



NRW

Die **Exzellenzcluster**
der nordrhein-westfälischen
Universitäten

IST

EXZEL

LENT



GRUSSWORT

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

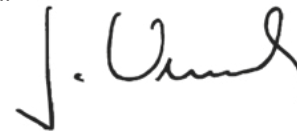
an den nordrhein-westfälischen Universitäten werden derzeit 14 Exzellenzcluster mit jeweils drei bis zehn Millionen Euro pro Jahr gefördert – so viele wie in keinem anderen Bundesland. Jeder Cluster steht für herausragende wissenschaftliche Leistungen und internationale Spitzenforschung. Dass unsere Universitäten im Rahmen der aktuellen Exzellenzrunde (2019–2025) derart erfolgreich abschneiden, ist daher ein deutlicher Beleg für die Leistungsstärke und die Innovationskraft des Forschungsstandortes NRW.

Die Exzellenzcluster sind jedoch nicht nur ein wichtiger Standortfaktor, sondern adressieren auch gesellschaftliche Herausforderungen und Fragen, etwa in den Bereichen Nachhaltigkeit, Gesundheit, Religion und Politik oder Cybersicherheit.

Die folgenden Seiten sollen Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, einen Eindruck davon vermitteln, woran die einzelnen Cluster forschen, inwiefern wir als Gesellschaft insgesamt von deren Erkenntnissen profitieren und warum die Fördergelder von Bund und Land eine bedeutsame Investition in die Zukunft darstellen.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen eine spannende und aufschlussreiche Lektüre.

Ihr



Prof. Dr. Johannes Wessels

Vorsitzender der Landesrektorenkonferenz der Universitäten

INHALT

BCDSS Bonn Center for Dependency and Slavery Studies Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn	6	20 ImmunoSensation² Das immunsensorische System Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
CASA Cyber Security in the Age of Large-Scale Adversaries Ruhr-Universität Bochum	8	22 IoP Internet of Production RWTH Aachen
CECAD Exzellente in Altersforschung Universität zu Köln	10	24 Mathematik Münster Dynamik – Geometrie – Struktur Universität Münster
CEPLAS SMARTe Pflanzen für die Anforderungen von morgen Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Universität zu Köln	12	26 ML4Q Materie und Licht für Quanteninformation Universität zu Köln, RWTH Aachen, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
ECONtribute Märkte & Public Policy Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Universität zu Köln	14	28 PhenoRob Robotik und Phänotypisierung für Nachhaltige Nutzpflanzenproduktion Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
FSC The Fuel Science Center RWTH Aachen	16	30 Religion und Politik Dynamiken von Tradition und Innovation Universität Münster
HMC Hausdorff Center for Mathematics: Grundlagen, Modelle, Anwendungen Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn	18	32 RESOLV Ruhr Explores Solvation – Verständnis und Design lösungsmittelabhängiger Prozesse Ruhr-Universität Bochum, TU Dortmund
		34 IMPRESSUM



BCDSS | Bonn Center for Dependency and Slavery Studies

Beyond Slavery and Freedom

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

UNSER WISSENSCHAFTLICHER FOKUS

Im internationalen Bonn Center for Dependency and Slavery Studies (BCDSS) der Universität Bonn forschen Wissenschaftler:innen aus verschiedenen geistes- und sozialwissenschaftlichen Fächern. Aus fachspezifischen, aber gerade auch aus inter- und transdisziplinären Perspektiven untersuchen sie tiefgreifende soziale Abhängigkeitsverhältnisse wie Sklaverei, Leibeigenschaft, Schuldnechtschaft und andere Formen der dauerhaften Abhängigkeiten über Epochen, Regionen und Kulturen hinweg.

Der Fokus liegt auf den vielfältigen Vorgeschichten der modernen Welt: in asiatischen, amerikanischen, afrikanischen und europäischen Gesellschaften. Von der Dichotomie „Sklaverei oder Freiheit“ wollen wir uns lösen, weil sie den Blick auf die Vielzahl verschiedenartiger Formen von Abhängigkeit verstellt. Stattdessen sprechen wir von „starker asymmetrischer Abhängigkeit“, einem Konzept, das offener für transkulturelle Vergleiche ist. Die Kernhypothese liegt darin, dass Abhängige ihre Situation weder durch Proteste noch andere Formen des Widerstands grundlegend verändern oder gar verlassen können, ohne mit (massiven) negativen Konsequenzen rechnen zu müssen.

UNSER VORHABEN

Das Forschungskonzept „Asymmetrische Abhängigkeit“ eröffnet neue Ansätze für die Erforschung von Sklaverei und Abhängigkeit. Bisher wird die einschlägige Forschung zur Sklaverei von den Verhältnissen in der klassischen Antike und von der neuzeitlichen Sklaverei im transatlantischen Raum dominiert. Die Forschungsbeiträge unseres Exzellenzclusters beschreiten neue Wege, um die inhaltlichen, zeitlichen und räumlichen Horizonte der Abhängigkeitsforschung zu erweitern.



DARJEELING, INDIA, 2014. Precarious work: tea pickers finishing their shift.

DAS BONN CENTER FOR DEPENDENCY AND SLAVERY STUDIES

- Research Area A** Semantics – Lexical Fields – Narratives
- Research Area B** Embodied Dependencies
- Research Area C** Institutions, Norms, and Practices
- Research Area D** Labor and Spatiality
- Research Area E** Gender (and Intersectionality)

MEHR ALS 100 WISSENSCHAFTLER:INNEN ZWISCHEN MASTERABSCHLUSS UND SENIORPROFESSUR

- Masterprogramme „Dependency and Slavery Studies“ (zweijährig) und „Slavery Studies“ (einjährig)
- Doktorand:innenprogramm
- Heinz-Heinen-Fellowship-Programm
- Publikationsreihe „Dependency and Slavery Studies“ (de Gruyter)
- Joseph C. Miller Memorial Lecture Series (EB Verlag)
- Internationale Workshops und Konferenzen

pr@dependency.uni-bonn.de
dependency.uni-bonn.de/en



CASA | Cyber Security in the Age of Large-Scale Adversaries

Ruhr-Universität Bochum

Mit dem Aufstieg der digitalen Gesellschaft ist Cybersicherheit zu einem zentralen Thema geworden für Regierungen und ihre Bürger:innen ebenso wie für Unternehmen. Der Exzellenzcluster „CASA – Cyber Security in the Age of Large-Scale Adversaries“ an der Ruhr-Universität Bochum ermöglicht nachhaltige Sicherheit insbesondere gegen nationalstaatliche Angreifer. Die Forschung hat einen stark interdisziplinären Ansatz, mit dem Fachwissen aus der Informatik, Kryptographie, Mathematik und der angewandten Psychologie vereint wird.

Die Forschungsthemen des Clusters sind u.a. Kryptographie und sichere Software für das Zeitalter der Quantencomputer, Hardwaresicherheit, Nutzerfreundliche Sicherheit, Künstliche Intelligenz und Fairness. CASA schafft Sicherheit für NRW - und die Welt: Wir tragen bei zur Sicherheit öffentlicher Institutionen, kritischer Infrastrukturen, Wahlen, der Sicherheit von Unternehmen sowie von Bürger:innen. Mit der Beteiligung an der Entwicklung der NIST-Standardisierung schafft CASA Kryptographie mit Sicherheit gegen Quantencomputer, die künftig in Milliarden technischer Geräte zur Anwendung kommen wird! CASA ist erfolgreich im Einwerben von Drittmitteln und Preisen: Wir stellen mit Eike Kiltz (2024) den ersten Leibniz-Preisträger der Ruhr-Universität seit 2013, und haben bisher zehn ERC Grants eingeworben. Transfer und Start-Ups: Das Ökosystem Bochum ist deutschland-

weit der erfolgreichste Standort für Transfer und Start-Ups im Bereich IT-Sicherheit, mit Übernahmen von Bosch und Google, sowie dem Start-Up Inkubator Cube 5.



CASA: Forschungsbereiche

Der Kern von CASA besteht aus vier Forschungsbereichen.

Forschungsbereich A

Kryptographie der Zukunft

Wichtigste Ziele

1. Quantenresistente Kryptographie
2. Kryptographie gegen Massenüberwachung
3. Grundlagen der Privatsphäre

Forschungsbereich B

Eingebettete Sicherheit

Wichtigste Ziele

1. Schutz vor Plattform-Trojanern
2. Physical-Layer-Sicherheit
3. Weiterentwicklung sicherer Implementierungen

Forschungsbereich C

Sichere Systeme

Wichtigste Ziele

1. Konstruktion sicherer Systeme
2. Sicherheit mit nicht vertrauenswürdigen Komponenten
3. Intelligente Sicherheitssysteme

Forschungsbereich D

Benutzer:innenfreundlichkeit

Wichtigste Ziele

1. Verbesserung der Benutzer:innenfreundlichkeit von Sicherheitsmechanismen für Entwickler:innen
2. Verbesserung der Benutzer:innenfreundlichkeit von Sicherheitsmechanismen für Endnutzer:innen

Der Standort Cybersicherheit Bochum

CASA ist am Horst-Görtz-Institut für IT-Sicherheit (HGI) angesiedelt. Das HGI beherbergt Europas größtes Ausbildungsprogramm für IT-Sicherheit (800 Studierende) und pflegt Netzwerke in Wissenschaft und Industrie.

info@casa.rub.de
casa.rub.de

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

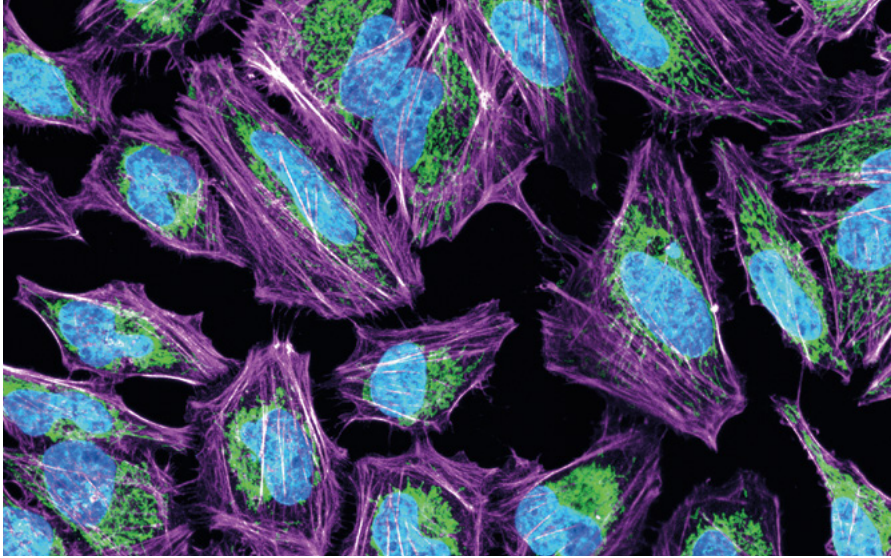
RUB

CASA
CYBER SECURITY IN THE AGE
OF LARGE-SCALE ADVERSARIES



CECAD | Exzellente in Altersforschung

Universität zu Köln



Anatomie einer Zelle. Mit Fluoreszenzmikroskopie und Färbung visualisierte Bestandteile einer Zelle: Mitochondrien, die Kraftwerke der Zelle (grün), Zellkern und DNA (blau) und Teile des Zellskeletts (lila)

Der Exzellenzcluster CECAD der Universität zu Köln erforscht Alterungsprozesse und altersbedingte Krankheiten. In Zeiten einer alternden Gesellschaft erhöht sich die Inzidenz altersbedingter Erkrankungen wie Diabetes und Übergewicht sowie Nieren-, Haut- und neurodegenerativer Erkrankungen. Schätzungen zufolge wird bis zum Jahr 2030 die Generation 65+ nahezu ein Viertel der Bevölkerung in Nord-

rhein-Westfalen stellen. Das stellt die Gesellschaft vor große ökonomische und soziale Herausforderungen. Im Exzellenzcluster CECAD werden molekulare und zelluläre Mechanismen des Alterns aufgeklärt. Ziel ist es, die molekularen Grundlagen von Alterungsprozessen und altersbedingten Krankheiten zu verstehen, um daraus neue Ansätze für deren Prävention, Diagnose und Behandlung zu definieren.

In interdisziplinären Teams werden die Mechanismen in der Zelle als auch die Wechselwirkungen zwischen den Geweben und Organen sowie der Einfluss der Umwelt auf den alternden Organismus grundlegend erforscht. Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung sowie assoziierte Projekte an einzigartigen, europaweiten Patientenkohorten fließen in CECADs translationale Forschung vom „Labor zum Patienten und zurück“ ein.

Gebündelt an einem Standort arbeiten mehr als 550 Wissenschaftler:innen und Mediziner:innen der Universität zu Köln, der Uniklinik Köln, der Max-

Planck-Institute für Biologie des Alterns und für Stoffwechselforschung sowie dem Deutschen Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen zusammen. Erfolgreich etablierte Plattformen zur Technologieentwicklung, neue Ansätze zur Ausbildung und Karriereentwicklung sind weitere Pfeiler, die das CECAD Exzellenzcluster als international führendes und attraktives Zentrum in der biomedizinischen Altersforschung auszeichnen.

Die CECAD Forscher:innen aus ca. 60 Forschungsgruppen arbeiten gemeinsam an einem Ziel: dem gesunden Altern.

CECAD auf einen Blick

- Gefördert seit 2007
- Partnerinstitutionen: Universität zu Köln, Uniklinik Köln, Max-Planck-Institute für Biologie des Alterns und für Stoffwechselforschung, Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen
- Beteiligte Fakultäten: Mathematisch-Naturwissenschaftliche und Medizinische Fakultät
- 1 Standort, der mehr als 550 Forschende vereint
- 6 Hightech-Plattformen

cecad-info@uni-koeln.de
cecad.uni-koeln.de



UNIVERSITÄT
ZU KÖLN





CEPLAS | SMARTe Pflanzen für die Anforderungen von morgen

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Universität zu Köln



Der Klimawandel und ein Rückgang von natürlichen Ressourcen bedrohen die weltweite Pflanzenproduktion. Mit dem schnellen Bevölkerungswachstum steigt die globale Nachfrage nach pflanzlichen Produkten in einem beispiellosen Tempo. Gleichzeitig stellt der Klimawandel die Pflanzenproduktion und damit die globale Ernährungssicherheit vor große Herausforderungen. Diese verschiedenen Herausforderungen für die Landwirtschaft erfordern

innovative Strategien, um stabile Erträge unter Bedingungen begrenzter Ressourcen und des Klimawandels zu gewährleisten.

CEPLAS stellt sich diesen großen Herausforderungen durch Grundlagenforschung an komplexen Pflanzenmerkmalen, die den Ertrag und die Anpassung an begrenzte Ressourcen und sich verändernde Umweltbedingungen, beeinflussen. Diese Erkenntnisse zum

Zusammenspiel zwischen der Umwelt und Pflanzenmerkmalen ist entscheidend für die Züchtung von Pflanzen, die sich an diese zukünftigen Herausforderungen in vorhersehbarer Weise anpassen können (SMARTe-Pflanzen).

CEPLAS untersucht, wie sich Pflanzen an wechselnde Umweltbedingungen anpassen und wie diese Erkenntnisse zur Verbesserung der Nahrungsmittelproduktion genutzt werden können. Der Schlüssel zum Verständnis dieser enormen Anpassungsfähigkeit ist das Genom. Gene steuern das Pflanzenwachstum und die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie. Darüber hinaus spielen Mikroorganismen wie Pilze und Bakterien eine wichtige Rolle, da sie das Pflanzenwachstum sowohl positiv als auch negativ beeinflussen können. Daher ist es wichtig, zu verstehen, wie Gene im Zusammenspiel mit der Umwelt die dynamische Anpassung von Pflanzen bestimmen.

Der interdisziplinäre Ansatz des Clusters konzentriert sich auf vier Forschungsbereiche:

- Entwicklungs- und Stoffwechselprozesse
- Interaktion von Pflanzen und Mikroben
- Synthetische und rekonstruktive Biologie
- Theoretische Pflanzenbiologie und Datenwissenschaften

CEPLAS bündelt die Ressourcen der Universitäten Köln und Düsseldorf, des Max-Planck-Instituts für Pflanzenzüchtungsforschung und des Forschungszentrums Jülich zu einem international führenden Zentrum für Pflanzenwissenschaften.

Neben unserer Forschung haben wir uns zum Ziel gesetzt, die Region Köln/Düsseldorf für talentierte Nachwuchsforscher:innen, die ihre Karriere entwickeln möchten, attraktiv zu gestalten. Dafür hat CEPLAS innovative Formen der Ausbildung an der Schnittstelle von Pflanzenwissenschaften, Mikrobiologie, Synthetischer Biologie, Theoretischer Biologie und Datenwissenschaften etabliert (z. B. BSc Quantitative Biologie).



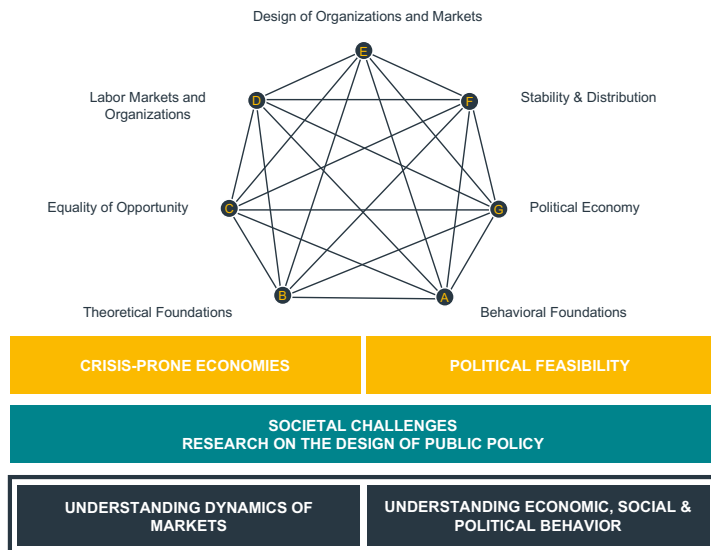
ECONtribute | Märkte & Public Policy

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Universität zu Köln

ECONtribute analysiert Märkte & Public Policy im Lichte grundlegender gesellschaftlicher und technologischer Herausforderungen wie der Digitalisierung, globaler Finanzkrisen, steigender Ungleichheit und politischer Polarisierung sowie des Klimawandels und fördert den Austausch zwischen Forschung und Politik.

Seine wissenschaftlichen Ziele sind:

- Grundlagenforschung zu wirtschaftlichen, sozialen und politischen Faktoren, die menschliches Verhalten beeinflussen.
- Entwicklung neuer Forschungsmethoden, um menschliches Verhalten und Märkte besser zu analysieren.
- Die Nutzung dieser Erkenntnisse für eine umfassende und mikroökonomisch fundierte Analyse des Wohlstands in marktwirtschaftlichen Gesellschaften.



ECONtribute verfolgt einen umfassenden und innovativen Ansatz, der auf drei Grundprinzipien basiert. Erstens steht das grundlegende menschliche Verhalten im Mittelpunkt aller Forschungsprojekte. Zweitens bringt ECONtribute herausragende Forscherinnen und Forscher aus verschiedenen Bereichen der Wirtschaftswissenschaften und ihren benachbarten Disziplinen, wie etwa der Psychologie, Ethik, Soziologie, Politologie und Rechtswissenschaften, zusammen. Drittens kombiniert ECONtribute verschiedene innovative theoretische und empirische Forschungsstrategien. ECONtribute betrachtet dabei das Wohlergehen aller, einschließlich benachteiligter Gruppen, von der Kindheit bis ins Alter.

Die Stärke dieses Ansatzes ist seine Anpassungsfähigkeit an einzelne Themen oder Situationen, ohne durch einzelne Themen oder Situationen definiert zu werden. Dementsprechend nutzen die Forscherinnen und Forscher von ECONtribute ihre Expertise

und wissenschaftliche Methoden, um neuartigen Herausforderungen zu begegnen. Diese entstehen oft durch unerwartete, schwerwiegende Ereignisse, wie Pandemien oder Konflikte, die in jüngster Zeit gehäuft auftraten.

Die Forschungsschwerpunkte in der nächsten Förderperiode sind:

- Entwicklung besserer und umsetzbarer Politikmaßnahmen, um drängenden gesellschaftlichen Herausforderungen und Problemen zu begegnen.
- Untersuchung der Bedingungen, unter denen Politikvorschläge politische Unterstützung und gesellschaftliche Akzeptanz finden.
- Analyse kurzfristiger Krisenreaktionen und deren Einfluss auf langfristige politische Ziele.

ECONtribute fördert den Austausch zwischen Wissenschaft und Politik.

tdohmen@uni-bonn.de | econtribute.de



UNIVERSITÄT ZU KÖLN





FSC | The Fuel Science Center

RWTH Aachen

Die Mission des Exzellenzclusters „The Fuel Science Center – Adaptive Umwandlungssysteme für erneuerbare Energie- und Kohlenstoffquellen“ (FSC), der mehr als 150 Forscherinnen und Forscher aus verschiedenen Disziplinen umfasst, konzentriert sich auf die Umgestaltung der Mobilität für eine nachhaltige Zukunft – eine der größten Herausforderungen unserer Zeit.

Die Grundlagenforschung des FSC schafft die Basis für die integrierte Umwandlung von erneuerbarer Elektrizität mit biomassebasierten Rohstoffen und CO₂ zu flüssigen Energieträgern mit hoher Energiedichte wie beispielsweise „Bio-hybrid Fuels“, die eine hocheffiziente und saubere Verbrennung ermöglichen. Im Exzellenzcluster werden Erkenntnisse und wissenschaftliche Methoden erarbeitet, um die motorische Verbrennung fossiler Kraftstoffe durch adaptive Produktions- und Antriebssysteme auf Basis regenerativer Energie- und alternativer Kohlenstoffquellen unter dynamischen Randbedingungen zu ersetzen.

Ein Meilenstein modellbasierter Kraftstoffentwicklung

Eines der Highlights, die im Rahmen des FSC entwickelt und etabliert wurden, ist der modellbasierte Fuel Design Process, der nachhaltige Kraftstoffe auf fortschrittliche Motorenkonzepte zuschneidet und gleichzeitig Umweltauswirkungen und Produktionskosten minimiert. Ein auf diese Weise entwickeltes Keton-Ester-Alkohol-Alkan-Gemisch (KEAA) für hocheffiziente Ottomotoren wurde interdisziplinär evaluiert – von den Produktionskosten über die Motoreigenschaften bis hin zur Ökotoxizität, mikrobiellen Lagerstabilität und seiner CO₂-Bilanz. KEAA zeigte in einem Einzylinder-Forschungsmotor hohe Wirkungsgrade. Messungen der Zündverzugszeit bestätigten die hohe Klopfestigkeit; es weist eine moderate Toxizität auf und ist nicht anfällig für mikrobiellen Befall. Eine Well-to-Wheel-Analyse zeigte das Potenzial, den CO₂-Fußabdruck im Vergleich zum konventionellen Tankstellenkraftstoff ROZ95E10 um 95 Prozent zu senken. Die Ergebnisse motivieren zu weiteren Untersuchungen an KEAA und zeigen Fortschritte bei der modellbasierten Kraftstoffentwicklung.

Erfolg durch Vielfalt

Bei der Fortführung der 86 laufenden Projekte steht auch weiterhin das Engagement für Nachhaltigkeit, interdisziplinäre Zusammenarbeit und Chancengleichheit im Vordergrund. Der Erfolg des FSC begründet sich in seiner globalen Perspektive und Interdisziplinarität, die geografische und disziplinäre Grenzen überschreitet. Der Cluster ist ein Mosaik aus Fachwissen, das sich von Chemie und Biologie über Verfahrenstechnik und Verbrennungstechnologie bis hin zu Systemanalyse und Sozialwissenschaften erstreckt. Bereichert wird es durch zahlreiche weltweite Kooperationen, Gastwissenschaftlerinnen und Gastwissenschaftler sowie internationale Anwerbung von Mitarbeitenden.



Bio-hybrid Fuel Design in einem Labor des Fuel Science Centers



HMC | Hausdorff Center for Mathematics: Grundlagen, Modelle, Anwendungen

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Das Hausdorff Center for Mathematics (HCM) ist ein seit 2006 geförderter Exzellenzcluster der Universität Bonn, deutschlandweit der erste im Bereich der Mathematik. Das HCM hat zum Ziel, Spitzenforschung im Bereich der Mathematik und ihrer Anwendungen zu fördern und damit Bonn als weltweit führendes Zentrum und Kristallisationspunkt für internationale Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu etablieren.

Das Forschungsprogramm des HCM hat große internationale Sichtbarkeit und erstreckt sich über die Mathematik in ihrer ganzen Breite, von ambitionierter Grundlagenforschung und mathematischer Modellierung bis zu industriellen, ökonomischen und medizinischen Anwendungen. Im Zentrum steht die Entwicklung mathematischer Methoden und Werkzeuge für die Aufgaben und Herausforderungen in Wissenschaft und Gesellschaft.

Integraler Bestandteil des Forschungsprofils ist das Hausdorff Research Institute for Mathematics (HIM), das mehrmonatige internationale Gästeprogramme mit Themenschwerpunkten in allen Bereichen der Mathematik und der theoretischen Ökonomie anbietet und ein Alleinstellungsmerkmal in Deutschland mit großer Strahlkraft darstellt. Zusammen mit dem Gästeprogramm des Max-Planck-Instituts wird Bonn dadurch zu einer internationalen Drehscheibe für Mathematik mit jährlich bis zu 1000 wissenschaftlichen Kurz- und Langzeitgästen.

Ein besonderer Fokus liegt auf einem kohärenten, wettbewerbsorientierten und innovativ strukturierten Nachwuchsprogramm, der Hausdorff School for Mathematics (HSM). Die zentralen Programme der HSM unterstützen frühe wissenschaftliche Unabhängigkeit und umfassen ein internationales Austauschprogramm, interaktive Forschungsretreats und thematisch spezialisierte Workshops. Das erfolgreiche Bonn Junior Fellows Programm bietet speziell ausgestattete Fünfjahresprofessuren für Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler als Sprungbrett zu einer dauerhaften Karriere in der Wissenschaft.



Mitglieder des Hausdorff Center for Mathematics

Getragen wird das HCM von international ausgewiesenen und vielfach international preisgekrönt Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die unter anderem zwei Fieldsmedaillen, acht Gottfried-Wilhelm- Leibniz-Preise der DFG und über 30 Grants des European Research Councils erhalten haben. Durch zahlreiche hochkarätige Neuberufungen in den letzten Jahren kann das HCM die Tradition exzellenter Forschung mit neuen und sich dynamisch entwickelnden Schwerpunkten verbinden.



ImmunoSensation² | Das immunsensorische System

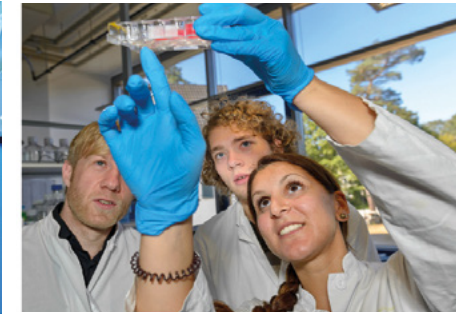
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Die Erforschung unseres Immunsystems in Gesundheit und Krankheit

Der Exzellenzcluster ImmunoSensation² wurde im Jahr 2012 mit dem Ziel gegründet, das Immunsystem über die Grenzen der klassischen Immunologie hinaus besser zu verstehen. Dabei wird das Immunsystem als Sinnesorgan für unsere Gesundheit aufgefasst. Im Kern der wissenschaftlichen Thematik stehen die Immun-Sensoren, die Rezeptoren des angeborenen Immunsystems, und deren Beteiligung an der Entstehung von Volkskrankheiten wie Krebs, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Autoimmunität, Neurodegeneration sowie COVID-19 und anderer schwerer Infektionen.

Zur systematischen Entschlüsselung dieser Mechanismen hat ImmunoSensation² ein interdisziplinäres Team aus Immunolog:innen, Zellbiolog:innen, Systembiolog:innen, Biochemiker:innen und Mathematiker:innen aufgestellt. Das translationale Ziel ist die Entwicklung präziser Eingriffe in die Funktion des Immunsystems und damit eine bessere Behandlung von entzündlichen Erkrankungen. Die Entstehung und der Verlauf vieler Krankheiten basieren auf molekularen Mechanismen, die grundlegend für die Krankheitsentwicklung sind. Oft werden sie durch Fehlfunktionen des Immunsystems ausgelöst, die komplexe Entzündungsreaktionen zur Folge haben. Die Wissenschaftler:innen des Exzellenzclusters ImmunoSensation² forschen daran, die zugrundeliegenden Mechanismen zu verstehen, um gezielt und wirkungsvoll eingreifen zu können. ImmunoSensation² vereint Wissenschaftler:innen aus verschiedensten Forschungsbereichen.

Unsere Forscher:innen arbeiten daran, das Verständnis dieser Krankheiten zu vertiefen und neue Therapieansätze zu entwickeln, um das Leben betroffener Personen zu verbessern. Das Ziel des Exzellenzclusters ImmunoSensation² ist es, optimale Bedingungen für diese Forschung zu schaffen.



Impressionen aus den Laboren des Exzellenzclusters ImmunoSensation²

Förderung der Wissenschaft bedeutet Förderung des Nachwuchses

Der Exzellenzcluster ImmunoSensation² engagiert sich dafür, jungen Forscher:innen am Beginn ihrer wissenschaftlichen Laufbahn die besten Entwicklungsmöglichkeiten zu bieten. Dazu gehören eine Graduiertenschule, viele verschiedene Veranstaltungen und spezielle Graduiertenprogramme. Der wissenschaftliche Austausch spielt dabei eine zentrale Rolle. Durch Kooperationen mit Partneruniversitäten in Melbourne, Australien, und Osaka, Japan, wird die Ausbildung junger Wissenschaftler:innen unterstützt.

Chancengleichheit ist dabei von großer Bedeutung. ImmunoSensation² fördert diese durch Toleranz und Unterstützung von Familien. Dafür gibt es Kontakte zu geschulten Gleichstellungs- und Mental-Health-Beauftragten sowie Möglichkeiten zur Kinderbetreuung. Zusätzlich werden Aufklärungs- und Informationsmöglichkeiten bei verschiedenen Veranstaltungen angeboten.

immunosensation@uni-bonn.de | immunosensation.de

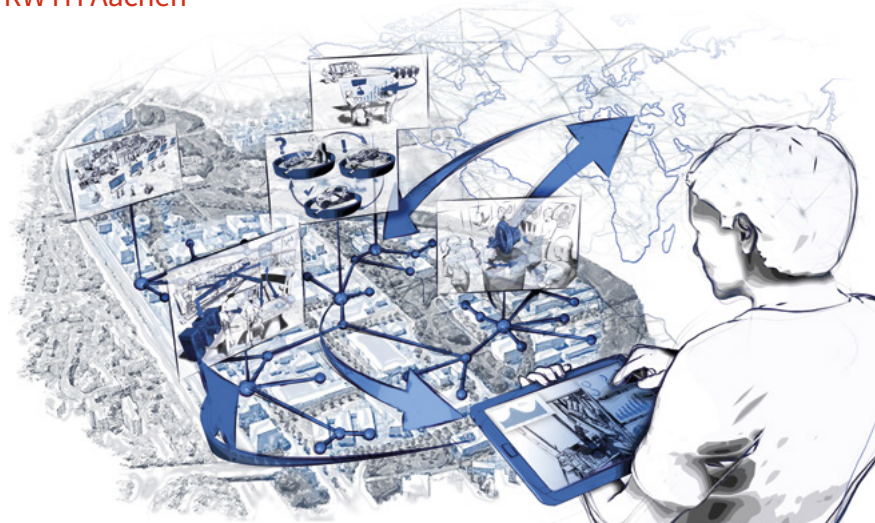


ImmunoSensation²
the immune sensory system Bonn cluster of excellence



IoP | Internet of Production

RWTH Aachen



Die Vision des „Internet of Production“ ist ein World Wide Lab, in dem Daten verteilter Produktions-einrichtungen zur Optimierung sämtlicher Prozesse verwendet werden können.

Das Thema der Digitalisierung ist omnipräsent. Unser Alltag ist digital geworden und ein Leben „ohne“ ist heute schier undenkbar. Das bedeutet auch, dass wir über gigantische Mengen an Daten in jeder nur erdenklichen Form verfügen. Auch in der Produktionstechnik sind diese riesigen Datenmengen vorhanden – zu einem Großteil bisher jedoch ungenutzt. Bis heute ist weder deren Zugänglichkeit, noch effektive Interpretation so gegeben, dass hieraus ein sinnvoll nutzbarer Mehrwert generiert werden kann.

Mit dem Ziel, dies zu ändern, hat sich der Exzellenzcluster „Internet of Production“ am 01.01.2019 auf den Weg gemacht. Rund 200 Wissenschaftler:innen aus über 35 Instituten und Forschungseinrichtungen beschäftigten sich interdisziplinär mit den Kernthemen der aktuellen Forschung. Hierzu gilt es, etablierte Disziplinen und das mit ihnen verbundene Wissen und Selbstverständnis aus Ingenieurwissenschaften, Materialwissenschaften, Informatik oder auch BWL unter Berücksichtigung des Faktors Mensch

allgemein neu zu denken und zu revolutionieren. So werden auch Veränderungen der Arbeitswelten für den Menschen unter dem Stichwort „Future of Work“ im Rahmen des Clusters untersucht.

Erste wichtige Ziele konnten im Laufe der letzten fünf Jahre bereits erreicht werden. Vor allem im Einsatz von Methoden künstlicher Intelligenz im Kontext innovativer Fertigungskonzepte, intelligenter Dateninfrastrukturen und -nutzung sowie z.B. innovative App-Anwendungen oder eine ganzheitliche Betrachtung der Zukunft der Arbeit, setzte man wichtige Impulse. Beispielsweise werden auf Basis der gemeinsamen technischen Infrastruktur sogenannte „Digitale Schatten“ – bestehend aus Materialdaten, Modellen und Produktionsdaten – für verschiedene Produktionsbereiche entwickelt, um die Voraussage der Lebensdauer, den Verschleiß von Maschinen, oder die

Steuerung von sehr komplexen, agilen Produktionsnetzwerken zu beschreiben. Weiter verfolgt wird die Idee des World Wide Labs (WWL), dessen Vision unter Miteinbeziehung echter Produktionsdaten in die Forschung zu einer Skalierung der anwendungsorientierten Use-Cases führen soll.

Schon jetzt sind die Arbeiten langfristig und auf eine Fortführung ausgelegt, indem man sich verstärkt ökologischen und globalen Themen widmet. Die Digitalisierung stellt dabei die notwendige Grundlage für echte Nachhaltigkeit dar, die über die gesamte Produktion hinweg betrachtet wird. Um Nachhaltigkeit nicht nur zu bewerten, sondern auch zu optimieren, sind Informationen aus dem gesamten Lebenszyklus eines Produktes notwendig. Diese ermöglichen individuelle, wertsteigernde Maßnahmen, um die Lebensdauer von Produkten maßgeblich zu verlängern.

info@iop.rwth-aachen.de
iop.rwth-aachen.de

INTERNET OF PRODUCTION | RWTH AACHEN UNIVERSITY



Mathematik Münster | Dynamik – Geometrie – Struktur

Universität Münster



Die Zusammenarbeit von Wissenschaftler:innen aus verschiedenen mathematischen Bereichen zu fördern, um so neue umfassende Lösungsansätze zu entwickeln, ist das Ziel des Exzellenzclusters Mathematik Münster.

Unser Exzellenzcluster Mathematik Münster fördert Spitzenforschung, die sich auf die problemorientierte Entwicklung universeller Techniken zur Lösung grundlegender mathematischer Herausforderungen konzentriert.

Unsere Herangehensweise ist, verschiedene mathematische Bereiche miteinander zu verknüpfen, um auf diese Weise umfassende Ansätze zu entwickeln, die bedeutende mathematische Probleme lösen und neue Anwendungsbereiche erschließen. Unsere Forschungsergebnisse haben Einfluss auf zahlreiche andere Wissenschaftsbereiche, wie Künstliche Intelligenz, Wirtschaftsökonomie, bildgebende Verfahren, Material- und Lebenswissenschaften.

Seit 2019 wird Mathematik Münster im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder als Exzellenzcluster an der Universität Münster gefördert. Rund 200 Wissenschaftler:innen forschen am Cluster. Die Forschung wird vor allem durch die rund 50 Projektleiter:innen vorangetrieben. Ihre Exzellenz ist durch zahlreiche Auszeichnungen belegt, beispielsweise fünf Leibniz-Preise und sechs laufende ERC-Grants (Forschungsförderung des Europäischen Forschungsrats).

Es ist uns ein besonderes Anliegen, renommierte Forscher:innen und aufstrebende Nachwuchswissenschaftler:innen für den Wissenschaftsstandort Münster zu gewinnen und ihn als weltweit anerkanntes Zentrum für mathematische Spitzenforschung auszubauen. Um für alle Mitglieder und Gäste ein inspirierendes Umfeld zu schaffen, in dem ein fruchtbarer Austausch möglich ist, haben wir zahlreiche Maßnahmen und Programme etabliert. Einige Beispiele dafür:

- Der neue Forschungsbau für unser **Centre of Mathematics Münster (CMM)** wird ab 2026 Forscher:innen aus unterschiedlichen mathematischen Teilgebieten einen optimalen Ort für Interaktion und Zusammenarbeit bieten.
- Unsere „**Bridging the Gaps**“-Professuren sind an Schnittstellen unterschiedlicher mathematischer Bereiche angesiedelt und fördern die Zusammenarbeit und Synergien zwischen Forschungsgruppen.
- Durch Maßnahmen wie das **Münster Research Fellow-Programm**, jährliche **Fokus-Programme** und das Cluster-übergreifende **Young African Mathematicians Fellowship-Programm** laden wir Mathematiker:innen aus aller Welt nach Münster ein und profitieren gegenseitig von neuen Perspektiven.
- Das **MATHRIX Juniorprofessur-Programm** ist ein Sprungbrett für die Karriere exzellenter Nachwuchswissenschaftlerinnen und einer unserer Beiträge, um die Gleichstellung der Geschlechter voranzubringen.
- Unsere **Graduiertenschule MMGS** bietet den ca. 85 Promovierenden eine exzellente und breite mathematische Ausbildung mit Qualifizierungs- und Mentoring-Angeboten. Ein **Postdoc-Programm** fördert die Profilbildung von ca. 50 Wissenschaftler:innen nach der Promotion und stärkt ihre frühe akademische Unabhängigkeit.

mathematics.muenster@
uni-muenster.de
mathematics-muenster.de





ML4Q | Materie und Licht für Quanteninformation

Universität zu Köln, RWTH Aachen,
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Der Exzellenzcluster ML4Q – „Materie und Licht für Quanteninformation“ – ist ein Projekt an der Spitze der Quantencomputing-Forschung und treibt die Entwicklung neuartiger Konzepte in diesem Bereich voran.

Eine neue Art des Rechnens birgt großes Potenzial

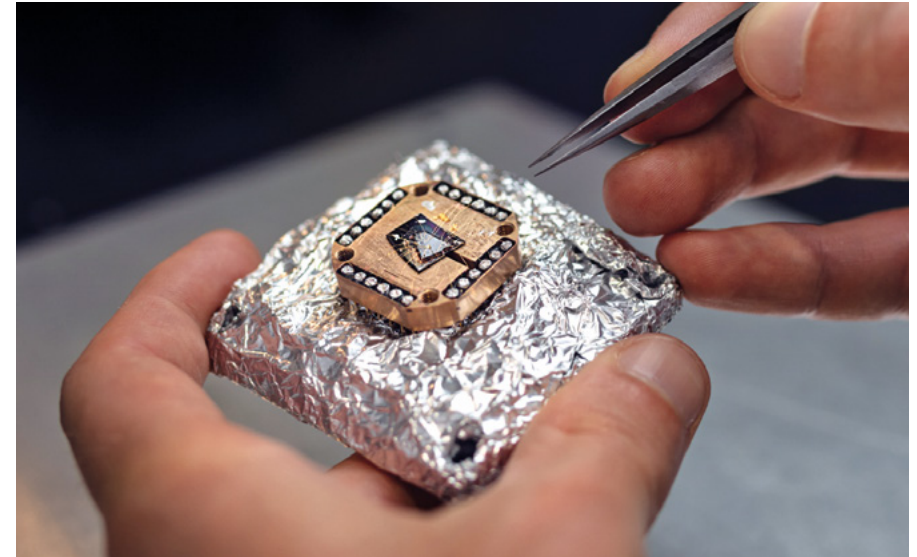
In den letzten Jahren hat das Quantencomputing dramatische Fortschritte gemacht, wobei Prozessoren mit bis zu einigen Hundert Qubits bereits das Potenzial einer disruptiven Technologie in ihrem Anfangsstadium zeigen. Gleichzeitig bleibt der Sprung zu Zehntausenden oder sogar Millionen von Qubits, die für Anwendungen entscheidend sind, eine Herausforderung. Daher strebt ML4Q danach, die Grenzen des Feldes zu erweitern, indem wir neuartige Formen von Quantenhardware und -software entwickeln, wobei der Schwerpunkt auf bahnbrechenden Technologien liegt, die sich heute noch in einem frühen Entwicklungsstadium befinden, aber bald zu Game-Changern werden könnten.

Eine Bandbreite an Expertisen vereint

ML4Q, ein Konsortium der Universitäten Köln, Bonn und Aachen, dem Forschungszentrum Jülich sowie weiterer Partner aus der HHU Düsseldorf, der RUB und der Fraunhofer-Gesellschaft, vereint komplementäre Expertise in Festkörperphysik, Quantenoptik, Device-Technologie und Quanteninformation. Unser Cluster deckt das gesamte Spektrum des Quantencomputings ab, von der Grundlagenforschung in Quantenmaterie bis hin zu Algorithmen, über vier Qubit-Plattformen in unterschiedlichen Entwicklungsstadien: supraleitende, Rydberg-, Spin- und topologische Qubits.

Eine starke Region wächst zusammen

Neben seiner wissenschaftlichen Mission spielt der Cluster eine zentrale Rolle beim Aufbau einer regionalen Forschungslandschaft: Das Wachstum des Teams durch eine Kohorte von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die sich dem Quanten-



Ein Ziel des Exzellenzclusters ML4Q ist die Herstellung eines Prototyps eines topologischen Qubits. Er erforscht dabei vor allem die Grundlagen vielversprechender Technologien, die sich heute noch in einem frühen Entwicklungsstadium befinden.

computing widmen, einschließlich Expertinnen und Experten, die zuvor bei den Branchenriesen Google und Amazon beschäftigt waren, nimmt einen transformativen Einfluss auf unsere Forschung. Darüber hinaus haben wir ein hochleistungsfähiges Ausbildungsnetzwerk für die nächste Generation von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern entwickelt, damit wir unser Team in eine national und international einzigartige Position im kommenden Wettlauf um die nächste entscheidende Stufe des Quantencomputings versetzen.

ml4q-office@uni-koeln.de | ml4q.de





PhenoRob | Robotik und Phänotypisierung für Nachhaltige Nutzpflanzenproduktion

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Der Exzellenzcluster PhenoRob ist der einzige agrarwissenschaftliche Exzellenzcluster in Deutschland und wird an der Universität Bonn in Kooperation mit dem Forschungszentrum Jülich durchgeführt. Der Cluster wird von zwei Sprechern, Prof. Dr. Cyrill Stachniss und Prof. Dr.-Ing. Heiner Kuhlmann, geleitet.

Die Produktion von Nutzpflanzen für Lebensmittel oder nachwachsende Rohstoffe spielt eine essentielle Rolle für die Zukunft, steht derzeit aber vor mehreren Herausforderungen, wie bspw. dem steigenden Bedarf an Nahrung und erneuerbaren Ressourcen für Non-Food-Produkte wie Kraftstoff. Die Ackerflächen sind aber begrenzt, genauso wie einige essenzielle Nährstoffe für die Pflanzen, und die negativen Folgen der Agrarproduktion, z.B. durch den Einsatz von Dünger und Herbiziden, gilt es zu reduzieren. Gleichzeitig hat der Klimawandel bereits heute negative Auswirkungen auf die Landwirtschaft.

Die Bewältigung solch widersprüchlicher Anforderungen erfordert drastische Veränderungen in der Art und Weise, wie wir Pflanzen produzieren. Um die Ernteerträge zu steigern und gleichzeitig die Umweltbelastung in wirtschaftlich vertretbarer Weise zu minimieren, sind erhebliche Fortschritte in unserem wissenschaftlichen Verständnis erforderlich.

Unsere Vision ist es, die Pflanzenproduktion nachhaltig zu verändern, indem wir die Züchtung und das landwirtschaftliche Management durch die Entwicklung und den Einsatz neuer Technologien optimieren.

PhenoRob bearbeitet ein Realweltproblem mit einem technologiegetriebenen Ansatz, der sich durch die Integration unterschiedlicher Disziplinen wie Robotik, Digitalisierung und maschinelles Lernen, Phänotypisierung, Modellierung und Pflanzenproduktion auszeichnet. Unser Ziel ist es, substanzielle



Digitalisierung in der Landwirtschaft: Einsatz von Drohnen für modernste Feldforschung

Schritte in Richtung einer ressourceneffizienteren und nachhaltigeren Nutzpflanzenproduktion zu ermöglichen: den ökologischen Fußabdruck der Pflanzenproduktion zu verringern, die Qualität von Boden und Ackerland zu erhalten und die besten Wege zur Einführung der neuen Technologien aufzuzeigen.

Mit dem Exzellenzcluster PhenoRob wurde in Bonn ein zentraler und international sichtbarer Kristallisationspunkt zwischen Landwirtschaft, Geodäsie, KI und Robotik etabliert, um neue Wege in der Landwirtschaft aufzuzeigen, diese durch Transferaktivitäten den relevanten Interessensgruppen zu vermitteln sowie in die nächste Generation von brillanten Köpfen und Führungskräften zu investieren.



Religion und Politik | Dynamiken von Tradition und Innovation

Universität Münster

Der Exzellenzcluster „Religion und Politik“ der Universität Münster untersucht seit 2007 das komplexe Verhältnis von Religion und Politik quer durch die Epochen und Kulturen. Mit mehr als 150 Forschenden aus 25 Fächern der Geistes- und Sozialwissenschaften ist er der größte Forschungsverbund dieser Art in Deutschland und der einzige Exzellenzcluster zum Thema Religion. Das Fördervolumen von 2019 bis 2025 liegt bei 31 Millionen Euro.

Forschungswissen von aktueller Relevanz

Die Forschenden am Exzellenzcluster beleuchten unter anderem Konflikte um Identität und Zugehörigkeit – wie Rassismus und Antisemitismus. Sie analysieren die Digitalisierung der Religion, neue ideologische Bewegungen im Internet sowie das Verhältnis von Tradition und Innovation in den Religionen. Untersucht wird zudem, wie Gesellschaften Konflikte um religiöse Rechte und Praktiken rechtlich sowie politisch regeln.

Die Hans-Blumenberg-Proessur für Religion und Politik bringt jährlich Persönlichkeiten aus der internationalen Spitzenforschung nach Münster, im Sommer 2024 den US-amerikanischen Philosophen Kwame Anthony Appiah.

Um auf eine wissenschaftliche oder außerwissenschaftliche Karriere im Themenfeld Religion und Politik vorzubereiten, unterhält der Exzellenzcluster umfangreiche Early-Career-Angebote. Promovierende und Postdocs erhalten eine passgenaue Förderung und Begleitung auf dem Weg zur nächsten Karrierestufe.

Der Exzellenzcluster hat sich zum Ziel gesetzt, eine integrative Gemeinschaft von Gleichberechtigten zu bilden, in der Vielfalt wertgeschätzt wird. Das Diversity-Management schafft ein wissenschaftliches Umfeld, in dem die Vielfalt der Forschenden gewürdigt wird und ihre Potenziale gefördert werden.

Forschung und Transfer in der Stadt des Westfälischen Friedens – von Citizen Science über Politikberatung bis zu Kulturformaten

Der einzigartige Campus der Theologien und Religionswissenschaften wird ab 2025 die evangelische, katholische und islamische Theologie sowie die Religionswissenschaft zusammenbringen. Der Campus wird zum Ort des interdisziplinären Austauschs und der Verständigung im konflikträchtigen Feld von Religion und Politik.

Persönlichkeiten aus internationaler Politik, Wissenschaft und Zivilgesellschaft debattierten im Jahr 2023 Fragen einer globalen Friedensordnung anlässlich „375 Jahre Westfälischer Frieden“ beim Westphalian Peace Summit in Münster.

Internationale Schriftstellerinnen und Schriftsteller, die sich in ihren Werken mit Religion und Politik befassen, lesen und diskutieren im Rahmen der Annette von Droste-Hülshoff-Lesung.



Das Themenjahr 2023/24 des Exzellenzclusters „Religion und Politik“ trägt den Titel „Die Digitalisierung der Religion“

Die Fortbildung „Fachjournalismus Religion“ ist das bundesweit erste Programm, das Medienprofis dazu qualifiziert, über Religionen in pluralen Gesellschaften differenziert und kritisch zu berichten.

religionundpolitik@uni-muenster.de | religion-und-politik.de

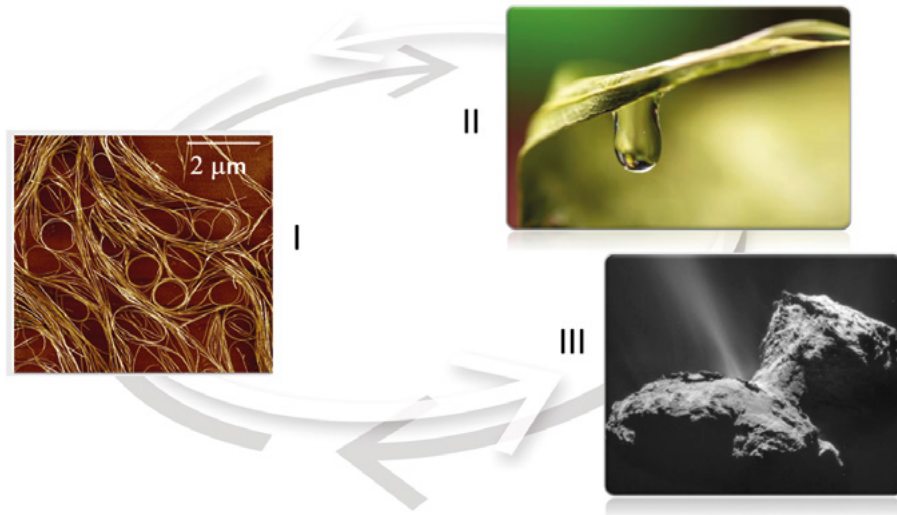




RESOLV | Ruhr Explores Solvation – Verständnis und Design lösungsmittel- abhängiger Prozesse

Ruhr-Universität Bochum, TU Dortmund

Zahlreiche chemische Reaktionen, wichtige industrielle Prozesse und nahezu alle biologischen Vorgänge finden in Lösung statt, wobei Wasser das häufigste Lösungsmittel ist. RESOLV (Förderbeginn 11/2012) hat Solvation Science als neues interdisziplinäres Forschungsfeld etabliert und die traditionelle Vorstellung überwunden, dass Lösungsmitteln lediglich eine passive Rolle zukommt. RESOLV basiert auf einem vereinheitlichten Verständnis von Solvatationsprozessen, gemäß dem



I: Lösungsmittel steuern die Proteinaggregation und Fibrillenbildung als lokale „Hotspots“ für neurotoxische Krankheiten (z.B. Alzheimer);

II: Nachhaltige Chemie, Photokatalyse und Ersatz von fossilen Kohlenstoffquellen;

III: Entstehung von Bausteinen des Lebens in amorphem Eis, Bild: Komet 67P.

Lösungsmittelmoleküle jetzt als aktive Teilnehmer chemischer Prozesse und nicht als bloße Zaungäste betrachtet werden. Die Herausforderungen liegen darin, chemische Prozesse jenseits von homogenen Phasen, Normalbedingungen und thermischen Gleichgewichten zu verstehen.

Wir konnten zeigen, dass Messgrößen, wie z.B. der pH-Wert, lokal um Größenordnungen von den Werten in der Umgebung abweichen können. Zur Untersuchung solcher lokalen Phänomene, setzen wir orts aufgelöste Methoden und moderne Rechenmethoden ein. Die Anwendungen liegen in der Optimierung von Wirkstoffen und der Elektrokatalyse (H_2 -Produktion). Zeitaufgelöste Techniken erlauben es, komplexe Reaktionsmechanismen in Lösung auf der molekularen Ebene aufzuklären. Auf dieser Basis können neuartige Synthesestrategien entwickelt und die gewonnenen Erkenntnisse im Bereich der nachhaltigen Chemie eingesetzt werden. Außerdem untersuchen wir Lösungsmittel unter hohem Druck, in Nanoporen sowie bei niedrigen Temperaturen (-272 °C). Diese extremen Bedingungen findet man z.B. im interstellaren Raum oder auf Kometen sowie in hydrothermalen Schloten vulkanischen Ursprungs auf dem Meeresboden. Diese werden als mögliche Entstehungsorte für die Bausteine des Lebens - einfache organische Molekülkomplexe - diskutiert.

RESOLV führte zu nachhaltigen strukturellen Veränderungen: (i) Einrichtung neuer Professuren im Bereich Solvation Science, (ii) Einrichtung eines integrierten Graduiertenprogramms in Solvation Science für die kommende Generation von Wissenschaftler:innen in Akademia und Industrie, (iii) Förderung von Unternehmergeist, (iv) Förderung der Nachwuchswissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler, (v) Ergreifen von Maßnahmen, die vielfältigen Talente in der Wissenschaft zu unterstützen, unter Berücksichtigung der Chancengleichheit und Familienfreundlichkeit, (vi) Aufbau einer innovativen Transferplattform, um die Erkenntnisse der Grundlagenforschung in Schlüsseltechnologien zu überführen.

resolv@rub.de | solvation.de

IMPRESSUM

Herausgegeben von:

Universität NRW – Landesrektorenkonferenz der Universitäten e. V.
Palmenstraße 16 | Südeingang | 40217 Düsseldorf
www.lrk.nrw

Verantwortlich:

Sebastian Kraußner (Geschäftsführer)
Tel.: 0211 43793911
geschaeftsstelle@lrk.nrw

Stand: Juni 2024

Gestaltung:

goldmarie design

Bildnachweise:

- S. 7 © Hung Chung Chih/Shutterstock
- S. 8 © CASA, Fabian Riediger
- S. 10 Dr. Christian Jüngst (CECAD Imaging Facility)
- S. 12 CEPLAS/Lisa Beller
- S. 14 ECONtribute
- S. 17 © Heike Lachmann | FSC
- S. 19 © Volker Lannert | Hausdorff Center for Mathematics
- S. 21 Universitätsklinikum Bonn
- S. 22 © Martin Riedel | IoP
- S. 24 Exzellenzcluster Mathematik Münster
- S. 27 © Simon Wegener
- S. 29 © Volker Lannert
- S. 31 Exzellenzcluster „Religion und Politik“/Stefan Matlik (<https://uni.ms/yojz7>)
- S. 32 I © R. Winter, III © ESA/Rosetta/NAVCAM

NRW IST EXZEL LENT!

