Studium und Lehre Prof. Dr. Tamara Appel (FH Dortmund)
10:00 - 10:30	MINT2BE	Dipl. Math. Nimet Sarikaya (FH Dortmund)
10:30 - 11:00	Zur Entwicklung der Mathematiklehre in den letzten 30 Jahren	Prof. Dr. Dieter Schott (HS Wismar)
11:00 - 11:30	Brückenkurs Mathematik	Petra Selent (FH Dortmund) Christine Jansing (FH Dortmund)
11:30 - 12:00	cosh-vor-Ort-Projekt WiMINT-AG Mathematik / Physik	Britta Schüter-Kerndl (TH Ulm)
12:00 - 13:00	Mittagspause	
13:00 - 13:30	Auswertung zusätzlicher Mathematik-Angebote für Studierende des Fachbereichs Maschinenbau im Rahmen des mehrjährigen Projekts „Qualität in der Lehre"	Dr. Sabine Weidauer (FH Dortmund)
13:30 - 14:00	Akzeptanz von Anwendungsbeispielen in Vorlesungen der Ingenieurmathematik"	Prof. Dr. Angela Schmitz (TH Köln)
14:00 - 14:30	Virtuelles Lehrgespräch	Prof. Dr. Klaus Giebermann (HRW)
14:30 - 15:00	Pause	
15:00 - 15:30	HM4MINT	Markus Hensgens (FH Aachen)
15:30 - 16:00	Sage Cell	Dr. Wiegand Rathmann (FAU)
16:00 - 16:30	SAGE an der Grund-Schule in Zeiten von Corona	Prof. Dr. Thomas Risse (HS Bremen)
16:30 - 17:00	Schlussworte	Nimet Sarikaya & Devin Kunze

WFR - Wismarer Frege-Reihe / Wismar Frege Series

Beiträge zur Mathematikausbildung von Ingenieuren

Heft 01/2005	Proceedings 4. Workshop Mathematik für Ingenieure, Bremen, Oktober 2005.
Heft 05/2006	Proceedings 5. Workshop Mathematik für Ingenieure, Wismar, Teile 1 – 3, September 2006.
Heft 01/2007	Proceedings Minisymposium Moderne Mathematikausbildung für Ingenieure, Humboldt-Universität Berlin, Teile 1 – 2, März 2007.
Heft 02/2007	Mathematik für Ingenieure – Thesen zum Jahr der Mathematik 2008, Dezember 2007. Mathematics for Engineers – Theses to the Year of Mathematics 2008, December 2007.
Heft 03/2008	Proceedings 6. Workshop Mathematik für Ingenieure, Soest, Teile 1 – 2, September 2008.
Heft 04/2008	Proceedings Minisymposium Moderne Mathematikausbildung für Ingenieure, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Teile 1 – 2, September 2008.
Heft 03/2009	Peter Junglas: Interaktive Simulationsprogramme zur Demonstration von klassischen und quantentheoretischen Wellenphänomenen, Juni 2009.
Heft 04/2009	Proceedings 7. Workshop Mathematik für Ingenieure, Wolfenbüttel, Juni 2009.
Heft 02/2010	Information – Programme and Abstracts, 15th SEFI MWG Seminar & 8th Workshop GFC, Wismar, June 2010.
Heft 03/2010	Proceedings 8. Workshop Mathematik für Ingenieure, Wismar, Juni 2010.
Heft 05/2010	Larissa Fradkin: Teaching Algebra and Calculus to Engineering Entrants, December 2010.
Heft 02/2011	Proceedings 9. Workshop Mathematik für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge, Wilhelmshaven, September 2011.
Heft 03/2013	Proceedings 11. Workshop Mathematik für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge, Teile 1 – 2, Bochum, September 2013.
Heft 02/2015	Proceedings 12. Workshop Mathematik für Ingenieure, Teile 1 – 2, Hamburg, Februar 2015.

Heft 04/2016	Proceedings 13. Workshop Mathematik in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen, Lingen, September 2016.
Heft 01/2017	Proceedings 14. Workshop Mathematik in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen, Erlangen, September 2017.
Heft 01/2018	Sergiy Klymchuk: Puzzle-Based Learning in Engineering Mathematics: Students' Attitudes.
Heft 02/2018	Proceedings 1st Northern-Light Symposium on Engineering Education, Hamburg, April 2018.
Heft 02/2019	Proceedings 15. Workshop Mathematik in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen, Rostock-Warnemünde, April 2019.
Heft 03/2019	Proceedings 2nd Northern-Light Symposium on Mathematical Education in Engineering, Hamburg, September 2019.
Heft 02/2020	Proceedings 16. Workshop Mathematik in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen, Dortmund, Mai 2020.

Hinweis:
Die Proceedings zur Workshopreihe beginnen erst mit dem 4. Workshop.
Die Proceedings zum 10. Workshop Mathematik erschienen in einem Extraband an der Hochschule Ruhr West in Mülheim.

Herausgeber und Redakteur

Prof. Dr. rer. nat. habil. Dieter Schott
Gottlob-Frege-Zentrum
Fakultät für Ingenieurwissenschaften
Hochschule Wismar
Philipp-Müller-Str. 14
D - 23966 Wismar
Telefon: ++49 / (0)3841 / 753 7333
Fax: ++49 / (0)3841 / 753 7130
E-Mail: dieter.schott@hs-wismar.de

Vertrieb:
Direkt über den Herausgeber oder das Gottlob-Frege-Zentrum

ISSN 1862-1767
ISBN 978-3-947929-14-6