

HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN



Institut für Mathematik



„Ich glaube mit Recht behaupten zu können, dass das Unterrichtswesen im hiesigen Staat durch mich in einen neuen Schwung gekommen ist und dass, (...) doch viele Spuren meiner Verwaltung zurückbleiben werden. Etwas, was mir noch eigentümlicher als alles andere persönlich angehört, ist die Errichtung einer neuen Universität hier in Berlin.“

Wilhelm von Humboldt (1810)

Humboldt-Universität zu Berlin – Das moderne Original

Forschung und Lehre, aufs Engste verbunden, die Freiheit der Wissenschaft und Persönlichkeitsformung, das waren die Leitbilder Wilhelm von Humboldts, als er die Berliner Universität 1810 gründete. Diese zukunftsweisende Konzeption Humboldts ist ein Vorbild der modernen Universität schlechthin geworden – und die Humboldt-Universität zu Berlin mit ihr zum „modernen Original“.

52 Lehrende bei 256 Studenten – in diesem Zahlenverhältnis begann das erste Semester im Jahre 1810 an der Berliner Universität. Heute beginnen jedes Jahr 3.000 bis 5.000 junge Menschen ihre Hochschulausbildung an der Humboldt-Universität und werden dabei von über 400 Professorinnen und Professoren betreut.

Seit 1994 verfügt die Universität über elf Fakultäten und zwei Zentralinstitute. Sie sind in über 300 Gebäuden in Berlin und Brandenburg institutionalisiert. Über 240 Studiengänge bieten ein breites Spektrum aller grundlegenden Wissenschaftsdisziplinen in den Geistes-, Sozial-, und Kulturwissenschaften, der Humanmedizin, den Agrarwissenschaften sowie der Mathematik und den Naturwissenschaften an.

Bereits die Berliner Universität entwickelte sich – vor allem durch die Förderung des Naturwissenschaftlers Alexander von Humboldt – zum Wegbereiter für viele neue naturwissenschaftliche Disziplinen. Sechs von sieben mathematisch-naturwissenschaftlichen Instituten der heutigen Humboldt-Universität haben sich im Jahr 2003 auf dem neuen, süd-östlichen Campus in Berlin-Adlershof, der Stadt für Wissenschaft, Wirtschaft und Medien, angesiedelt. Dort, wo einst Otto Lilienthal während der Pionierzeit des Fliegens experimentierte, lernen, lehren und forschen heute mehr als 7.000 Studierende und Wissenschaftler unter exzellenten Arbeitsbedingungen.

Gemeinsam treten die Lehrenden und Studierenden der Humboldt-Universität heute das erfreuliche Erbe von 29 Nobelpreisträgern an. Dieses Renommee lockt: Rund 13 Prozent aller Studenten sind aus dem Ausland. Die Humboldt-Universität unterhält akademische Partnerschaften mit weit über 500 Hochschulen weltweit. Nicht nur Studierende, auch immer mehr Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zieht es aus dem Ausland nach Berlin. Im Durchschnitt weilen jährlich 800 Forscher aus aller Welt hier, womit die Universität einen deutschen Spitzenplatz einnimmt. Ebenso gern werden Wissenschaftler der Humboldt-Universität zu Berlin an Hochschulen im Ausland gesehen, wo sie forschen oder als Gäste lehren.

In der Exzellenzinitiative des Bundes waren drei Exzellenzcluster sowie fünf Graduiertenschulen erfolgreich und werden im Rahmen des bundesweiten Wettbewerbs gefördert.

Institut für Mathematik

„Die ganzen Zahlen hat der liebe Gott geschaffen, alles andere ist Menschenwerk.“
Leopold Kronecker

„Ein Mathematiker, der nicht irgendwie ein Dichter ist, wird nie ein vollkommener Mathematiker sein.“
Karl Weierstraß

„In mathematics you don't understand things. You just get used to them.“
Johann von Neumann

Nicht nur Leopold Kronecker (1823–1891) und Karl Weierstraß (1815–1897) kann die Humboldt-Universität zu ihren ehemaligen Mitgliedern zählen, noch viele weitere Größen der Mathematikgeschichte haben hier gewirkt. Untergebracht im Johann-von-Neumann-Haus in der Wissenschaftsstadt Adlershof und eingebunden in zahlreiche Forschungs- und Lehrverbände mit anderen Wissenschaftsinstitutionen, setzt das Institut für Mathematik auch heute viele wichtige Akzente in der theoretischen und in der praktischen Mathematik.



Das Institut

Das Institut für Mathematik der Humboldt-Universität arbeitet seit März 2000 im Johann-von-Neumann-Haus auf dem Campus Adlershof im Süden der Stadt. Der mathematisch-naturwissenschaftliche Campus der Humboldt-Universität ist Teil der Wissenschafts-, Wirtschafts- und Medienstadt Berlin-Adlershof. Hier arbeiten Unternehmen der High-Tech-Branche, außeruniversitäre und universitäre Forschungseinrichtungen in unmittelbarer Nähe zusammen, mit dem Ziel, gemeinsame, innovative Forschungsvorhaben, studentische Unternehmensgründungen oder auch neue Formen von Lehre und Forschung durchzuführen.

Vor 200 Jahren, als die Universität im Jahre 1810 nach den Ideen von Wilhelm von Humboldt und anderer Zeitgenossen eröffnet wurde, dominierten die humanistischen Fächer. Die Mathematik spielte zunächst eine geringe Rolle. Das änderte sich erst, als 1829 Peter Lejeune-Dirichlet (1805–1859) auf Initiative Alexander von Humboldts nach Berlin kam. Der Schweizer Jacob Steiner (1796–1863) hatte bereits seit 1821 in Berlin in verschiedenen Positionen als Schullehrer gewirkt, bevor er 1834, ebenfalls auf Initiative Alexander von Humboldts, Extraordinarius an der Universität wurde.

Weiter ist Carl Gustav Jacob Jacobi (1804–1851) für die erste Mathematik-Periode an der Berliner Universität zu nennen, der seit 1844 als Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften in Berlin lebte mit dem Recht, Vorlesungen an der Universität zu halten. Zwei weitere bedeutende Mathematiker sollen nicht unerwähnt bleiben: August Leopold Crelle (1780–1855), ein Mathematik-Enthusiast, der im Rahmen einer vielfältigen Tätigkeit Berlin als mathematischen Standort förderte, unter anderem durch die Gründung des Journals für die reine und angewandte Mathematik, das noch heute unter dem Namen Crelle-Journal zu den wichtigsten internationalen Mathematik-Zeitschriften gehört. Der Berliner Gotthold Eisenstein (1823–1852) publizierte allein 1844 im Crelle-Journal 23 Arbeiten und wurde im Jahr seines Todes Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften, jedoch hatte er keine Anstellung in Berlin und lebte notdürftig von einer durch Alexander von Humboldt und Crelle organisierten Unterstützung des Preußischen Königs und der Akademie.

Mit der Berufung von Dirichlet nach Göttingen als Nachfolger von Gauß im Jahre 1855 endete die erste Mathematik-Periode an der Berliner Universität. Die anderen oben genannten bedeutenden Mathematiker waren außer Steiner zu diesem Zeitpunkt verstorben und Steiner hatte den Höhepunkt seiner wissenschaft-

lichen Produktivität überschritten. Nachfolger von Dirichlet wurde Ernst Eduard Kummer (1810–1893), der auf dem Gebiet der Zahlen- und Funktionentheorie forschte. Mit ihm hob die zweite Mathematik-Periode der Berliner Universität an. Er sorgte dafür, dass Karl Weierstraß (1815–1897), ein Experte auf dem Gebiet der Analysis, im Jahre 1856 nach Berlin berufen wurde. Der dritte im Bunde wurde Leopold Kronecker (1823–1891), der bereits als Schüler am Liegnitzer Gymnasium von dem damals dort als Lehrer wirkenden Kummer unterrichtet wurde. Finanziell unabhängig, lebte Kronecker seit 1855 als Privatmann in Berlin und erhielt erst 1883 als Nachfolger von Kummer eine Professur an der Universität. In dieser zweiten Periode wurde die Berliner Universität zum wichtigsten Zentrum der Mathematik. Studenten aus aller Welt kamen nach Berlin um Weierstraß' Vorlesungen zu hören, in denen zeitweilig über 200 Hörer saßen. Diese Periode endete 1892 mit Weierstraß' Emeritierung.



Peter Lejeune-Dirichlet
Ernst Eduard Kummer und
Karl Weierstraß

Die Berliner Universität blieb ein wichtiger Standort der Mathematik bis zum Beginn der Nazi Herrschaft 1933. In dieser Periode arbeiteten unter anderem folgende bedeutende Mathematiker an der Humboldt-Universität: Lazarus Immanuel Fuchs, Hermann Amandus Schwarz, Ferdinand Georg Frobenius, Friedrich Schottky, Edmund Landau, Issai Schur, Erhard Schmidt, Ludwig Bieberbach und Richard von Mises. Letzterer gründete in Berlin das Institut für Angewandte Mathematik, die erste bedeutende Schule der Angewandten Mathematik in Deutschland.

Der Nationalsozialismus war eine Periode des Niedergangs der Mathematik an der Berliner Universität, hauptsächlich auf Grund der Vertreibung der jüdischen Mathematiker. 1946 wurde die Universität wieder eröffnet. Der durch den Nationalsozialismus nicht belastete Mathematiker Hermann Ludwig Schmid war bereits im Krieg Privatdozent gewesen und wurde 1946 ordentlicher Professor der Berliner Universität. Seiner Initiative ist die Berufung von Helmut Hasse zu verdanken, der in seiner Berliner Zeit einen großen

Schülerkreis um sich scharte, aber bereits 1950 einem Ruf nach Hamburg folgte. Schmid ging 1953 nach Würzburg.

Die weitere Entwicklung der Mathematik an der Humboldt-Universität bis etwa 1968 wurde durch die folgenden Mathematiker bestimmt: Heinrich Grell (Algebra), Kurt Erich Schröder (Analysis, auch Gründer des Rechenzentrums), Karl Schröter (Mathematische Logik) und Hans Reichardt (Zahlentheorie).

Studium

Allgemeines

Gegenwärtig zählt das Institut für Mathematik knapp 1500 Studierende, von denen gut 900 am Institut für Mathematik eingeschrieben sind. Seit dem Beginn des Wintersemesters 2009/2010 finden Neueinschreibungen ausschließlich in den Bachelorstudiengängen statt, der Kombinationsbachelor-Studiengang konnte schon früher belegt werden. Der Diplomstudiengang, der bisherige Lehramtsstudiengang sowie die Option, Mathematik als Nebenfach im Magisterstudiengang zu wählen, laufen mittlerweile aus.

Der sechssemestrige Monobachelor-Studiengang, zusammen mit dem darauf aufbauenden viersemestrigen Studiengang zum Master of Science, ersetzt fortan den Diplomstudiengang. Der Monobachelor-Studiengang soll die Studierenden in die Lage versetzen, mathematische Denkweisen und Arbeitsformen in verschiedenen Anwendungsgebieten einzusetzen, sowohl innerhalb und als auch außerhalb der Mathematik. Besonderer Wert wird darauf gelegt, die Studierenden zu exakter Arbeitstechnik anzuleiten und ihre Ausdrucksfähigkeit in Wort und Schrift zu stärken. Der Master-Studiengang hat das Ziel, Studierenden einen vertieften Einblick in Forschungsthemen der Mathematik zu geben, sowie die notwendigen fachlichen und persönlichen Qualifikationen für Positionen mit Leitungsverantwortung zu vermitteln. Der parallele sechssemestrige Kombinationsbachelor-Studiengang ist dagegen lehramtsbezogen und kann durch einen daran anschließenden zwei- bis viersemestrigen Studiengang zum Master of Education ergänzt werden.

Rechnet man durchschnittliche Studienanfängerzahlen aus den vergangenen Jahren auf die neugeschaffenen Bachelor-Studiengänge um, so ist von jährlich ungefähr 150 Studienanfängern im Kombinationsbachelor-Studiengang sowie 120 Studienanfängern im Monobachelor-Studiengang auszugehen. Zum Wintersemester 2008/09 wurde darüber hinaus ein fächer- und universitäts-

übergreifender Masterstudiengang Statistik eingerichtet, der sich an Absolventinnen und Absolventen eines Erststudiums in einem quantitativen Fach, wie zum Beispiel Mathematik, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Informatik und Physik, richtet. Beteiligt sind neben dem Institut für Mathematik auch die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Humboldt-Universität, die Wirtschaftswissenschaften der Freien Universität und der Technischen Universität sowie die Charité – Universitätsmedizin Berlin. Die Regelstudienzeit beträgt vier Semester. Nach Einführung in die mathematischen und methodischen Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie sowie der Statistik können speziellere Kenntnisse in den Bereichen Statistische Inferenz, Ökonometrie, Quantitative Methoden der Finanzmärkte oder Biometrie erworben werden. Dabei wird Wert gelegt auf praxisrelevante Lehrinhalte, die Vermittlung von Algorithmen, Programmiersprachen und die Anwendung des erlernten Wissens. Momentan umfasst der Studiengang ungefähr 50 Studierende.

ERASMUS-Programm

Das Institut für Mathematik setzt sich intensiv für die Internationalisierung des Mathematik-Studiums im Rahmen des ERASMUS-Programmes ein. Mittlerweile werden 36 Austauschverträge unterhalten, darunter mit Institutionen wie dem Imperial College London, der École Polytechnique Paris, der Université de Paris IX (Orsay), der ENSEEIHT Toulouse und der Sapienza-Universität di Roma.

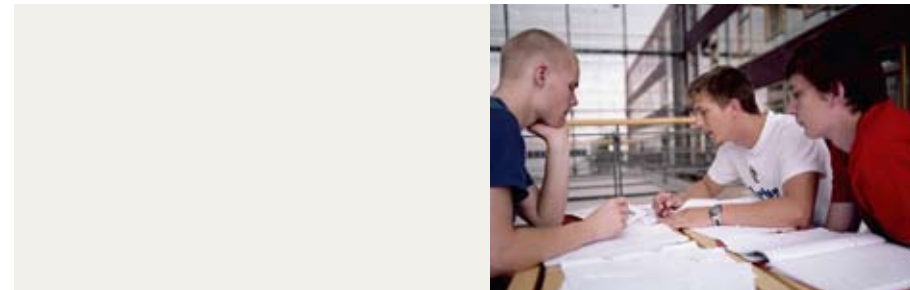
Einerseits wird dieses Angebot von Studierenden des Instituts rege nachgefragt, andererseits erfreut sich das Institut auch wachsender Beliebtheit unter ausländischen Studierenden, was an der stetig steigenden Anzahl der Gaststudierenden deutlich ablesbar ist.

Vorbereitung, begleitende Betreuung und Nachbereitung von Auslandsteilstudien, sowohl für HU-Studierende als auch für Gaststudierende, wurden am Institut zu einem festen Programm entwickelt. Der ausgezeichnete Ruf, den sich das Institut auf internationaler Ebene durch die Ausgestaltung des ERASMUS-Programmes erworben hat, wird auch durch die Verleihung des DAAD-ERASMUS-Preises 2010 an seinen ERASMUS-Beauftragten, Dr. Werner Kleinert, dokumentiert.

Graduierenausbildung

Das Institut war und ist an diversen von der DFG finanzierten Graduiertenkollegs beteiligt. Das IRTG (International Research Training Group) 1339 „Stochastic Models of Complex Processes“

ist ein von den Stochastik-Gruppen der HU und TU Berlin und des Weierstraß-Instituts für Angewandte Analysis und Stochastik (WIAS Berlin) getragenes internationales Graduiertenkolleg, das im Oktober 2006 eingerichtet und seither von der DFG gefördert wird. Es ist integriert in der Berlin Mathematical School (BMS), der Graduiertenschule der Berliner Mathematik im Exzellenzprogramm, und hat ein Forschungsprogramm, das zwischen den Berliner Gruppen und ihren Partnern an der ETH und Universität Zürich abgestimmt ist. Das IRTG bietet 15 Doktorandenstipendien und zwei Postdoc-Stipendien für Studenten und Promovierte, die sich mit Themen aus den Kerngebieten der Theorie stochastischer Prozesse und interagierender Systeme, der stochastischen Analysis und Dynamik beschäftigen, und in Modellen beispielsweise von Finanzmärkten, von Phasenübergängen in zufälligen Medien, der Klimadynamik und der Populationsbiologie anwenden wollen. Die Studenten des Kollegs verbringen in der Regel mindestens sechs Monate an den Partnerinstitutionen in Zürich oder anderen Europäischen Spitzeninstitutionen der Stochastik, wie beispielsweise der École Polytechnique, Paris, oder den Universitäten Oxford und Cambridge.



Das im Jahr 2009 ausgelaufene Internationale Graduiertenkolleg 870 „Arithmetic and Geometry“ mit der ETH und Universität Zürich war der Grundlagenforschung zu aktuellen Fragen in den Bereichen der Arithmetischen Geometrie und Zahlentheorie, der Differentialgeometrie und Geometrischen Analysis sowie der Komplexen Geometrie gewidmet. Ebenfalls im Jahr 2009 lief das gemeinsam mit dem Weierstraß-Institut und dem DFG Forschungszentrum MATHEON getragene Graduiertenkolleg 1128 „Analysis, Numerics, and Optimization of Multiphase Problems“ aus.

Die Berlin Mathematical School (BMS) ist eine von allen drei Berliner Universitäten getragene ambitionierte, auf Individualförderung, Internationalität und Exzellenz ausgerichtete Graduiertenschule. Sie ging erfolgreich aus der ersten Runde des Exzellenz-

zweittbewerbs von Bund und Ländern hervor und wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) für zunächst fünf Jahre mit etwa 1 Million Euro pro Jahr gefördert.

Die BMS bietet eine strukturierte Graduiertenausbildung in einem 2-Phasen-System an, welche die Stärken der deutschen Doktorandenausbildung mit den Vorzügen erfolgreicher US-Graduiertenschulen verbindet. Phase I umfasst die ersten 3–4 Semester und setzt auf dem Bachelor-Niveau an. Sie endet mit einer Qualifizierungsprüfung und leitet in die Phase II über, die in weiteren 4 bis 6 Semestern zur Promotion führt. Für Phase I führte die BMS ein neues Studienprogramm ein, das aus in Englisch gehaltenen Vorlesungen aufgebaut ist. Gestützt auf die Leitidee, dass Mathematik nur als Ganzes effizient ist, vermittelt die BMS sowohl einen breiten mathematischen Hintergrund als auch spezialisierte Kenntnisse, wie sie für Forschung auf hohem Niveau erforderlich sind.

Das Studienprogramm in Phase II entspricht dem, was in einem der Berliner mathematischen Graduiertenkollegs oder einer der zwei International Max Planck Research Schools (IMPRS) angeboten wird. BMS-Studierende promovieren in einem dieser Gebiete, wobei die Aufgaben der Betreuung und Qualitätssicherung an diese von der BMS akkreditierten Einrichtungen übertragen werden. Die Graduiertenausbildung und wissenschaftliche Nachwuchsförderung in Berlin können zudem von einem ausgesprochen reichhaltigen und interessanten wissenschaftlichen Umfeld profitieren. BMS-Studierende legen Prüfungen nach den Regeln der Universität ab, an der sie eingeschrieben sind, und erhalten von der BMS zusätzlich zur Bestätigung ihres Erfolgs ein Certificate of Excellence.

Die Freitagskolloquien der BMS, die BMS Fridays, bilden einen gemeinsamen Treffpunkt für BMS-Studierende in beiden Phasen sowie für Berlins mathematische „Community“. Unter dem Motto „Mathematics as a Whole“ bietet die Veranstaltung Einblicke in die großen Zusammenhänge und aktuellen Entwicklungen in der Mathematik.

Forschung und Lehre



Mathematische Logik

Professoren: Andreas Baudisch

Die Mathematische Logik ist aus der Forschung zu den Grundlagen der Mathematik entstanden (beispielsweise Gottlob Frege, Bertrand Russell). Dieser Aspekt wird heute durch die Mengenlehre repräsentiert, die zeitweise durch Ronald Jensen sehr prominent an der HU vertreten war. Die Mathematische Logik ist auch Grundlage der Theoretischen Informatik und spielt deshalb am Institut für Informatik eine wesentliche Rolle. Das Forschungsgebiet von Andreas Baudisch ist die Modelltheorie. Sie zeichnet sich heute durch eine starke Wechselwirkung mit der Reinen Mathematik (Algebra, Algebraische Geometrie, Zahlentheorie) aus. Bahnbrechend wirkten hier die Arbeiten von Ehud Hrushovski, die auch die Forschung am HU-Institut prägen. Entscheidend für die kleine Arbeitsgruppe ist eine starke Kooperation auf nationaler und internationaler Ebene. Sie ist am Europäischen Netzwerk MODNET des Marie-Curie-Programms beteiligt.

Algebraische Geometrie und Komplexe Analysis

Professoren: Gavril Farkas, Eberhard Kirchberg, Herbert Kurke

Eine durch die elementaren algebraischen Operationen Multiplikation, Skalarmultiplikation und Addition gebildete Gleichung heißt algebraische Gleichung. Als solche ein Objekt der Algebra, stellt sich heraus, dass ihre Lösungsmenge in sehr natürlicher Weise eine geometrische Figur beschreibt. Die Untersuchung dieser so entstehenden geometrischen Figuren – der sogenannten algebraischen Varietäten – ist der Gegenstand der Algebraischen Geometrie. Einige der wesentlichen Probleme sind Klassifikationsprobleme: Sie selektieren einige spezielle geometrische Eigenschaften und Invarianten, beispielsweise Dimension, Geschlecht, Birationalitätsklasse und fragen nach der Gesamtheit aller algebraischen Varietäten, welche diesen geometrischen

Eigenschaften genügen. So werden beispielsweise algebraische Varietäten der Dimension n und vom Geschlecht g durch den sogenannten Modulraum Mg klassifiziert – welcher seinerseits eine algebraische Varietät ist. Die Arbeitsgruppe beschäftigt sich mit der Untersuchung der grundlegenden Eigenschaften von Mg und strebt eine vollständige Beschreibung seiner birationalen Geometrie und Topologie an. Insbesondere soll allein in Abhängigkeit des Geschlechts g festgestellt werden können, wann sich die Geometrie von Mg von einer unirationalen Varietät zu einer Varietät vom allgemeinen Typ verändert. Darüber hinaus werden auch Fragen der enumerativen Geometrie von Modulräumen hoher dimensionaler Varietäten (beispielsweise abelscher Varietäten, K_3 -Flächen) untersucht.

Zahlentheorie und Arithmetische Geometrie

Professoren: Elmar Grosse-Klönne, Jürg Kramer, Ernst-Wilhelm Zink, Remke Kloostermann

Die Zahlentheorie befasst sich in ihrer einfachsten Form mit den Gesetzmäßigkeiten der ganzen Zahlen. Ihre Faszination zieht sie nicht zuletzt daraus, dass der Beweis auch frappierend einfach zu formulierender Sachverhalte oft außerordentlich reichhaltiger und vielfältiger Methoden aus nahezu sämtlichen mathematischen Teildisziplinen bedarf. Die Arbeitsgruppe hat substantielle Beiträge zu zahlentheoretisch relevanten Aspekten der Darstellungstheorie geliefert, welche sich in das sogenannte Langlands-Programm einordnen lassen. Des Weiteren forscht die Arbeitsgruppe auf dem Gebiet der Arithmetischen Geometrie, das heißt der systematischen Untersuchung der ganzzahligen Lösungen polynomialer Gleichungen (mit ganzzahligen Koeffizienten) mit Methoden der modernen Algebraischen Geometrie. In diesem Zusammenhang konnten tiefe Einsichten über die Geometrie und Arithmetik gewisser Modulräume mittels komplex analytischer Uniformisierung gewonnen werden. Schließlich wurden grundlegende Arbeiten zur Arakelovtheorie und arithmetischen Schnitttheorie vorgelegt.

Geometrische Analysis

Professoren: Jochen Brüning, Dorothee Schüth

Die Geometrische Analysis beschäftigt sich mit Differentialgleichungen, deren Lösung Informationen über geometrisch gestellte Probleme liefern, die sich häufig mit physikalischen Fragestellungen berühren. Zu den großen Ideenkreisen dieses Arbeitsgebietes gehört der Indexsatz von Atiyah und Singer, der ganzzahlige topologische Größen, wie die Euler-Charakteristik, als die Differenz der Lösungszahlen von zwei linearen ellipti-

schen Differentialgleichungen bestimmt. Viele andere neuerdings für die symplektische Geometrie und die Stringtheorie interessante Invarianten ergeben sich ebenfalls aus solchen Abzählungen von Lösungen, sind aber der Indextheorie nicht zugänglich.

Ein weiteres Arbeitsgebiet entspringt dem inversen Spektralproblem, das danach fragt, inwiefern das von einer Strahlungsquelle ausgehende Licht die „Gestalt“ der Quelle bestimmt oder akustisch gewendet, wie viel der Klang einer Trommel über deren Form aussagt. Die enorme physikalische Relevanz dieses Fragekreises eröffnet sich, wenn man bedenkt, dass das gesamte Wissen über das Universum allein aus der Analyse der elektromagnetischen Signale stammt, die uns erreichen. Das inverse Spektralproblem verlangt die Lösung von stark nicht-linearen Differentialgleichungen, benutzt aber wesentlich die lineare Theorie (Spektraltheorie) immer dann, wenn es um die genaue Bestimmung von Entartungen, so genannten Singularitäten, geht. Die Arbeitsgruppe beschäftigt sich mit mehreren, vor allem singulären Aspekten dieses Gebietes, die zu neuen Einsichten in der Spektraltheorie führen, in regem Austausch mit Physikern im Rahmen des Sonderforschungsbereichs „Raum, Zeit, Materie“.

Mathematische Physik von Raum, Zeit und Materie

Professor Matthias Staudacher (Brückenprofessur der Institute für Mathematik und Physik)

Eine der schwierigsten Aufgaben der modernen theoretischen Physik ist die Suche nach mathematisch exakten Methoden, um diejenigen Theorien quantitativ zu begründen, auf denen das vielfach bewährte „Standardmodell“ der Elementarteilchen beruht: dies sind die so genannten nicht-abelschen Eichtheorien. Sie werden derzeit erneut einem Präzisionstest am Large Hadron Collider (LHC) in Genf, einem 27 Kilometer langen Beschleuniger, unterzogen. Ein konzeptionell höchst interessanter Ansatz für diese Eichtheorien ist die 1997 von Juan Maldacena postulierte sogenannte AdS/CFT-Korrespondenz. Hierbei handelt es sich darum, eine Dualität zwischen den Eichtheorien und der Stringtheorie, die man als die Theorie der relativistisch schwingenden Saiten bezeichnen kann, alternativ zu beschreiben. Dieser Vorschlag weckte weltweites Interesse, konnte jedoch bis vor kurzem nicht quantitativ überprüft werden. In jüngster Zeit gab es hierbei jedoch einen Durchbruch, da mittels raffinierter mathematischer Methoden einige exakt lösbare konkrete Beispiele für AdS/CFT entdeckt wurden. An dieser Fragestellung arbeitet die neue Arbeitsgruppe für „Raum, Zeit und Materie“ in einer interdisziplinären Konstellation, die sowohl theoretische Physik als auch Mathematik umfasst. Die dabei auftretenden Fragestel-

lungen stehen in mannigfacher Beziehung mit vielen Teilgebieten der reinen Mathematik, beispielsweise der algebraischen Geometrie, der geometrischen Analysis und Differentialgeometrie, der Theorie der Quantengruppen, der diskreten Mathematik und selbst der Zahlentheorie. So bildet die moderne mathematische Physik eine Brücke von den abstraktesten Gebieten der Mathematik über die abenteuerlichen Gedankenflüge der physikalischen Grundlagenforschung bis hin zu den gerade angelaufenen Beschleunigerexperimenten in Genf.

Symplektische Geometrie

Professor Klaus Mohnke

Symplektische Strukturen sind die grundlegenden strukturellen Erhaltungsgrößen der klassischen Mechanik. Sie werden bei der Beschreibung von Modellen der Quantenmechanik benutzt. Viele Lösungsräume von Feldgleichungen besitzen eine natürliche symplektische Struktur. Seit M. Gromovs Resultaten sind (pseudo) holomorphe Kurven das Hauptwerkzeug zur Untersuchung von Eigenschaften dieser Strukturen. Das Zählen dieser holomorphen Kurven führt zu den Gromov-Witten-Invarianten, deren Untersuchung und Berechnung durch Vorhersagen aus der Stringtheorie in den letzten Jahren einen enormen Aufschwung erlebt hat. In der Arbeitsgruppe werden analytische Probleme für nichtkompakte beziehungsweise berandete holomorphe Kurven untersucht (Kompaktheit, Transversalität und Regularität) und die Algebra für die entsprechenden Invarianten entwickelt.

Differentialgeometrie

Professoren: Helga Baum, Thomas Friedrich, Andreas Juhl

Die Differentialgeometrie entstand als Teilgebiet der Geometrie, als im Zuge der Entwicklung der Infinitesimalrechnung Methoden der Differentialrechnung in die Geometrie eingeführt wurden. Riemann begründete 1954, inwiefern alle geometrischen Eigenschaften, wie Längen von Kurven, Volumen von Teilmengen, Krümmungen des Raumes, durch ein einziges Objekt – eine sogenannte Riemannsche Metrik beschrieben werden. Die sich aus diesem Ansatz entwickelnde Riemannsche Geometrie stellte sich als die adäquate mathematische Sprache heraus, um die Einsteinsche allgemeine Relativitätstheorie zu formulieren. In den sich gegenwärtig in der Entwicklung befindenden Konzepten der modernen theoretischen Physik, wie der String-Theorie, wird die Differentialgeometrie höher-dimensionaler Riemannscher Mannigfaltigkeiten wesentlich benutzt. Die Arbeitsgruppen von Prof. Friedrich und von Prof. Baum befassen sich mit der Klassifikation spezieller geometrischer Strukturen auf Riemannschen

Mannigfaltigkeiten, die sowohl aus Fragestellungen der Differentialgeometrie selbst entstehen als auch bei der Untersuchung von Differentialgleichungen auf Riemannschen Mannigfaltigkeiten auftreten, sowie durch Fragestellungen aus der Physik motiviert sind. In der Arbeitsgruppe von Prof. Thomas Friedrich stehen nicht-integrable, spezielle geometrische Strukturen im Mittelpunkt. Neben der differentialgeometrischen Motivation kommt eine wesentliche weitere daher, dass diese Geometrien Lösungen der Strominger-Gleichungen der Typ-IIString-Theorie sind. In der Arbeitsgruppe von Prof. Helga Baum werden Fragestellungen untersucht, die speziell bei indefiniten Metriken, wie den Lorentz-Metriken der allgemeinen Relativitätstheorie, auftreten. Schwerpunkte dieser Forschung sind die Holonomietheorie für indefinite Metriken und für konforme Strukturen, die Beschreibung der dabei auftretenden speziellen Geometrien, die Behandlung der damit in Beziehung stehenden Spinorfeld-Gleichungen sowie die Untersuchung der Struktur konform-invarianter Differentialoperatoren und der mit ihnen verbunden konformen Invarianten (Q-Krümmung).

Stochastik, Finanzmathematik und Mathematische Statistik

Professoren: Dirk Becherer, Thorsten Dickhaus, Ulrich Horst, Peter Imkeller, Uwe Küchler, Michael Kupper, Markus Reiß, Vladimir Spokoiny

In der Mathematischen Statistik werden neue Methoden entwickelt, um komplexe, hochdimensionale Daten in ihrer Struktur besser zu verstehen und zu analysieren. Typische Anwendungsfelder sind Finanzmathematik oder medizinische Bildverarbeitung, wo einerseits mit anspruchsvollen mathematischen Methoden modelliert wird und andererseits die Daten Strukturbrüche, Kanten, Abhängigkeiten und viele andere nichtlineare Effekte aufweisen. Die mathematische Analyse führt zu einem übergreifenden Verständnis und einer breiten Einsetzbarkeit der entwickelten Methoden und ist gleichzeitig ein wichtiger Motor zur Weiterentwicklung der Theorie. Die Arbeitsgruppe hat insbesondere neue Konzepte zur lokal-adaptiven Schätzung, zu statistischen inversen Problemen, zur multiplen Testtheorie und zur Statistik stochastischer Prozesse hervorgebracht.

Numerische Mathematik

Professoren: Carsten Carstensen, Werner Römisch, Andreas Schröder

Ein Teil der Arbeitsgruppe beschäftigt sich mit der effektiven numerischen Lösung von gewöhnlichen und partiellen Differential- oder Integralgleichungen. Die Algorithmen und ihre Eigenschaften

ten werden mit Methoden der mathematischen Analysis untersucht, verstanden und verbessert. Laufende Forschungsarbeiten beinhalten unter anderem die Optimalität von adaptiven FEM-Verfahren (FEM=Finite-Elemente-Methode), adaptive FEM-Verfahren für Kontaktprobleme und die Berechenbarkeit von singulären Minimalstellen in der Variationsrechnung. Der andere Teil der Arbeitsgruppe hat als Forschungsschwerpunkt die numerische Behandlung stochastischer Optimierungsmodelle; dabei gibt es intensive Industriekooperationen mit den Firmen Infineon beziehungsweise Qimonda sowie einigen Elektroenergieversorgungsunternehmen.

Nichtlineare Optimierung

Professoren: Nicolas Gauger, Andreas Griewank, Michael Hintermüller, Bernd Kummer

Die Arbeitsgruppe beschäftigt sich damit, Maxima beziehungsweise Minima von Funktionen unter meist komplizierten Nebenbedingungen zu charakterisieren und zu berechnen. Die bestehende Gruppe hat sich in den vergangenen zehn Jahren umgebildet und ist jetzt stärker an der Lösung konkreter Probleme, zum Beispiel Design von Tragflächen, Prozesse mit minimaler Energie, orientiert, was sich in zahlreichen Projekten widerspiegelt.

Angewandte Analysis

Professoren: Alexander Mielke, Joachim Naumann, Michael Hintermüller, Jürgen Sprekels

Die Angewandte Analysis beschäftigt sich mit der Modellierung und dem Studium von Phänomenen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Angeregt durch außermathematische Problemstellungen werden Methoden der Analysis neu- und weiterentwickelt, was J.B.J. Fourier folgendermaßen ausdrückte: Ein gründliches Studium der Natur ist die fruchtbarste Quelle mathematischer Entdeckungen. Die Angewandte Analysis an der HU hat eine lange Tradition, die mit Richard von Mises begann, von Kurt Schröder fortgesetzt wurde und bis in die Gegenwart reicht. Dabei steht die Behandlung von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen im Vordergrund, die oft Bezug zur Elastizitäts- und Plastizitätstheorie, Strömungsmechanik, Halbleiter- und Lasermodellierung und Theorie multifunktionaler Materialien haben. Somit fungiert die Angewandte Analysis als Bindeglied zwischen Modellbildung in den Nachbarwissenschaften, der Reinen Mathematik und dem Wissenschaftlichen Rechnen.

Mathematik und ihre Didaktik, Förderung von Begabungen

Professoren: Andreas Filler, Jürg Kramer.

Die Arbeitsgruppe ist in der Lehre wesentlich für die mathematikdidaktische Ausbildung von Lehramtskandidatinnen und -kandidaten für alle Schulformen verantwortlich. Durch die Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen hat diese Aufgabe an Umfang und Bedeutung zugenommen. In der Wissenschaft beschäftigen sich die Forscher mit Fragen zu Zielen, Inhalten und Methoden des Mathematikunterrichts. Im Rahmen des Humboldt-ProMINT-Kollegs, an dem die Arbeitsgruppe beteiligt ist, werden neue Lehr- und Lernkonzepte sowohl für die Schule als auch für die Lehrerbildung entwickelt.

Die Förderung von mathematisch interessierten und begabten Schülerinnen und Schülern gehört ebenfalls zum Verantwortungsbereich der Arbeitsgruppe: So bildet die Zusammenarbeit des Instituts mit dem Berliner Netzwerk mathematisch-naturwissenschaftlich profilierter Schulen, das seit 2001 besteht, einen Förderschwerpunkt. In der außerunterrichtlichen Förderung steht die Arbeit der Mathematischen Schülergesellschaft Leonhard Euler im Mittelpunkt. Darüber hinaus hat sich in den letzten Jahren der internationale Känguru-Wettbewerb rasant entwickelt, der für Deutschland von Monika Noack zusammen mit Mitgliedern der Arbeitsgruppe organisiert und ausgewertet wird. Die Arbeitsgruppe ist überdies über die beiden Projekte „Teachers at universities“ und „Mathematics teacher training initiative“ im Anwendungsbereich Education des Matheon eingebunden.

Kooperation und Vernetzung

IRIS

Das Integrative Research Institute for the Sciences, (IRIS) Adlershof, ist eine innovative Einrichtung der Humboldt-Universität, die sich zwischen Forschungsinstitut, Entwicklungslabor und einem Institute for Advanced Studies bewegt. Im IRIS Adlershof arbeiten Wissenschaftler verschiedener Fachrichtungen wie Physik, Chemie, Mathematik und Informatik zu innovativen Themenbereichen wie Moderne Optik, Molekulare Systeme, Mathematische Physik und Computation in the Sciences zusammen.

Das Institut für Mathematik ist in das IRIS über dessen Teilprojekt „Mathematik und Fundamentalphysik“ eingebunden: Die Mathematische Physik erforscht an der Schnittstelle zwischen theoretischer Physik und reiner Mathematik die Geometrie und Analysis von mathematischen Strukturen, wie sie beispielhaft in



Superstringtheorien wie in Quantenfeldtheorien diskutiert werden. Mit dem „Large Hadron Collider“ am CERN steht die Teilchenphysik zudem am Anbeginn einer neuen Ära, die diesem Forschungsfeld hohe Aktualität verleiht. Eine führende Rolle im in der Gründung begriffenen „Interdisziplinären Zentrum für Mathematische Physik“ wird der Physiker Dirk Kreimer spielen, ein international anerkannter Forscher auf diesem Gebiet, der 2010 mit einer Alexander von Humboldt-Professur ausgezeichnet worden ist. Er soll die Kooperation von Mathematik und Theoretischer Physik vor allem auf dem Gebiet der Quantenfeldtheorie voranbringen. Ein verwandtes, aber anders ausgerichtetes Forschungsgebiet ist die Komplexe Dynamik, die derzeit ihre interessantesten Anwendungen in der Klimaforschung und in der Physik der Biomakromoleküle findet.

MATHEON

Im DFG-Forschungszentrum MATHEON koordinieren die drei großen Universitäten Berlins und zwei mathematische Forschungsinstitute diverse Forschungsaktivitäten mit dem Ziel, die Entwicklung der Mathematik als Schlüsseltechnologie zu fördern. Mit MATHEON soll der Zusammenarbeit zwischen Mathematik und Industrie, Gesellschaft und Technologieentwicklung eine neue Dimension eröffnet werden. Alle Forschungsaktivitäten des MATHEON sind anwendungsorientiert und derzeit auf die folgenden Technologiefelder fokussiert: Lebenswissenschaften, Logistik, Verkehrs- und Telekommunikationsnetze, Produktion, Schaltungssimulation und optoelektronische Bauteile, Finanzen und Visualisierung. Fragen der Ausbildung werden ebenfalls untersucht. Das MATHEON wird von der DFG mit einem jährlichen Finanzvolumen von fünfeneinhalb Millionen Euro unterstützt. Die beteiligten Berliner Institutionen steuern jährlich drei Millionen Euro bei. Es hat derzeit 200 Mitglieder, darunter 42 Professoren. Die Mitglieder haben ihre Arbeitsplätze an den beteiligten Instituten, und jeder aus DFG-Mitteln des MATHEON finanzierte Mitarbeiter ist in das wissenschaftliche Team seines Projektleiters an

dessen Institution integriert. 90 Mitglieder werden aus DFG-Mitteln des MATHEON finanziert, die übrigen von ihrer Institution, von Stipendien der Industrie oder aus anderen Quellen. Die Forschungsgruppen des Instituts für Mathematik an der Humboldt-Universität sind mit insgesamt fünfzehn Teilprojekten, zwei Forschungsprofessuren und zwei Nachwuchsgruppen am MATHEON beteiligt.

Auf der Basis der besonderen mathematischen Stärken der Berliner Landschaft baut das MATHEON auf den folgenden mathematischen Disziplinen auf: Optimierung und diskrete Mathematik; Numerische Analysis und Wissenschaftliches Rechnen und Angewandte und Stochastische Analysis.

SFB 647: Raum – Zeit – Materie. Analytische und Geometrische Strukturen

Die Humboldt-Universität zu Berlin ist Sprecherhochschule des 2005 eingerichteten, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Sonderforschungsbereiches 647 „Raum – Zeit – Materie. Analytische und Geometrische Strukturen“. Beteiligt sind ferner die Freie Universität Berlin, die Universität Potsdam und das Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik / Albert Einstein-Institut (AEI) in Golm.

Center of Computational Science Adlershof (CCSA)

Das CCSA ist eine Gründung der HU-Institute für Mathematik, Informatik, Physik und Chemie. Ziel ist die gemeinsame Nutzung moderner Computing-Infrastrukturen und der Austausch numerisch-mathematischer und informationstechnischer Methoden; von besonderem mathematischem Interesse ist dabei die rechnerische Behandlung und Lösung partieller Differentialgleichungen.

Service

Universität und Schule

Das Institut hat die Beziehungen zwischen Universität und Schule stets besonders gefördert und dazu spezielle Begabtenförderungskonzepte entwickelt.

Im Rahmen des Berliner Netzwerks mathematisch naturwissenschaftlich profilierter Schulen wird der schulische Mathematikunterricht von Hochschullehrern des Instituts und Mathematiklehrern gemeinsam erteilt. Die Mathematische Schülergesellschaft

Leonhard Euler, die 1970 gegründet wurde, ist eine außerunterrichtliche Einrichtung die mathematisch interessierte und begabte Schülerinnen und Schülern der Klassenstufen 7 bis 13 fördern und die Freude an der Beschäftigung mit Mathematik wecken und festigen will. Die Mitglieder treffen sich einmal in der Woche für zwei Stunden zur Zirkelarbeit. Die Zirkel werden von Professoren und Mitarbeitern des Instituts für Mathematik der Humboldt-Universität zu Berlin und von Gastdozenten aus anderen wissenschaftlichen Institutionen durchgeführt. Es werden Inhalte vermittelt, die den mathematischen Schulstoff erweitern und vertiefen.

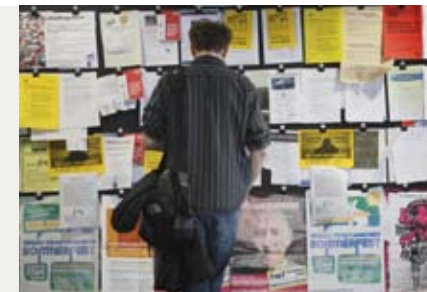


Das Känguru der Mathematik ist ein internationaler Wettbewerb, an dessen Ausführung in Deutschland das Institut für Mathematik der Humboldt-Universität zu Berlin maßgeblich beteiligt ist. An dem mathematischen Multiple-Choice-Wettbewerb für mehr als 4,5 Millionen Teilnehmer in vielen europäischen und außereuropäischen Ländern nehmen immer mehr Schülerinnen und Schüler teil; die Teilnehmerzahlen in Deutschland sind von 184 im Jahre 1995 auf über 800.000 im Jahre 2009 gestiegen. Ziel des Wettbewerbs „Känguru der Mathematik“ ist die Unterstützung der mathematischen Bildung an den Schulen. Die Freude an der Beschäftigung mit Mathematik soll geweckt und gefestigt und durch das Angebot an interessanten Aufgaben die selbstständige Arbeit befördert werden. Der Känguru-Wettbewerb findet jährlich am 3. Donnerstag im März in allen Teilnehmerländern gleichzeitig statt, er wird als Klausurwettbewerb an den Schulen geschrieben.

ProMINT-Kolleg

Die sogenannten MINT-Fächer, Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik, gehören zu den anspruchsvollen Schulfächern, die sich nicht immer großer Beliebtheit erfreuen. Das von der Deutsche Telekom Stiftung geförderte Kolleg bildet

eine Fächer und Schulformen übergreifende, ständige universitäre Struktureinheit. In sieben Arbeitsgruppen entwickeln abgeordnete Lehrerinnen und Lehrer, Studierende, Doktorandinnen und Doktoranden und Angehörige der MINT-Fachdidaktiken neue Lehr- und Lernkonzepte für die Schule als auch für die Lehrerbildung an der Humboldt-Universität zu Berlin. Im Rahmen des Kollegs absolvieren Lehrer und Studierende der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer Praktika in Adlershofer Unternehmen und Einrichtungen, die ihnen Einblicke in die Wertschöpfungskette von der Grundlagenforschung bis zur High-Tech-Produktion verschaffen.



Fachschaft

Die Fachschaft der Mathematik ist mit rund 1000 Studierenden die größte an der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät II. Der jedes Jahr gewählte Fachschaftsrat vertritt die Interessen aller Studierenden am Institut für Mathematik. In diesem Sinn organisiert der Rat zusammen mit der studentischen Studienberatung und weiteren Aktiven zum Beispiel das WarmUp, einen Brückenkurs für beginnende Mathematikstudierende, und eine Einführungsveranstaltung. Jedes halbe Jahr findet eine Fachschaftsfahrt statt. In der Gremienarbeit bringen sich die Studierenden aktiv ein und verbessern so die Studienbedingungen. Mehrfach in der Woche wird eine Sprechstunde, Kontakt per E-Mail oder Telefon angeboten. Dies bietet für Studierende oft die erste Ansprechstation, bei der oft auch sofort Lösungen gefunden werden. Als Treffpunkt steht das Fachschaftscafé JwD offen. Gemütliche Sofas laden hier zum Entspannen während einer Freistunde oder zum gemeinsamen Lösen der Übungsaufgaben ein. Donnerstags findet ein Spieleabend statt. Die Mathematik hat auch einen eigenen Alumni-Verein: mathX. Dieser kümmert sich unter anderem um die Organisation der Absolventenehrung, vergibt einen Preis für gute Lehre und führt eine Vortragsreihe mit ehemaligen Studierenden durch.

Kontakt

Institut für Mathematik
Rudower Chaussee 25
Tel.: +49 (30) 2093-2336
Fax: +49 (30) 2093-2238
willenbg@mathematik.hu-berlin.de
www.mathematik.hu-berlin.de

Fotos: Cover: Johann-von Neumann-Haus, Alexander Schippel,
Porträtsammlung der Universitätsbibliothek, Heike Zappe, Matthias Meyde

Fakultäten & Institute

Juristische Fakultät

Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät I
Biologie, Chemie, Physik

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät II
Geographie, Informatik, Mathematik, Psychologie

Philosophische Fakultät I
*Philosophie, Geschichte, Europäische Ethnologie,
Bibliotheks- und Informationswissenschaft*

Philosophische Fakultät II
*Literatur, Linguistik, Nordeuropa-Institut, Romanistik,
Anglistik/Amerikanistik, Slawistik, Klassische Philologie*

Philosophische Fakultät III
*Sozialwissenschaften, Archäologie, Kulturwissenschaft, Kunst-
und Bildgeschichte, Musikwissenschaft und Medienwissenschaft,
Asien-/Afrikawissenschaften, Geschlechterstudien*

Philosophische Fakultät IV
*Sportwissenschaft, Rehabilitationswissenschaften, Erziehungswissen-
schaften, Qualitätsentwicklung im Bildungswesen*

Theologische Fakultät

Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät

Charité - Universitätsmedizin Berlin

Zentralinstitute

Zentralinstitut Großbritannien - Zentrum

Zentraleinrichtungen

Zentraleinrichtung Sprachenzentrum

Zentraleinrichtung Universitätsbibliothek

Zentraleinrichtung Computer- und Medienservice

Zentraleinrichtung Hochschulsport

Humboldt-Universität zu Berlin

Institut für Mathematik

Rudower Chaussee 25
Tel.: +49 (30) 2093-2336
Fax: +49 (30) 2093-2238
willenbg@mathematik.hu-berlin.de
www.mathematik.hu-berlin.de

Öffentlichkeitsarbeit

Unter den Linden 6
10099 Berlin
Tel.: +49 (30) 2093-2946
Fax: +49 (30) 2093-2107
pr@hu-berlin.de
www.hu-berlin.de

