

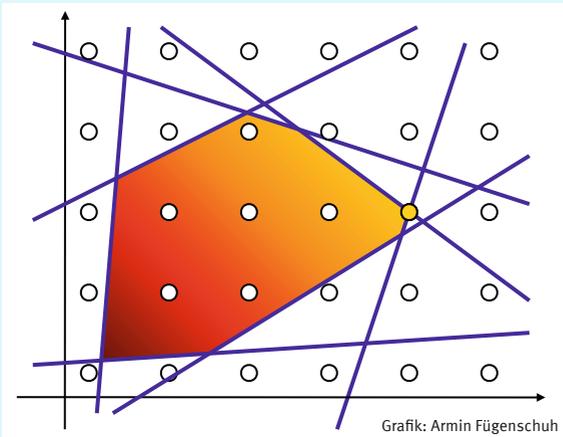


BEUTH HOCHSCHULE FÜR TECHNIK BERLIN  
University of Applied Sciences



# 24. Berliner Tag der Mathematik

Samstag, 11. Mai 2019  
9.00 - 18.30 Uhr



Campus der  
Beuth Hochschule

Programm



# Beratung auf dem Campus

Sprechtage jeden Mittwoch von 14 bis 16 Uhr

Sie erreichen mich direkt an der Beuth Hochschule für Technik, Haus Grashof, vor dem Studien-Info-Service. Oder Sie vereinbaren einen Termin mit mir.

Ich berate Sie gern:

**Monika Sigmund**

Kundenberaterin

Tel. 040 - 460 65 10 37 01

[monika.sigmund@tk.de](mailto:monika.sigmund@tk.de)



Liebe Schülerinnen und Schüler,  
liebe Lehrerinnen und Lehrer, liebe Eltern,

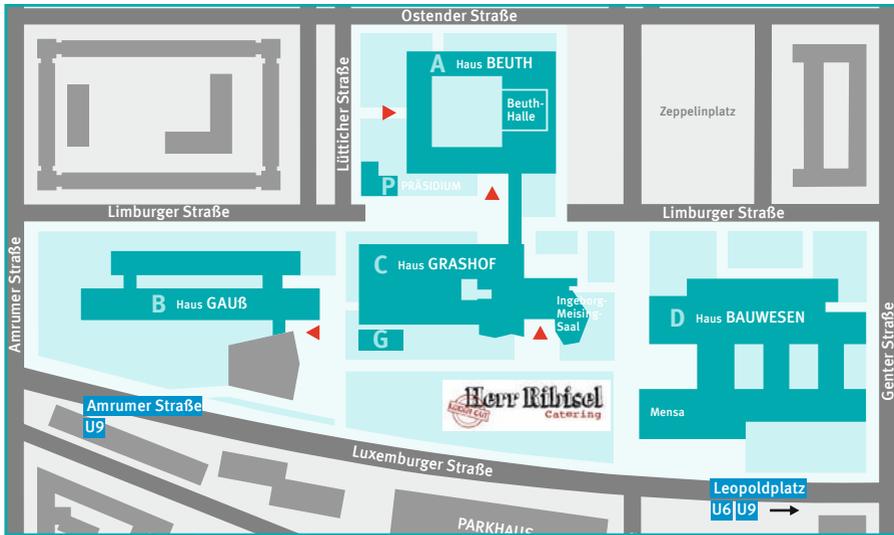
willkommen an der Beuth Hochschule für Technik Berlin zum „24. Tag der Mathematik“. Die Beuth Hochschule für Technik Berlin richtet in diesem Jahr den Tag der Mathematik mit der Technischen Universität, der Humboldt Universität, der Freien Universität, dem Zuse-Institut Berlin und dem Weierstraß Institut für Angewandte Analysis und Stochastik aus. Ich begrüße Sie alle herzlich auf unserem Campus im Herzen Berlins. Auch in diesem Jahr werden Sie, liebe Schülerinnen und Schüler, wieder zahlreich in Ihrer Freizeit aus Freude an der Mathematik am „Tag der Mathematik“ teilnehmen, was ein hoffnungsfrohes Signal für die Zukunft der MINT-Fächer Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik ist.

Die Beuth Hochschule hat das breiteste ingenieurwissenschaftliche Angebot der Berliner und Brandenburger Hochschulen. Dementsprechend ist Mathematik grundlegend für das praxisnahe Studium an der Beuth Hochschule in fast allen Studiengängen, denn mathematische Konzepte und Modelle spielen in vielen Anwendungen eine wichtige Rolle. Wir bieten den mehr als 13.000 Studierenden unter dem Motto „Studiere Zukunft!“ mit 70 Bachelor- und Master- Studiengängen vor allem in naturwissenschaftlichen und technischen Fächern ein breites Spektrum an berufsqualifizierenden Bachelorstudiengängen und weiterführenden Masterstudiengängen an, die optimale Berufschancen ermöglichen. Die Inhalte der Studiengänge werden stets den Bedürfnissen der Praxis angepasst – der Einsatz neuester Technologien im Zusammenspiel mit der Vermittlung solider Grundlagen in der sehr forschungsnahen Lehre gehören zum Alltag der Hochschule. Die Beuth Hochschule lehrt nicht nur nah an der Praxis, sie forscht auch. Hierbei steht das Kompetenzzentrum „Stadt der Zukunft“ im Mittelpunkt der Forschungsstrategie. In ihm werden die gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und technologischen Fragestellungen der Stadt der Zukunft auch in Kooperationen mit Unternehmen der Region bearbeitet.

Ich hoffe, dass Ihnen die heutigen Wettbewerbe viel Freude bereiten und wünsche Ihnen allen viel Erfolg bei der Lösung der Aufgaben und dass Sie diesen Tag an der Beuth Hochschule genießen. Auch würde ich mich freuen, Sie zu einer der zahlreichen Veranstaltungen für Schülerinnen und Schüler wie dem Studieninformationstag am **22. Mai** und der klügsten Nacht des Jahres, der Langen Nacht der Wissenschaften am **15. Juni**, wieder an der Beuth Hochschule begrüßen zu dürfen.

Prof. Dr. Monika Gross  
Präsidentin der Beuth Hochschule für Technik Berlin

# Lageplan



# FÜR EINE NACHT UNTER HOCHSPANNUNG



**Vergünstigte Schülergruppen-Tickets**  
ab 7. Mai 2019 unter  
[www.indw19.de/schulen](http://www.indw19.de/schulen)

## Lange Nacht der Wissenschaften

**15. Juni 2019**

**17 - 24 Uhr**

**[www.indw19.de](http://www.indw19.de)**

		Seite
	Programm „Auf einen Blick“ in der Heftmitte	18-19
	Grußwort der Präsidentin	3
09:00–12:00 Uhr	Wettbewerb für Schülerinnen und Schüler	6
	Preise	6
	Niels Henrik Abel und der Abel-Preis	7
09:15–12:00 Uhr	Vorträge für Lehrende	8-12
12:00–13:00 Uhr	Mittagspause „Herr Ribisel Catering“	
13:00–16:00 Uhr	Vorträge für alle	13-32
16:00–18:30 Uhr	Hauptvortrag und Preisvergabe	33, 6
	Danksagung	34
	Impressum	35

## Veranstalter des Tags der Mathematik 2019

- Beuth Hochschule für Technik Berlin, Fachbereich II Mathematik-Physik-Chemie
- Freie Universität Berlin, Fachbereich Mathematik und Informatik
- Humboldt Universität zu Berlin, Institut für Mathematik
- Technische Universität Berlin, Institut für Mathematik
- Zuse-Institut Berlin (ZIB)
- Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik (WIAS)



BEUTH HOCHSCHULE  
FÜR TECHNIK  
BERLIN  
University of Applied Sciences



# Wettbewerb für Schülerinnen und Schüler



<b>Wettbewerbszeit</b>	09:00–12:00 Uhr (Registrierung der Teams von 08:30-08:50 Uhr)
<b>Wettbewerbsort</b>	Seminarräume in Haus Beuth (A) und Haus Gauß (B)

Der Teamwettbewerb für Schülerinnen und Schüler wird in drei Klassenstufen angeboten:

- 7.-8. Klasse   ■ 9.-10. Klasse   ■ 11.-13. Klasse

Die Teams bestehen aus 3 bis 5 Personen, alle Mitglieder eines Teams müssen aus derselben Klassenstufe sein und dieselbe Schule besuchen.

Von jedem Team sind vier Aufgaben zu lösen. Dabei handelt es sich nicht um reine Rechenaufgaben. Es kommt eher auf das Erkennen von Zusammenhängen und den Entwurf einer Lösungsstrategie an. Um ein Gefühl für mögliche Aufgabentypen zu bekommen, schaut ihr euch am besten ein paar Aufgaben (und Lösungen) von früheren Tagen der Mathematik im Internet an, siehe Historie auf unserer WWW-Seite.

## Preise zu gewinnen!

Die Sieger der Klassenstufe 11-13 werden zur Vergabe des Abel-Preises, eine der höchsten internationalen Auszeichnungen für Mathematikerinnen und Mathematiker, nach Oslo eingeladen. Die mathematischen Institute der Freien Universität, der Humboldt Universität und der Technischen Universität sowie das Berliner Mathematik-Zentrum MATH+ sponsorn diesen Hauptpreis.

Daneben winken attraktive Geld- und Sachpreise für die bestplatzierten Teams der drei Klassenstufen:

	Klassen 7-8	Klassen 9-10	Klassen 11-13
<b>1. Platz</b>	500 € (Rotary Club)	500 € (Sparkasse)	Reise nach Oslo (FU,HU,TU,MATH+)
<b>2. Platz</b>	300 € (Rotary Club)	300 € (WIAS)	300 € (ZIB)
<b>3. Platz</b>	200 € (Rotary Club)	200 € (WIAS)	200 € (ZIB)
<b>4. Platz</b>	150 € (HSH)	150 € (HSH)	150 € (HSH)
<b>5. Platz</b>	100 € (HSH)	100 € (HSH)	100 € (HSH)
<b>Sonderpreis*</b>	40 € Dussmann-Gutschein pro Teammitglied (Sparkasse)	40 € Dussmann-Gutschein pro Teammitglied (VBI)	40 € Amazon-Gutschein pro Teammitglied (Schloss Torgelow)

\* In jeder Klassenstufe wird das beste Team ausgezeichnet, das höchstens ein nicht-weibliches Mitglied enthält und keinen anderen Geldpreis gewinnt.

Die Gewinner der Plätze 6 und höher erhalten Sachpreise je nach Verfügbarkeit durch die Sponsoren.

## Eine kurze Biographie

Niels Henrik Abel war einer der bedeutendsten norwegischen Mathematiker. Er wurde am 5. August 1802 auf der Insel Finnøy in der Nähe von Stavanger als Sohn eines Pfarrers geboren und starb am 6. April 1829 in Froland an einer Tuberkulose. In den ersten Schuljahren trat seine mathematische Begabung nicht sonderlich hervor. Das änderte sich im Alter von etwa 16 Jahren, als er an eine Schule in Oslo (damals Christiania) wechselte. Sein Lehrer, Bernt Holmboe, erkannte Abels außergewöhnliche Fähigkeiten und förderte ihn.

Ab 1821 studierte Abel an der Universität von Oslo und legte dort schon 1822 ein Examen ab. Seine ersten Arbeiten beschäftigten sich mit Integralgleichungen und dem berühmten Problem der Lösung von algebraischen Gleichungen: für algebraische Gleichungen 2. Grades kann man mit Hilfe von Wurzeln die Lösungen direkt angeben („p-q-Formel“), auch für Gleichungen 3. und 4. Grades sind (kompliziertere) Formeln bekannt. Abel bewies, dass dies allgemein für Gleichungen 5. und höheren Grades nicht mehr möglich ist. Im Winter 1825/26 war Abel mit norwegischen Freunden in Berlin, wo er den Mathematiker August Leopold Crelle traf. Crelle wurde Abels enger Freund und unterstützte ihn in vieler Hinsicht. Im ersten Band des Journals für die reine und angewandte Mathematik – später auch kurz „Crelles Journal“ genannt – erschienen allein sieben Artikel von Niels Henrik Abel. Dieser beschäftigte sich weiter mit Integralgleichungen (Abelsches Theorem) und mit der Konvergenz von Reihen und Potenzreihen (Abelsches Kriterium, Abelscher Grenzwertsatz). Viele seiner Ergebnisse waren richtungsweisend für die Mathematik. 1829 sollte Niels Henrik Abel dank Crelles unermüdlichen Einsatzes auf eine Professur für Mathematik in Berlin berufen werden. Crelle schrieb diese Nachricht am 8. April 1829 an Abel, zwei Tage nach dessen Tod.



## Der Abel-Preis für Mathematik

Zum 200. Geburtstag von Abel hat die norwegische Regierung eine Stiftung eingerichtet, deren Erlöse für den neu geschaffenen Abel-Preis für Mathematik bestimmt sind. Dieser ist mit einem Nobelpreis vergleichbar, den es für die Mathematik nie gab. Der Abel-Preis wurde erstmals im Jahr 2003 vergeben und seitdem jährlich im Mai. Er ist mit 6 Millionen norwegischen Kronen dotiert, das sind ca. 600.000 Euro. Die Liste der bisherigen Laureaten umfasst 19 internationale Größen der Mathematik.



## Die Laureatin 2019

Dieses Jahr erhält zum ersten Mal eine Frau diesen angesehenen Preis: die Amerikanerin Karen Keskulla Uhlenbeck, Jahrgang 1942. Sie wuchs in den 1960er Jahren in eine stark männlich geprägte Wissenschaftslandschaft hinein. Sie setzte sich aber durch fachliche Exzellenz durch und wurde so auch zu einem Vorbild für junge Mathematikerinnen.

09:15 Uhr, Ingeborg-Meising-Saal

Peat Schmolke  
Humboldt Universität zu Berlin



## Der Känguru-Mathematikwettbewerb: Wie stellt man gute Aufgaben?

Aufgaben sind ein integraler Bestandteil der Mathematik. Studium oder Grundschule, zu Hause oder im Unterricht, leicht oder schwer: Aufgaben fragen Gelerntes ab, motivieren eine neue Theorie oder bringen gleich ganz neue Forschungsgebiete hervor. Doch was macht eine gute Aufgabe aus?

Im Vortrag wird anhand der Aufgaben des letzten Känguru-Wettbewerbs die Geburt einer Aufgabe nachvollzogen. Wie entsteht ihr mathematischer Gehalt? Wie kommt sie zu ihrer Geschichte? Wie wird sie schwerer oder leichter?



Gewonnene Erkenntnisse können auf den Einsatz von Aufgaben im Mathematikunterricht übertragen werden und diesen so bereichern.

09:15 Uhr, Raum C 20

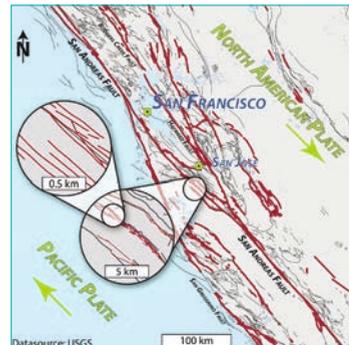
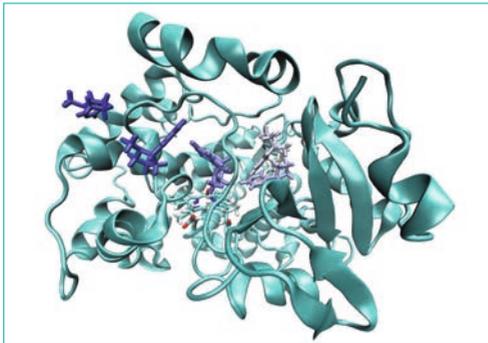
Dr. Martin Heida

Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik Berlin



## Mathematische Mehrskalmethoden in Natur und Technik

In vielen Bereichen der Naturwissenschaften und der daraus resultierenden technischen Anwendungen ist es in zunehmenden Maße wichtig Prozesse gleichzeitig auf mehreren Räumlichen oder zeitlichen Skalen zu verstehen, zu beschreiben und zu berechnen. Zu diesem Zweck wurden in den letzten Jahrzehnten diverse mathematische und numerische Methoden für die verschiedensten Anwendungsgebiete entwickelt. Beispiele hierfür kommen aus der Moleküldynamik, der Halbleitertechnik oder der Geologie. Die konsequente Weiterentwicklung der zugrundeliegenden mathematischen Methoden bleibt dabei eine wichtige Herausforderung. Wir werden dies anhand zweier Mehrskalprobleme aus der Geologie und der Moleküldynamik verdeutlichen und einen Ausblick auf die möglichen weiteren Entwicklungen geben.



10:15 Uhr, Ingeborg-Meising-Saal

Dr. Holger Stephan

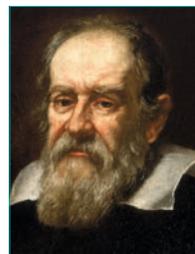
Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik Berlin



## Dreht sich die Erde wirklich um die Sonne? Zum Begriff der Wahrheit in Mathematik und Naturwissenschaften

Ist die Exaktheit der Mathematik für die Naturwissenschaften ein Fluch oder ein Segen? Inzwischen gehört es zum guten Ton, naturwissenschaftliche Aussagen mathematisch zu „beweisen“. Aber wie passen die ewigen Wahrheiten der Mathematik zu den von Raum und Zeit abhängenden Erkenntnissen in den Naturwissenschaften?

Heute weiß jeder Schüler, daß alle Körper „in Wirklichkeit“ gleichschnell fallen obwohl wir in der Realität ständig das Gegenteil beobachten. Das hat Galileo Galilei, entgegen der weit verbreiteten Anekdote vom Turm zu Pisa nicht experimentell, sondern rein mathematisch bewiesen.



Galileo Galilei

Warum sind für uns theoretische Ergebnisse wahrer als beobachtete Tatsachen? Georg Wilhelm Friedrich Hegel sagte: „Wenn die Tatsachen nicht mit der Theorie übereinstimmen - umso schlimmer für die Tatsachen.“



Georg Wilhelm  
Friedrich Hegel

Ernst Mach, der Vater der Relativität in der Physik, hat versucht zu verstehen, was in der Physik tatsächlich bewiesen und was nur „hinzuphantasiert“ ist. Wie kaum ein anderer war er bestrebt, den Dingen wirklich auf den Grund zu gehen.

Es ist nämlich wichtig zu wissen, auf welche wissenschaftlichen Erkenntnisse man sich tatsächlich verlassen kann. Technische Geräte funktioniert einfach nicht, wenn die Theorie falsch ist. Aber wissenschaftliche Erkenntnisse beeinflussen stets auch gesellschaftliche Vorgänge und werden schnell zu Glaubensbekenntnissen. Und wie wir aus der Geschichte wissen, kann man sich sehr ernst darüber streiten, ob sich die Erde wirklich um die Sonne dreht.

Wenn die Tatsachen nicht mit der Theorie übereinstimmen - umso schlimmer für die Tatsachen.



Ernst Mach

10:15 Uhr, Raum C 20 Teil 1  
11:15 Uhr, Raum C 20 Teil 2

## Karl Hosang

Berater für Innovation und Organisationsentwicklung,  
Lehrer für Mathematik und Physik



## Workshop: Der Mathematikunterricht im Jahr 2100

“Das haben wir schon immer so gemacht.” ist ein schönes Totschlagargument gegenüber Veränderung. Außerdem war früher sowieso alles besser, bestimmt auch der Mathematikunterricht.

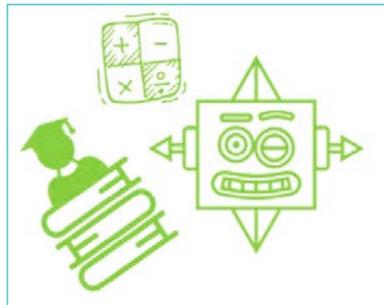
Nichtsdestotrotz verändert die Digitalisierung unsere Gesellschaft. Kinder entwickeln einen gänzlich anderen Umgang mit Technologie. Wissen ist leichter zugänglich denn je, während Influencer einen neuen Rhythmus des Medienkonsums bestimmen.

Und wie wird das wohl mit der Künstlichen Intelligenz? Werden Algorithmen irgendwann die besseren Lehrer sein? Kann man sich dann einfach zum Abitur zocken?

Wie könnte sich in Zukunft die Rolle der Lehrer verändern?

Und neben den technologischen Veränderungen - wie gehen wir mit den sich verändernden Werten, Bedürfnissen und Ansprüchen um? Was soll da nur werden, bei dieser Jugend von heute?

Mit der Methode des Future Thinking, angelehnt an die Innovationsmethode Design Thinking, gucken wir aktuelle Trends an in der Entwicklung von Schule und Unterricht und entwerfen Zukunftsszenarien für den Mathematikunterricht in der Zukunft.



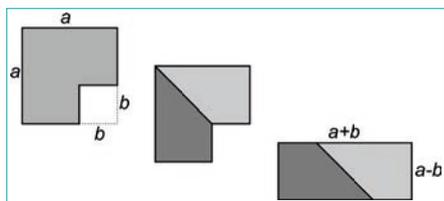
Dieser Workshop ist als ein zusammenhängender Termin mit zwei Teilen konzipiert.

11:15 Uhr, Ingeborg-Meising-Saal

Dr. Luise Fehlinger, Dr. Falk Ebert, Alexander Unger  
Humboldt Universität zu Berlin

## Elementar, mein lieber Watson! – Einfache Zugänge zum Argumentieren im Mathematikunterricht

„Warum fällt der Mond nicht runter?“, „Warum würfle ich einfach keine Sechsz?“, „Warum gibt es keine größte Zahl?“, „Warum, warum, warum...?“ Sobald Kinder halbwegs gut sprechen können, kennt ihr Wissensdurst keine Grenzen. Und je älter sie werden, um so mehr Mühe müssen wir uns mit den Erklärungen geben. Argumente werden oft nicht einfach hingenommen sondern genau unter die Lupe genommen. Aber nicht immer gelingt es, diesen angeborenen Wissensdurst im Mathematikunterricht zu nähren. Werden die Argumente zu schnell zu formal, schreckt das ab. Sind die Ideen zu schnell zu abstrakt, können viele nicht folgen.



Wir wollen für Argumentieren im Mathematikunterricht werben und dazu einfache, bildliche und klare Zugänge präsentieren, die zum einen den Standardkanon an Schulwissen unterstützen und zum anderen Abstecher in schöne und verblüffende Welten ermöglichen. So werden aus abstrakten, formalen Beweisen verständliche,

nachvollziehbare Bilder, die im Kopf bleiben. Das hilft, Wissen schnell zu reaktivieren, und regt an, selbst Bilder zum Argumentieren zu verwenden oder manchmal ganz nebenbei mathematische Sätze plausibel zu machen. eine Unterrichtsstunde aufzulockern; mit manchen lässt sich ohne große Vorbereitung eine Vertretungsstunde bestreiten.

13:00 Uhr, Ingeborg-Meising-Saal  
ab 7. Klasse

Prof. Dr. Heike Ripphausen-Lipa  
Beuth Hochschule für Technik Berlin



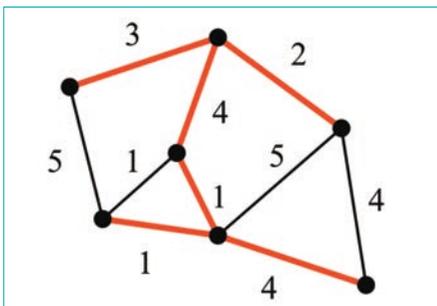
## Können „gierige Verhaltensweisen“ zum Ziel führen?

In unserem Alltag lösen wir ständig Optimierungsprobleme wie z.B. eine möglichst kurze Rundreise durch mehrere Städte zu finden, den Kofferraum eines Autos optimal auszunutzen, usw.

Eine typische Vorgehensweise diese Probleme zu lösen ist das sogenannte Greedy-Verfahren oder auch gierige Verfahren. Bei einem Greedy-Verfahren erweitert man eine Teillösung des Problems durch die momentan am günstigsten erscheinende Möglichkeit.

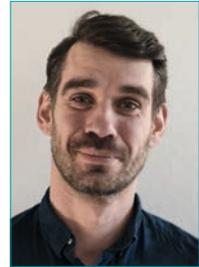
Als Beispiel soll der Aufbau eines Systems von Brücken zwischen mehreren Inseln dienen, sodass man nur über Brücken zwischen den verschiedenen Inseln reisen kann und die Kosten möglichst gering sind. Ein Greedy-Verfahren zum Aufbau eines solchen Systems besteht darin, sukzessiv die kostengünstigste Brücke, d.h. die Brücke kürzester Länge auszuwählen, die nicht überflüssig ist. Dies wird solange wiederholt, bis alle Inseln miteinander verbunden sind.

Es gibt Aufgabenstellungen wie das Bestimmen des Brückensystems mit minimalen Kosten (auch unter dem Namen minimaler Spannbaum bekannt), bei denen Greedy-Verfahren tatsächlich zu einer optimalen Lösung führen. Für andere Aufgabenstellungen, wie z. B. eine kürzeste Rundreise durch Städte zu finden, ist das Greedy-Verfahren jedoch ungeeignet.



13:00 Uhr, Raum C 24  
ab 7. Klasse

Maik Pickl  
Freie Universität Berlin



## Mathematik und Spiele – mit Strategie gewinnen

Spielen ist ein fundamentaler Bestandteil unseres Lebens. Wir lernen durch Spielen und treten dadurch mit Anderen und unserer Umwelt in Beziehung. Und es macht Spaß!

Bei vielen Spielen ist nicht nur der Prozess des Spiels wichtig, sondern auch der Ausgang: gewinne oder verliere ich? Natürlich hoffen wir im Spiel auf eine faire Gewinnchance.

Aber hat euch nicht auch schon einmal das Gefühl beschlichen, dass bei Spielen wie „Tic-Tac-Toe“ oder „Vier gewinnt“ die Person einen Vorteil hat, die als Erster zieht? Vielleicht kennt ihr ja jemanden, der/die behauptet nie zu verlieren?

Wir werden untersuchen, wann und wie es gezielt möglich ist ein Spiel zu gewinnen. Auf der Suche nach solchen Gewinnstrategien werden uns Symmetrien und Copycats begegnen. Mit ein wenig Glück ist es euch danach möglich, durch eine bewusste Anwendung dieser Strategien in Zukunft die Siege der Anderen zu stehlen.

**13:00 Uhr, Raum C 20**  
ab 9. Klasse

**Alexander Unger**  
Humboldt Universität zu Berlin



## **Übernatürliche Zahlen – Zur Unendlichkeit bitte links halten**

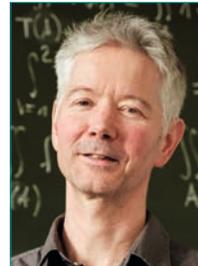
Sicher kennen alle Dezimalzahlen mit unendlich vielen Ziffern hinter dem Komma. Aber gibt es auch Zahlen, die unendlich viele Ziffern vor dem Komma haben? Die gibt es!

Im Vortrag werden „übernatürliche Zahlen“ vorgestellt. Die haben „nach links“ unendlich viele Ziffern. Auch ohne Komma passiert hier allerhand Merkwürdiges. Während Addieren und Subtrahieren fast wie gewohnt laufen, ist auch Dividieren durch 3 oder 17 ein Klacks. Doch beim Multiplizieren kommt schnell unerwartet 0 heraus, -1 sieht ziemlich groß aus, und 41 ist eine Quadratzahl. Ein bisschen übernatürlich halt.

# Vortrag für alle

13:00 Uhr, Raum C 113  
ab 9. Klasse

Prof. Dr. Frank Haußer  
Beuth Hochschule für Technik Berlin



## Maschinelles Lernen ist angewandte Mathematik

Suchanfragen, Kauf- Film- Musikempfehlungen, Meldungen und Nachrichten in sozialen Netzwerken bis hin zu Online-Dating: Wie funktionieren solche „Recommender Systeme“, die uns – manchmal auch ohne dass wir darum gebeten haben – Empfehlungen geben für den nächsten Song, den abendlichen Film, das beste Restaurant oder den idealen Partner? Diese Systeme, die immer mehr mitbestimmen, welchen Ausschnitt der Welt wir wahrnehmen, benutzen Methoden des maschinellen Lernens, die voll von angewandter Mathematik sind.

**Empfehlungsdienst – Wikipedia**  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Empfehlungsdienst> \*  
 Ein Empfehlungsdienst (englisch: Recommender System) ist ein Softwaresystem, welches das Ziel hat, eine Vorhersage zu treffen, die quantifiziert, wie stark das ...  
 Grundlagen · Wissenschaftliche ...

**Recommender system - Wikipedia**  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Recommender\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Recommender_system) \* Diese Seite übersetzen  
 A recommender system or a recommendation system is a subclass of information filtering system that seeks to predict the "rating" or "preference" a user would ...  
 Recommender systems · Information filtering system · Collaborative filtering

Local Dateien  
Videos  
Podcasts  
PLAYLISTS  
Klassik 2  
KlassikDisneyGala

RE-MIXED  
THE TIME CUTTLEBACK FIVE  
THE DAVE BRUBECK QUARTET

Dein Mixtape 1

**13:00 Uhr, Raum C 116**  
ab 11. Klasse

**Prof. Dr. Rüdiger Weis, Prof. Dr. Christian Forler**  
Beuth Hochschule für Technik Berlin



## Die Mathematik hinter der Blockchain

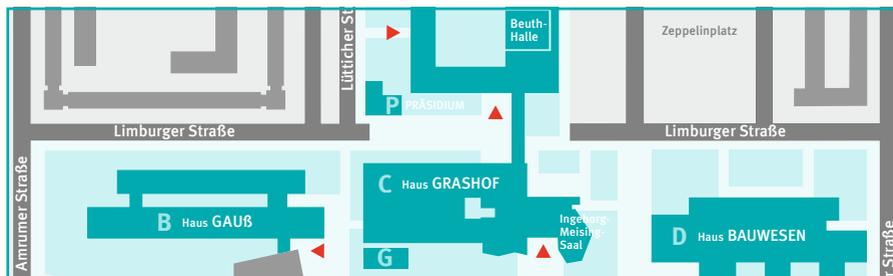
Unter Blockchain Technologien versteht man eine Mischung aus unterschiedlichen Technologien aus der Informatik und Mathematik, die gewährleistet, dass Daten in einer bestimmten Reihenfolge angeordnet werden. Mit diesem relativ einfachen Grundkonzept kann man Dinge wie eine Buchhaltung realisieren, indem man die Daten in ein öffentlich zugängliches und kryptographisch gesichertes, verteiltes Logbuch schreibt.



Der revolutionäre Durchbruch kam mit der Implementierung von Bitcoin als kryptographische Währung. Im ersten Teil unseres Vortrages zeigen wir, dass die Blockchain und digitale Währungen auf recht einfacher Mathematik beruhen und warum gerade dies positive Auswirkungen auf die Sicherheitsanalyse hat. Im zweiten Teil diskutieren wir, welche positive Auswirkungen es gehabt hätte, wenn aktuelle kryptographische Forschungen beim Design einer kryptographischen Währung berücksichtigt worden wären.



<b>Wettbewerb</b>	
<b>9:00 - 12:00</b>	Die Wettbewerbsräume werden den Teams vorab mitgeteilt, bitte achtet auf unsere WWW-Seite.



Vorträge für alle	
<b>13:00</b>	<b>Ingeborg-Meising-Saal</b> ab 7. Klasse <b>Raum C20</b> Können „gierige Verhaltensweisen“ zum Ziel führen? Seite 13
	<b>Raum C113</b> ab 9. Klasse <b>Raum C116</b> Maschinelles Lernen ist angewandte Mathematik Seite 16
<b>14:00</b>	<b>Ingeborg-Meising-Saal</b> ab 7. Klasse <b>Raum C20</b> Das Internet der Dinge – Neue Herausforderungen an die Mathematik Seite 21
	<b>Raum C113</b> ab 9. Klasse <b>Raum C116</b> Wer traut noch dem Computer? Seite 24
<b>15:00</b>	<b>Ingeborg-Meising-Saal</b> ab 7. Klasse <b>Raum C20</b> Wie Mathematik hilft, Krankheiten früher zu erkennen Seite 27
	<b>Raum C113</b> ab 9. Klasse <b>Raum C116</b> Verlust + Verlust = Gewinn: Das Parrondo-Paradoxon Seite 30
<b>16:00</b>	<b>Ingeborg-Meising-Saal</b> Hauptvortrag: Warum spart der Staat Steuern, wenn die Schule eine halbe Stunde früher beginnt?

Vorträge für Lehrkräfte	
<b>9:00</b>	<b>Ingeborg-Meising-Saal</b> MNU Berlin-Brandenburg: Was wir tun und warum es Sie interessieren könnte Seite 8
<b>9:15</b>	<b>Ingeborg-Meising-Saal</b> Der Känguru-Mathematikwettbewerb: Wie stellt man gute Aufgaben? Seite 8
	<b>Raum C20</b> Mathematische Mehrskalmethoden in Natur und Technik Seite 9
<b>10:15</b>	<b>Ingeborg-Meising-Saal</b> Dreht sich die Erde wirklich um die Sonne? Zum Begriff der Wahrheit in Mathematik und Naturwissenschaften Seite 10
	<b>Raum C20</b> Workshop: Der Mathematikunterricht im Jahr 2100 (1. Teil) Seite 11
<b>11:15</b>	<b>Ingeborg-Meising-Saal</b> Elementar, mein lieber Watson! – Einfache Zugänge zum Argumentieren im Mathematikunterricht Seite 12
	<b>Raum C20</b> Workshop: Der Mathematikunterricht im Jahr 2100 (2. Teil) Seite 11

9. Klasse	<b>Raum C24</b>	ab 7. Klasse
Seite 15	Mathematik und Spiele – mit Strategie gewinnen	Seite 14
11. Klasse	<b>Raum C215</b>	ab 11. Klasse
Seite 17	Eine heiße Sache – mit Mathematik elektrothermische Rückkopplung in organischen Leuchtdioden verstehen	Seite 20
9. Klasse	<b>Raum C24</b>	ab 7. Klasse
Seite 23	Unendlich klein und unendlich groß – oder warum ein Mathematiker in jedem Hotel Platz findet	Seite 22
11. Klasse	<b>Raum C215</b>	ab 11. Klasse
Seite 25	Chaos und Fraktale in komplexen Systemen	Seite 26
9. Klasse	<b>Raum C24</b>	ab 7. Klasse
Seite 29	Perfekte Zahlwörter	Seite 28
11. Klasse	<b>Raum C215</b>	ab 11. Klasse
Seite 31	Schallwellen in elektronischer Musik	Seite 32
	– Eine Einladung zur Diskreten Optimierung!	Seite 33

## Preisvergabe

Im Anschluss an den Hauptvortrag  
Seite 6

## Informationen

### Haus Grashof (C), Foyer

Ausführliche Informationen über die MINT-Studiengänge der Berliner Universitäten und der Beuth Hochschule



[www.tdm.berlin](http://www.tdm.berlin)

13:00 Uhr, Raum C 215  
ab 11. Klasse

Dr. Matthias Liero

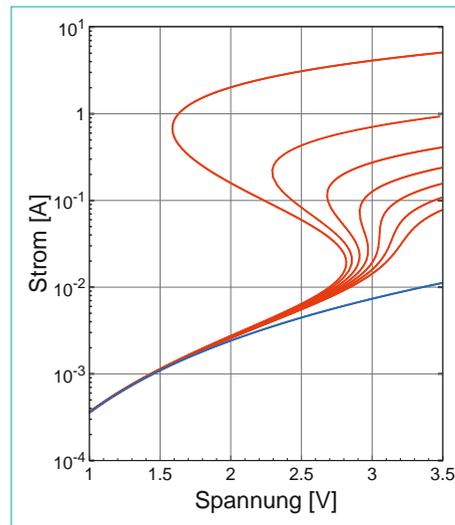
Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik Berlin



## Eine heiße Sache – mit Mathematik elektrothermische Rückkopplung in organischen Leuchtdioden verstehen

Um Vorgänge in der Natur besser zu verstehen oder Prozesse in modernen Technologien zu verbessern, sind mathematische Modelle unerlässlich. Die Simulation solcher Modelle am Computer dient hier oftmals als virtuelles Mikroskop, das es uns erlaubt Effekte sichtbar zu machen, die sonst nur schwer zu erkennen sind.

Die Aufgabe eines Mathematikers ist es, die Modelle auf ihre mathematischen Eigenschaften zu untersuchen. Dies beinhaltet den Nachweis der Lösbarkeit und qualitativer Eigenschaften wie zum Beispiel der Positivität von Lösungen und die Einhaltung physikalischer Grundgesetze, aber auch die effiziente numerische Umsetzung in Algorithmen. In diesem Vortrag soll dieses Vorgehen anhand der Modellierung des Zusammenspiels von Wärme- und Stromfluss durch neuartige organische, d.h. auf Kohlenstoff basierende Leuchtdioden demonstriert werden. Hier treten überraschende Effekte auf, wie z.B. S-förmige Strom-Spannungskennlinien mit negativem differentiellen Widerstand. Mit Hilfe des Modells konnten Vorhersagen über das Verhalten der Leuchtdioden gemacht werden, die in anschließenden Experimenten bestätigt wurden.



14:00 Uhr, Ingeborg-Meising-Saal  
ab 7. Klasse

Prof. Dr. Wolfgang König

Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik Berlin



## Das Internet der Dinge – Neue Herausforderungen an die Mathematik

Auf dem Wege zu drahtlosen Kommunikationsnetzwerken der Zukunft ist noch eine Menge mathematischer Forschung zu bewältigen, insbesondere in der stochastischen Geometrie. Wir geben einen kleinen Einblick in die offenen Probleme und zeigen Lösungsansätze auf. Dabei wird es auch um spannende Phasenübergänge gehen.



14:00 Uhr, Raum C 24  
ab 7. Klasse

Dr. Alexander Fauck  
Humboldt Universität zu Berlin

## Unendlich klein und unendlich groß – oder warum ein Mathematiker in jedem Hotel Platz findet

Die Vorstellung vom Unendlichen beschäftigt die Menschheit bereits seit den Anfängen der Zivilisation. Doch erst Mitte des 19. Jahrhunderts wurde erstmals eine systematische Untersuchung von Unendlichkeit durch Mathematiker möglich. Dabei zeigte sich, dass es unterschiedlich große Unendlichkeiten gibt und erstaunliche Effekte traten zu Tage. So kann zum Beispiel ein Hotel mit unendlich vielen Zimmern, selbst wenn es voll belegt ist, stets noch neue Gäste aufnehmen. Dieses und andere Phänomene im Zusammenhang mit Unendlichkeit sollen in diesem Vortrag vorgestellt und erläutert werden.



**14:00 Uhr, Raum C 20**  
ab 9. Klasse

**Dr. Guillaume Sagnol**  
Technische Universität Berlin



## Mathematik des Schwarzfahrens

Lohnt sich der Kauf einer Fahrkarte? Wir zeigen, wie man mithilfe der Spieltheorie Kontrollen verbessern kann... Oder wie Schwarzfahrer ihren Weg durch das Transportnetz optimieren können!



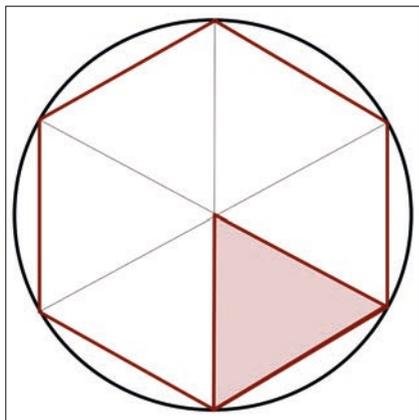
14:00 Uhr, Raum C 113  
ab 9. Klasse

Dr. Martin Weiser  
Zuse Institut Berlin



## Wer traut noch dem Computer?

Viele Probleme, gerade die praxisrelevanten, lassen sich nur mit Computerhilfe lösen. Dabei spielen uns die Rechenknechte mitunter böse Streiche. Im Vortrag werden wir ein leicht verständliches Verfahren zur Berechnung der Kreiszahl Pi entwickeln, beim Ausrechnen aber eine unangenehme Überraschung erleben. Wer einen Taschenrechner mitbringt, kann sich selbst davon überzeugen. Schließlich untersuchen wir, welche Fallen uns beim Rechnen mit dem Computer erwarten, wie wir sie umgehen können, und welche deutlichen Auswirkungen sie bisher in der Welt hatten.



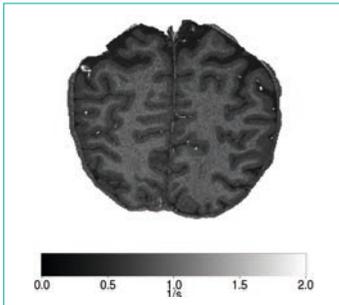
14:00 Uhr, Raum C 116  
ab 11. Klasse

**Dr. Karsten Tabelow**

Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik Berlin



## Die Vermessung des Gehirns



Die Bildgebung mittels Magnetresonanztomographie hat in den letzten Jahrzehnten den Erkenntnisgewinn in den Neurowissenschaften revolutioniert. Neben strukturellen Bildern mit relativen Bildintensitäten, die durch spezielle Einstellungen der Akquisitionsparameter (Wichtungen) aufgenommen werden, haben kürzlich quantitative Verfahren, also die Messung absoluter physikalischer Parameter an Bedeutung gewonnen. Dazu zählt die Diffusionsbildgebung, welche über richtungsabhängige Diffusionskonstanten Rückschlüsse auf die Zellstrukturen zulässt, aber auch die

Relaxometrie. In diesem Vortrag soll ein Einblick in die Möglichkeiten der quantitativen Bildgebung des Gehirns gegeben werden. Dabei kommt es insbesondere auf neue mathematische Verfahren zur Bildverbesserung sowie auf die Verknüpfung verschiedener MR Techniken im Zusammenhang mit biophysikalischen Modellen des Gewebes an.

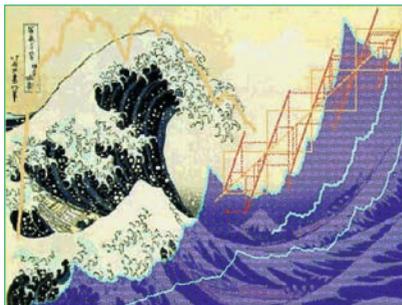
14:00 Uhr, Raum C 215  
ab 11. Klasse

Dr. Rainer Klages  
Technische Universität Berlin



## Chaos und Fraktale in komplexen Systemen

Was sind komplexe Systeme? Was ist Chaos? Und was sind Fraktale? In meinem Vortrag werde ich diese grundlegenden Begriffe einführen und zeigen, wie sie mathematisch verstanden werden können. Ein wichtiger Teil hierbei ist die mathematische Modellbildung, welche Physik mit Mathematik zusammenbringt. An einem einfachen Beispiel werde ich demonstrieren, dass Chaos in komplexen Systemen fraktale Muster generieren kann.

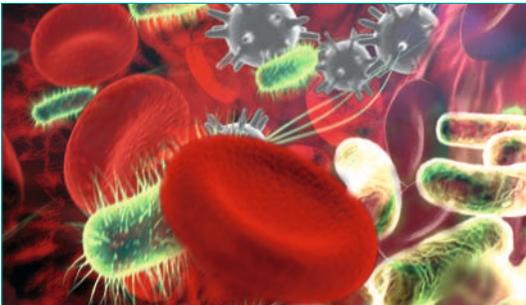


15:00 Uhr, Ingeborg-Meising-Saal  
ab 7. Klasse

Prof. Dr. Tim Conrad  
Freie Universität Berlin

## Wie Mathematik hilft, Krankheiten früher zu erkennen

Fast täglich werden neue Daten über den menschlichen Körper erhoben und gespeichert. Diese Daten werden jedoch meistens nur minimal genutzt: oft gehen medizinisch wichtige Zusammenhänge in diesem Datenmeer einfach unter. Dabei könnten diese Erkenntnisse – einmal entdeckt – neue Wege zur Erkennung von Krankheiten bieten. Das Problem ist meistens die reine Größe der vorhandenen Daten: Mehrere Kleinbusse voller Bücher müssen in kürzester Zeit nach wertvollen Spuren durchsucht geprüft werden. Immer wieder für immer neue Daten.



In diesem Vortrag werde ich erklären, wie die Mathematik helfen kann, die sprichwörtliche „Nadel im Heuhaufen“ zu finden und wie dies vielleicht bald der Medizin helfen kann.

15:00 Uhr, Raum C24  
ab 7. Klasse

Prof. Dr. Steffen Voigtmann  
Beuth Hochschule für Technik Berlin



## Perfekte Zahlwörter

In der Mathematik werden Zahlen durch Symbole dargestellt. Ein bekanntes Beispiel sind die römischen Zahlen, bei denen I, II, III, IV für die Zahlen 1, 2, 3 und 4 stehen. Schon die Vier zeigt aber, dass u. U. recht komplizierte Muster verwendet werden. Warum ist  $IV = 4$  und  $IX = 9$ ? Wäre es nicht viel einfacher, den Buchstaben des Alphabets so Zahlen zuzuordnen, dass  $E+I+N+S = 1$ ,  $Z+W+E+I = 2$ ,  $D+R+E+I = 3$  usw. gilt? Dann wären auch  $V+I+E+R = 4$  und  $N+E+U+N = 9$  perfekte Zahlwörter, die über sich selbst sprechen. Welche perfekten Zahlwörter gibt es? Kann man vielleicht ein maximales perfektes Zahlwort angeben? Solche und ähnliche Fragen sollen mit elementaren Hilfsmitteln beantwortet werden.

E <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	W <sub>7</sub>	N <sub>3</sub>	D <sub>9</sub>	Z <sub>11</sub>
R <sub>14</sub>	V <sub>8</sub>	U <sub>6</sub>	S	C <sub>10</sub>	H <sub>1</sub>
F <sub>2</sub>	B <sub>9</sub>	T <sub>5</sub>	A <sub>4</sub>	O <sub>6</sub>	L <sub>16</sub>

15:00 Uhr, Raum C 20  
ab 9. Klasse

Prof. Dr. Yuri Luchko  
Beuth Hochschule für Technik Berlin



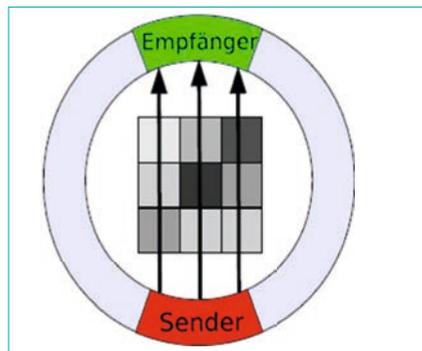
## Mathematische Grundlagen der Computertomographie einfach erklärt

Für medizinische Zwecke ist es manchmal erwünscht oder sogar notwendig zu schauen, was im Inneren des menschlichen Körpers passiert. Dabei sind die echten Schnitte eher nicht erlaubt, die Computertomographie (CT) macht es jedoch möglich.

Wie entstehen aber solche CT-Bilder und welche Rolle spielt dabei Mathematik? Die einfachsten mathematischen Modelle der CT führen auf lineare Gleichungssysteme (LGS), die man bereits im Schulunterricht kennenlernt.

Nun sind das aber einerseits LGS mit sehr vielen Variablen, die in der Regel auch noch mehr Gleichungen als Variablen haben. Andererseits sind sowohl die Koeffizienten als auch die rechten Seiten dieser LGS nur aus Messungen bekannt und deswegen fehlerbehaftet.

Im Vortrag klären wir, wie man mit solchen LGS zurechtkommt und geben einen kurzen Ausblick auf fortgeschrittene mathematische Modelle der CT.



15:00 Uhr, Raum C 113  
ab 9. Klasse

Dr. Stefanie Winkelmann  
Zuse Institut Berlin



## Verlust + Verlust = Gewinn: Das Parrondo-Paradoxon



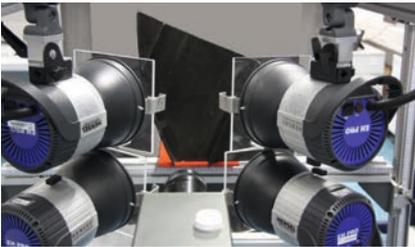
„Das ist nicht fair!“ Solch einen Satz hört man schon von kleinen Kindern, wenn sie sich ungerecht behandelt fühlen. Die meisten Menschen haben ein klares Gespür dafür, wann eine Situation oder ein Spiel für sie fair oder unfair ist. Auf einen Münzwurf, bei dem man entweder einen Euro gewinnt (bei „Kopf“) oder 100 Euro zahlen muss (bei „Zahl“) würde sich wohl kaum jemand einlassen – schließlich ist der im Mittel zu erwartende Verlust viel zu groß. Was aber, wenn man zwei solche Verlustspiele zu einem Gewinnspiel kombinieren kann, indem man sie abwechselnd spielt? Lassen sich dann quasi aus dem Nichts Gewinne erzeugen und man kann beliebig reich werden? In diesem Vortrag werden wir das sogenannte Parrondo-Paradoxon untersuchen, bei dem der Wechsel zwischen unvorteilhaften Situationen tatsächlich Vorteile bringt. Wir definieren den Begriff der Fairness im mathematischen Sinne und zeigen, wie man mithilfe der Mathematik ein wenig Ordnung in die Welt des Zufalls bringen kann. Warum wir trotz allem nicht ins Casino gehen und mit beliebigen Gewinnen rechnen können, wird dabei ebenfalls geklärt.

15:00 Uhr, Raum C 116  
ab 11. Klasse

Dr. Sebastian Götschel  
Zuse Institut Berlin



### Mathematik für zerstörungsfreies Prüfen



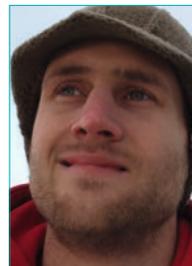
Jeden Tag vertrauen wir auf die Zuverlässigkeit unzähliger Dinge: Brücken, Autos, Fahrräder... Damit all diese Sachen nicht plötzlich kaputt gehen, müssen sie während der Herstellung und des Betriebs auf ihre Sicherheit getestet werden. Zerstörungsfreies Prüfen ermöglicht es dabei, die Qualität sicherzustellen ohne dass beispielsweise Proben entnommen werden müssen. Wir beschäftigen

uns damit, mit mathematischen Methoden aus Messdaten wie dem Temperaturverlauf Rückschlüsse auf die innere, von außen nicht ohne weiteres erkennbare Struktur verschiedener Objekte zu ziehen, Defekte zu finden und ihre Abmessungen zu bestimmen.

15:00 Uhr, Raum C 215  
ab 11. Klasse

**Dr. Michiel Renger**

Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik Berlin



## Schallwellen in elektronischer Musik

In klassischer Musik kann man Klänge bestimmten Musikinstrumenten zuordnen. Man kann sagen, klassische Musik ist aus den Klängen von Instrumenten zusammengesetzt. In elektronischer Musik geht das eher nicht. Solche Klänge werden mit Synthesizern hergestellt. Aber was für eine Mathematik steckt da eigentlich dahinter? Zu diesem Zweck werde ich eine tiefliegende und wichtige mathematische Theorie besprechen – die Fourieranalyse. Mit ihr kann man Klangwellen in bestimmte Bausteine zerlegen. Danach werden wir sehen (und hören) wie man umgekehrt Klänge aus diesen Bausteinen auf einem Synthesizer konstruieren kann.



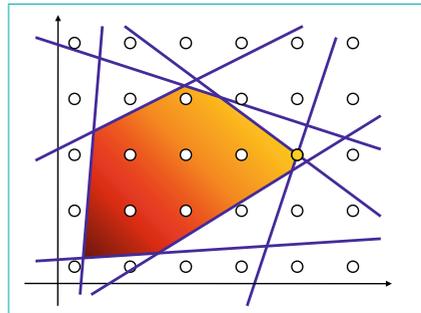
16:00 Uhr, Ingeborg-Meising-Saal

Prof. Dr. Armin Fügenschuh  
Brandenburgische Technische Universität Cottbus–Senftenberg



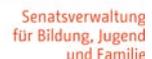
## Warum spart der Staat Steuern, wenn die Schule eine halbe Stunde früher beginnt? – Eine Einladung zur Diskreten Optimierung!

Ein Prototyp schwieriger Optimierungsprobleme ist das Problem des Handlungsreisenden, welches in vielen verschiedenen Anwendungsbereichen eine Rolle spielt: gegeben ist eine große Menge von Städten, und gesucht ist unter allen Touren, die jede Stadt jeweils genau ein Mal besuchen und am Ende wieder am Ausgangspunkt ankommen, eine Tour mit minimaler Gesamtlänge. Mit welcher Art von Mathematik kann dieses Problem erfasst (d.h. modelliert) und gelöst werden? In dem Vortrag wird diese Mathematik vorgestellt. Mit diesem Vorwissen können wir uns dann der Frage zuwenden, warum der Staat Steuern spart, wenn die Schule eine halbe Stunde früher beginnt.



Wir danken allen Mitwirkenden für ihre Beiträge zum Vortragsprogramm, den Aktionsbeiträgen und Informationsständen. Ein besonderer Dank gilt den unzähligen Helfern im Hintergrund, die für die Erstellung der Webseite und des Programmhefts, den reibungslosen Ablauf des Tages, die Erstellung der Aufgaben, die Aufsicht während des Wettbewerbs und die Bewertung der Lösungen sorgen.

Wir bedanken uns ebenso herzlich bei allen Spendern und Sponsoren des Tags der Mathematik 2019:



**Der Berliner Tag der Mathematik 2019 wird organisiert durch folgendes Team:**

Martin Oelrich (Leitung), Patrick Erdelt, Diana Estevez Schwarz, Marzena Fügenschuh, Yuri Luchko, Marlene Müller, Thomas Winter.

**Mit freundlicher Unterstützung von:**

Artur Jurgawka, Monika Gross, Wolfgang Hahn, Marc Kirch, Christoph König, Tobias Stark, Robert Strzebkowski, Ramona Wenau und zahlreichen studentischen Helfer/inne/n.

Redaktion des

Programmhefts: Marlene Müller, Diana Estevez Schwarz, Martin Oelrich  
Beuth Hochschule für Technik Berlin

Inhalt: Beiträge zu Vorträgen, Ausstellung und Aktion stammen von den jeweiligen Personen

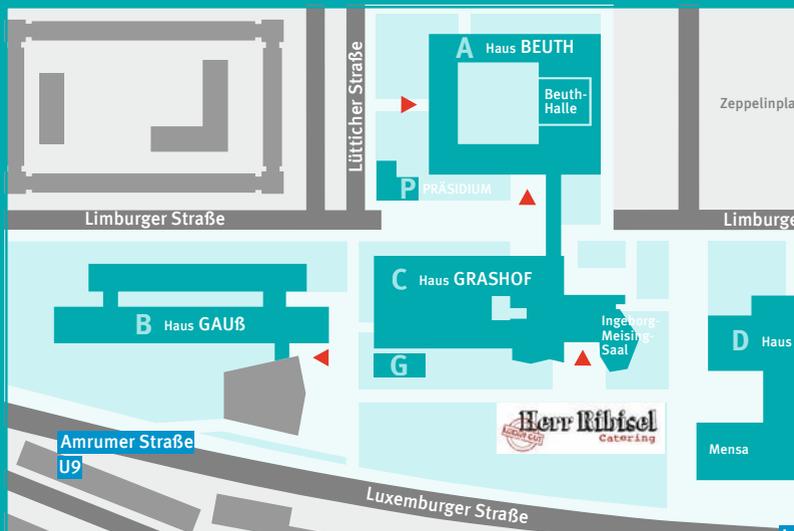
Layout: Christoph König, Pressestelle der Beuth Hochschule

Druck: mit freundlicher Unterstützung der Techniker Krankenkasse

Stand: 30. April 2019, Änderungen vorbehalten!

Auflage: 300 Exemplare

## So findet man uns!



**Beuth Hochschule für Technik Berlin**  
 Luxemburger Straße 10 ■ 13353 Berlin

U-Bahn-Stationen: Amrumer Straße (U9), Leopoldplatz (U6, U9)

# www.tdm.berlin

08:30–08:50 Uhr	<b>Registrierung der Wettbewerbsteams</b> Seminarräume in Haus Beuth (A) und Haus Gauß (B)	
09:00–12:00 Uhr	<b>Wettbewerb für Schülerinnen und Schüler</b> Seminarräume in Haus Beuth (A) und Haus Gauß (B)	<b>Vorträge für Lehrerinnen und Lehrer</b> Vortragsräume in Haus Grashof (C)
12:00–13:00 Uhr	<b>Mittagspause</b> „Herr Ribisel Catering“ gegenüber Haus Grashof	
13:00–16:00 Uhr	<b>Vorträge für alle</b> <b>Ausstellung und Informationsstände</b> Vortragsräume und Foyer in Haus Grashof (C), einzelne Aktivitäten an anderen Orten sind ausgeschildert	
16:00–18:30 Uhr	<b>Hauptvortrag</b> von Prof. Dr. Armin Fügenschuh <b>mit anschließender Preisvergabe</b> Ingeborg-Meising-Saal in Haus Grashof (C)	