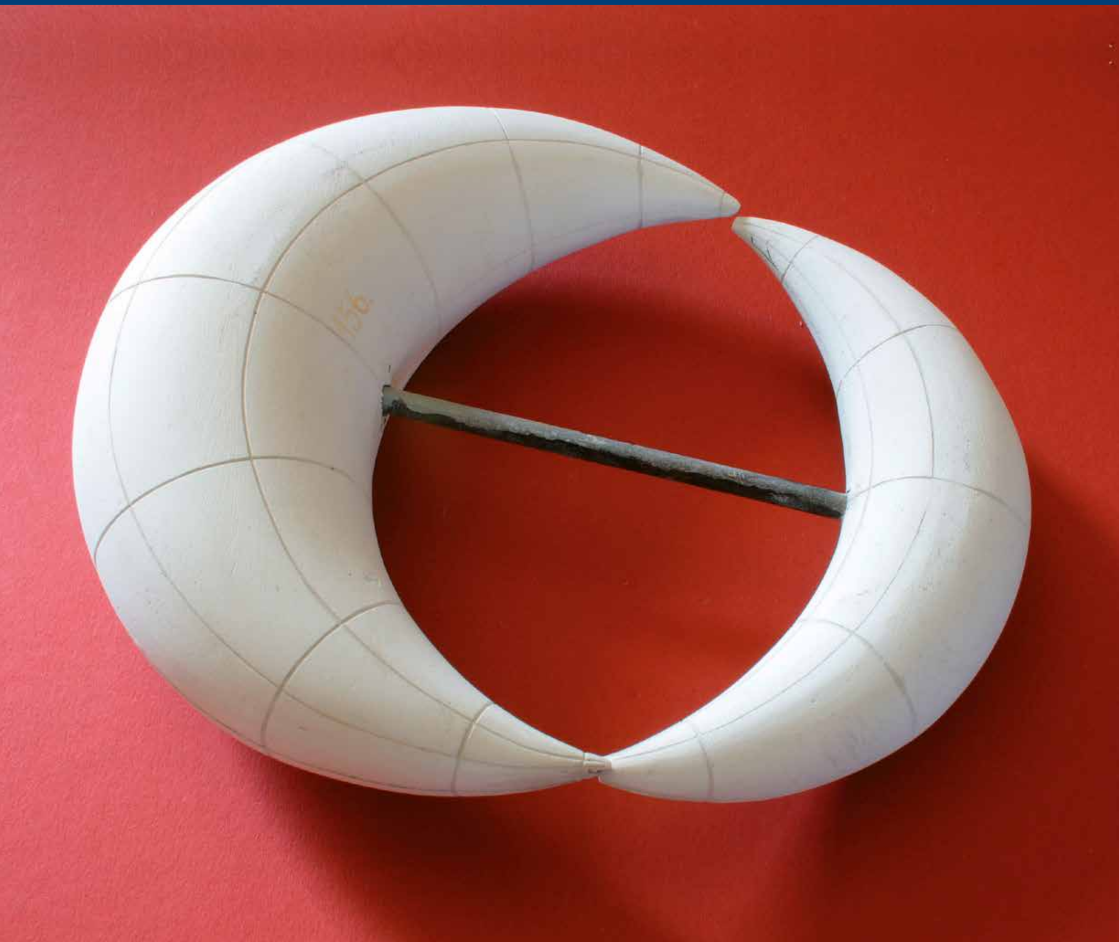
GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT GÖTTINGEN



MATHEMATIK STUDIEREN

in Göttingen

Inhalt

Wie und wann geht's los

... mit dem Sommerstudium?

Ein ganz besonderes Angebot für Studienanfänger*innen stellt das »Sommerstudium Mathematik« dar. Hier wird in den Monaten August und September die Vorlesung »Differenzial- und Integralrechnung I« als Sommerkurs gelesen, und es kann eine Prüfung abgelegt werden, die für das reguläre Bachelorstudium angerechnet wird. Studienanfänger*innen können so ihr erstes Semester deutlich entlasten.
uni-goettingen.de/mat-sommerstudium

... mit dem Propädeutikum?

Allen, die das Sommerstudium nicht besuchen, empfehlen wir dringend den Besuch des »Mathematischen Propädeutikums«. Dieses schlägt für Studienanfänger*innen eine Brücke zwischen Schul-Mathematik und Hochschul-Mathematik. Es bereitet gezielt auf die Vorlesungen des ersten Semesters in Mathematik vor, findet im September statt und dauert 3 Wochen.
uni-goettingen.de/mat-propaedeutikum

... mit der Orientierungsphase?

Studierende höherer Semester bringen Studienfänger*innen das Mathematikstudium während der sogenannten O-Phase näher. Man lernt die Stadt Göttingen und die Georg-August-Universität kennen, bekommt die wichtigsten organisatorischen Informationen rund um das erste Semester und lernt zukünftige Kommiliton*innen kennen. Eine Teilnahme lohnt sich in jedem Fall!
uni-goettingen.de/mat-ophase

Steckbrief des Bachelorstudiengangs Mathematik

Akademischer Grad	Bachelor of Science (B.Sc.)
Regelstudienzeit	6 Semester
Möglicher Studienbeginn	Wintersemester
Zu absolvierende Leistungspunkte, genannt Credits (C)	180 Credits insgesamt, davon: · 120 C Mathematik · bis zu 30 C aus Anwendungsfächern · 18 C Schlüsselkompetenzen · 12 C Bachelorarbeit
Göttinger Arbeitsschwerpunkte, siehe Seite 11–17 zu den Inhalten	· Moderne Geometrie · Zahlentheorie · Angewandte Mathematik · Optimierung · Wahrscheinlichkeitstheorie · Mathematische Statistik
Wählbare Anwendungsfächer	· Betriebswirtschaftslehre · Chemie · Informatik · Philosophie · Physik · Volkswirtschaftslehre
Zugehöriger Masterstudiengang	Masterstudiengang Mathematik (M.Sc.)
Besondere Merkmale	· Wahlfreiheit ab dem 5. Semester · Forschungsnähe · Kompetente Studienberatung · Gute Betreuung, insbesondere zu Beginn und am Ende des Studiums

Struktur des Bachelorstudiums

Im ersten Studienjahr liegt der Fokus auf den mathematischen Grundlagen.
Mit dem zweiten Studienjahr erweitern Studierende ihre erworbenen Kenntnisse durch die Einführungsveranstaltungen in die Göttinger Arbeitsschwerpunkte.

Ab dem 5. Semester können dann vertiefende Veranstaltungen frei gewählt werden. Diese bilden die Basis für das dritte Studienjahr, das auch als erste wissenschaftliche Arbeit die Bachelorarbeit enthält.

1. Semester		2. Semester	
Lineare Algebra/ Geometrie 1	Analysis 1	Lineare Algebra/ Geometrie 2	Analysis 2
Schlüsselkompetenz: Programmierkurs	Anwendungsfach	Elementare Wahrscheinlichkeitsrechnung und statistische Datenanalyse	Anwendungsfach

3. Semester		4. Semester	
Funktionentheorie	Algebra 1	Funktionalanalysis	Algebra 2
Numerik und Optimierung 1	Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie	Numerische Optimierung 2	Stochastik
Module wählbar aus Schlüsselkompetenzen und Anwendungsfach			

5. Semester		6. Semester	
Weiterführende mathematische Veranstaltung	Seminar in Mathematik (eigener Vortrag)	Weiterführende mathematische Veranstaltung	Weiterführende mathematische Veranstaltung
Weiterführende mathematische Veranstaltung	Anwendungsfach	Schlüsselkompetenz	Bachelorarbeit

Steckbrief des Bachelorstudiengangs Mathematical Data Science

Akademischer Grad	Bachelor of Science (B.Sc.)
Regelstudienzeit	6 Semester
Möglicher Studienbeginn	Wintersemester
Zu absolvierende Leistungspunkte, genannt Credits (C)	180 Credits insgesamt, davon: · 81 C Grundlagen der Mathematik, Informatik und Data Science · 51 C Vertiefungsstudium und Schwerpunktbildung · 33 C Professionalisierungsbereich inklusive Schlüsselkompetenzen · 15 C Bachelorarbeit im gewählten Schwerpunkt
Vier wählbare Studienschwerpunkte siehe Seite 18–21 zu den Inhalten	· Optimierung und Bildverarbeitung · Mathematische Statistik · Maschinelles Lernen · Angewandte Statistik und Ökonometrie
Mögliche anschließbare Masterstudiengänge	Je nach individueller Ausgestaltung des Studiums: · Masterstudiengang Mathematik (z. B. mit dem Profil »Mathematical Data Science«) · Masterstudiengang Angewandte Informatik · Masterstudiengang Angewandte Statistik
Besondere Merkmale	· Studieren an der Schnittstelle von Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften · Forschungsnähe · Individuelle Schwerpunktbildung · Kompetente Studienberatung · Gute Betreuung, insbesondere zu Studienbeginn und am Ende

Struktur des Bachelorstudiengangs Mathematical Data Science

Data Science beschäftigt sich mit dem Aufdecken von Mustern und dem wissenschaftliche Umgang mit großen Datenmengen. Hierzu werden in den ersten Semestern zunächst Grundlagen in den Gebieten Mathematik und Informatik gelegt. Die Grundlagen der Mathematical Data Science in den darauf folgenden Semestern umfassen das Erlernen moderner mathematischer und statistischer Methoden zur Datenanalysis und Strukturerkennung. Ab dem zweiten Studienjahr können Module aus dem angestrebten Schwerpunkt gewählt werden.

Grundlagen in Mathematik und Informatik

1. Semester		2. Semester	
Lineare Algebra/ Geometrie 1	Analysis 1	Analysis 2	Elementare Wahrscheinlichkeitsrechnung und statistische Datenanalyse
Programmierkurs	Informatik I	Diskrete Mathematik	Professionalisierungsbereich

Grundlagen in Mathematical Data Science und erste Schwerpunktbildung

3. Semester		4. Semester	
Numerik und Optimierung 1	Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie	Numerik und Optimierung 2	Data Science: Grundlagen
Schwerpunkt	Professionalisierungsbereich	Stochastik	Professionalisierungsbereich

Schwerpunktbildung:

Mehr Informationen dazu gibt es auf den Seiten 18-21.

5. Semester		6. Semester	
Schwerpunkt	Praktikum im Schwerpunkt	Bachelorarbeit	Schwerpunkt
Schwerpunkt	Professionalisierungsbereich	Schwerpunkt	

Mathematik im Profil Lehramt im 2-Fächer-Bachelorstudiengang

Akademischer Grad	Bachelor of Arts (B.A.)
Regelstudienzeit	6 Semester
Möglicher Studienbeginn	Wintersemester
Zu absolvierende Leistungspunkte, genannt Credits (C)	180 Credits insgesamt, davon: · 66 C pro Fach · 36 C Professionalisierungsbereich · 12 C Bachelorarbeit
Ausgestaltung des Lehramtsprofils	36 C für den Professionalisierungsbereich werden auf Erziehungswissenschaften, Praktika und Fachdidaktik aufgeteilt.
Wählbare Zweitfächer im Lehramt	Biologie, Chemie, Chinesisch als Fremdsprache, Deutsch, Englisch, Erdkunde, Ev. Religion, Französisch, Geschichte, Griechisch, Informatik, Latein, Philosophie, Physik, Politikwissenschaften, Russisch, Spanisch, Sport, Werte und Normen
Besondere Merkmale	· Spezielle Übungen für das Lehramt ab dem ersten Semester · Kompetente Studienberatung · Gute Betreuung im Studium

Exemplarischer Studienaufbau:
Nur Mathematik, das 2. Fach und die Bildungswissenschaften kommen noch hinzu

1. Semester Grundzüge der Algebra und funktionaler Zusammenhänge Lin. Algebra/Geo 1	**2. Semester** Geometrie Mathematisches Anwendersystem
3. Semester Analysis 1	**4. Semester** Analysis 2 · Fachdidaktik Mathematik
5. Semester Schulbezogene Angewandte Mathematik Schulbezogene Grundlagen der Stochastik	**6. Semester** Proseminar in Mathematik Bachelorarbeit in Mathematik oder im zweiten Fach

Die Georg-August-Universität bietet für das gymnasiale Lehramt das Lehramtsprofil im Zwei-Fächer-Bachelor und den Master of Education an. Das Fach Mathematik lässt sich mit jedem Zweitfach kombinieren. Für künftige Berufsschullehrer*innen gibt es das Zweitfach Mathematik im Studiengang Wirtschaftspädagogik. Der Schwerpunkt im Bachelor für das gymnasiale Lehramt liegt im Fachstudium: Lehramtsstudierende der Mathematik erhalten in Göttingen eine umfassende und solide Fachausbildung, von der sie das ganze Berufsleben profitieren.
Die Mathematik in Göttingen bietet mehrere fachwissenschaftliche Angebote extra für das Lehramt an: Im ersten Semester führt eine speziell für das Lehramt konzipierte Veranstaltung mit dem Titel »Grundzüge der Algebra und funktionaler Zusammenhänge« systematisch in die Denk- und Argumentationsweise der Mathematik ein. Dabei wird stringent mit sinnhaften Beispielen und Motivationen gearbeitet.
Gleichzeitig wird von den klassischen Grundvorlesungen nur die Lineare Algebra im ersten Semester belegt und die Analysis für das zweite Studienjahr aufgespart.
In der angewandten Mathematik und in Stochastik werden spezielle Vorlesungen für das Lehramt angeboten und im Master gesonderte fachwissenschaftliche und natürlich fachdidaktische Seminare.
Im Zwei-Fächer-Bachelor gibt es pro Fach je eine Veranstaltung in Fachdidaktik. In dieser kümmern Sie sich darum, was bei Lehr-Lern-Prozessen in der Mathematik geschieht und wie Lehrer*innen ihre mathematischen Fähigkeiten für abwechslungsreiche Aufgaben für das Üben, das Problemlösen und das Modellieren in heterogen zusammengesetzten Klassen nutzen können. Auch Maßnahmen zur Differenzierung für die individuelle Förderung sind ein Thema. Auf dieser Grundlage bauen wir im Master in der Vorbereitung und der Begleitung des Schulpraktikums auf und betrachten in den Seminaren bestimmte Situationen der Didaktik der Algebra, Stochastik, Analysis und Geometrie genauer.

Mathematik im Profil studium generale im 2-Fächer-Bachelorstudiengang

Ausgestaltung des Profils studium generale	Im Professionalisierungsbereich im Umfang von 36 Credits dürfen Module der Mathematik, des zweiten Fachs oder Schlüsselkompetenzmodule gewählt werden. Die Ausgestaltung dieses Bereichs sollte die Zulassungsbedingungen eines gegebenenfalls angestrebten Masterstudiengangs berücksichtigen.
Wählbare Zweitfächer im Profil studium generale	Mathematik kann in diesem Profil sowohl mit geistes-, kultur- oder sozialwissenschaftlichen Fächern, Rechtswissenschaften, Informatik, Volkswirtschaftslehre oder Sprachen kombiniert werden. Die vollständige Auswahl finden Sie über unsere Webseite.
Zugangsmöglichkeiten zum Masterstudiengang Mathematik	Mindestens 90 Credits müssen in Mathematik erbracht werden und die Bachelorarbeit sollte in Mathematik geschrieben werden. Details dazu finden Sie auf unserer Webseite. Die Studienberatung unterstützt Sie gerne bei der passenden Studienplanung.

Exemplarischer Studienaufbau (nur Mathematik, das zweite Fach kommt noch hinzu)

1. Semester Grundzüge der Algebra und funktionaler Zusammenhänge Lin. Algebra/Geo 1	**2. Semester** Geometrie Mathematisches Anwendersystem
3. Semester Analysis 1	**4. Semester** Analysis 2 · Proseminar Mathematik
5. Semester Numerische Mathematik Stochastik	**6. Semester** Seminar in Mathematik Bachelorarbeit in Mathematik oder im zweiten Fach

Inhaltliche Ausrichtung der Göttinger Mathematik

Die folgenden Seiten gewähren einen inhaltlichen Einblick in die Göttinger Mathematik: Mit welchen spannenden Fragen beschäftigen sich Mathematiker*innen in Göttingen? Welche Arbeits- und somit auch Studienschwerpunkte gibt es in Göttingen?

Göttinger Arbeitsschwerpunkte im Fokus

Im Bachelorstudiengang Mathematik können Sie ab dem fünften Semester Ihre mathematischen Veranstaltungen frei wählen. Insbesondere spezialisieren Sie sich in einem mathematischen Gebiet, das Ihnen gefällt und in dem Sie auch Ihre Bachelorarbeit schreiben möchten. Die möglichen Gebiete sind eng mit den in Göttingen vorhanden mathematischen Arbeitsschwerpunkten verknüpft, welche sich hier vorstellen.

Seite 12-17

Göttinger Schwerpunkte in Mathematical Data Science

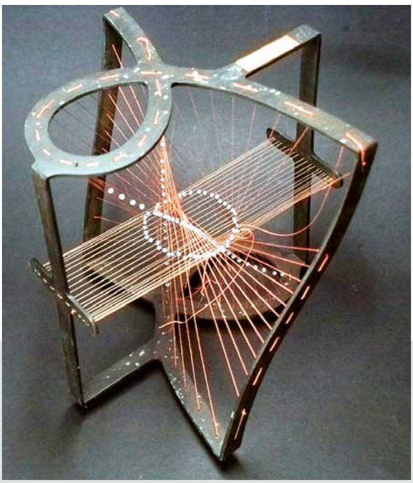
Im Vertiefungsstudium des Bachelorstudiengangs Mathematical Data Science wählen Sie einen aus vier möglichen Studienschwerpunkten. Darin belegen Sie ein Praktikum und weiterführende Module. Dort schreiben Sie auch Ihre Bachelorarbeit. Mögliche Schwerpunkte sind: »Optimierung und Bildverarbeitung«, »Mathematische Statistik«, »Maschinelles Lernen« und »Angewandte Statistik und Ökonometrie«, welche im Folgenden vorgestellt werden.

Seite 18-21

Arbeitsschwerpunkt Moderne Geometrie

Was ist spannend an dem Thema?
Geometrie ist die Muttersprache der Physik. Jedoch reicht hierfür die klassische Schulgeometrie nicht aus, wie Quantenmechanik und Relativitätstheorie eindrucksvoll vorführen. So bildet die Riemannsche Geometrie eine mathematische Beschreibung der allgemeinen Relativitätstheorie. Sie untersucht, auf welche Weise physikalische Formen und Räume gekrümmt sein können. Dabei liefern tief liegende Verbindungen zur Analysis überraschende Einschränkungen an die mögliche Gestalt physikalischer Räume.
Ein spannender neuer Ansatz ist die sogenannte nicht-kommutative Geometrie, wie sie auch in Göttingen entwickelt wird. Schon die fundamentale Frage, was eigentlich ein geometrischer Punkt ist, wird hierbei ganz neu gestellt. Die Antwort mag überraschen: Man verzichtet in der nicht-kommutativen Geometrie auf das Konzept des Punktes. Stattdessen muss man ganz neue mathematische Konstrukte für diese Art von Geometrie finden.

Was ist eine typische Fragestellung in diesem Gebiet?
Was ist eine gute mathematische Beschreibung eines nicht-kommutativen Raumes? Was sind Symmetrien solcher Räume und wie beschreibt man sie? Gibt es eine Skala, auf der man unseren Anschauungsraum und die Schulgeometrie wiederfindet? Welche Gleichungen sind für die Klassifikation von Krümmungen nutzbar? Mit welchen algebraischen Werkzeugen kann man die darin enthaltene Information sichtbar machen?
Das Spannende daran ist: Um solche Fragen überhaupt sinnvoll stellen zu können, muss man oftmals neue mathematische Objekte und Strukturen entwickeln!



Regelfläche aus der Göttinger Sammlung mathematischer Modelle und Instrumente

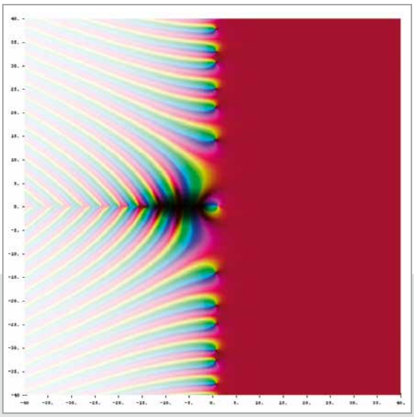
Arbeitsschwerpunkt Zahlentheorie

Was ist spannend an dem Thema?

»Mathematik ist die Königin der Wissenschaften, und Zahlentheorie ist die Königin der Mathematik« (C. F. Gauß).
Scheinbar einfache Fragestellungen über Eigenschaften von Zahlen, die sich bei näherem Hinsehen als richtig harte Nüsse erweisen, haben Mathematikerinnen und Mathematiker seit Jahrtausenden fasziniert. Zu ihrer Lösung braucht es ein weitgefächertes Arsenal an Methoden aus Algebra, Geometrie und Analysis. Und ziemlich clevere Ideen. In den letzten 200 Jahren seit Gauß ist in Göttingen sehr viel moderne Zahlentheorie entwickelt worden. Heutzutage weiß man, dass dieser Erkenntnisgewinn an der Schnittstelle zu den Anwendungen steht. Keine Kreditkartentransaktion, nicht einmal das Bezahlen im Supermarkt mit der EC-Karte, ist möglich, ohne dass im Hintergrund eine Menge Zahlentheorie abläuft.

Was ist eine typische Fragestellung in diesem Gebiet?

Wenn ich aus einem Sack mit lauter 500stelligen Zahlen eine Zahl ziehe, wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass es eine Primzahl ist? Wie kann ich überhaupt erkennen, ob eine 500stellige Zahl eine Primzahl ist? Wenn es eine ist, was ist die nächstgrößere Primzahl? Der Göttinger Mathematiker B. Riemann hat eine sehr tiefe Vermutung über die Verteilung der Primzahlen aufgestellt, die immer noch ungelöste »Riemannsche Vermutung«, für deren Lösung ein Preisgeld von 1 Million Dollar ausgesetzt ist. Der Schlüssel zum Erfolg steckt in den mysteriösen Eigenschaften der Riemannschen Zetafunktion. Ein ganz anderer Typ von Problemen betrifft die Lösungen einer Gleichung wie etwa $a^b - c^d = 1$ in natürlichen Zahlen. Eine kann man sehen: $3^2 - 2^3 = 1$. Gibt es noch mehr? Der Mathematiker E. Catalan vermutete 1844, dass das nicht der Fall ist. Vielfältige Methoden wurden seitdem zur Untersuchung der Frage eingesetzt und entwickelt. Ein Göttinger Mathematiker hat's in 2002 gelöst.



Riemannsche ζ-Funktion

Arbeitsschwerpunkt Angewandte Mathematik

Was ist spannend an dem Thema?

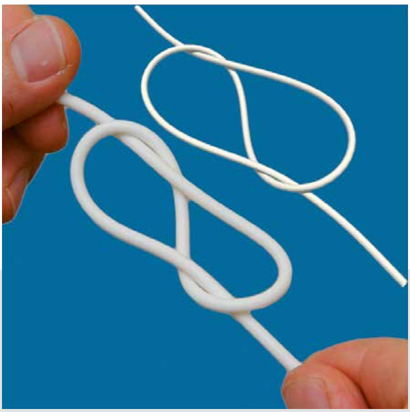
»Mathematik ist die Sprache der Natur.« (Galileo Galilei)

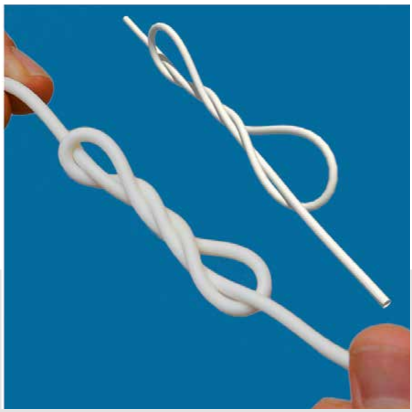
Mathematische Modelle können Verborgenes sichtbar machen, indem sie Naturgesetze nachbilden. Konzentration auf das Wesentliche ist hier gefragt! Nach der Übersetzung in die Sprache der Mathematik sehen scheinbar unterschiedliche Probleme oft überraschend ähnlich aus. Mathematische Modelle erlauben dann erstaunlich genaue Vorhersagen natürlicher Phänomene. Schon Gauß konnte so die Positionen des bis dahin verborgenen Planeten Ceres mit großer Genauigkeit berechnen. Übrigens: Die von Gauß dafür entwickelten Methoden sind bis heute weit verbreitet in der Datenanalyse in Wissenschaft und Technik. Seit Gauß' Zeiten sind in der mathematischen Forschung viele neue Modelle entwickelt worden. Deren Simulation auf dem Computer ermöglicht immer präzisere Vorhersagen.

Was ist eine typische Fragestellung in diesem Gebiet?

Wie simuliert man Luftströmungen? Wie muss die Tragfläche eines Flugzeugs oder die Motorhaube eines Autos beschaffen sein, um möglichst wenig Turbulenz zu erzeugen und so mit möglichst wenig Kraftstoff auszukommen? Das ist nur eines von vielen Beispielen, wo mathematische Modelle eine zentrale Rolle in der Simulation von Natur und Technik spielen: Man denke an Special Effects in 3D-Animationsfilmen (Rauch, Wasser, Stoff, Fell, Kollisionen), virtuelle Verfahren in der Medizin (Operationsplanung, Computer- oder Kernspin-Tomographie), digitale Fotografie (Entrauschen, Glätten, Filtern), Vorhersage von Naturphänomen (Erdbeben, Klimawandel, Wetter), Sicherheit in der Architektur (Tragfähigkeit von Brücken, Stabilität von Gebäuden) oder virtuelle Fabriken (Produktionsplanung und Design). Mit diesen und zahlreichen anderen Herausforderungen beschäftigt sich die angewandte Mathematik.

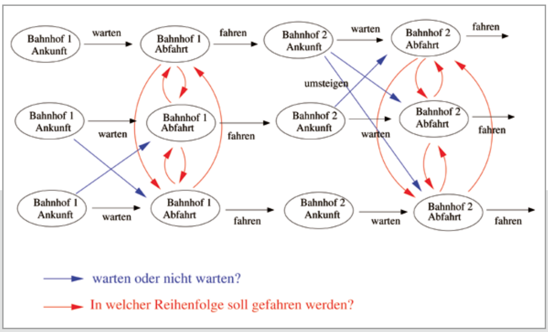
Elastische Stäbe – Experiment und Simulation

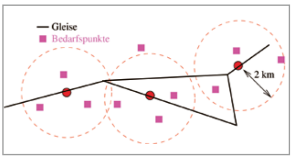




Was ist spannend an dem Thema?
Die Menschheit muss in den kommenden Jahren eine Vielzahl von Problemen lösen: Das Klima verändert sich, die Weltbevölkerung steigt rasant, aber die Energiereserven gehen dem Ende zu. Diese Entwicklungen stellen die Menschheit vor ganz neue Herausforderungen, die einen bewussten Umgang mit den uns gegebenen Ressourcen wichtiger machen als jemals zuvor.
In der Optimierung arbeiten wir an Verfahren, die einen optimalen Ressourceneinsatz ermöglichen. Solche Verfahren sind dann in vielen Bereichen anwendbar. Dabei werden konkrete Probleme in eine mathematische Sprache übersetzt, mathematisch analysiert und schließlich mit darauf angepassten Verfahren gelöst, Die Ergebnisse werden dann aus Sicht der Praxis interpretiert. Diese Tätigkeit birgt eine Vielzahl von intellektuellen Herausforderungen und erfordert ein hohes Maß an Kreativität. Intelligente Lösungsstrategien müssen angewandt oder sogar neu entwickelt und schließlich als Software zur Verfügung gestellt werden.

Was ist eine typische Fragestellung in diesem Gebiet?
Die zuverlässige, sichere und umweltfreundliche Energieversorgung eines Landes ist ein schwieriges Optimierungsproblem. Verbraucher müssen bei möglichst geringen Kosten für Energieerzeugung und -transport zuverlässig mit Energie versorgt werden. Energieunternehmen müssen entscheiden, wann welche Kraftwerke hochgefahren und wieder vom Netz genommen werden sollen, welche Energieträger eingekauft, wie das gegebene Pipeline-Netz genutzt und wie überschüssige Energie gespeichert werden soll.
Für einige der genannten Fragestellungen gibt es schon mathematische Optimierungsmodelle, die von der Energiewirtschaft tagtäglich eingesetzt werden. Die Entwicklung von neuen Methoden für sehr große oder sehr komplizierte Probleme, oder beispielsweise zur Planung unter Unsicherheit sind spannende Themenfelder, an denen aktuell geforscht wird.





Netzwerke zur mathematischen Optimierung des Öffentlichen Verkehrs

Arbeitsschwerpunkt Wahrscheinlichkeitstheorie

Was ist spannend an dem Thema?

Unser Leben – ein Zufall!? Tatsächlich existiert etwa nach der Quantenphysik ein der Natur innewohnender Zufall: Naturphänomene zeichnen sich dadurch aus, dass wir oftmals weder den Zustand noch die zukünftige Entwicklung von Systemen vollständig kennen. Um solchen Unsicherheiten auch mathematisch Rechnung zu tragen, braucht man Wahrscheinlichkeitstheorie. Ihre Modelle spielen für die Beschreibung unserer Welt eine große Rolle. Äußerst spannend ist es nun, dass sich diese Zufallsmodelle mathematisch exakt beschreiben lassen, so dass Ungewissheiten genau erfasst oder abgeschätzt werden können. Zentrale Sätze der Wahrscheinlichkeitstheorie sagen sogar aus, dass unter bestimmten Bedingungen aus Zufall wieder Gewissheit werden kann!

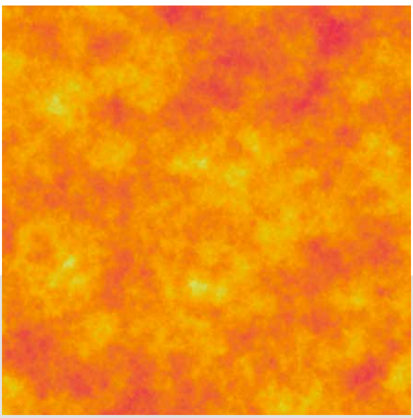
Was ist eine typische Fragestellung in diesem Gebiet?

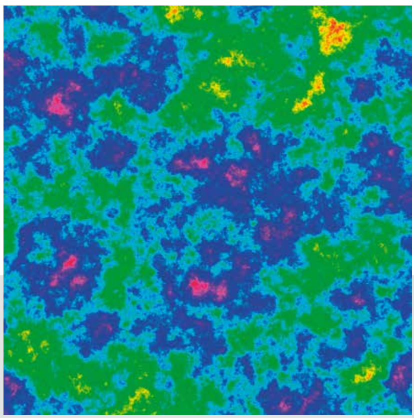
Eltern vererben ihre Gene mit gewissen Wahrscheinlichkeiten an ihre Kinder und diese wiederum an ihre Kinder. Wie wahrscheinlich ist eine enge Verwandtschaft von zwei Individuen mit ähnlichen Gensequenzen? Wie lassen sich Gene bestimmen, die mit großer Wahrscheinlichkeit einen selektiven Vorteil oder Nachteil mit sich bringen?

Ein größeres Gebiet ist reich an Kupfererz. Wie erstellt man mit möglichst wenigen Probebohrungen eine Karte der wahrscheinlichen Kupferkonzentration zur genaueren Planung einer Mine?

Wie kann man die Wahrscheinlichkeiten von extremen Ereignissen, zum Beispiel eines Börsenkrachs, eines Starkniederschlages oder einer gefährlichen Flut errechnen und schätzen und damit Vorhersagen treffen?

Zufallsmodell einer Kupferkonzentration





Arbeitsschwerpunkt Mathematische Statistik

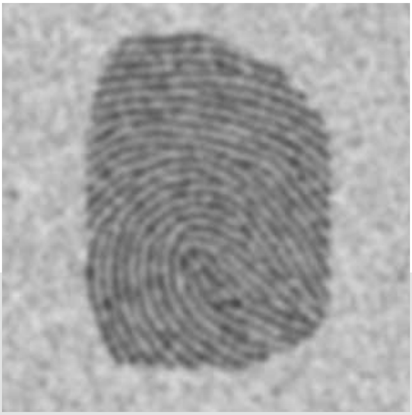
Was ist spannend an dem Thema?

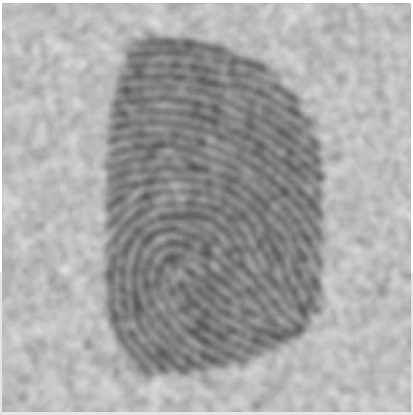
Mathematische Statistik liefert die fundierte Grundlage und Sprache für statistische Methoden, die Basiswerkzeuge zur Datenanalyse. Dieses Wissen ist unabdingbar für die Entwicklung und das tiefere Verständnis von modernen und damit oftmals sehr komplexen Datenanalyse-Verfahren. Techniken der mathematischen Statistik stehen in enger Wechselwirkung zu vielen anderen mathematischen Gebieten und man kann diese ›live‹ im Einsatz erleben. Eine mathematische Reise durch die Welt der Daten.

Was ist eine typische Fragestellung in diesem Gebiet?

Wie kann man statistisch die Information messen, die in Daten steckt? Sind Fingerabdrücke wirklich »einmalig«? Wie wahrscheinlich ist es eigentlich, dass zwei Menschen den gleichen Abdruck haben? Wie und wann kann ich extrem hochdimensionale Daten (zum Beispiel aus der Genetik) zu einfachen Größen komprimieren, so dass ich möglichst wenig dieser Information verliere? Wie verwende ich Algorithmen auch statistisch sinnvoll?

Zwei sehr ähnliche Fingerabdrücke schlechter Qualität vom Tatort. Sind sie von der derselben Person? (Aus Datenschutzgründen ist (sind) die Person(en) virtuell, d.h. die Fingerabdrücke wurden in einer Göttinger Bachelorarbeit zur Erzeugung künstlicher Fingerabdrücke kürzlich erfunden.)

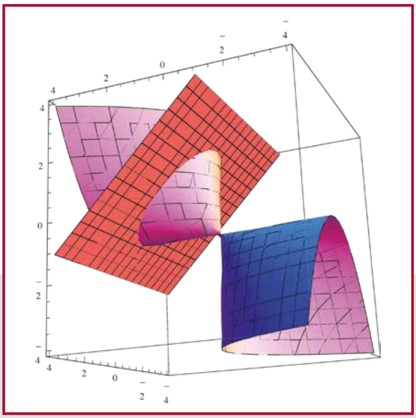




Mathematische Optimierung und Bildverarbeitung

Was ist spannend an diesem Studienschwerpunkt?
Eine physikalische Messung enthält immer Fehler, sei es durch äußere Einflüsse oder durch die begrenzte Genauigkeit der Messapparatur. Optimierung und Bildverarbeitung nutzen das physikalische Modell hinter der Fehlerentstehung und ermöglichen es so, genauer zu schauen als die Messung erwarten ließe. Speziell die Optimierung ist als Werkzeug für die Formulierung der mathematischen Modelle, die Data Scientists interessieren, und für die Konstruktion von Algorithmen zur Lösung dieser Modelle unersetzlich. Besonders bei der Modellierung ist kein Standardweg vorhanden und somit immer Einfallsreichtum und Kreativität gefragt!

Was sind typische Fragestellungen in dem Gebiet?
Im Gegensatz zu anderen Gebieten der angewandten Mathematik ist Optimierung verordnend anstatt deskriptiv. Eine Fragestellung in der Optimierung fängt mit »Wie kann man am besten...« an. Wie kann man am besten Bilder erkennen? Wie kann man am besten Daten klassifizieren? Wie kann man am besten Information übermitteln? Wie kann man am besten Roboter trainieren und lenken? Alle diese Fragen werden mit der Optimierung beantwortet. Mit der Frage, »Wie erkennt man eine Lösung einer Optimierungsaufgabe?« fängt die Mathematik erst an.



Probleme der Steuerung und der Bildverarbeitung lassen sich oft durch restringierte Optimierungsaufgaben modellieren. Die Abbildung stellt den Schnitt zweier Mengen dar: die Menge der Rang-1-Matrizen, die in einem affinen Unterraum liegen.

Bekannt ist, dass die Lösung eines Problems in diesem Schnitt liegt. Den Schnitt zu kennen, erleichtert somit das Finden der Lösung.

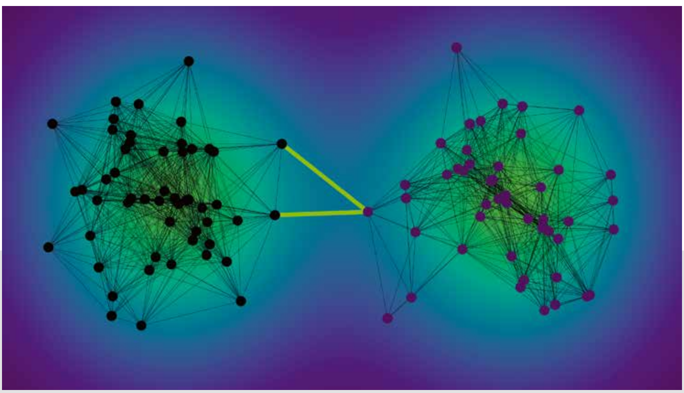
Mathematische Statistik

Was ist spannend an diesem Studienschwerpunkt?

Data Science ist ein sehr junges Gebiet, welches sich momentan weltweit formiert um Antworten auf die Frage, wie wir die kaum endende Datenflut, der wir ausgesetzt sind, bewältigen können. Dies kann auf Basis der Mathematischen Statistik geschehen.
Innerhalb dieses Schwerpunkts beschäftigen wir uns damit, zu lernen, wie man aus zum Teil riesigen und sehr komplexen Datenmengen die entscheidenden Informationen herausholen kann. Eingesetzt werden solche Methoden praktisch in jedem Bereich aus Wirtschaft und Wissenschaft, der mit Daten zu tun hat, sei es zur Analyse von Kundenprofilen in Marketingabteilungen großer Unternehmen, bei der Berechnung von Preisen und Prämien im Finanzsektor, bei der Wettervorhersage, bei der Analyse von Elektrizitätsnetzwerken oder in der pharmazeutischen Forschung zur zielgerichteten Entwicklung von Medikamenten.

Was sind typische Fragestellungen in dem Gebiet?

Wie überführt man eine Steuerbetrügerin oder einen Steuerbetrüger, welche*r die Bücher »frisiert« hat? Die Gesetzmäßigkeit, die den Ziffern zu Grunde liegt, ist überraschend: Einsen treten zum Beispiel viel häufiger auf als Sechsen oder Siebenen. Genaueres wird hier noch nicht verraten – Stoff der ersten Vorlesung!
Wie entwickle ich ein Verfahren, um aufgrund komplexer Informationen (Bilddaten, Erfahrungswerte des Arztes, bisheriger Gesundheitsverlauf) eine möglichst gute Krankheitsdiagnose zu stellen? Wie kann sich ein solches Klassifikations-Verfahren durch immer weiteres Füttern mit Daten selbst verbessern (lernen) und kann ich hierfür mathematisch präzise das Risiko angeben?



Algorithmische Zerlegung eines zufälligen Graphen in seine strukturellen Bausteine

Maschinelles Lernen

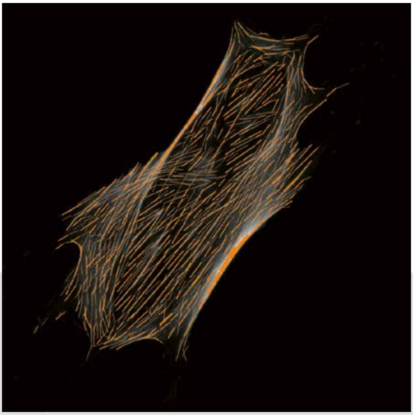
Was ist spannend an diesem Studienschwerpunkt?

Maschinelles Lernen ist unglaublich vielseitig. Die Methoden vereinen auf elegante Art und Weise numerische Mathematik, Informatik und Statistik, um Daten zu analysieren. Die Lernalgorithmen selbst können in ihrer Grundstruktur sehr einfach sein, zum Beispiel Suchen von einer Geraden, die zwei Punktwolken trennt, oder auch sehr komplex durch geschickte Kombinationen und vielfache Hintereinanderausführungen, zum Beispiel in tiefen Neuronale Netzen, mit denen man theoretisch beliebige Funktionen approximieren kann. Einige Verfahren haben bereits analysierte tiefe Wurzeln in der Theorie und wichtige beweisbare Eigenschaften, andere Verfahren basieren zur Zeit noch auf der Nachahmung der Evolution zum Suchen guter Lösungen, und wieder andere einfach nur auf einer erstaunlich erfolgreichen Heuristik. Durch diese Vielfalt gibt es immer neue Verfahren zu entdecken und die entdeckten besser zu verstehen und so zu verbessern.

Was ist eine typische Fragestellung in diesem Gebiet?

Objekterkennung ist eine aktuelle Fragestellung, die zum Beispiel für selbstfahrende Autos wichtig ist. Hierbei müssen basierend auf Kamerabildern, Radardaten und ähnlichen Sensordaten Verkehrsschilder, andere Autos, Fahrräder, Fußgänger, und Hindernisse wie Bäume und Pfeiler erkannt werden. Eine funktionierende Objekterkennung ist die Grundlage für jedes selbstfahrende Auto, um Entscheidungen zu treffen, zum Beispiel wann beschleunigt, gebremst, und/oder gelenkt wird.

Eine weitere typische Fragestellung sieht man mittlerweile in fast allen Onlineshops: »Kunden, die diese Produkte kaufen, interessieren sich auch für …«. Derartige Empfehlungen basieren auf Assoziationsanalysen, die mit maschinellem Lernen durchgeführt werden. Hierdurch können Verkäufer Produkte gezielt basierend auf dem aktuellen Kaufverhalten bewerben.



Automatisch gefundenes Zellskelett in einer adulten Stammzelle

Angewandte Statistik und Ökonometrie

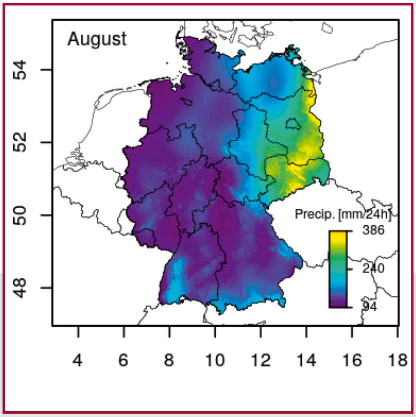
Was ist spannend an diesem Studienschwerpunkt?

Im Informations-Zeitalter werden Entscheidungen in allen Lebensbereichen zunehmend evidenz- und damit datenbasiert getroffen. Die Befähigung, Daten explorativ zu untersuchen, zu analysieren, die erzielten Ergebnisse verantwortungsvoll zu interpretieren und die mit daten-basierten Entscheidungen verbundene Unsicherheit zu quantifizieren wird damit zunehmend zu einer wesentlichen Voraussetzung für die gesellschaftliche Teilhabe. Die Angewandte Statistik entwickelt entsprechende Werkzeuge basierend auf einer wahrscheinlichkeitstheoretischen Basis. An der Georg-August-Universität Göttingen liegt dabei ein besonderer Schwerpunkt auf der statistischen Modellierung, mit deren Hilfe die Zusammenhänge zwischen beobachteten Größen über statistische Modelle beschrieben werden können. Die Ökonometrie wird charakterisiert durch die Zusammenführung von ökonomischen Theorien mit mathematischen und statistischen Methoden, mit deren Hilfe wirtschaftstheoretische Modelle empirisch überprüft werden können.

Was ist eine typische Fragestellung in diesem Gebiet?

Ein großer Reiz der Angewandten Statistik liegt in der großen Breite der Anwendungsmöglichkeiten, beispielsweise Untersuchungen zur zunehmenden Polarisierung und Ungleichheit in modernen Gesellschaften, der Quantifizierung der Effizienz von Gesundheitssystemen, der Modellierung des Ausbreitungsverhaltens infektiöser Krankheiten, der Analyse der räumlich-zeitlichen Variation der Biodiversität, der Untersuchung von extremen Wetterereignissen oder der Modellierung von Spielverläufen der Fußball-Weltmeisterschaft.

In der Ökonometrie liegt der Schwerpunkt auf der Modellierung von Wirtschaftsdaten. Dabei können beispielsweise mit Hilfe von Hochfrequenzdaten Dynamiken in Finanzmärkten analysiert werden, die für das Risikomanagement in Banken und Versicherungen von Bedeutung sind. Darüber hinaus ermöglichen ökonometrische Modelle den besonderen Eigenschaften von Wirtschaftsdaten, wie beispielsweise den Wechselwirkungen zwischen makroökonomischen Größen, Rechnung zu tragen. In der Ökonometrie spielt insbesondere die Erstellung von Prognosen über die zukünftige Entwicklung von Wirtschaftsgrößen eine wichtige Rolle.



Kartierung des Regenfallrisikos anhand der 100-Jahres-Regenfallmenge (also der Regenfallmenge, die mit Wahrscheinlichkeit 1% in einem Jahr überschritten werden wird).

Wie geht es nach dem Bachelor weiter

... im Masterstudium?

Nach dem Bachelorstudiengang Mathematik (B.Sc.), dem Bachelorstudiengang Mathematical Data Science (B.Sc.) oder dem 2-Fächer-Bachelorstudiengang (studium generale) ist ein Masterstudium der Mathematik zu empfehlen. Die jeweiligen Möglichkeiten finden Sie in den Steckbriefen auf den Seiten 4, 6 und 10. Nach dem Masterstudiengang Mathematik hat man in Göttingen zudem ausgezeichnete Aussichten auf eine Promotion in Mathematik.

Nach dem 2-Fächer-Bachelorstudiengang mit dem Fach Mathematik im Profil Lehramt (B.A.) muss der Studiengang Master of Education (M.Ed.) angeschlossen werden, um die Berechtigung zum Eintritt in den Vorbereitungsdienst für das Lehramt an Gymnasien zu erhalten (sogenanntes Referendariat). Dieser Studiengang setzt einen Schwerpunkt auf Theorien, Methoden und Projekte der empirischen Unterrichts- und Schulforschung. Eine Besonderheit des Studienangebots liegt daher in der engen Verknüpfung von Lehre und empirisch ausgerichteter Forschung.

... im Beruf?

Das Mathematikstudium fördert die analytische Denkweise und die logische und ergebnisorientierte Herangehensweise an komplexe Probleme. Aus diesem Grund werden Mathematiker*innen in vielen Berufsfeldern gesucht. Sie können schnell eingearbeitet werden und durch ihre lösungsorientierte Denkweise über den Tellerrand schauen. Einige Beispiele für Berufsfelder sind Software-Unternehmen, Forschungs- und Entwicklungsabteilungen großer Unternehmen, (Rück-)Versicherungen, IT-Sicherheitsunternehmen, Beratungsunternehmen, öffentlicher Dienst, Hochschule – aber auch Vieles andere ist möglich!

Für alle Lehramtsstudierenden schließt sich an den Master of Education das Referendariat und dann der Schuldienst an.

Studienbüro Mathematik
Bei allen Fragen rund um das Mathematikstudium hilft das Studienbüro freundlich und kompetent weiter.

Studienberatung Mathematik
Fragen zum Studium der Mathematik in Göttingen beantwortet die Studienberaterin:

Dr. Denise Krempasky
Bunsenstraße 3-5, Zimmer 110
37073 Göttingen
Tel. +49 (0)551 / 39-27762
st@math.uni-goettingen.de

uni-goettingen.de/mat-studienberatung

Georg-August Universität Göttingen
Fakultät für Mathematik und Informatik
Bunsenstraße 3/5
37073 Göttingen
uni-goettingen.de/mat-studium

Gestaltung: Rothe Grafik, Georgsmarienhütte

Fotos: CYQUEST GmbH
Mathematisches Institut, Universität Göttingen
Institut für numerische und angewandte Mathematik, Universität Göttingen
Institut für mathematische Stochastik, Universität Göttingen
Nikolaus Umlauf, Universität Innsbruck
Öffentlichkeitsarbeit, Universität Göttingen
Jan Homann (S. 13, made with Mathematica)
Sven Wiese (Umschlag)
Privat