



Mathematik und Informatik -

Wir brauchen einander und das ist gut so

Mai 2024

Professor Dr. Jan-Philipp Weiß

Fakultät für Informatik und Mathematik, OTH Regensburg

An der OTH Regensburg werden die Informatik und die Mathematik unter dem Dach einer gemeinsamen Fakultät vereint. Damit können in den Studiengängen der Fakultät auch auf beide Expertisen zugegriffen werden und viele Synergien erzeugt werden. Während die Mathematik als Wissenschaft bereits mehrere tausend Jahre alt ist, ist die Informatik vergleichsweise jung und neu. Mit der allgegenwärtigen Digitalisierung unserer Gesellschaft, die insbesondere bei den jüngeren Generationen überaus deutlich wird, schreitet die Entwicklung informatischer und technischer Methoden rasend schnell voran. Etwa im Bereich der künstlichen Intelligenz sind durch neue Hardware und neue Methoden neue Horizonte erreichbar. Die neue Technik verwurzelt sich dabei schnell in unserer Gesellschaft und in der Wissenschaft. Hier zeigt sich aber auch, wie eng und untrennbar die Informatik und die Mathematik miteinander verbunden sind und voneinander profitieren.

Die Mathematik lässt sich in die zwei Bereiche, die reine Mathematik und die angewandte Mathematik, einteilen. Die reine Mathematik konzentriert sich auf die Entwicklung und die Untersuchung abstrakter mathematischer Konzepte. Sie hat damit über viele Jahrhunderte die Grundlage vieler Wissenschaften geschaffen und fasziniert durch die stringente und rigorose Beschreibung von Beobachtungen und Prozessen. Viele praktische Anwendungen, die wir heute nutzen, wie im Bereich der Kryptographie, der Finanzmathematik und des Ingenieurwesens, basieren auf Theoremen und Strukturen, die ursprünglich aus der reinen Mathematik stammen. Das Studium der reinen Mathematik fördert das logische Denken und das präzise Argumentieren. Es lehrt Problemlösungsfähigkeiten, die in vielen anderen Bereichen nützlich sind, von Wissenschaft und Technik bis hin zu Recht und Philosophie. Viele Konzepte der reinen Mathematik, die ursprünglich ohne konkrete Anwendungen entwickelt wurden, haben später entscheidende Anwendungen gefunden. Ein klassisches Beispiel ist die Zahlentheorie, die zunächst als rein theoretische und akademische Problembetrachtung galt, aber heute die Grundlage für moderne Kryptographie und die Internetsicherheit bildet. Mathematik ist eine universelle Sprache, die hilft, die Welt um uns herum zu verstehen. Reine Mathematik trägt dazu bei, die grundlegenden Strukturen und Muster der Natur und des Universums zu erfassen. Viele Mathematiker schätzen die reine Mathematik wegen ihrer Schönheit und ihrer Eleganz. Die Freude, ein komplexes Problem zu lösen - vielleicht nur als Spaß oder Knobelei - oder eine elegante Theorie zu entwickeln, ist eine starke Motivation für Viele, sich mit reiner Mathematik

zu beschäftigen. Neue mathematische Theorien und Methoden können zu technologischen und wissenschaftlichen Durchbrüchen und zu innovativen Lösungen für komplexe Probleme in verschiedenen angrenzenden Disziplinen führen.

Die angewandte Mathematik ist der Zweig der Mathematik, der sich mit der Anwendung mathematischer Methoden und Theorien auf praktische Probleme in verschiedenen Bereichen befasst. Ein Hauptmerkmal der angewandten Mathematik ist die Interdisziplinarität. Die angewandte Mathematik wird oft in Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen wie der Physik, den Ingenieurwissenschaften, der Biologie, der Wirtschaft und der Sozialwissenschaften verwendet. Mathematiker arbeiten eng mit Fachleuten aus diesen Bereichen zusammen, um Probleme zu analysieren und zu lösen. Ein weiteres zentrales Element der angewandten Mathematik ist die mathematische Modellierung. Diese beinhaltet die Erstellung von mathematischen Modellen, die reale Phänomene beschreiben. Diese Modelle können in Form von Differentialgleichungen, statistischen Modellen, Optimierungsproblemen oder Simulationen auf Computern vorliegen. Die Entwicklung und die Anwendung numerischer Methoden zur Lösung mathematischer Probleme ist ein weiterer wichtiger Aspekt der angewandten Mathematik. Numerische Methoden ermöglichen die Lösung von komplexen Probleme, die analytisch nicht lösbar sind. Optimierungstechniken werden in vielen Bereichen eingesetzt, um die besten Lösungen für gegebene Probleme zu finden. Dies kann die Minimierung von Kosten, die Maximierung von Effizienz oder andere Zielsetzungen umfassen. Die Statistik ist ein wesentlicher Bestandteil der angewandten Mathematik. Sie wird zur Analyse und Interpretation von Daten verwendet, um fundierte Entscheidungen in verschiedenen Anwendungsbereichen zu treffen. Computerbasierte Simulationen und Berechnungen spielen dabei eine wichtige Rolle in der angewandten Mathematik. Diese Techniken ermöglichen es, komplexe Systeme zu modellieren und zu analysieren, die durch traditionelle mathematische Methoden nicht lösbar sind. In diesem Sinne stellt die Simulation neben der Theorie und dem Experiment die dritte wichtige Säule zur wissenschaftlichen Erkenntnis dar. Simulationen sind kostengünstig, beliebig oft wiederholbar und verschiedene Parameter können studiert werden. Viele Experimente, wie etwa eine weltweite Virusausbreitung oder die Überschwemmung von Küstenbereichen sind nicht in der Praxis durchführbar. Die reine Theorie liefert oft keine hinreichend genauen Aussagen. Auf aufwändige technische Anlagen für Experimente, wie etwa ein Windkanal für Verkehrsflugzeuge, kann größtenteils verzichtet werden. Auf der anderen Seite sind Theorie und Experiment auch

unverzichtbar, um die numerischen Ergebnisse anhand von bekannten Ergebnissen, Erkenntnissen und Erfahrungen validieren zu können.

Einige konkrete Beispiele für die Anwendung der angewandten Mathematik sind die Berechnung von Risiken und Preisen von Finanzinstrumenten und die Portfolio-Optimierung in der Finanzmathematik, sowie die Strukturanalyse, die Strömungsdynamik, oder die Regelungstechnik in ingenieurtechnischen Anwendungen. In den Biowissenschaften wird die Modellierung von Populationsdynamiken, die Epidemiologie und die Genomik untersucht. Die Physik erfordert vielfach die Lösung von Differentialgleichungen, etwa in der Quantenmechanik und der Thermodynamik. Im Bereich der Wirtschaft werden etwa die Ökonometrie, die Spieltheorie, und die Optimierung von Produktions- und Transportprozessen betrachtet sowie mit statistischen Methoden die Märkte analysiert und deren zukünftige Entwicklung vorhergesagt.

Die angewandte Mathematik ist somit ein vielseitiges und dynamisches Feld, das essenzielle Werkzeuge und Methoden bereitstellt, um eine Vielzahl von realen Problemen zu verstehen und zu lösen. Sie profitiert dabei auch sehr wesentlich von den Entwicklungen der Computertechnologien und der Informatik. Die Mathematik benötigt leistungsfähige Computer, um komplexe und umfangreiche Berechnungen schnell und effizient durchführen zu können. Viele mathematische Probleme führen auf Systeme von Gleichungen, die keine analytischen Lösungen haben. Computer ermöglichen die numerische Lösung dieser Gleichungen. Beispiele sind die Lösung von Differentialgleichungen, die Berechnung von Integralen und die Durchführung von Optimierungsverfahren. In vielen wissenschaftlichen und technischen Disziplinen werden Computersimulationen verwendet, um komplexe Systeme zu modellieren und zu analysieren. Mathematik spielt eine zentrale Rolle bei der Entwicklung dieser Modelle, und Computer führen die notwendigen Berechnungen durch, um die Modelle zu simulieren. Beispiele sind die Wettervorhersage, die Simulation von Verkehrsflüssen oder die Modellierung von biologischen Systemen. Mit der unbeschreiblichen Zunahme der Datenmengen (Big Data) sind leistungsstarke Computer notwendig, um statistische Analysen durchzuführen und Muster in den Daten zu erkennen. Mathematische Algorithmen werden dabei verwendet, um die Daten zu sortieren, zu filtern und zu analysieren. Computer ermöglichen die Verarbeitung großer Datenmengen in akzeptabler Zeit und erlauben die Erkennung von Mustern in den Daten. Viele praktische Probleme erfordern die Optimierung bestimmter Kriterien, wie z.B. die Minimierung von Kosten

oder die Maximierung von Effizienz. Optimierungsprobleme können sehr komplex sein und erfordern oft umfangreiche Berechnungen auf leistungsfähigen Rechenanlagen. Computer können auch in der symbolischen Mathematik eingesetzt werden, z.B. zur Manipulation algebraischer Ausdrücke, zur Lösung symbolischer Gleichungen oder zur Durchführung von symbolischer Integration und Differentiation. Die Visualisierung von Lösungen und Daten ist ein weiteres Feld, in dem Computer unverzichtbar sind. Grafische Darstellungen von Funktionen, geometrischen Objekten oder Datenverteilungen helfen dabei, Muster und Beziehungen zu erkennen, die durch rein numerische oder analytische Methoden schwer zu erfassen sind. Viele weitere moderne mathematische Verfahren und Theorien basieren auf Algorithmen, die von Computern effizient ausgeführt werden können. Beispiele sind Algorithmen in der Kryptographie, in der Primzahlberechnung oder in der algebraischen Geometrie.

Computer ermöglichen es Mathematikern also, Probleme zu lösen, die ohne die Rechenleistung und die algorithmischen Fähigkeiten von Computern nicht lösbar wären. Sie erweitern die Möglichkeiten der Mathematik erheblich und sind ein unverzichtbares Werkzeug in Forschung, Industrie und vielen anderen Bereichen. Hier ist die Mathematik enger und enger mit der Informatik verwoben. Diese enge Verbindung ermöglicht es, theoretische Erkenntnisse in praktische Anwendungen umzusetzen und umgekehrt. Beide Disziplinen profitieren voneinander und treiben gemeinsam Innovation und Fortschritt voran.

Mathematik hat schon in der Vergangenheit eine bedeutende Rolle in der Entwicklung der menschlichen Zivilisation gespielt. Ihre Anwendungen und Entwicklungen haben die Wissenschaft, die Technik, die Kultur und viele Aspekte des täglichen Lebens tiefgreifend beeinflusst. In den antiken Zivilisationen war die präzise Berechnung von Bewässerungssystemen ein lebenswichtiger Faktor. Die Mathematik des antiken Griechenlands ist in geometrischen Berechnungen immer noch aktuell. Die islamische Mathematik des Vormittelalters mit der Dezimalrechnung gab weitere wichtige Impulse und legte die Grundlagen für Handel und Gewerbe im mittelalterlichen Europa, etwa über exakte Maße und Gewichte. In der Renaissance und der frühen Neuzeit waren es beispielsweise da Vinci und Fibonacci die zur Anwendung und weiteren Verbreitung und Entwicklung der Mathematik beitrugen. Die Infinitesimalrechnung von Leibniz und Newton lieferten im 17. Und 18. Jahrhundert entscheidende Fortschritte für die Mathematik und die Naturwissenschaften. Die Mathematik spielte eine Schlüsselrolle in der

wissenschaftlichen Revolution, die die Grundlage für die moderne Physik legte. Das 19. Jahrhundert war eine Blütezeit der Mathematik mit der Entwicklung neuer Teilgebiete wie der abstrakten Algebra, der nicht-euklidischen Geometrie und der Gruppentheorie. Das 20. Jahrhundert war eine Zeit intensiver mathematischer Forschung und Anwendung. Mathematik spielte eine zentrale Rolle in der Entwicklung der Quantenmechanik, der Relativitätstheorie und der Informationstheorie. Die Entstehung der Computerwissenschaften führte zur Entwicklung der algorithmischen Mathematik und der numerischen Methoden. Die Mathematik hat die wissenschaftliche und technologische Entwicklung über Jahrhunderte hinweg maßgeblich beeinflusst und bleibt auch in der Zukunft ein grundlegendes Werkzeug für den weiteren Fortschritt. Die Mathematik und die Informatik sind eng miteinander verflochten, und die Mathematik profitiert in vielerlei Hinsicht von der Informatik. Beide Disziplinen vereint bilden das Fundament vieler technologischer Innovationen. Algorithmen, Datenanalyse, künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen und Kryptographie basieren alle auf mathematischen Prinzipien. Der Fortschritt in diesen Bereichen wird ohne eine solide mathematische Grundlage und zukünftiger Forschung nicht möglich sein. In allen Naturwissenschaften, einschließlich Physik, Chemie, Biologie und Umweltwissenschaften, ist Mathematik ein wesentliches Werkzeug zur Modellierung, Analyse und Interpretation von Daten und Phänomenen. Sie ermöglicht es Wissenschaftlern, Hypothesen zu testen, Experimente zu planen und die Ergebnisse zu verstehen. Mathematik spielt eine zentrale Rolle in der Wirtschaft und im Finanzwesen. Sie wird verwendet, um ökonomische Modelle zu entwickeln, Finanzrisiken zu bewerten, Investitionsstrategien zu optimieren und wirtschaftliche Trends zu analysieren. Auch in der Versicherungsbranche ist Mathematik unerlässlich für die Berechnung von Prämien und Risikoabschätzungen. In der Medizin und Biotechnologie wird Mathematik für die Analyse medizinischer Daten, die Modellierung biologischer Prozesse und die Entwicklung neuer Therapien und Medikamente eingesetzt. Beispiele sind die Bildgebungstechnologien, genetische Analysen und epidemiologische Modelle. Die Modellierung von Klimaveränderungen, die Analyse von Umweltphänomenen und die Entwicklung nachhaltiger Lösungen zur Bewältigung ökologischer Herausforderungen erfordern umfangreiche mathematische Berechnungen und Modelle. Mathematik ist notwendig für die Planung und den Bau von Infrastrukturprojekten, die Optimierung von Verkehrsflüssen, die Gestaltung von Versorgungsnetzen und die Bewältigung von Herausforderungen in der urbanen Entwicklung.

Mathematik bildet auch einen wesentlichen Bestandteil der Bildungssysteme weltweit. Sie fördert kritisches Denken, Problemlösungsfähigkeiten und logisches Denken, die in nahezu allen Berufsfeldern und im täglichen Leben von Bedeutung sind.

Mit der Entstehung neuer Forschungsfelder, wie der Quanteninformatik, der komplexen Netzwerkanalyse oder der Data Science, werden auch neue mathematische Methoden und Modelle benötigt. Mathematik wird weiterhin die Basis für Innovationen und Entdeckungen in diesen Bereichen sein. Die Mathematik bleibt eine Schlüsselkomponente für den Fortschritt in Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft. Ihre Bedeutung wird in einer zunehmend datengetriebenen und technologisch orientierten Welt sogar noch zunehmen. Die Fähigkeit, mathematische Konzepte zu verstehen und anzuwenden, wird für nachkommende Generationen entscheidend sein, um die Herausforderungen und Möglichkeiten der Zukunft zu bewältigen.

Die Informatik eröffnet neue Forschungsfelder und Anwendungen, die auf mathematischen Prinzipien basieren. Bereiche wie Kryptographie, algorithmische Spieltheorie, Bioinformatik und Finanzmathematik profitieren von der engen Zusammenarbeit zwischen Mathematik und Informatik. Insgesamt ermöglicht die Informatik den Mathematikern, komplexe Probleme zu lösen, große Datenmengen zu analysieren, Modelle zu simulieren und mathematische Erkenntnisse auf eine Weise zu visualisieren und zu verifizieren, die ohne die Unterstützung der Informatik nicht möglich wäre. Die Synergie zwischen diesen beiden Disziplinen treibt wissenschaftlichen Fortschritt und technologische Innovation voran. Die Schnittstellen zwischen Mathematik und Informatik sind vielfältig und tiefgreifend, da beide Disziplinen viele gemeinsame Prinzipien und Methoden teilen. In vielschichtigen Bereichen spielen die Mathematik und die Informatik in enger Verbindung zusammen. Die Entwicklung und Analyse von Algorithmen basiert stark auf mathematischen Konzepten wie der Komplexitätstheorie, der Graphentheorie und der kombinatorischen Optimierung. Die Mathematik hilft dabei, die Effizienz und Korrektheit von Algorithmen zu beurteilen. Die Analyse und Entwicklung von Datenstrukturen wie Arrays, Listen, Bäumen und Graphen erfordert ein tiefes Verständnis mathematischer Konzepte. Die Theorie von formalen Sprachen und Automaten befasst sich mit der Beschreibung und der Analyse von Sprachen und den Maschinen, die sie erkennen oder generieren können. Sie beruht auf der Mengenlehre und der Logik. Bei der Untersuchung von Berechenbarkeit und Komplexität geht es um den charakteristischen Ressourcenaufwand (Laufzeit und Speicher)

von Algorithmen und Problemlösungsstrategien. Die Grundlagen der modernen Kryptographie und Datenintegrität basieren auf mathematischen Prinzipien wie der Zahlentheorie, der Gruppentheorie und elliptischen Kurven. Numerische Methoden zur Lösung von Gleichungen, zur Integration und Differentiation und zur Optimierung werden in vielen wissenschaftlichen und technischen Anwendungen verwendet und erfordern die effiziente und hardwarenahe Implementierung für bestmögliche Leistungsausnutzung. Informatische Probleme wie Netzwerkdesign, Routensuche und soziale Netzwerkanalyse, basieren auf der Graphentheorie und der Kombinatorik. Die Statistik und die Wahrscheinlichkeitstheorie sind grundlegend für maschinelles Lernen, da viele Algorithmen auf probabilistischen Modellen basieren. Formale Systeme und logische Beweisführung, die aus der mathematischen Logik stammen, sind wichtig für die Verifikation von Software und Hardware. Geometrische Algorithmen werden verwendet um Probleme in der räumlichen Datenanalyse, der Computergrafik und der Robotik zu lösen und basieren auf geometrischen Prinzipien und Berechnungen.

Mathematik oder Informatik an der OTH Regensburg (Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg) zu studieren, bietet zahlreiche Vorteile und kann eine ausgezeichnete Wahl sein. Hier sind einige Gründe, warum ein Mathematikstudium an der OTH Regensburg in Betracht zu ziehen ist: Die OTH Regensburg ist bekannt für ihre praxisorientierte Lehre. Das Mathematik- und das Informatikstudium ist darauf ausgerichtet, die Studierenden nicht nur mit theoretischem Wissen, sondern auch mit praktischen Fähigkeiten auszustatten, die in der Industrie und Wirtschaft gefragt sind. Im Vergleich zu den Universitäten bietet die OTH Regensburg oft kleinere Lerngruppen. Das ermöglicht eine intensivere Betreuung durch die Dozenten und fördert ein engeres, vertrautes und unterstützendes Lernumfeld. Die OTH Regensburg verfügt über moderne Lehr- und Forschungseinrichtungen in einem neuen Campusgebäude, die den Studierenden den Zugang zu den neuesten Technologien und Methoden ermöglichen.

Das Mathematikstudium an der OTH Regensburg deckt ein breites Spektrum an Themen ab, darunter sowohl reine als auch angewandte Mathematik gepaart mit den wichtigen Aspekten aus der Informatik. Dies gibt die Möglichkeit, in verschiedene mathematische Disziplinen einzutauchen und den persönlichen Interessen und Neigungen nachzugehen. An der OTH Regensburg gibt es zudem viele Möglichkeiten zur interdisziplinären Zusammenarbeit. Mathematikstudierende können beispielsweise an Projekten mit Informatikern, Ingenieuren oder Wirtschaftswissenschaftlern arbeiten, was die Anwendbarkeit der Mathematik in verschiedenen

Bereichen verdeutlicht. Die Fakultät pflegt enge Kontakte zur Industrie, was Praktika, Projektarbeiten und Abschlussarbeiten in Zusammenarbeit mit lokal ansässigen Unternehmen erleichtert. Dies kann den Einstieg in das Berufsleben erheblich erleichtern und wertvolle praktische Erfahrungen vermitteln. Ein Abschluss in Mathematik von einer renommierten Hochschule der angewandten Wissenschaften wie der OTH Regensburg öffnet Türen zu vielfältigen Berufsmöglichkeiten in den Bereichen IT, Datenanalyse, Automobil, Finanzwesen, Ingenieurwesen und vielem mehr. Mathematiker sind aufgrund ihrer analytischen Kompetenzen und Problemlösungsfähigkeiten in vielen Branchen sehr gefragt.

Die OTH Regensburg bietet verschiedene internationale Programme und Kooperationen an. Dies ermöglicht es den Studierenden, Auslandserfahrungen zu sammeln und ihre Sprachfähigkeiten und interkulturellen Kenntnisse zu erweitern. Regensburg ist eine historische und lebendige Stadt mit einer hohen Lebensqualität. Die Stadt bietet eine schöne Altstadt, kulturelle Veranstaltungen und eine lebendige Studenten- und Kneipenszene. Die OTH Regensburg legt großen Wert auf die individuelle Unterstützung ihrer Studierenden. Es gibt verschiedene Beratungs- und Betreuungsangebote, um den Studierenden bei akademischen und persönlichen Herausforderungen zu helfen.

Ein Mathematikstudium an der OTH Regensburg bietet also nicht nur eine solide akademische Ausbildung, sondern auch zahlreiche Möglichkeiten zur persönlichen und beruflichen Weiterentwicklung. Die Kombination aus praxisorientierter Lehre, moderner Ausstattung und engen Kontakten zur Industrie macht die OTH Regensburg zu einer attraktiven Wahl für ein Mathematikstudium.

Der Bachelor-Studiengang *Scientific Computing* verbindet die Themen in der Mathematik und der Informatik: Mit dem mathematischen Wissen und Handwerkszeug erlernen Sie die Problemstellungen in den Anwendungen zu verstehen, Lösungsverfahren zu entwickeln und mit Hilfe von mathematischen Methoden und Algorithmen zu beschreiben. Mit den Methoden aus der Informatik erwerben Sie die Möglichkeit, die Problemlösung auf Rechnern zu gestalten und neue Erkenntnisse zu gewinnen.

Im Bachelor-Studiengang *Mathematik* erhalten eine fundierte Ausbildung in der Mathematik mit hohem Anwendungsbezug, die begleitet wird von Lehrveranstaltungen in Informatik,

Wirtschafts- und Naturwissenschaften. Ein besondere Fokus liegt auf den Schwerpunkten Versicherungsmathematik und Aktuarwissenschaften sowie Technik und Informationstechnologie.

Im Bachelor-Studiengang *Künstliche Intelligenz* und Data Science beschäftigen Sie sich mit der Schaffung von intelligenten Systemen, die in der Lage sind, menschenähnliche Aufgaben auszuführen, wie z.B. die Wahrnehmung, die Verarbeitung von natürlicher Sprache, und Entscheidungsfindung und das Lernen. Neue Technologien sollen es Computern ermöglichen aus Daten zu lernen und Entscheidungen auf der Grundlage von Mustern zu treffen. Dies erfordert fortgeschrittene Algorithmen und Technologien.

Auch in den sechs weiteren Bachelor-Studiengängen der Informatik sowie einem Master-Studiengang in der Informatik und einem Master-Studiengang *Mathematics for Business and Industry* erlangen Sie vielfältige Kenntnisse und Fähigkeiten für die Erschaffung, Bearbeitung und das Verständnis von zukünftige Technologien und Lösungen. Die Kolleginnen und Kollegen an der OTH freuen sich darauf, neue Studierende auf die Herausforderungen von morgen vorzubereiten und auf ihrem Weg durch die Mathematik und die Informatik zu begleiten.