
2. Tag der Interdisziplinarität

Einblicke in die Forschung

Messekatalog | 5. November 2018

Inhalt

| | |
|---|----|
| Vorwort | 4 |
| Programm | 6 |
| <hr/> | |
| DFG-Schwerpunkt-Projekte | |
| <hr/> | |
| RS ³ – Reliably Secure Software Systems (DFG SPP 1496) | 8 |
| Regenerative Erzeugung von Brennstoffen (DFG SPP 1613) | 10 |
| Simulation reaktiver Blasenströmungen (DFG SPP 1740) | 12 |
| <hr/> | |
| Exzellenzinitiativen | |
| <hr/> | |
| ArgumenText – Argumentextraktion aus großen Textmengen | 14 |
| Xelera Technologies | 16 |
| <hr/> | |
| FiF-geförderte Projekte | |
| <hr/> | |
| Bidirektionale Interaktion zwischen Mensch und Roboter (BIMROB) | 18 |
| Druckbare Aptamer-basierte Biosensoren | 20 |
| Human-induced Vibrations on Building Structures (HUMVIB) | 22 |
| Hochintegrierte aktiv justierbare Lasertargets (JUMP) | 24 |
| Kooperation zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS) | 26 |
| Surface Biology Testing Unit (SuBiTU) | 28 |
| The Art of Delivery | 30 |
| „TU meat & move“ – Zellkulturen in Bewegung | 32 |
| <hr/> | |
| Graduiertenkollegs und Graduiertenschule | |
| <hr/> | |
| Molekulare und zelluläre Reaktionen auf ionisierende Strahlung (DFG GRK 1657) | 34 |
| Graduiertenkolleg „Privatheit und Vertrauen für Mobile Nutzer“ (DFG GRK 2050) | 36 |
| Das Graduiertenkolleg KRITIS (DFG GRK 2222) | 38 |
| Exzellenz-Graduiertenschule für Energiewissenschaft und Energietechnik (DFG GSC 1070) | 40 |

Inhalt

LOEWE-Schwerpunkt-Projekte

| | |
|---|----|
| Bauen mit Papier – Eine interdisziplinäre Entwicklung (BAMP!) | 42 |
| Computer-gestützte Verfahren zur Generierung komplexer genetischer Schaltkreise (CompuGene) | 44 |
| Nanoporen für Medizin- und Umwelttechnologien (iNAPO) | 46 |
| Ressourcenschonende Permanentmagnete durch Optimierte Nutzung Seltener Erden (RESPONSE) | 48 |
| Software-Reengineering als Katalysator für Paradigmenwechsel (Software-Factory 4.0) | 50 |

Sonderforschungsbereiche

| | |
|--|----|
| Profilbereich Teilchenstrahlen und Materie / Matter and Radiation Science (MaRS) | 52 |
| Nuclei: From Fundamental Interactions to Structure and Stars (SFB 1245) | 54 |
| Mathematische Optimierung mechanischer Sensorelemente (SFB 805) | 56 |
| Das Future Internet aus Darmstadt: adaptiv, flexibel und nachhaltig (SFB 1053) | 58 |
| CROSSING: Cryptography-Based Security Solutions (SFB 1119) | 60 |
| Wechselseitige Beeinflussung von Transport- und Benetzungsvorgängen (SFB 1194) | 62 |

SFB/Transregio-Projekte

| | |
|--|----|
| Tropfdynamische Prozesse unter extremen Umgebungsbedingungen (SFB/TRR 75) | 64 |
| Oxyflame – Entwicklung von Methoden und Modellen (SFB/TRR 129) | 66 |
| Turbulente, chemisch reagierende Mehrphasenströmungen in Wandnähe (SFB/TRR 150) | 68 |
| Mathematische Modellierung, Simulation und Optimierung von Gasnetzwerken (SFB/TRR 154) | 70 |
| Stark wechselwirkende Materie unter extremen Bedingungen (SFB/TRR 211) | 72 |

Weitere Projekte und interne Förderer

| | |
|--|----|
| FibrinoQuick – Ein enzymatischer Schnelltest für das Blutungsmanagement | 74 |
| HIGHEST – Home of Innovation, Growth, EntrepreneurShip and Technology Management | 76 |
| Neue Interdisziplinäre FiF-Förderlinie: IANUS – Science Technology Peace | 78 |
| PANDA – Parallelstrukturen, Aktivitätsformen und Nutzerverhalten im Darknet | 80 |

| | |
|-----------------------------|----|
| Fachbereiche und Danksagung | 82 |
| Personenregister | 84 |
| Impressum | 88 |

Vorwort

Als das FiF im Januar 2016 erstmals einen Tag der Interdisziplinarität veranstaltete, war das Echo darauf eher verhalten. Neues mag anfänglich eben immer auch irritieren. Man weiß nicht so recht, was man damit anfangen und wie man sich einbringen können soll. Forschungspolitik freilich braucht, wie Forschung selbst, interdisziplinäre zumal, langen Atem ...

So war es für das FiF selbstverständlich, es nicht bei einem einmaligen Versuch zu belassen. Der Zuspruch im Vorfeld des zweiten Tags der Interdisziplinarität am 5. November 2018 war durchaus lebhaft. Es hat sich offenkundig herumgesprochen, dass es sich lohnt, die eigene Forschung ins Bild zu setzen und *coram publico* zu präsentieren. Darüber haben wir uns gefreut und nehmen diese positive Resonanz bei Kolleginnen und Kollegen als Bestätigung auch unserer Bemühungen, Interdisziplinarität im Felde der Forschung an dieser Universität sichtbar zu machen. Dass der zweite Tag der Interdisziplinarität in dem Jahr stattfinden sollte, in dem das FiF seinen zehnten Geburtstag feiert, versteht sich fast von selbst. Denn wie könnte das FiF – neben allen anderen Aktivitäten – eindrucksvoller seiner Rolle gerecht werden, interdisziplinärer Forschung an der TU Darmstadt ein Forum zu bieten?

Dieser Ausstellungskatalog zum zweiten Tag der Interdisziplinarität macht die Vielfalt interdisziplinärer Forschung anschaulich. Und mit ihr dokumentiert er, warum Interdisziplinarität in all ihren unterschiedlichen Facetten unverzichtbar ist: weil sie die Beschränktheit der je eigenen disziplinären Perspektive aufzeigt, damit zugleich aber vor wissenschaftlicher Borniertheit bewahrt.

Wo interdisziplinäre Forschung am kreativsten ist und mitunter Bahnbrechendes hervorbringt, liegt dies, so ist zu vermuten, vor allem an einer bestimmten denkerischen Anstrengung: das Unmögliche zu denken, um das avisierte Neue möglich werden zu lassen. Die *Windkämme* des baskischen Bildhauers Eduardo Chillida, die auf dem Cover dieses Katalogs abgebildet sind, lassen sich als künstlerische Entsprechung dieses Gedankens deuten. Denn den Wind „kämmen“ – das ist ein Ding der Unmöglichkeit. Und doch öffnet die Plastik den Blick dafür, wie Gegenstrebiges, das auf den ersten Blick nicht zusammengehört, zusammenfinden kann. So wird der Raum einer Gegend durch die Plastik eröffnet und in seiner Dynamik ganz neu erfahrbar.

Was für den Raum der Natur in seiner Erschließung durch die Kunst gilt, mag im übertragenen Sinne auch vom Raum des Denkens ausgesagt werden: Er muß immer wieder und stets neu erschlossen werden, gerade weil wir im Laufe der Forschung immer wieder mit unserem Nicht-Wissen konfrontiert werden. Nicht-Wissen und das mit ihm verbundene Staunen sind insofern geradezu *Movens* kreativer Forschung.

Ihre aktuellen Ausformungen an der TU Darmstadt bringt dieser Katalog zur Darstellung. Wir danken allen Kolleginnen und Kollegen, die sich daran beteiligt haben, und wünschen anregende, neugierig machende Einblicke in die Forschung!

Das FiF-Team

10 JAHRE FORUM INTERDISZIPLINÄRE FORSCHUNG



Programm am 5. November 2018

Unter dem Stichwort „Interdisziplinärer Forschung begegnen“ haben sich mehr als 35 Forschungsgruppen zur Präsentation ihrer Projekte angemeldet. Sie geben Einblicke in ihre Arbeiten an der TU Darmstadt und stehen für Gespräche bereit.

-  Messe
[karo5] 9:00 – 15:00 Uhr
-  Workshops
[S1|03 209] 14:30 – 16:30 Uhr
WS I: „Bauen mit Papier – vom Instant Home zu BAMP!“
WS II: „Von der Forschungsidee zum Sonderforschungsbereich“ (angefragt)
-  Begehung I
[L5|06] 10:00 – 10:30 Uhr
HUMVIB: Experimentelle Untersuchungen an der im Rahmen des Projekts entwickelten HUMVIB Bridge (Fußgängerbrücke im Maßstab 1:1, an der Lichtwiese)
-  Begehung II
[S1|15 0013] 11:00 – 12:00 Uhr
CompLEx: Über Selbst-Fremd-Unterscheidung und Mensch-Roboter-Kooperation (Stadtmitte)
-  Festakt
[S1|03 283] ab 16:30 Uhr „Come Together“
10 Jahre Forum interdisziplinäre Forschung an der TU Darmstadt (Wilhelm-Köhler-Saal)

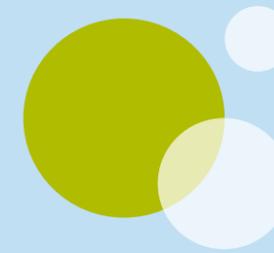
Zur Teilnahme an Workshops, Begehungen und dem Festakt bitten wir um Anmeldung bis zum 26. Oktober unter folgender E-Mail-Adresse fif@fif.tu-darmstadt.de. Die (begrenzten) Plätze werden nach Eingang der Anmeldungen vergeben. (Die Begehungen finden statt, sofern sich mind. fünf Personen angemeldet haben.)



Interdisziplinäre
Forschung im Gespräch



Interdisziplinärer
Forschung begegnen



10 Jahre Forum interdisziplinäre
Forschung an der TU Darmstadt



RS³ – Reliably Secure Software Systems (DFG SPP 1496)

Die nationale Forschungsinitiative Reliably Secure Software Systems (RS³) hat 2010 ihre Arbeit aufgenommen und wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) bis 2017 als Schwerpunktprogramm gefördert. An dieser Initiative waren 18 Universitäten und Forschungsinstitute beteiligt. Insgesamt wurden 37 Einzelprojekte im Rahmen des Schwerpunktprogramms gefördert. Die Ergebnisse umfassen neuartige Sicherheitskonzepte und Methoden zur Entwicklung sicherheitskritischer Software und Werkzeuge zur Überprüfung der Sicherheit von Softwaresystemen. Als Anwendungsszenarien wurden Mobile Computing, E-Voting und webbasierte Softwaresysteme betrachtet.

Ein Paradigmenwechsel in der IT-Sicherheit

Das klassische Bild der IT-Sicherheit wurde durch klare Grenzen zwischen einer vertrauenswürdigen internen und einer potentiell feindlichen äußeren Welt geprägt. Dementsprechend konzentrieren sich viele klassische Sicherheitsmechanismen auf den Schutz von Grenzen

zwischen diesen Welten und begründen Vertrauen in Artefakte vor allem am Beispiel ihrer Identität und Herkunft. Die Offenheit und Erweiterbarkeit heutiger IT-Systeme hat dazu geführt, dass Grenzen zwischen „Innen“ und „Außen“ zunehmend verschwimmen, also einer differenzierteren Sicht bedürfen. Das Schwerpunktprogramm RS³ zielte auf die Entwicklung neuer Konzepte, Methoden und Analysewerkzeuge, die die Zertifizierung von Sicherheitsgarantien auf ein semantisch fundiertes Verständnis von Programmen und Sicherheitsaspekten abstützen.

Die Leitthemen von RS³

Das erste Leitthema war die Entwicklung präzise definierter (und daher überprüfbarer) Sicherheitseigenschaften. Hierdurch wurde eine differenzierte Sicht auf Sicherheit möglich, die einerseits von technischen Implementierungsdetails abstrahiert und andererseits eine präzise Modellierung der vielfältigen Sicherheitsanforderungen erlaubt. Das zweite Leitthema war die



Abb. 1: Anwendung von in RS³ entwickelten Technologien in den Bereichen E-Voting, Mobile Computing und webbasierte Systeme.

Entwicklung von Analysemethoden und Analysewerkzeugen zur zuverlässigen Überprüfung der Einhaltung von Sicherheitseigenschaften. Hierdurch wurde die Basis für eine semantisch fundierte (und daher zuverlässige) Zertifizierung von Sicherheitsgarantien für Programme und mobile Anwendungen (Apps) geschaffen. Das dritte Leitthema war die Entwicklung von Konzepten, um Sicherheit auch in großen und komplexen Softwaresystemen erfassen und zertifizieren zu können. Die Anpassung gängiger Techniken zur Reduktion konzeptioneller Komplexität ermöglichte es beispielsweise, abstrakte Sicherheitsanforderungen in praktisch nachweisbare, technische Anforderungen zu übersetzen.

Prototypen

In jedem Anwendungsszenario wurde ein Prototyp unter Berücksichtigung der projektübergreifenden Leitthemen entwickelt. So wurde der RS³ Certifying App Store entwickelt, der die Softwaresicherheit von Smartphones aus Nutzersicht gezielt verbessert. Weiterhin wurde sElect entwickelt, ein System zum sicheren E-Voting – also der elektronischen Stimmabgabe. Zudem wurde das webbasierte Konferenzmanagementsystem CoCon entwickelt, das mathematisch bewiesene Sicherheitsgarantien bietet und bereits bei internationalen Konferenzen zum Einsatz kam.



Abb. 2: An RS³ beteiligte Universitäten und Forschungsinstitute.

Projektleitung:

Prof. Dr. Heiko Mantel
(FB 20, Modellierung und Analyse von Informationssystemen)

Initiatorengruppe:

Prof. Dr. Dieter Hutter
(DFKI GmbH, Universität Bremen)

Prof. Dr. Heiko Mantel
(FB 20, Modellierung und Analyse von Informationssystemen)

Prof. Dr. Dr. h.c. Günter Müller
(Universität Freiburg)

Prof. Tobias Nipkow, Ph.D.
(TU München)

Prof. Dr. Gregor Snelting
(Karlsruher Institut für Technologie, KIT)

Kontaktinformationen:

<http://www.spp-rs3.de/>
assistant@spp-rs3.de

Regenerative Erzeugung von Brennstoffen mittels Licht-getriebener Wasserspaltung (DFG SPP 1613)

Übersicht

Die Verwendung fossiler Brennstoffe Öl, Gas und Kohle, wird in Zukunft immer weiter limitiert werden. Dies ergibt sich zum einen aus dem endlichen Vorrat dieser Materialien, zum anderen aus den bei der Verbrennung entstehenden CO₂-Emissionen, die zu fatalen Konsequenzen für das Klima auf der Erde führen können. Daher ist die Entwicklung einer nachhaltigen Energiewirtschaft, die auf der Verwendung von regenerativen Energien beruht, überfällig. In einem zukünftigen Energieszenario wird der Verwendung von Wasserstoff als speicherbarem und transportablem Brennstoff eine bedeutende Rolle zukommen. Dieser muss auf einem kostengünstigen Weg durch Elektrolyse mit regenerativ erzeugtem Strom aus Wasser gewonnen werden und könnte dann in weiteren Schritten in Kohlenwasserstoff-basierte gasförmige oder flüssige Brennstoffe (z.B. Methanol oder Methan) für eine vereinfachte Handhabung und Verteilung umgewandelt werden. Die Licht-induzierte Wasserspaltung ist für die Erzeugung von H₂ in großen Mengen auf ökologischem Weg eine vielversprechende Strategie. Allerdings sind die dabei auftretenden komplexen elektrochemischen Reaktionsschritte noch weitestgehend ungeklärt. Alle Wasser spaltenden Systeme, die heutzutage bekannt sind, verursachen aufgrund ihrer geringen Effizienz zu hohe Erstellungskosten für eine ökonomisch konkurrenzfähige industrielle Anwendung.

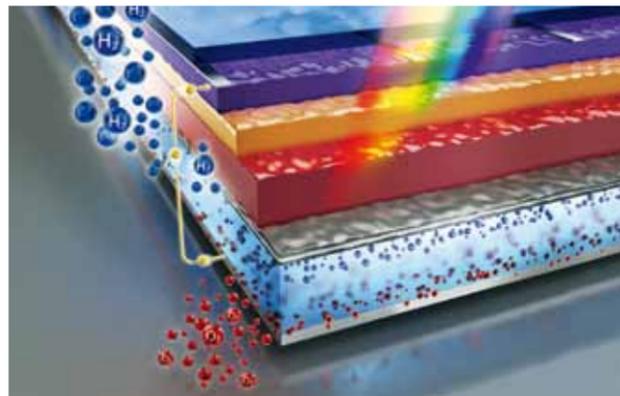


Abb. 1: Schematische Darstellung einer Mehrschicht-Solarzelle zur solaren Wasserspaltung.

Forschungsziele

Die Ziele des Schwerpunktprogramms reichen von den fundamentalen Untersuchungen der Elementarprozesse der katalytischen H₂O-Spaltung im Dunkeln und unter Beleuchtung bis hin zur wissenschaftsbasierten Bewertung und Implementierung von Entwicklungsstrategien für technologische Lösungen. Die Herausforderung dabei ist die Kopplung von effizienten Licht-absorbierenden Halbleitern mit anorganischen oder biomimetisch abgeleiteten Katalysatoren für die H₂- und O₂-Bildungsreaktionen aus H₂O. Um im Rahmen dieser Ziele Synergien zu erzeugen, sind für die beteiligten Einzelprojekte enge Interaktionen vorgesehen, damit unterschiedliche und komplementäre Kenntnisse und Vorgehensweisen zusammengeführt werden. Das Koordinatorprojekt stellt die dafür nötigen organisatorischen und integrativen Werkzeuge, wie z.B. die Veranstaltung von Sommerschulen und internationalen Konferenzen, zur Verfügung.



Abb. 2: Referenten und Teilnehmer an der 2. Sommerschule des SPP in Berlin.

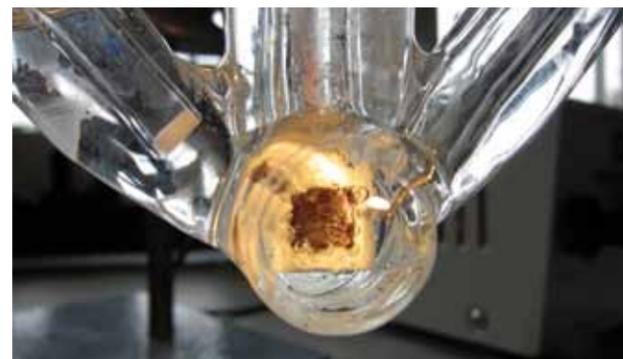


Abb. 3: Die Beleuchtung des GaP-Photoabsorbermaterials führt zur Bildung von Wasserstoffblasen.

Wissenschaftliche Fragestellungen

Für die zweite Förderperiode wurden drei unterschiedliche, aber miteinander verbundene Projektbereiche definiert:

- Neue Photoabsorber
- Fortschrittliche Elektrokatalysatoren
- Bauelementintegration

Diese werden in eng verzahnten Teilprojekten bearbeitet, um die für das Projekt notwendigen Synergie-Effekte zu erreichen. In der ersten Förderperiode des SPP lag der Schwerpunkt in der Entwicklung und Analyse von definierten Modellsystemen zur Erzielung eines vertieften Verständnisses von (photo)elektro-chemischen Reaktionen an Grenzflächen. Optimierte Halbleitersysteme erlauben hohe Quantenausbeuten (nahe 100%) für die Licht-induzierte Elektronen-Loch-Paar-Trennung. Allerdings konnte bis jetzt kein wirkliches Verständnis weder für die Kontaktbildung noch für die daraus sich ergebende Ladungsträgerdynamik an Halbleiter/Metall/Elektrolyt-Grenzflächen mit katalytischen Schichten (poröse Metallschichten und -partikel im Nanometerbereich) erreicht werden. Ähnliches gilt für die aufeinander folgenden elektrochemischen Mehrelektronen-Transferschritte. Die zu untersuchenden Modellsysteme in den verschiedenen Teilgebieten mussten so gewählt werden, dass sie in ihrer Komplementarität die Analyse einzelner Elementarschritte erlauben. Das Zusammenfügen der dabei erhaltenen Erkenntnisse kann zu einer deutlichen Verbesserung des Verständnisses des Gesamtsystems führen. In der zweiten Förderperiode steht die Identifikation der materialwissenschaftlichen Vorbedingungen für die Entwicklung von technologisch vielversprechenden Systemen im Vordergrund. Diese bilden die Basis für eine spätere technologische Optimierung. Einerseits sollen Teilsysteme entwickelt und charakterisiert werden, die für eine technische Implementation von Bedeutung sind. Diese sind zu Demonstratoren zu kombinieren und in Bezug auf ihr Zusammenwirken zu untersuchen. In allen Bereichen müssen die relevanten materialwissenschaftlichen Parameter auf der atomaren/molekularen Ebene identifiziert werden, die zu technologisch nutzbaren makroskopischen Ergebnissen führen.

Projektteam: (2. Förderperiode: 01.10.2015 – 31.03.2019)

Dr. F. Finger (Forschungszentrum Jülich)
Prof. Dr. W. Jaegermann (FB 11, Oberflächenforschung)
PD Dr. B. Kaiser (FB 11, Oberflächenforschung)
Prof. Dr. R. Schäfer (FB 7, Physikalische Chemie)
Prof. Dr. D. Bahnemann (Universität Hannover)
Prof. Dr. T. Bredow (Universität Bonn)
Prof. Dr. M. Wark (Universität Oldenburg)
Prof. Dr. T. Bein (LMU München)
Prof. Dr. D. Fattakhova-Rohlfing (LMU München)
Prof. Dr. R. Pentcheva (Universität Duisburg-Essen)
Prof. Dr. C. Scheu (Max-Planck-Institut, Düsseldorf)
Prof. Dr. R. Beranek (Universität Ulm)
Prof. Dr. A. Devi (Ruhr-Universität Bochum)
Dr. R. Eichberger (Helmholtz-Zentrum Berlin)
Prof. Dr. H. Dau (FU Berlin)
Prof. Dr. S. Fiechter (Helmholtz-Zentrum Berlin)
Prof. Dr. P. Kurz (Universität Freiburg)
Prof. Dr.-Ing. A. Ludwig (Ruhr-Universität Bochum)
Prof. Dr. W. Schuhmann (Ruhr-Universität Bochum)
Prof. Dr. C. Jooß (Universität Göttingen)
Prof. Dr. T. Klüner (Universität Oldenburg)
Prof. Dr. Dr. (h.c.) S. Mathur (Universität Köln)
Prof. Dr. R. Marschall (Universität Bayreuth)
Prof. Dr. M. Muhler (Ruhr-Universität Bochum)
Prof. Dr. rer. nat. M. Winterer (Universität Duisburg-Essen)
Prof. Dr. P. Schmuki (Universität Erlangen-Nürnberg)
Prof. Dr. P. Strasser (TU Berlin)
Dr. D. Teschner (Helmholtz-Zentrum Berlin)
Dr. M. Toimil-Molares (GSI Helmholtzzentrum, Darmstadt)
Prof. Dr. A. Weidenkaff (Universität Stuttgart)
Prof. Dr. M. Behrens (Universität Duisburg-Essen)
Prof. Dr. A. Fischer (Universität Freiburg)
Prof. Dr. M. Lerch (TU Berlin)
PD Dr. T. Schedel-Niedrig (Helmholtz-Zentrum Berlin)

Kontaktinformationen:

Prof. Dr. W. Jaegermann: jaegermann@surface.tu-darmstadt.de
PD Dr. B. Kaiser: kaiser@surface.tu-darmstadt.de
L. Frotscher (Sekr.): lfrotscher@surface.tu-darmstadt.de
Institut für Materialwissenschaften
Otto-Berndt-Str.3, 64287 Darmstadt
<http://www.solarh2.tu-darmstadt.de/solarh2/index.en.jsp>

Simulation reaktiver Blasenströmungen (DFG SPP 1740)

Die Physik rund um eine aufsteigende Blase

In vielen industriellen Anwendungen, aber auch im alltäglichen Leben begegnen uns Flüssigkeiten, in denen Blasen entstehen oder zugeführt werden. Manchmal verbleiben diese an Ort und Stelle, und manchmal steigen sie auf scheinbar willkürlichen Bahnen zur Oberfläche. Anders als bei festen Partikeln kann sich die Grenzfläche zwischen Blase und Flüssigkeit unter Krafteinwirkung verformen. Doch welche Kräfte wirken eigentlich auf eine Blase?

Zunächst einmal gibt es einen Dichteunterschied der Blase und der Flüssigkeit. Durch diese Auftriebskraft steigt die Blase entgegen der Schwerkraft in der Flüssigkeit nach oben. Während des Aufstiegs versetzt sie auch einen Teil der umgebenden Fluidelemente in Bewegung. Die Zähigkeit (Viskosität) der Flüssigkeit wirkt dieser Bewegungsänderung entgegen und bremst die Blase. Außerdem sorgt die Viskosität für eine Drehung der Fluidelemente nahe der Blase, wodurch sich eine kom-

plizierte Umströmung mit Wirbeln im Nachlauf ergeben kann. Zusätzlich wirkt sich die Druckverteilung in der Flüssigkeit auf die Bewegung der Blase aus. Liegt durch diese Verwirbelungen eine asymmetrische Verteilung der Geschwindigkeit vor, wirken die Druckkräfte an verschiedenen Seiten der Blase unterschiedlich stark und verursachen so eine Seitwärtsbewegung oder Verlangsamung. Außerdem wird durch diese Kräfte die Form der Blase verändert. Die Verformung beeinflusst wiederum die Umströmung, und so entsteht ein dynamisches System, in welchem winzige Änderungen eines Parameters zu völlig verschiedenen Beobachtungen führen können.

Die Arbeit des Instituts für mathematische Modellierung und Analysis (MMA) konzentriert sich auf die mathematische Beschreibung solcher Effekte. Dabei entstehen Systeme von Differentialgleichungen, die nur durch numerische Methoden auf Hochleistungsrechnern gelöst werden können. Die so gewonnenen Ergebnisse eröffnen einen detaillierten Blick auf lokale Effekte, welche derzeit mit keinem anderen Verfahren untersucht werden können.

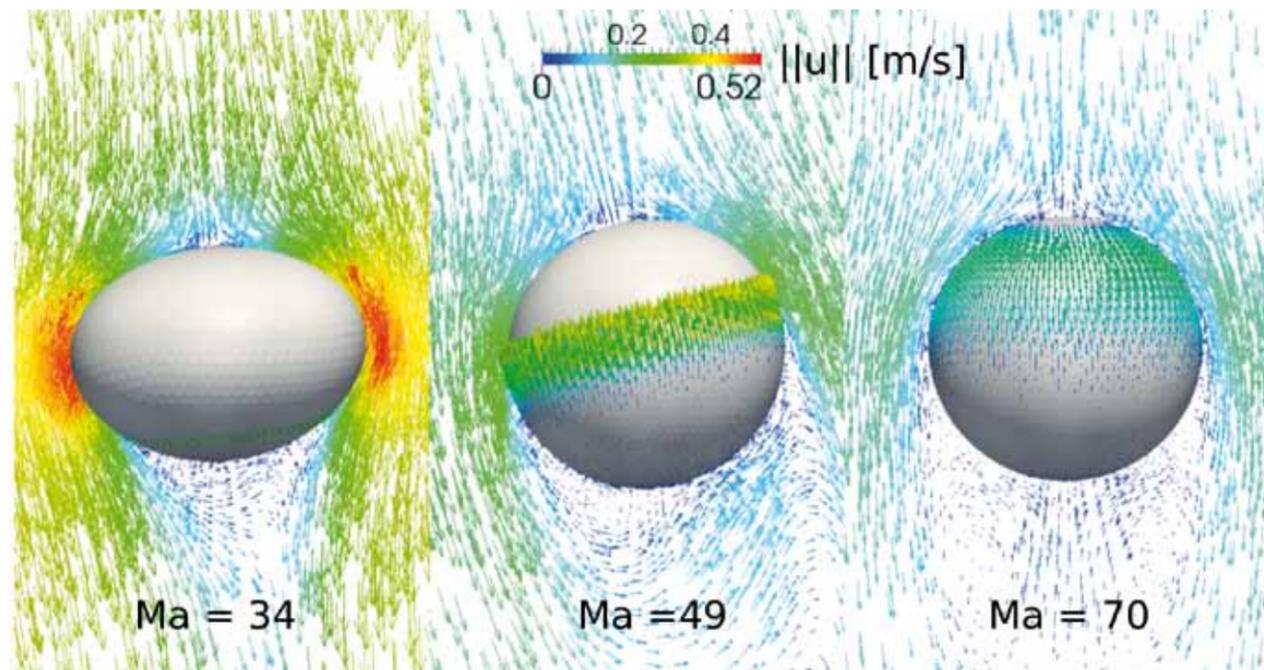


Abb. 1: Geschwindigkeitsvektoren und Oberflächenkräfte für verschiedene Oberflächenspannungen. C. Pesci, A. Weiner, H. Marschall and D. Bothe, „Computational analysis of single rising bubbles influenced by soluble surfactant“.

Zusammenarbeit auf vielen Ebenen

Ein Schwerpunkt des Forschungsprogramms SPP 1740 ist der Zusammenschluss von Fachgruppen aus einer Vielzahl von Bereichen. Am nächsten an der industriellen Anwendung, zum Beispiel in der Chemiebranche, sind die Verfahrenstechniker. Sie definieren Rahmenbedingungen für relevante Systeme, die es zu untersuchen gilt. Experimentell arbeitende Gruppen versuchen dann Experimente mit reduziertem Schwierigkeitsgrad zu finden, welche auf der einen Seite komplex genug sind, um die wesentlichen Eigenschaften der Anwendung zu erhalten, und auf der anderen Seite einfach genug, um das Verständnis der zugrundeliegenden physikalischen Effekte zu verbessern. Für die Visualisierung von Transportprozessen kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz. Unterstützt werden die Experimente von Chemikern, die maßgeschneiderte Reaktionssysteme für das jeweilige Messverfahren erarbeiten. Die Chemiker im Projekt ermitteln außerdem Systemparameter wie Diffusionskoeffizienten oder Reaktionsraten. Diese werden wiederum als Modellparameter für Simulationen benötigt. Numerische und experimentelle Gruppen bemühen sich dann, mit verschiedenen Werkzeugen die gleichen Ergebnisse für ein bestimmtes Experiment zu erzielen. Stimmen Experiment und Simulation überein, dann beschreibt das der Simulation zugrundeliegende mathematische Modell die wesentliche Physik der Anwendung. Letztendlich können so simulationsbasierte Vorhersagen für ähnlich Anwendungen gemacht werden, ohne aufwendige Experimente durchzuführen.

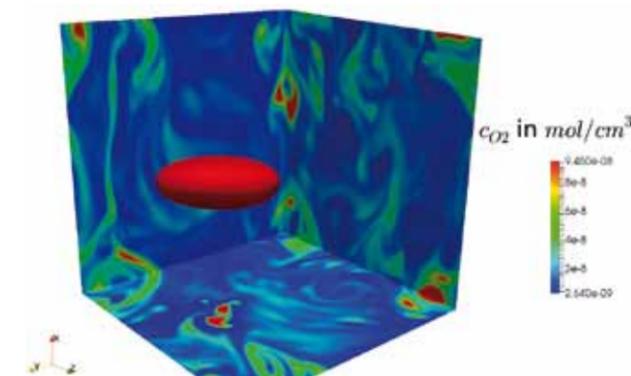


Abb. 2: Konzentrationsfeld um eine im Blasenschwarm aufsteigende Blase.

Projektleiter:

Prof. Dr. Dieter Bothe

(FB 4, Mathematische Modellierung und Analysis)

Dr. Ing. Holger Marschall

(FB 4, Mathematische Modellierung und Analysis)

Projektbearbeiter:

Dipl.-Ing. Andre Weiner

(FB 4, Mathematische Modellierung und Analysis)

Dennis Hillenbrand, M.Sc

(FB 4, Mathematische Modellierung und Analysis)

Chiara Pesci, M.Sc

(FB 4, Mathematische Modellierung und Analysis)

Manuel Falcone, M.Sc

(FB 4, Mathematische Modellierung und Analysis, ehemalg)

Kontaktinformationen:

Institut für Mathematische Modellierung und Analysis

Center of Smart Interfaces

Alarich-Weiss-Straße 10

64287 Darmstadt

weiner@mma.tu-darmstadt.de

hillenbrand@mma.tu-darmstadt.de

ArgumenText – Argumentextraktion aus großen Textmengen

ArgumenText erleichtert Entscheidungsprozesse durch die automatische Erkennung von natürlich-sprachlichen Argumenten in großen Textmengen. Mit einer Kombination aus neuen maschinellen Lernverfahren und Methoden der Sprachverarbeitung erkennen neuronale Netze relevante Pro- und Contra-Argumente zu beliebigen Suchbegriffen. Per Knopfdruck lassen sich so die relevantesten Argumente zu kontroversen Themen bspw. aus dem Internet extrahieren und übersichtlich zusammenfassen.

Ein spezieller Fokus in ArgumenText liegt auf der Validierung von Ergebnissen aus der Grundlagenforschung. Dafür werden die aktuellsten Forschungsergebnisse aus den Bereichen „Argument Mining“ und „Textanalyse“ in realen Anwendungsfällen erprobt und das wirtschaftliche Potential gemeinsam mit führenden Industriepartnern bewertet. Zusätzlich wird ArgumenText im wissenschaftlichen Bereich u.a. zur Analyse von Kommunikation im politischen, gesellschaftlichen und historischen Kontext eingesetzt.

Abb. 1: Zum Suchbegriff „self-driving cars“ findet der ArgumenText-Demonstrator Pro- und Contra-Argumente aus diversen Webseiten.

The screenshot shows the ArgumenText search interface. At the top, there is a search bar with the text 'self-driving cars' and a 'Search' button. Below the search bar, there are tabs for 'Pro/Con', 'List', 'Weights', and 'Docs'. The main content area displays search results for 'self-driving cars'. On the left, there is a 'Filter by URL:' section with a list of websites and their respective counts. The main results area shows a list of found arguments, categorized into 'PRO' and 'CON' statements, each with a source URL and a date. The 'PRO' statements generally focus on the benefits of self-driving cars, such as reducing traffic congestion and improving air quality. The 'CON' statements focus on the risks, such as security concerns and safety problems.

Das Projekt verfolgt die folgenden methodischen Ziele:

- **Argument Mining:** Ausgehend von einem Ansatz, der speziell zur Analyse von Argumentationsstrukturen in Schüleraufsätzen entwickelt wurde, haben wir eine neue End-to-End-Methode entwickelt, die es erlaubt, Argumente in heterogenen Webquellen zu erkennen. Somit können nun auch soziale Netzwerke und Online Nachrichtenportale nach Pro- und Contra-Argumenten durchsucht werden.
- **Sprachadaption:** Wir passen unsere Argument Mining-Methoden so an, dass sie Argumente in verschiedenen Sprachen verstehen und finden können. Dazu kommen bspw. multilinguale Repräsentationen und maschinelle Übersetzungen zum Einsatz – so dass Modelle, welche mit einer bestimmten Sprache trainiert wurden, auf andere Sprachen angewendet werden können.
- **Aggregation von Argumenten:** Um einen schnellen, verständlichen Überblick über themenrelevante Argumente zu ermöglichen, entwickeln wir Zusammenfassungsstrategien, die ähnliche Pro- und Contra-Argumente verschiedener Quellen gruppieren. Dies ermöglicht einen schnellen Zugang zu relevanten Argumenten, ohne lange Ergebnislisten lesen zu müssen.

ArgumenText

- **Echtzeitanalysen:** Um aktuell wiederkehrende Argumente zu finden, wenden wir unsere Methoden auf Textströme wie Nachrichten oder soziale Netzwerke an. Unser Ziel ist es, eine skalierbare Infrastruktur zu entwickeln, die durchgehend verschiedenste Quellen in Echtzeit nach den aktuellsten Argumenten durchsucht und neue Trends findet.

ArgumenText wird Entscheidungsprozesse in den unterschiedlichsten Bereichen erleichtern. Im Rahmen der Validierung adressieren wir folgende Anwendungsfälle:

- **Innovationsmanagement und -mining:** Suche nach Pro- und Contra-Argumenten zu beliebigen Innovationsthemen und Technologien in großen Textsammlungen und in Echtzeit.
- **Analyse von Kundenfeedback:** Aufspüren von begründeten Kunden-Meinungen zu Produkten oder Marken.
- **Journalistische Recherche:** Schnelle Meinungsbilder zu beliebigen politischen oder gesellschaftlichen Themen anhand im Netz geäußerter Argumente.
- **Erweiterte Diskursanalyse:** Entscheidungsprozesse und Argumentationen in beliebigen Diskurstypen rückwirkend verstehen.

Ein Demonstrator, der die Suche nach Pro- und Contra-Argumenten zu beliebigen kontroversen Themen aus Webdaten veranschaulicht, ist verfügbar unter www.argumentsearch.com. Wir sind laufend auf der Suche nach Partnern für die Validierung. Bei Interesse wenden Sie sich gerne an uns.



Abb. 2: Argument Mining extrahiert und sortiert natürlich-sprachliche Argumente vollautomatisch aus großen Textmengen.

Projektleitung:

Prof. Dr. Iryna Gurevych

Dr. Christian Stab

Dr. Johannes Daxenberger

(FB 20, Ubiquitäre Wissensverarbeitung, UKP Lab)

Projektteam:

ArgumenText ist angesiedelt am Lehrstuhl für Ubiquitäre Wissensverarbeitung (UKP Lab) unter der Leitung von Prof. Dr. Iryna Gurevych. Das Projektteam besteht aktuell aus drei Postdocs und drei Doktoranden sowie einer wechselnden Zahl von studentischen Hilfskräften. Wir betreuen im Rahmen des Projekts auch mehrere studentische Abschlussarbeiten.



ArgumenText wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des VIP+ Programms („Validierung des technologischen und gesellschaftlichen Innovationspotenzials wissenschaftlicher Forschung“) gefördert. Ziel der Förderung ist es, die vielversprechenden Ergebnisse aus vorangegangener Grundlagenforschung im Bereich Argument Mining systematisch auf ihr innovatives Potential hin zu untersuchen. In diesem Zusammenhang werden auch neue Anwendungszwecke untersucht und bewertet.

Kontaktinformationen:

Website: www.argumenttext.de

Demonstrator: www.argumentsearch.com

Fachbereichsnummer: 20 (Informatik)

Fachgebiet: Ubiquitäre Wissensverarbeitung (UKP Lab)

Xelera Technologies

Die Ausgründung aus der TU Darmstadt Xelera Technologies entwickelt eine Software, die rechenintensive kommerzielle Softwareanwendungen im Datacenter und Cloud-Computing beschleunigt und den Energieverbrauch in Datacentern reduziert. Xelera komplementiert den angehenden Trend, hocheffiziente Co-Prozessoren im Datacenter und der Cloud zu verwenden, mit Fokus auf „Field-Programmable Gate Arrays“ (FPGAs). Andere Hardwarebeschleuniger folgen in einem zweiten Schritt, um eine universelle „Acceleration Platform“ zu schaffen. Xeleras Software sorgt dafür, dass Softwareanwendungen diese Co-Prozessoren mit folgendem Kundennutzen verwenden können:

- Höhere Datenverarbeitungsgeschwindigkeit im Datacenter und in der Cloud (Xelera hat eine 30-fache Beschleunigung gegenüber dem Stand der Technik demonstriert).
- Höhere Energieeffizienz im Datacenter (Xelera hat eine Senkung der elektrischen Leistungsaufnahme der Server um 31% gegenüber dem Stand der Technik demonstriert).
- Schritthalten mit komplexer werdenden Anforderungen für Datacenter- und Cloud-Infrastruktur aufgrund wachsender Datenmengen (Xelera wendet Prototypen der Software bereits in Pilotkundenprojekten an).

Das Datacenter und Cloud-Computing sind das technologische Rückgrat heutiger und zukünftiger IT-Wachstumsbranchen:

- Big Data- und Analytics-Anwendungen und Echtzeitdatenverarbeitung.
- Internet-of-Things (IoT) und Industrie 4.0.
- Maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz

Die damit verbundenen kommerziellen Softwareanwendungen stellen mit nie dagewesenen Rechenanfor-

derungen eine der größten Herausforderungen für die Serversysteme dieses und des kommenden Jahrzehnts dar: **Mehr Daten müssen in kürzerer Zeit verarbeitet/analysiert werden.** Die rasant steigenden Anforderungen sind durch das globale Datenwachstum bedingt: Über 2,5 Exabyte (10^{18}) an Daten werden pro Tag neu erschaffen. Die globale Datenmenge verdoppelt sich alle zwei Jahre. Die Rechenkraft der Serversysteme im Datacenter und der Cloud muss sich diesen Anforderungen anpassen¹. Gleichzeitig rückt der Bedarf an gesteigerter Energieeffizienz dieser Rechnerysteme, d.h. hohe Datenraten bei geringer Energieaufnahme verarbeiten zu können, in den Vordergrund („Green IT“). Der globale Optimierungsbedarf ist atemberaubend: Wäre Cloud-Computing ein Land, würde es den fünftgrößten Strombedarf der Welt beanspruchen². Die gesamten Datacenter weltweit sind für 2% der globalen Treibhausgasemission verantwortlich³. Xelera Technologies hat den Anspruch, einen gesamtgesellschaftlich relevanten Beitrag zur Nachhaltigkeit der Datacenter-Technologie zu leisten.

In Datacenter-Servern werden heute überwiegend konventionelle Prozessoren (Central Processing Units, CPUs⁴) verbaut. Das Abklingen der Technologieskalierung („Moore’s Law“) führt in wichtigen Anwendungsfeldern (Big Data-Analytics, maschinelles Lernen, IoT) dazu, dass zukünftige Anforderungen an

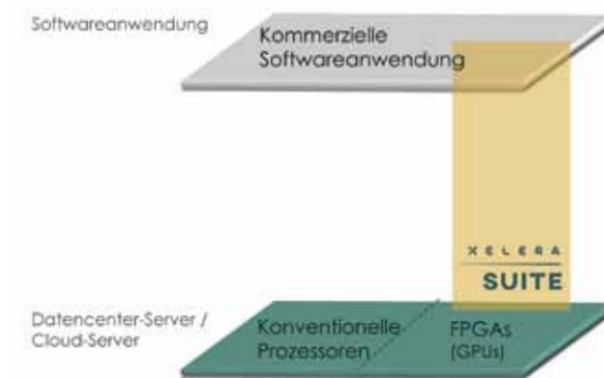


Abb.1: Die Xelera Suite beschleunigt Software-Anwendungen, indem diese direkt auf Hardwarebeschleunigern ausführt – statt, wie bisher, auf leistungsschwächeren CPUs.

Performance und Energieeffizienz mit konventioneller Prozessortechnologie nicht mehr vollständig erfüllt werden können. Dies erfordert ein radikales Neudesign von Serverarchitekturen durch den Einsatz von Hardwarebeschleunigern wie FPGAs und GPUs⁵. Xelera Technologies bringt eine Software auf den Markt, die es kommerziellen Softwareanwendungen im Datacenter und der Cloud ermöglicht, die hocheffizienten Hardwarebeschleuniger zu nutzen. Somit können diese Anwendungen beschleunigt werden, und zugleich sinkt der Energieverbrauch der Server um ein Drittel.

Xelera Technologies wurde formal im April 2018 gegründet und führt seit dem zweiten Halbjahr 2018 mehrere Kundenprojekte u.a. mit der Deutschen Telekom und T-Systems durch. Aufgrund der hohen Nachfrage im Markt sucht das Unternehmen derzeit aktiv nach Mitarbeitern im Bereich Softwareentwicklung, FPGA-Entwicklung und GPU-Programmierung.



Abb. 2: Xelera gewinnt einen Hauptpreis im bundesweiten Gründerwettbewerb Digitale Innovationen 2018.

Projektteam:

Dr. Felix Winterstein

(FB 20, Eingebettete Systeme und ihre Anwendungen)

Andreas Duffner

(FB 20, Eingebettete Systeme und ihre Anwendungen)

Dr. Andrea Suardi

(FB 20, Eingebettete Systeme und ihre Anwendungen)

Alexander Lange

(FB 20, Eingebettete Systeme und ihre Anwendungen)

¹Quelle: Cisco Systems, http://www3.weforum.org/docs/GITR/2014/GITR_Chapter1.2_2014.pdf

²Quelle: Greenpeace International, <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Climate-Reports/How-Clean-is-Your-Cloud>

³Quelle: UN Climate Change Newsroom, <http://newsroom.unfccc.int/unfccc-newsroom/ict-sector-helping-to-tackle-climate-change>

⁴CPU: Central Processing Unit, konventionelle Prozessoren (z. B. Intel x86-Baureihen)

⁵GPU: Graphics Processing Unit (parallele Grafikprozessoren, z. B. NVIDIA V100)

Kontaktinformationen:

Dr. Felix Winterstein

info@xelera.io

www.xelera.io

Bidirektionale Interaktion zwischen Mensch und Roboter beim Bewegungslernen (BIMROB)

Ziele und Visionen

In den letzten Jahrzehnten haben sich die Aktionsbereiche von Mensch und Roboter zunehmend gegenseitig durchdrungen. Immer häufiger kommt es zu Interaktionen zwischen ihnen, z.B. in industriellen, medizinischen, häuslichen und sportlichen Anwendungen.

Doch wie können Mensch und Roboter beim Bewegungslernen miteinander und voneinander lernen? Wie können die Vorteile des Menschen und des Roboters beim Erlernen einer Bewegung kombiniert werden?

Ziel des BIMROB-Projekts ist die wissenschaftliche Untersuchung der Interaktion zwischen Mensch und Roboter beim Bewegungslernen im interdisziplinären Spannungsfeld zwischen Sportwissenschaft und Informatik. Dabei spielen die motorische Kontrolle und das Lernen von Mensch und Roboter eine zentrale Rolle. Die Kernidee besteht darin, im Kontext der Interaktion von Mensch und Roboter die Erkenntnisse aus beiden Bereichen zu kombinieren, um die wissenschaftlichen Grundlagen für eine effiziente und effektive Konfigura-

tion eines gemeinsamen sensomotorischen Bewegungslernprozesses von Mensch und Roboter zu erweitern.

Um dieses Ziel zu erreichen, integriert das BIMROB-Projekt drei Komponenten: bidirektionale Mensch-Roboter-Interaktion, selbstgesteuertes Lernen von Menschen und Selbstoptimierung von Robotern. In bisherigen Forschungsarbeiten wurden diese drei Komponenten isoliert betrachtet, ihre gemeinsame Betrachtung bietet für Theorie und Praxis neuartige Perspektiven.

Das Projekt soll neue Einblicke in die dynamische Interaktion zwischen Mensch und Roboter ermöglichen. Die Ergebnisse erhöhen die Flexibilität der Mensch-Roboter-Kollaboration in verschiedensten Anwendungsbereichen (z.B. Alltag, Freizeit und Berufsleben). Die Optimierung der bidirektionalen Mensch-Roboter-Interaktion bietet u.a. neue Ansatzpunkte zur Verbesserung der Wirksamkeit von roboterbasierten Trainingstechnologien im Spitzensport sowie in der Rehabilitation. Das Projekt kann somit einen bedeutenden Beitrag für die zukünftige Gesellschaft leisten.



Abb. 1: Das BioRob-System kann Putt-Bewegungen autonom (rechts) oder interaktiv (links) ausführen.

Ergebnisse und Perspektiven

In der ersten Phase des Projekts wurden zunächst die technischen Grundlagen geschaffen. Als Zielbewegung betrachtete das Projekt die Putt-Bewegung beim Golf. Ein künstliches Putting-Green sowie eine Roboterintegration eines BioRob-Systems wurden erstellt.

Auf Basis dieses Setups wurden erste Erkenntnisse zum Bewegungslernprozess von Mensch-Mensch-Dyaden erarbeitet. Algorithmen zum inkrementellen Lernen des Roboters auf Basis von menschlichem Feedback wurden erprobt und weiterentwickelt. Der Roboter wurde durch den Einsatz von Reinforcement Learning dazu befähigt, seine Bewegungsgeschwindigkeit autonom in Abhängigkeit von der Puttdistanz anzupassen und seine Bewegungen mittels einer Trial-and-Error-Strategie selbst zu optimieren. Weiterhin wurden Algorithmen entwickelt, die es dem Roboter erlauben, die Lernstrategie des Menschen einzuschätzen und sein Feedback entsprechend anzupassen.

Diese Algorithmen ermöglichten die Untersuchung der Wahrnehmung von Roboterbewegungen durch den Menschen sowie erste Experimente zum Bewegungslernprozess des Menschen auf Basis von optischem und haptischem Roboterfeedback. Dabei zeigte sich, dass Menschen die Puttbewegung von Robotern korrekt einschätzen können, wenn sie die vollständige Bewegung beobachten.

Die bisher gewonnenen Erkenntnisse bieten eine sehr gute Grundlage für weitere Fragestellungen und Forschungsansätze, die es ermöglicht haben einen, Forschungsantrag bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft zu stellen.

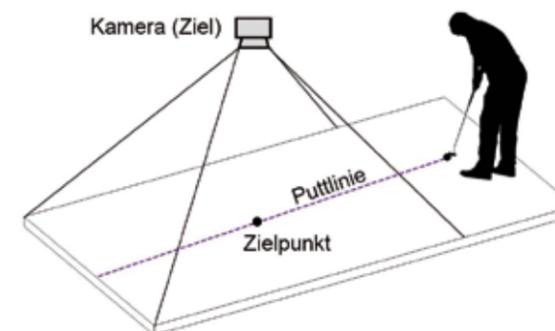


Abb. 2: Versuchsaufbau: Künstliches Putting-Green mit Zielpunkt und Positionserfassung durch eine Kamera.

Projektteam:

Das Projektteam setzt sich aus den Arbeitsbereichen Trainings- und Bewegungswissenschaft des Instituts für Sportwissenschaft sowie der Arbeitsgruppe für intelligente autonome Systeme des Fachbereichs Informatik zusammen.

Unter Leitung Prof. Dr. rer. medic. Josef Wiemeyer und Prof. Dr. Jan Peters wurde die Thematik durch die beiden Doktoranden Gerrit Kollegger und Marco Ewerton sowie weitere Mitglieder der Arbeitsgruppen und Studierenden bearbeitet.

Kontaktinformationen:

Projektwebseite: www.bimrob.de

Institut für Sportwissenschaft:
Prof. Dr. rer. medic. Josef Wiemeyer
wiemeyer@sport.tu-darmstadt.de
Gerrit Kollegger
kollegger@sport.tu-darmstadt.de

Intelligente Autonome Systeme:
Prof. Dr. Jan Peters
mail@jan-peters.de
Marco Ewerton
ewerton@ias.tu-darmstadt.de

Druckbare Aptamer-basierte Biosensoren zum Nachweis von Antibiotikakontaminationen in Lebensmitteln

Die Idee: Lebensmittelkontrolle durch druckbare Biosensoren

Der massive Einsatz von Antibiotika im medizinischen Sektor und in der Tiermast hat zu einem stetigen Anstieg multiresistenter Keime geführt. Um die Verbreitung von Antibiotika in Lebensmitteln zu kontrollieren und ggf. einzudämmen, ist es nötig, diese schnell, effizient und kostengünstig detektieren zu können. Im Rahmen des FiF-Projekts soll ein schnelles und effizientes Analyseverfahren entwickelt werden, in welchem Aptamer-basierte Biosensoren eingesetzt und über Drucktechnologien wie Inkjet kostengünstig für die breite Anwendung hergestellt werden. Aptamere sind kleine strukturierte Nukleinsäuremoleküle, die Antibiotika mit hoher Affinität und Spezifität erkennen und prinzipiell gegen jedes Antibiotikum generiert werden können. Mit der Drucktechnik können diese Aptamere zu Biosensoren verarbeitet werden, indem sie unter Verwendung von Hilfsstoffen auf einen vorbehandelten Bedruckstoff gedruckt werden. Der spätere Schnelltest soll auf einer Art Teststreifen basieren, welcher mit der potentiell kontaminierten Probe benetzt wird.

Beim Design eines solchen aptamer-basierten Biosensors muss jedoch beachtet werden, dass dieser auch nach längerer Lagerung seine Funktion beibehält. Bei einem Biosensor im Teststreifendesign bedeutet dies, dass das verwendete Aptamer in getrocknetem Zustand über längere Zeit stabil sein muss. Darüber hinaus muss die Funktionalität nach erneutem Lösen (mittels Lebensmittelprobe) gewährleistet sein, um einen verlässlichen Biosensor zu garantieren. Für die Bindung des Liganden müssen Aptamere eine komplexe, dreidimensionale Struktur einnehmen. Darüber hinaus ist die Anwesenheit von Salzen unabdinglich. Die ersten Tests fokussierten sich deshalb auf das Trocknen und erneute Lösen des Aptamers sowie die Untersuchung, ob dieses anschließend noch in der Lage ist, seinen Liganden zu binden.

Zusammenspiel von Maschinenbau und Biologie: Ein Sensor entsteht

Als Ligand, welcher nachgewiesen werden soll, diente das Fluorchinolone Ciprofloxacin (CFX). CFX eignet sich auf Grund seines Einsatzes in der Tiermast sowie

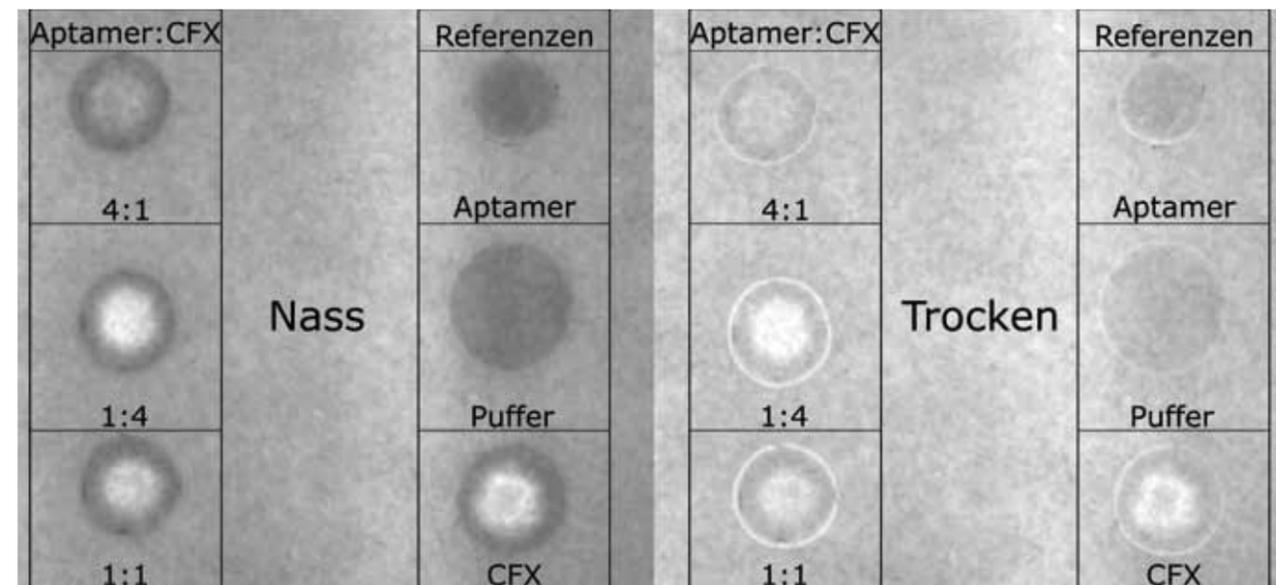
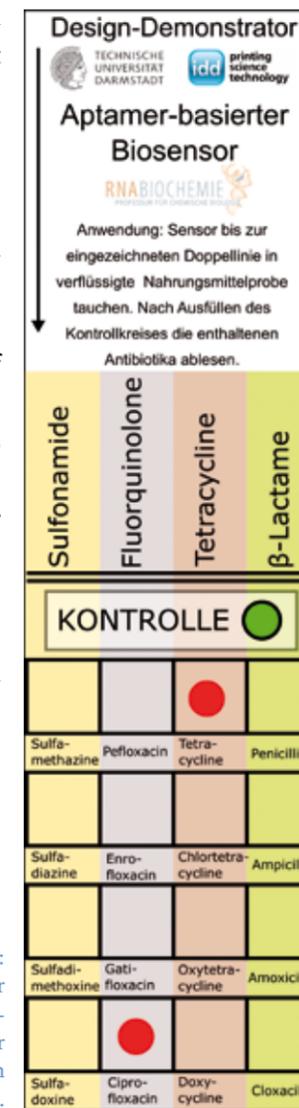


Abb. 1: Erster pipettierter Biosensor zum Nachweis von CFX auf Whatman Grade 1 Filterpapier.

seiner Fähigkeit zur Eigenfluoreszenz besonders gut als Ligand. Der Nachweis von gebundenem (keine Fluoreszenz) und ungebundenem (Fluoreszenzsignal) CFX gestaltete sich hierbei unproblematisch. Die in Abbildung 1 gezeigten Ergebnisse suggerieren, dass das Trocknen sowie das erneute Lösen eines Aptamers auf Papier durchaus möglich ist und der Ligand weiterhin gebunden wird. Aptamer sowie Puffer zeigen kein Fluoreszenzsignal, während die CFX-Probe ein Signal zeigt. Nach Zugabe von CFX zu zuvor getrocknetem Aptamer kann bei einem Verhältnis von 4:1 (Aptamer: CFX) eine deutliche Reduzierung des Fluoreszenzsignals beobachtet werden. Die Fluoreszenz wird demnach nach direkter Zugabe (nass) verringert und bleibt dies auch nach erneuter Trocknung (trocken) der Probe.

Dies stellt einen ersten Erfolg dar, da so gezeigt werden konnte, dass Aptamere in der Lage sind, auch nach Trocknung ihre Funktion beizubehalten. Im weiteren Verlauf des Projekts wird es ein Ziel sein, das getrocknete Aptamer auf Lagerfähigkeit zu untersuchen. Darüber hinaus stehen weitere Sensordesigns an, um später einen effizienten sowie kostengünstigen Biosensor zu garantieren. Das Augenmerk liegt hierbei auf Varianten, welche ohne die Hilfe von technischen Geräten ausgewertet werden können.

Abb. 2: Ein Designdemonstrator für einen möglichen Aptamer-basierten Biosensor, welcher eine Auswahl an verschiedenen Antibiotika detektieren kann.



Projektteam:

- Prof. Dr. Beatrix Süß
- Jeannine Jäger, M.Sc
- Dr. Florian Groher
- (FB 10, Synthetische Genetische Schaltkreise)
- Prof. Dr.-Ing. Edgar Dörsam
- Jacqueline Stamm, M.Sc
- Dr.-Ing. Dieter Spiehl
- (FB 16, Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren)

Kontaktinformationen:

- Prof. Dr. B. Süß: bsuess@bio.tu-darmstadt.de
- J. Jäger, M.Sc.: jaeger.jea@bio.tu-darmstadt.de
- Dr. F. Groher: groher@bio.tu-darmstadt.de
- Prof. Dr.-Ing. E. Dörsam: doersam@idd.tu-darmstadt.de
- J. Stamm, M.Sc.: stamm@idd.tu-darmstadt.de
- Dr.-Ing. D. Spiehl: spiehl@idd.tu-darmstadt.de

Human-induced Vibrations on Building Structures: Biomechanical Characterisation and Structural Mechanical Modelling (HUMVIB)

Motivation

In daily activities (e.g. walking, jogging) we often encounter such circumstances that we traverse an area with different ground properties. In such cases the human body activates an adaptation mechanism in order to accommodate to the sudden change of the surface stiffness, so that it can maintain similar locomotion mechanics. As this mechanism has not been fully understood yet, there is a need for comprehensive investigations of its underlying biomechanical principles. This motivated the biomechanical approach of the project, which dealt mainly with the development of concepts for the adaptation strategies of the human gait on compliant ground, based on experimental findings from human locomotion.

On the other hand, during the interaction of humans with the building structures (e.g. pedestrian bridges or slabs in buildings), the effects of human movements influence the dynamics of structures and the associated vibration responses. Based on the insights gained in the biomechanical studies, several mechanical models of the humanbody were implemented with different levels of detail into the structural analysis as coupled human-structure models (Fig. 1). The results of the structural analysis were also compared with the experimental

results obtained with the experimental test set-up of the footbridge “HUMVIB Bridge” developed and built within this project at the campus “TU Lichtwiese”.

HUMVIB Bridge

For the preparation of the project, ISMD developed an easily accessible pedestrian bridge (HUMVIB Bridge, Fig. 2) on the campus of TU Darmstadt Lichtwiese that can be well instrumented with the analysis tools available from structural dynamics and biomechanics. It is a simply supported beam structure consisting of two steel I-beams in longitudinal direction which are connected with concrete elements in transverse direction. An intermediate movable support can be included upon need to transfer it to a two-span beam and to adjust its first natural frequency. The main criterion considered in its design was that the first vertical natural frequency should be in a range which is excitable by human locomotion with frequencies typically between 1.4 Hz and 2.4 Hz. The gap between the concrete blocks is about 2 cm, small enough for avoiding tripping of the human subjects during the investigations, but wide enough to avoid a contribution of the concrete elements to the global structural behaviour. The total mass of the bridge is about 12.000 kg, which leads to a first vertical natural frequency of 2.03 Hz.

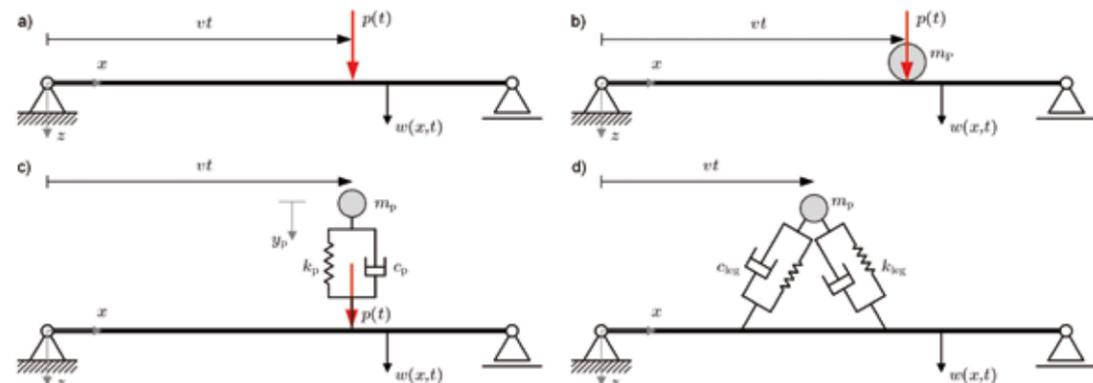


Fig. 1: Mechanical models for prediction of pedestrian induced vibrations: a) moving force; b) moving mass; c) single degree of freedom system (SDOF); d) bipedal model.

Results

The works performed within this project using the HUMVIB bridge model showed the excellent possibilities of this real-world experimental set-up to study in detail both the biomechanical and the structural aspects including the human-structure interaction. Based on the experimental results acquired so far, a novel method for the experimental determination of equivalent dynamic parameters for a pedestrian walking on a flexible structure using a SDOF model (single degree of freedom, Fig. 1c) was developed. It is based on a combined analysis of biomechanical and structural measurements and comprises the acquisition of the human body kinematics (Fig. 3) using a motion capture system along with the measurement of the ground reaction forces (GRF) exerted by a pedestrian while walking on a rigid and on a flexible structure. Partly significant differences between the GRF measured on the rigid and on the flexible structure were observed, which are considered to rely on the human-structure interaction. Our biomechanical gait analysis showed that due to the underlying muscular and neuromuscular mechanisms the mechanical properties of the human body are not constant. Instead, they may change over time depending on the human body mechanics and control in response to the underlying structure dynamics.



Fig. 2: HUMVIB Bridge.

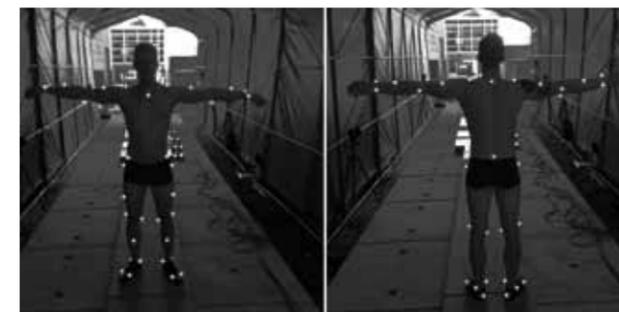


Fig. 3: Typical marker instrumentation of a subject: front view and back view.

Projektteam:

The aims of this project could only be achieved as a joined effort of the Institute of Structural Mechanics and Design (ISMD, Prof. Schneider) and the Laulabor locomotion laboratory (LL, Prof. Seyfarth), combining the complementing expertise at describing both the behaviour of engineering structures and human locomotion dynamics. At this point we would like to highlight the importance of the cooperation between civil engineering and sport science on this topic. This facilitates a better understanding of the adaptation mechanisms of the human body walking on flexible structures and can lead to significant improvements of the vibration serviceability guidelines, which should include reliable models for considering the human-structure interaction effects.

Kontaktinformationen:

Prof. Dr.-Ing. Jens Schneider
schneider@ismd.tu-darmstadt.de
Tel. 06151 16-23013
www.ismd.tu-darmstadt.de

Prof. Dr. phil. André Seyfarth
seyfarth@sport.tu-darmstadt.de
Tel. 06151 16-3163
www.sport.tu-darmstadt.de

Andrei Firus, M.Eng.
firus@ismd.tu-darmstadt.de
Tel. 06151 16-23032
www.ismd.tu-darmstadt.de

Hochintegrierte aktiv justierbare Lasertargets zur Untersuchung von Materie im Plasmazustand (JUMP)

Materialproben bei extremen Drücken im Bereich von Giga-Pascal und Temperaturen von bis zu einigen Millionen Grad können auf unserer Erde im Labor nur für sehr kurze Zeit präpariert und untersucht werden. Die Erforschung von physikalischen Prozessen bei extremer Energiedichte bietet eine Vielzahl interessanter und noch unbeantworteter Fragestellungen, sowohl im Bereich der Grundlagenforschung mit Blick etwa auf den inneren Aufbau von Planeten und fundamentale plasmaphysikalische Wechselwirkungen als auch im Bereich der anwendungsorientierten Forschung: Intensive Teilchenstrahlen, die aus einem lasererzeugten Plasma extrahiert und über eine Strecke von nur einem zehntel Millimeter mit der Laserenergie beschleunigt werden, stellen ein kosteneffizientes und mächtiges Werkzeug dar und sollen zukünftig in der Medizintechnik, der Qualitätskontrolle oder zur Bekämpfung der Proliferation kernwaffenfähigen Materials eingesetzt werden. Dies sind nur drei Beispiele, die stellvertretend für eine Fülle von praktischen Anwendungen im Hochtechnologiesektor stehen.

Mit der jüngst rasanten Entwicklung von Hochenergie-Lasersystemen hin zu großer Wiederholfrequenz verändern sich die Anforderungen an die zu beschießende Materialprobe (im Folgenden Probe bzw. Target genannt) und das für die Justage der Probe im Vakuum erforderliche Positioniersystem. Gegenwärtig findet bei dieser hohen Laserenergie in etwa ein Experiment pro Stunde statt. In naher Zukunft wird die Wiederholfrequenz des Experiments nicht mehr durch das Lasersystem begrenzt sein, welches durchaus mit 1 Hz betrieben werden kann. Sowohl für die Diagnostikentwicklung als auch im Hinblick auf die Probenfertigung, Charakterisierung und Positionierung – alles Bestandteile der sog. Targetry – besteht deshalb dringend Handlungsbedarf. Im Rahmen dieses Projekts wurde ein zukunftsfähiges Konzept für die integrative Fertigung eines „Smart-Targets“ entwickelt, welches die eigentliche Probe sowie ein miniaturisiertes „single-use“-Positioniersystem vereint. Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit der beiden Arbeitsgruppen aus der Physik und der Elektrotechnik konnte ein solches Smart-Target mit integrierter Justageeinheit auf Basis thermischer Polymeraktoren an der TU Darmstadt gefertigt werden.

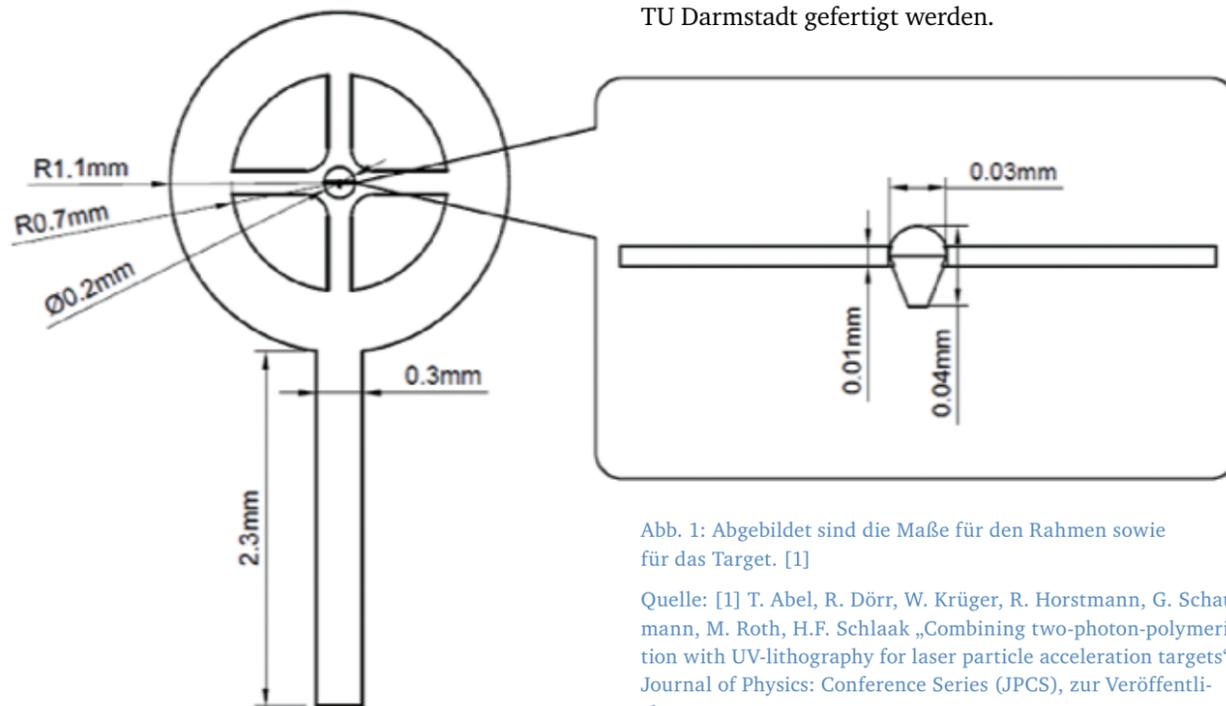


Abb. 1: Abgebildet sind die Maße für den Rahmen sowie für das Target. [1]

Quelle: [1] T. Abel, R. Dörr, W. Krüger, R. Horstmann, G. Schumann, M. Roth, H.F. Schlaak „Combining two-photon-polymerization with UV-lithography for laser particle acceleration targets“; Journal of Physics: Conference Series (JPCS), zur Veröffentlichung angenommen.

Die Abbildungen zeigen einen Halterahmen (grün) für das eigentliche Target (rot). Beide Strukturen sind integrativ und auf demselben Wafer in Photolack gefertigt worden, entsprechend den sehr unterschiedlichen Anforderungen an die erforderliche Auflösung und gewünschte Geometrie jedoch mit unterschiedlichen Techniken. Die größere Haltestruktur ist mit konventioneller UV-Tiefenlithographie belichtet worden, während das Target und die filigranen Haltestege (gelb) mittels Zwei-Photonen-Lithographie strukturiert wurden, mit der echte 3D-Freiformen mit einer räumlichen Auflösung mehr als einem Mikrometer geschrieben werden können.

Der Halterahmen mit Target ist Teil des integrativ gefertigten elektrothermischen Aktors, welcher als „single-use“-Positionierplattform fungiert und die Feinpositionierung des Targets innerhalb eines Verfahrbereichs von +/-50µm mit einer Genauigkeit von mehr als 5 Mikrometern gewährleistet. Ebenso wurde im Rahmen dieses gemeinsamen Projekts ein Funktionsmuster der Steuerelektronik aufgebaut und getestet (Abb. 2).



Abb. 2: Mechanische Aufnahme mit einer Mikropositionierplattform aus PEEK und Funktionsmuster der Steuerelektronik.

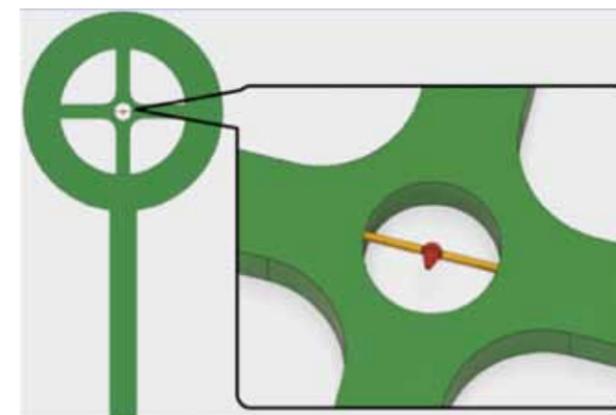


Abb. 3: Mit UV-Tiefenlithographie gefertigter Rahmen (grün). Die Vergrößerung zeigt das Target (rot), das über Stege (gelb) mit dem Rahmen verbunden ist. Target und Stege sind mittels Zwei-Photonen-Lithographie gefertigt. [1]

Projektteam:

Dipl.-Phys. Roland Dörr

(FB 18, Mikrotechnik und Elektromechanische Systeme)

Dr. Thomas Winterstein

(FB 18, Mikrotechnik und Elektromechanische Systeme)

Torsten Abel, M.Sc.

(FB 5, Laser- und Plasmaphysik)

Dr. Gabriel Schumann

(FB 5, Laser- und Plasmaphysik)

Kontaktinformationen:

Fachbereich Physik:

Prof. Dr. Markus Roth

Markus.Roth@physik.tu-darmstadt.de

AG Laser- und Plasmaphysik

Schlossgartenstraße 9, 64289 Darmstadt

Fachbereich Elektro- und Informationstechnik:

Prof. Dr.-Ing. Helmut F. Schlaak

Schlaak@emk.tu-darmstadt.de

FG Mikrotechnik und Elektromechanische Systeme

Merckstraße 25, 64283 Darmstadt

Kooperation zum Schutz Kritischer Infrastrukturen – Simulation von Kommunikations- und Informationsaustauschprozessen

Projektbeschreibung und -zielsetzung

Das Projekt wurde im Jahr 2016 durch die TU Darmstadt in enger Zusammenarbeit mit Infrastrukturbetreibern (des Energie-, Wasser- und Telekommunikationssektors) und der Berufsfeuerwehr im Untersuchungsraum Frankfurt/Main durchgeführt. Ziel war es, spezifische Merkmale, gegenwärtige Defizite und mögliche Verbesserungsansätze für einen Informationsaustausch zwischen den Akteuren Kritischer Infrastrukturen (KRITIS) im städtischen Krisenmanagement auszuloten. Charakteristisch für KRITIS sind die ein- und wechselseitigen Abhängigkeiten bzw. (Inter-)Dependenzen zwischen den einzelnen KRITIS-Sektoren (z.B. Energie) bzw. -Branchen (z.B. Elektrizität).

Das Projekt gliedert sich in drei Projektphasen: Zunächst wurden mittels Literaturanalyse sowie schriftlicher und mündlicher Expertenbefragungen Defizite der Zusammenarbeit und Informationsasymmetrien abgeleitet. Als Kernbestandteil des Projekts wurde anschließend eine agentenbasierte Simulation der

Informationsaustauschprozesse zwischen KRITIS-Akteuren bei einem Stromausfall durchgeführt (siehe Abb. 1). Schließlich wurden die Ergebnisse in Expertenworkshops mit den beteiligten Praxisvertretern erörtert und in Schlussfolgerungen überführt.

Als Ergebnis konnten im Projektverlauf drei Schwachstellen bzw. Dimensionen identifiziert werden (siehe Abb. 2), welche eine Weiterentwicklung des organisationsübergreifenden Informationsaustauschs erfordern. Die strukturelle Dimension zeigt auf, dass die Krisenmanagementstrukturen innerhalb der einzelnen beteiligten Institutionen unterschiedlich sind und diese Unterschiede gegenseitig nicht im Detail bekannt sind. Die technische Dimension verweist auf die Unkenntnis beteiligter KRITIS-Akteure hinsichtlich bestimmter Funktionsweisen und Möglichkeiten technischer Telekommunikationssysteme. Die zeitliche Dimension besagt, dass beim Ausfall einer KRITIS erst relativ spät eine Lagebeschreibung kommuniziert wird, obwohl ein Bedarf nach frühzeitiger (wenn auch ungenauer) Information besteht.

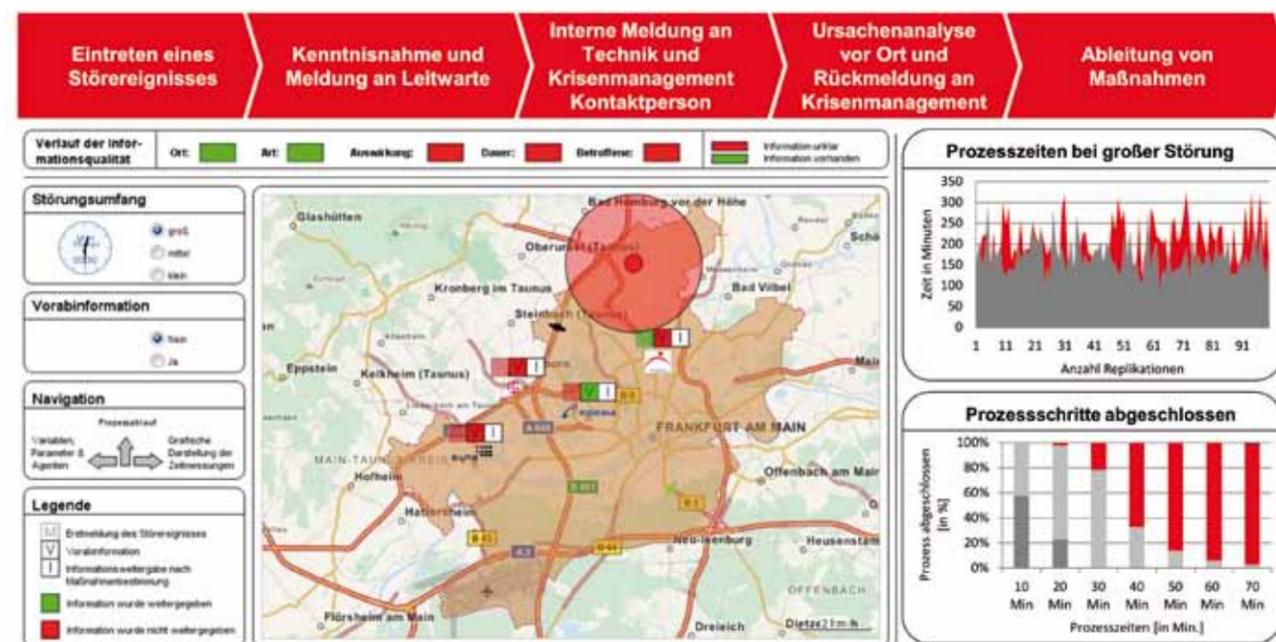


Abb. 1: Simulationsmodell der Informationsaustauschprozesse zwischen KRITIS-Akteuren.

Projektergebnisse ebnen den Weg zur Bearbeitung wichtiger Handlungsfelder

Die identifizierten Dimensionen wurden in Vor-Ort-Workshops aufgearbeitet. Somit konnten die Wissensdefizite hinsichtlich der Krisenmanagementstrukturen zügig abgebaut werden. Auch die technische Dimension wurde thematisiert, wodurch Unklarheiten bzgl. der Kommunikationsmöglichkeiten beseitigt werden konnten. Der Aspekt der zeitverzögerten Informationsweitergabe wurde mittels agentenbasierter Simulation anhand eines Stromausfalls analysiert. Dabei galt es einerseits zu klären, ob sich die Zeitspanne vom Eintreten des Störereignisses bis zur individuellen Maßnahmenableitung (Behebung Störereignis, Notversorgung, etc.) durch eine Vorabinformation reduziert. Andererseits wurde untersucht, ob es einen Zeitpunkt gibt, bei dem ein bestimmter Informationsstand (-qualität) beim betroffenen Akteur erreicht ist, so dass eine Vorabinformation als sinnvoll erachtet werden kann.

Die Simulation konnte zeigen, dass die durchschnittliche Zeitspanne vom Eintreten der Störung bis zum Prozessschritt, bei dem alle Akteure ihre Maßnahmen bestimmt haben, um 20% reduziert werden kann. Außerdem zeigte sich, dass bei über 65% der aufgetretenen Störereignisse bereits nach 40 Minuten ein Techniker vor Ort ist und eine erste Abschätzung des Ausmaßes melden kann, wodurch bestehende Einsatzkonzepte zeitlich eingehalten und umgesetzt werden können. Darüber hinaus wurde ein Runder Tisch KRITIS gegründet, wo sich die Akteure weiterhin mit den Handlungsfeldern und Verbesserungspotentialen beschäftigen.



Abb. 2: Verbesserungspotentiale der organisationsübergreifenden Zusammenarbeit.

Projektteam:

Prof. Dr. Ralf Elbert
Dipl.-Kffr. Katrin Coleman (geb. Scharf)
(FB 1, Unternehmensführung und Logistik)

Prof. Dr. Jochen Monstadt
Dr. Martin Schmidt
(FB 13 | FB 15, Raum- und Infrastrukturplanung)

Projektpartner:

Berufsfeuerwehr Frankfurt
Mainova AG
Syna GmbH
Deutsche Telekom AG

Kontaktinformationen:

Prof. Dr. Ralf Elbert
06151 16-24430
elbert@log.tu-darmstadt.de

Dipl.-Kffr. Katrin Coleman (geb. Scharf)
06151 16-24433
coleman@log.tu-darmstadt.de

Surface Biology Testing Unit (SuBiTU): Entwicklung & Anwendung einer Prüfeinheit zur Analyse der Wechselwirkungen zwischen Implantatoberflächen und biologischen Systemen

Die Oberfläche von Implantaten ist wichtig für den Heilungserfolg! – Doch warum genau?

Der Einsatz von Knochenimplantaten gehört zu den medizinischen Standardtherapien, die bei belastungs- oder altersbedingtem Verschleiß eingesetzt werden. Für den Erfolg dieser Therapien muss das Implantat stabil und langfristig in das Knochensystem integriert werden. Hierfür spielt die Implantatoberfläche eine maßgebliche Rolle. Allerdings ist ungeklärt, welche Oberflächeneigenschaft/en zu einem Heilungserfolg führen. Ein Grund hierfür ist, dass es bislang kein standardisiertes Testsystem für Implantat-Oberflächeneigenschaften gibt, das es erlaubt, den Effekt einzelner Oberflächenparameter (z.B. Rauheit, Physikochemie, Steifigkeit) auf biologischen Prozessen zu analysieren.

Alle bisher etablierten Testsysteme der Implantatentwicklung sind entweder zu einfach (Zellkulturen)

oder zu komplex (Tierversuche), um Interaktionen zwischen Implantat und biologischen Komponenten (verschiedene Zellenarten, Gewebeflüssigkeit, Blut, ...) gut beobachtbar abzubilden.

Mit der Entwicklung der Surface Biology Testing Unit (SuBiTU) soll diese methodische und wissenschaftliche Lücke geschlossen werden. Durch Kombination eines 3D-Ko-Kultur-Zellsystems mit fluoreszenten Zellmarkern und der Adaption einer Life-Cell-Chamber für Knochenimplantatproben ist es nun möglich, frühe Wechselwirkungen von Implantatoberflächen und biologischen Komponenten *in situ* zu verfolgen. Auf diese Weise können nun gezielt Parameter auf ihre biologische Wirksamkeit hin analysiert und verglichen werden. Langfristig kann das SuBiTU-System die Entwicklungszeit von Implantaten wie auch die Anzahl der gesetzlich vorgeschriebenen Tierversuche verringern.

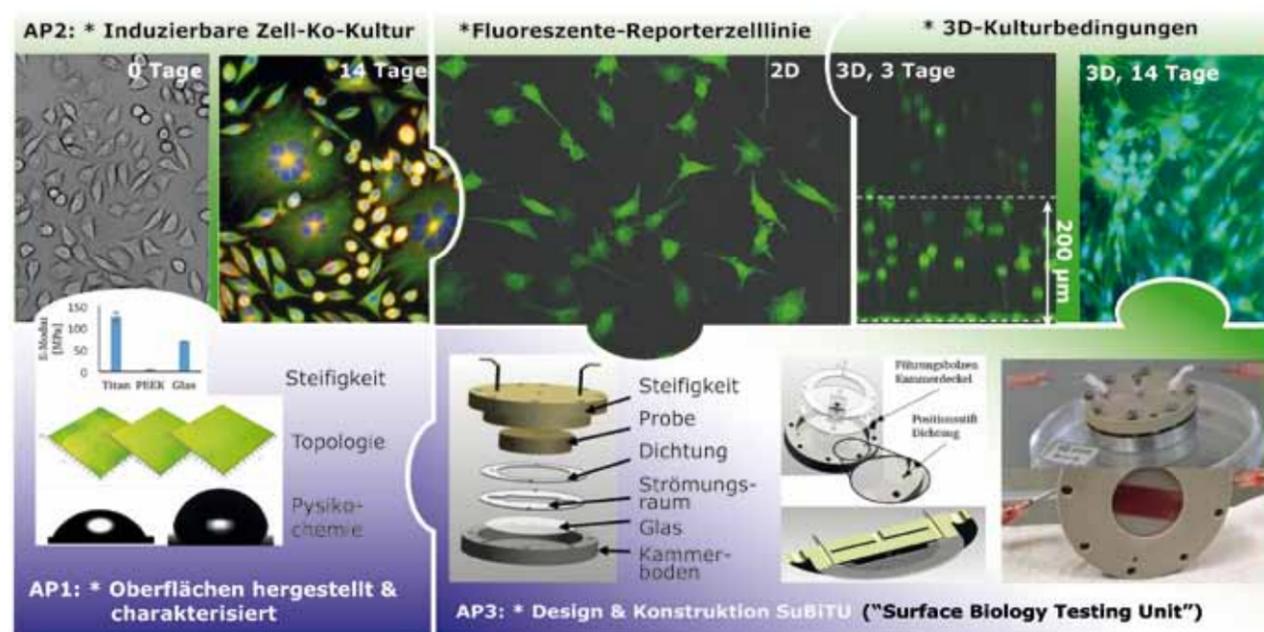


Abb. 1: Übersicht der Projektbausteine: technische, biologische, interdisziplinäre Arbeitspakete der „Surface Biology Testing Unit“ (SuBiTU).

Dazu wurden am Zentrum für Konstruktionswerkstoffe Oberflächen hergestellt und charakterisiert (AP1). In der Gruppe Zellbiologie & Epigenetik konnten stabile Reporterzelllinien und 3D-Zell-Ko-Kultursysteme etabliert werden (AP2). Parallel wurde in enger Zusammenarbeit die SuBiTU-Life-Cell-Chamber entwickelt (AP3), die an der MPA-IfW konstruiert, in der Zellbiologie & Epigenetik eingesetzt und gemeinsam weiter optimiert wird.

Perspektiven des SuBiTU-Systems

Nach erfolgreicher Realisierung der technischen und biologischen Komponenten sowie der Entwicklung und Konstruktion der SuBiTU-Kammer liegt nun ein funktionsfähiges Prototyp-System vor.

In der Endphase des Projekts wird nun der Einfluss von definierten Oberflächenparametern (Struktur, Physikochemie und Steifigkeit) auf das Zellverhalten (z.B. Proliferation, Morphologie) von knochenbildenden Osteoblasten und knochenabbauenden Osteoclasten untersucht.

Mit Abschluss des Projekts wird angestrebt, das entwickelte System modular zu erweitern. Durch Adaption von humanen Zelllinien sowie die Betrachtung weiterer definierter Zustände (Entzündungen, Erkrankungen) wird angestrebt, weitere Einsichten in den Prozess der Implantateinheilung zu erlangen und möglicherweise erste Schritte hin zu personalisierten Implantatoberflächen zu erreichen.

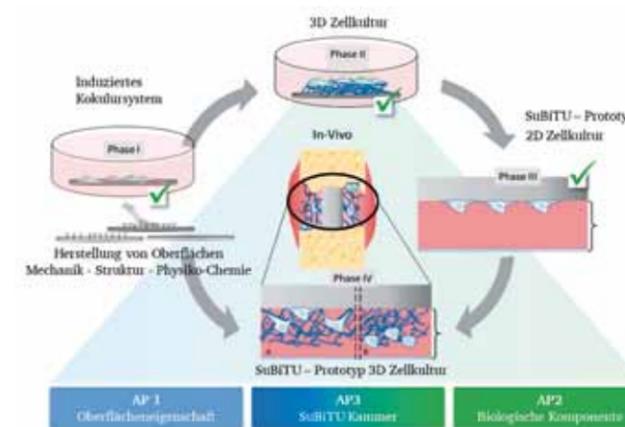


Abb. 2: Projektphasen und Zyklus der Zusammenarbeit.

Projektteam:

- Anne Martin, M.Sc. (FB 16, Zentrum für Konstruktionswerkstoffe)
- Dr. Bianca Bertulat (FB 10, Cell Biology and Epigenetics)
- Emilia Da Caro, M.Sc. (FB 10, Cell Biology and Epigenetics)
- Markus König, M.Sc. (FB 16, Zentrum für Konstruktionswerkstoffe)
- Prof. Dr.-Ing. Matthias Oechsner (FB 16, Zentrum für Konstruktionswerkstoffe)

Kontaktinformationen:

MPA-IfW
Grafenstraße 2
D-64283 Darmstadt

Markus König: koenig@mpa-ifw.tu-darmstadt.de
Bianca Bertulat: bianca.bertulat@gmail.com

The Art of Delivery: Uptake into Cells by Controlled Perturbation of the Plasma Membrane

Hintergrund

Unsere Forschung fokussiert sich auf die zelluläre Physiologie und ihre Deregulierung im Krankheitsfall, insbesondere im Hinblick auf die Replikation und Reparatur von DNA. Für diesen Zweck sind wirkungsvolle Instrumente, die das nichtinvasive Einbringen einer Reihe von Stoffen zur künstlichen Manipulation zellulärer Funktionen zulassen, in der Forschung und in therapeutischen Anwendungen von großer Bedeutung. Die Zellmembran stellt die hauptsächliche Barriere für den Transport von Molekülen in lebende Zellen dar. Die Elektroporation, bei der hohe Spannungspulse an Zellen angelegt werden, ist ein Standardverfahren, mit dem diese Barriere vorübergehend aufgerissen werden

kann. So wird der Transport von synthetischen Stoffen in die molekulare Maschinerie der Zelle ermöglicht. Ein Nachteil kommerzieller Elektroporatoren ist, dass für die Anwendung dieser Technik adhärente Zellen von ihrem Substrat gelöst und für die Dauer der Poration in Suspension gebracht werden müssen. Dadurch eignet sich die Elektroporation nur für undifferenzierte und teilungsfähige Zellen. Mit den von uns entwickelten Poratoren können Zellen im adhärenen Zustand behandelt werden, was neue Anwendungsmöglichkeiten und Forschungsfelder erschließt. Darüber hinaus scheint die Mikrowellenbasierte Poration deutlich schonender als herkömmliche Elektroporationsmethoden, die oft von massivem Zellsterben während der Prozedur begleitet werden.

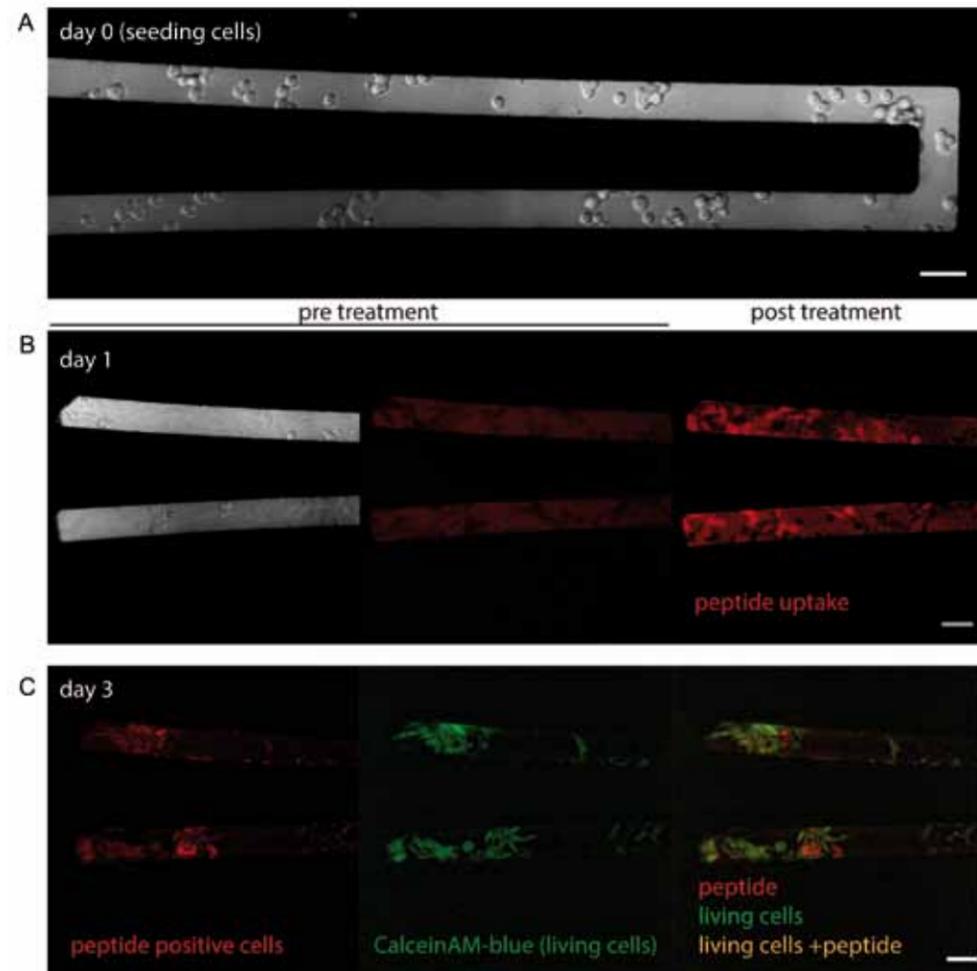


Abb. 1: Ergebnisse der Mikrowellen-induzierten Substanzaufnahme am Beispiel von adhärenen Maus-Muskelzellen (C2C12). (A) Nach Einsäen von adhärenen Zellen in geringer Dichte erhalten die Zellen Gelegenheit, sich am Kammerboden anzuheften. (B) Erst durch Mikrowellenbehandlung erfolgt Substanzaufnahme nach etwa $\approx 15-20$ min, und positive Zellen erscheinen rot. Hingegen konnte in Kontrollexperimenten ohne Mikrowellen bzw. vor Mikrowellenbehandlung keine Peptid-Aufnahme beobachtet werden. (C) Drei Tage nach Behandlung mit dem Lebend-Zell-Farbstoff Calcein-AM-blue zeigte sich, dass die Mehrheit der Peptid-positiven Zellen (rot) noch vital (grün, bzw. gelb) ist, während tote Zellen ausschließlich rot bzw. vitale Zellen ohne Peptid ausschließlich grün erscheinen. Bar: 50 μm

Experimentelle Ergebnisse

Mit den entwickelten Prototypen (Abbildung unten) gelang es, ein fluoreszenzmarkiertes Peptid mittels Mikrowellen in verschiedene Zelllinien einzubringen. Parallele Versuche zeigten, dass ein Substanztransfer in lebenden Zellen ohne Mikrowellenfeld nicht beobachtbar ist. Nach ersten Experimenten mit Insekten-Suspensionszellen wurden Versuchsbedingungen für adhärenen Maus-Muskelzellen und eine humane Zelllinie etabliert. Diese Versuche zeigten einen reproduzierbaren Effekt von Mikrowellenfeldern in einem Zeitfenster von zwei bis fünf Minuten nach Behandlung, der durch konfokale Lebend-Zell- und „Time-Lapse“-Mikroskopie dokumentiert wurde. Die Abbildung auf der linken Seite zeigt exemplarisch Ergebnisse für adhärenen wachsende Maus-Muskelzellen. Bei allen getesteten adhärenen Zelllinien stoppte die Aufnahme von markierten Peptiden mit dem Abschalten des Mikrowellenfeldes. Im Anschluss an die Poration wurde die Vitalität der Zellen mit dem Lebend-Zell-Indikator CalceinAM grün bzw. blau analysiert.

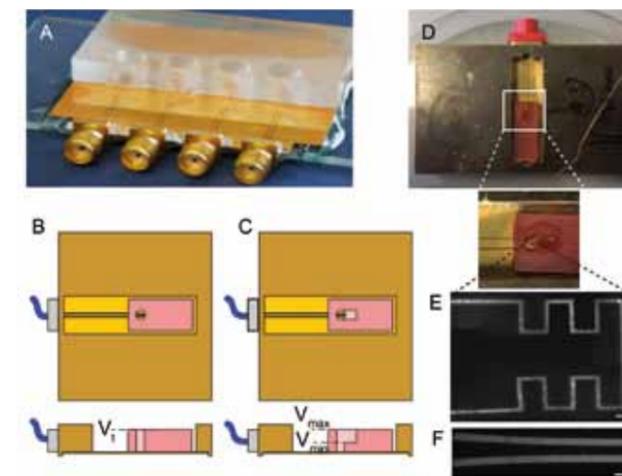


Abb. 2: Entwickelte Prototypen mit unterschiedlichem Applikatordesign für den Betrieb bei 18 GHz. (A) Applikator mit vier parallelen Kammern. (B-D) Für den Betrieb am Mikroskop optimierter Applikator mit unterschiedlichen Elektrodenkonfigurationen. (E-F) Dabei erwies sich ein Elektrodenabstand von 50 μm als vorteilhaft. (Maßstabballen 100 μm)

Projektteam:

Dr. Bianca Bertulat
 Anne Peschke
 Dr. Henry D. Herce
 Prof. Dr. Cristina Cardoso
 (FB 10, Cell Biology and Epigenetics)

Sönke Schmidt, M.Sc.
 Henning Tesmer, M.Sc.
 Dr.-Ing. Martin Schübler
 Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby
 (FB 18, Mikrowellentechnik)

Kontaktinformationen:

Dr.-Ing. Martin Schübler
 Technische Universität Darmstadt
 Institut für Mikrowellentechnik und Photonik
 Raum: S3|06 521,
 Merckstr. 25, 64283 Darmstadt
 Telefon 06151 16-28466
 Fax. 06151 16-28431

„TU meat & move“ – Zellkulturen in Bewegung

Kultivierte Zellen brauchen mehr Sport

Menschliche Zellen werden kultiviert, um die Physiologie humaner Gewebe in Studien zu repräsentieren, die nicht direkt am Menschen durchgeführt werden sollen oder können. Solche Zellkulturen finden dabei in der akademischen und klinischen Forschung, bei Toxizitätstests und vor allem bei der Medikamentenentwicklung Anwendung. Damit Zellkulturen diese Aufgabe erfüllen können, muss die Zellkulturplattform jedoch in der Lage sein, die biochemischen und biophysikalischen Eigenschaften nativer menschlicher Gewebe zu simulieren, denn nur so ist gewährleistet, dass kultivierte Zellen dieselben Reaktionen auf Toxine und Medikamente zeigen wie diejenigen Zellen, die sie repräsentieren sollen.

Neben der selbstverständlich notwendigen Versorgung der Zellen mit Nährstoffen und Mineralien haben sich auch andere, zunächst weniger offensichtliche Parameter als essentiell erwiesen, damit Zellkulturen ihre Aufgabe erfüllen können. Dazu zählen insbesondere die Möglichkeit zur Ausbildung von Stoffgradienten sowie die Kultivierung der Zellen in flexiblen und dreidimensionalen Hydrogelen anstelle ihrer Anzucht auf rigiden und planaren Oberflächen. Ein Parameter, der bei der standardmäßigen Kultivierung humaner Zellen praktisch nicht berücksichtigt wird, ist die passive Bewegung von Zellen. Während nahezu alle Zellen in unserem Körper einer ständigen Bewegung ausgesetzt sind, herrscht bei ihrer Kultivierung im Labor absolute Ruhe.

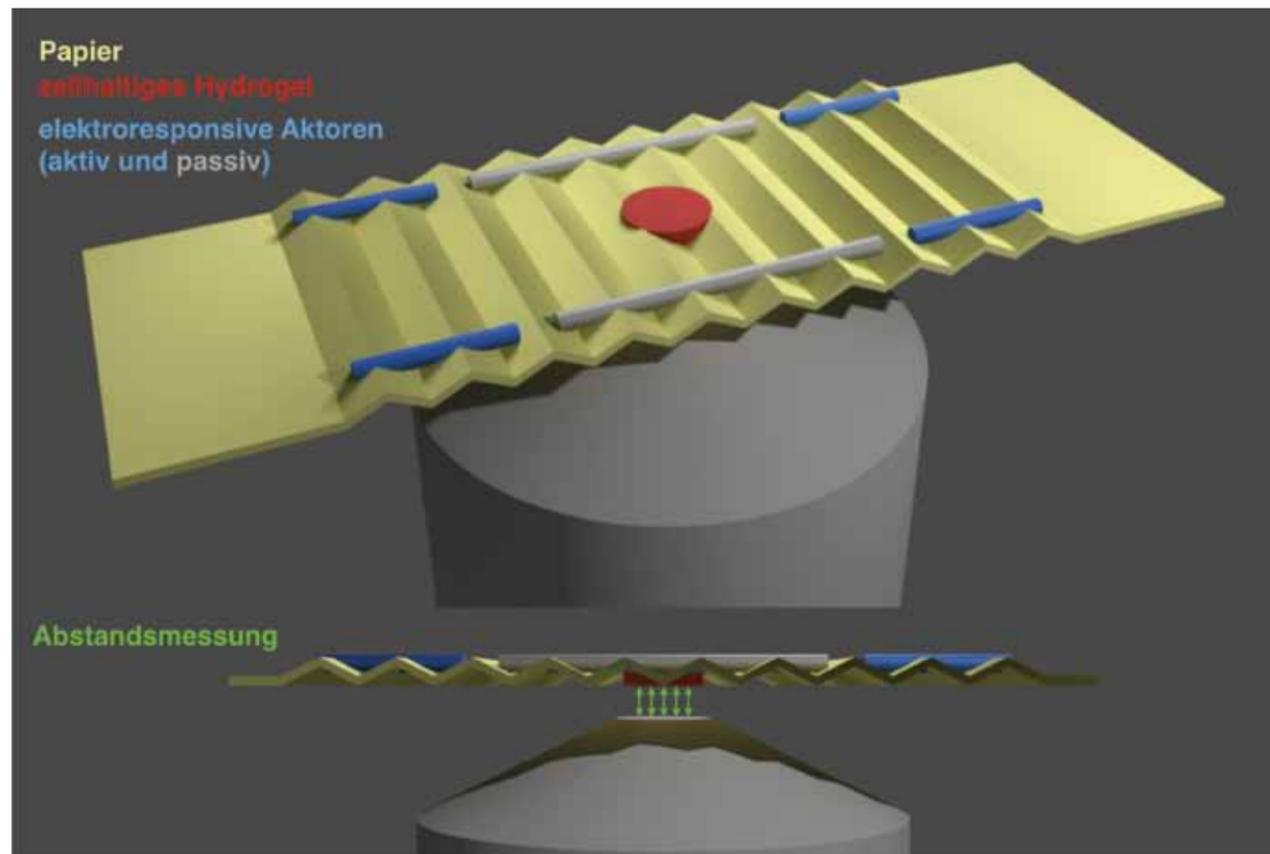


Abb. 1: Schematische Darstellung der Zellkulturplattform, mit der Bewegungsreize auf kultivierte Zellen übertragen werden können.

Ein Fitness-Studio für kultivierte Mikrogewebe

Aus der Motivation, Bewegungsreize auch in Laborkulturen humaner Zellen auf einfache Weise verwirklichen zu können, hat sich ein interdisziplinäres Team aus der Biologie, Physik, Elektrotechnik und den Materialwissenschaften für 16 Monate zusammengefunden. Ziel war es, zellhaltige Hydrogele (z.B. aus Kollagen) in eine poröse Papiermatrix einzubetten und diese mit im Papierträger integrierten Aktoren zu verformen, um so Bewegungsreize auf Zellen zu übertragen. Die Bewegung sollte dabei nicht nur über den gesamten Zeitraum der Kultivierung, sondern auch während der mikroskopischen Beobachtung aufrechterhalten werden können. Eine auf Laser-Interferometrie basierte Abstandsmessung sollte Höhenschwankungen während der Bewegungszyklen erfassen, um damit die Bildaufnahmen stabilisieren zu können. Im Rahmen des Projekts konnten wichtige Ergebnisse in den einzelnen Disziplinen (3D-Zellkultur in Papier, Aktorik und Abstandsmessung) erzielt werden, deren Zusammenführung derzeit in einem vom Pioneer Fund geförderten Projekt fortgeführt wird.

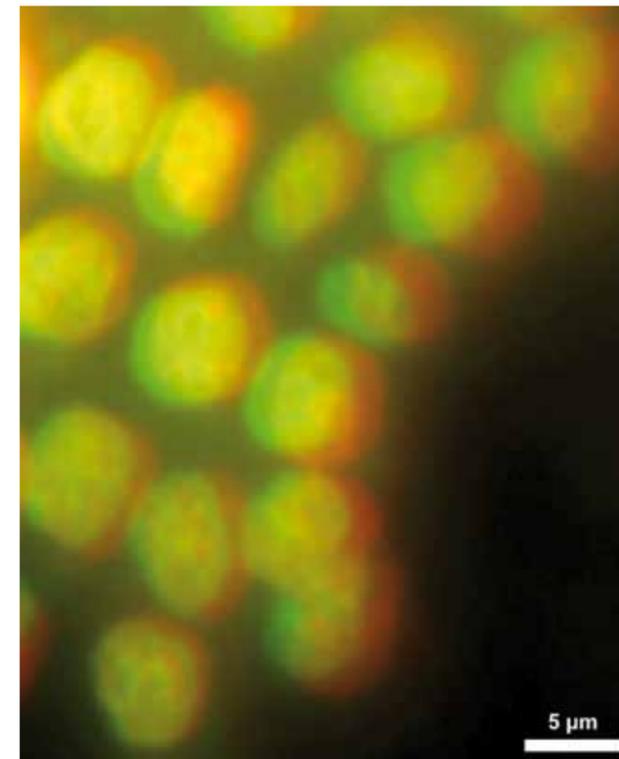


Abb. 2: Mikroskopische Aufnahme eines bewegten Mikrogewebes. Gezeigt sind zwei Aufnahmen der Zellkerne, aufgenommen am jeweiligen Umkehrpunkt (rot und grün) der applizierten Bewegung.

Projektteam:

Dr. Ljubomira Schmitt

(FB 11, Geomaterialwissenschaft)

PD Dr. Stefan Breuer

(FB 5, Angewandte Halbleitertechnik und Photonik)

Prof. Dr. Helmut F. Schlaak

(FB 18, Mikrotechnik und Elektromechanische Systeme)

PD Dr. Tobias Meckel

(FB 10 & 7, Membran Dynamik)

Kontaktinformationen:

PD Dr. Tobias Meckel

Membran Dynamik & Makromolekulare Chemie und
Papierchemie

Fachbereich Biologie und Chemie

Technische Universität Darmstadt

Alarich-Weiss-Str. 8

64287 Darmstadt

meckel@cellulose.tu-darmstadt.de

phone: +49 6151 16-23729

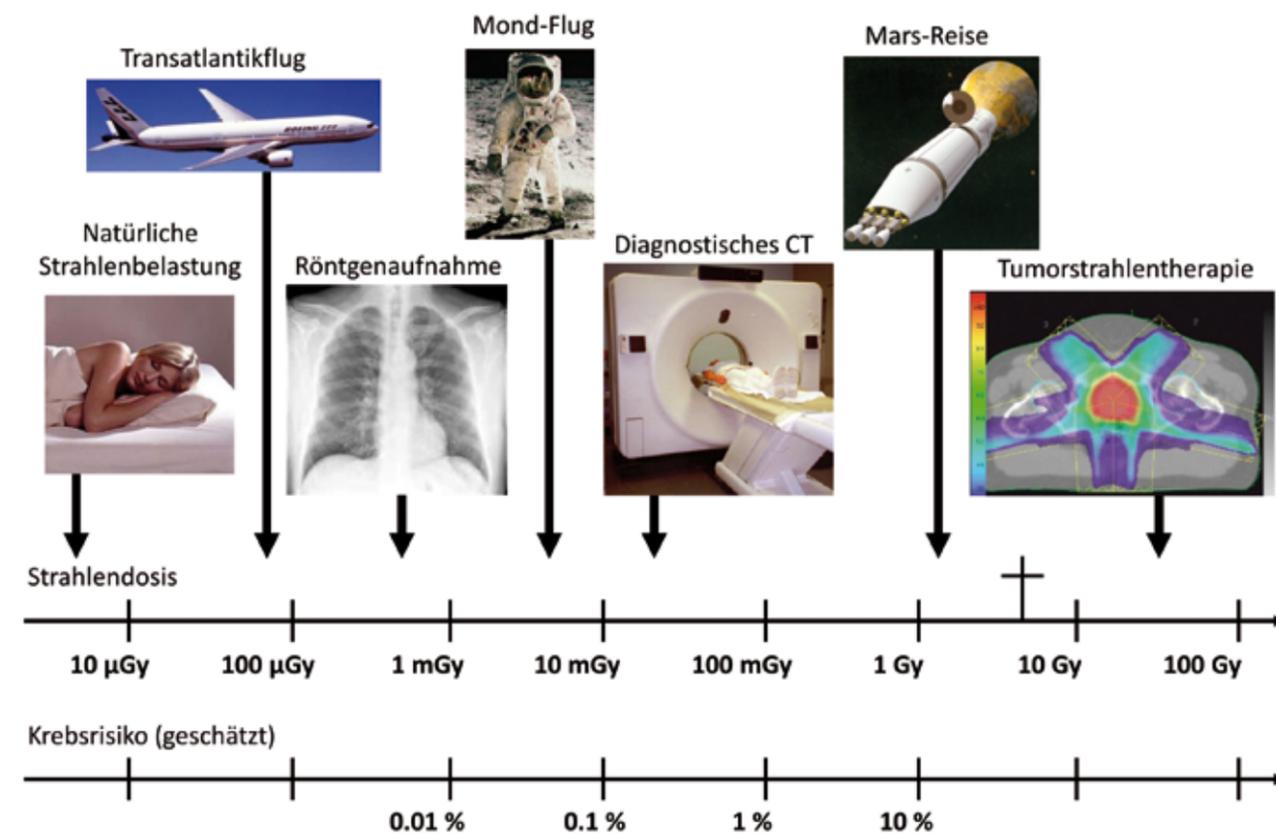
fax: +49 6151 16-23722

Molekulare und zelluläre Reaktionen auf ionisierende Strahlung (DFG GRK 1657)

Interdisziplinärer Forschungsansatz

Ionisierende Strahlung wird zur Behandlung von Krebserkrankungen eingesetzt, kann aber auch selbst Tumore erzeugen. Ein Verständnis der Wirkung von Strahlung ist daher sowohl für die strahlentherapeutische Anwendung als auch für die verlässliche Risikoabschätzung einer Bestrahlung von großer Bedeutung. Dabei spielen Röntgen- und γ -Strahlen als elektromagnetische Wellenstrahlung sowie Atomkerne als Teilchenstrahlung für Fragen der Strahlentherapie und des Strahlenschutzes eine wichtige Rolle. Obwohl bekannt ist, dass diese Strahlenarten Mutationen im Erbgut von Zellen hervorrufen können, sind die genauen Wirkmechanismen nur unzureichend bekannt. Eine Erforschung dieser Wirkmechanismen

erfordert einen interdisziplinären Forschungsansatz, da für ein vollständiges Verständnis der Strahlenwirkung das gesamte Spektrum der physikalischen, chemischen, biologischen sowie biomedizinischen Strahlenwirkung berücksichtigt werden muss. Im Graduiertenkolleg „Molekulare und zelluläre Reaktionen auf ionisierende Strahlung“ vereinen sich Wissenschaftler aus den drei naturwissenschaftlichen Fachbereichen der Technischen Universität Darmstadt, der strahlenbiologischen Arbeitsgruppe der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) Darmstadt sowie der Klinik für Strahlentherapie und Onkologie der Medizinischen Fakultät der Goethe-Universität Frankfurt, um die Wirkmechanismen von Strahlung zu erforschen.



Zentrale Forschungs idee

Die zentrale Forschungs idee besteht in der Zusammenführung innovativer zell- und molekularbiologischer sowie bioinformatischer Forschungsansätze zur Untersuchung der Strahlenwirkung auf biologische Makromoleküle (z.B. DNA), Membranen, Zellorganellen (z.B. Mitochondrien), ganze Zellen, Zellverbände sowie den Gesamtorganismus. Dabei finden Mausexperimente und Mäuse als Modellsystem Anwendung, da sie zum einen noch relativ einfach untersucht werden können, zum anderen aber eine Übertragbarkeit der erhaltenen strahlenbiologischen Ergebnisse auf den Menschen erlauben. Das Forschungskonzept wird durch eine strukturierte Doktorandenausbildung mit vielfältigsten Qualifizierungselementen ergänzt und führt so junge Wissenschaftler an ein hoch interdisziplinäres Forschungsgebiet heran, welches durch vielfältige internationale Kontaktmöglichkeiten gekennzeichnet ist. Durch den interdisziplinären Charakter des Graduiertenkollegs werden die Doktoranden optimal für den wissenschaftlichen Arbeitsmarkt vorbereitet, es werden aber auch für das Forschungsgebiet der biologischen Strahlenwirkung notwendige Fachkräfte ausgebildet.

Abb. 1: Die Abbildung auf der linken Seite zeigt verschiedene Situationen des menschlichen Lebens, die mit einer Strahlenbelastung verbunden sind.

Die dabei applizierte Strahlendosis wird in der Einheit „Gy“ gemessen und ist mit einer – geschätzten – Wahrscheinlichkeit verbunden (siehe untere Skala), im Laufe des Lebens einen strahlenbedingten Tumor hervorzurufen.

Projektleitung:

Prof. Dr. Markus Löbrich (Projektleitung)
(FB 10, Radiation Biology and DNA Repair)
Dr. Alexander Rapp (stellvertr. Projektleitung)
(FB 10, Cell Biology and Epigenetics)

Projektteam:

Prof. Dr. Kay Hamacher
(FB 10, Computational Biology and Simulation)
Prof. Dr. Cristina Cardoso
(FB 10, Cell Biology and Epigenetics)
Dr. Burkhard Jakob
(GSI, Abteilung Biophysik)
PD Dr. Tobias Meckel
(FB 10 & 7, Membran Dynamik)
Prof. Dr. Ulrike A. Nuber
(FB 10, Stem Cell and Developmental Biology)
Prof. Dr. Franz Rödel
(Universitätsklinikum Frankfurt)
PD Dr. Michael Scholz
(GSI, Abteilung Biophysik)
Prof. Dr. Alexander Löwer
(FB 10, Systems Biology of the Stress Response)
Prof. Dr. Boris Schmidt
(FB 7, Organic Chemistry)
Prof. Dr. Bodo Laube
(FB 10, Neurophysiology and Neurosensory Systems)
Dr. Florian Frohns
(FB 10, Radiation Biology and DNA Repair)
Prof. Dr. Barbara Drossel
(FB 5, Condensed matter physics)

Kontaktinformationen:

Prof. Dr. Markus Löbrich
Technische Universität Darmstadt
Fachbereich Biologie
Schnittspahnstr. 13, 64287 Darmstadt
E-Mail: lobrich@bio.tu-darmstadt.de
Telefon: 06151 16-24620

Graduiertenkolleg „Privatheit und Vertrauen für Mobile Nutzer“ (DFG GRK 2050)

Das Graduiertenkolleg (GRK) „Privatheit und Vertrauen für Mobile Nutzer“ ist eine hochgradig interdisziplinäre Kollaboration zwischen der Informatik und den Feldern Soziologie, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften sowie der Psychologie. Das Projekt zielt darauf ab, die Stellung von mobilen (bspw. Smartphone-) Nutzern gegenüber Internet-basierten Diensten zu verbessern.

Aus der Sicht von mobilen Nutzern werden diese Netzwerke und Dienste mit ihren Akteuren zunehmend undurchsichtig und die Nutzer zunehmend gläsern. Diese verbundenen Trends (intransparente Akteure und gläserne Nutzer) werden hier in einer multidisziplinären Herangehensweise mit den gleichfalls verbundenen Zielen Privatheit und Vertrauen betrachtet: Privatheit ist das Instrument gegen die „Vergläserung“ der Nutzer; die Bewertung der Vertrauenswürdigkeit der Akteure dient als zentrales Instrument gegen die Intransparenz der Akteure.

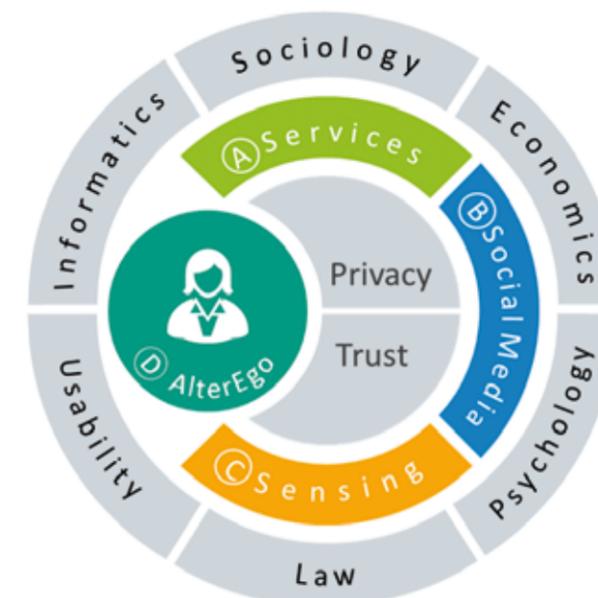
Privatheit und Vertrauen werden bisweilen nicht als Paar verstanden, also nicht als eng verflochtene Notwendigkeiten, um ein lebenswürdiges digitales Habitat aus dem Internet zu erschaffen. Das ist zu Teilen in der missverständlichen Verwendung des Begriffs „Vertrauen“ in der Cybersicherheitsforschung begründet: Felder wie Trusted Computing beziehen sich auf Zuverlässigkeit und (Manipulations-) Sicherheit – weit entfernt von der ursprünglichen Bedeutung des Begriffs „Vertrauen“. Der Forschungsschwerpunkt liegt in diesem GRK daher auf der ursprünglichen Bedeutung: Es geht um substantiierte Bereitschaft, ein risikobehaftetes Geschäft einzugehen; Risiken wiederum können Verletzungen der Privatsphäre als auch negative Erfahrungen mit der Dienstleistung sein. Privatheit als zweites zentrales Element nimmt eine zumindest ebenbürtige Rolle in der Forschung ein.



Abb. 1: GRK-Tag 2017.

Aufgrund der engen Verflechtung werden beide Ziele stets gemeinsam betrachtet. Die Untergliederung des GRK erfolgt nach den Kategorien der Netzwerke: Dienst-Netze (A), Soziale Netze (B) und Sensor- (Netzwerk-) gestützte Umgebungen (C) – jeweils mit einem besonderen Fokus auf mobile Nutzer und der Unterstützung selbiger. Eine weitere Querschnittskategorie bildet daher ALTEREGO (D), ein vertrauenswürdiger digitaler Stellvertreter des Nutzers für das digitale Habitat.

Außerhalb der digitalen Welt werden Privatheit und Vertrauen bereits seit Jahrtausenden als Herausforderung betrachtet. Gerade deshalb profitiert dieses Graduiertenkolleg von der interdisziplinären Kollaboration zwischen Soziologie, Psychologie, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften mit der Informatik.



Privacy and Trust for Mobile Users

Abb. 2: Konzept GRK2050.

Projektteam:

Sprecher:

Prof. Dr. Max Mühlhäuser (FB 20, Telecooperation Lab)

Koordination:

Wiebke Kronz (FB 20, Telecooperation Lab)

Dr. Jörg Daubert (FB 20, Telecooperation Lab)

PIs:

Prof. Dr. Peter Buxmann

(FB 1, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik)

Prof. Dr. Marc Fischlin (FB 20, Research Group Cryptography and Complexity Theory)

Prof. Dr. Oliver Hinz (Goethe-Universität Frankfurt)

Prof. Dr. Stefan Katzenbeisser

(FB 20, Security Engineering Group)

Prof. Dr. Jörn Lamla (Universität Kassel)

Prof. Dr.-Ing. Matthias Hollick

(FB 20, Secure Mobile Networking Lab)

Prof. Dr. Max Mühlhäuser (FB 20, Telecooperation Lab)

Prof. Dr. Alexander Roßnagel (Universität Kassel)

Prof. Dr. Joachim Vogt

(FB 3, AG Arbeits- und Ingenieurpsychologie)

Prof. Dr. Michael Waidner (Fraunhofer SIT Research Group)

Doktorandinnen/Doktoranden:

Spyros Boukoros (FB 20, Security Engineering Group)

Jacqueline Brendel (FB 20, Research Group Cryptography and Complexity Theory)

Anne Laubach (Universität Kassel)

Max Jakob Maaß (FB 20, Secure Mobile Networking Lab)

Tim Schürmann (FB 3, AG Arbeits- und Ingenieurpsychologie)

Kris Shrishak (Fraunhofer SIT Research Group)

Markus Uhlmann (Universität Kassel)

Aidmar Wainakh (FB 20, Telecooperation Lab)

Michael Weiler (Goethe-Universität Frankfurt)

Nora Wessels (FB 1, Wirtschaftsinformatik)

Kontaktinformationen:

Technische Universität Darmstadt

Privacy and Trust, Koordination GRK2050

koordination-grk@tk.informatik.tu-darmstadt.de

www.privacy-trust.tu-darmstadt.de

Interdisziplinäre Forschung zu Kritischen Infrastrukturen: Das Graduiertenkolleg KRITIS (DFG GRK 2222)

Konstruktion, Funktionskrisen und Schutz in Städten

Städtische Gesellschaften sind in besonderer Weise von technischen Systemen abhängig. Strom- und Wasserversorgung, Informations- und Kommunikationstechnik sowie der Personennahverkehr gelten als die „Nervensysteme“ moderner Städte. Funktionsstörungen können gravierende Krisen auslösen. Am interdisziplinären Graduiertenkolleg KRITIS analysieren Nachwuchswissenschaftler_innen die Konstruktion Kritischer Infrastrukturen, die Vermeidung von Funktionsunterbrechungen und die Vorbereitung auf Krisen. Im besonderen Fokus stehen dabei sowohl die technischen als auch die politischen, sozialen und kulturellen Aspekte städtischer Infrastrukturen, ihrer Kritikalität, Vulnerabilität und Resilienz.

Die dreizehn Promovierenden des Kollegs kommen aus den Geistes-, Sozial- und Ingenieurwissenschaften und arbeiten unter der Betreuung von elf Professor_innen zu netzgebundenen technischen Infrastrukturen in Städten. Die vertretenen Disziplinen sind: Neuere und Neueste Geschichte, Technikgeschichte, Mittelalterliche Geschichte,

Philosophie der Technik & Technowissenschaften, Politikwissenschaft, Stadt- und Raumsoziologie, Raum- und Infrastrukturplanung, Entwerfen und Stadtentwicklung, Bahnsysteme und Bahntechnik, Informatik im Bauwesen sowie Ubiquitäre Wissensverarbeitung (Informatik).

Das Kolleg möchte die noch lückenhafte Grundlagenforschung zu Kritischen Infrastrukturen voranbringen. Das schließt auch die Beantwortung folgender Fragen ein: Was sind Kritische Infrastrukturen? Welche Faktoren bedrohen ihren ungestörten Betrieb? Wie können sie geschützt werden? Kritische Infrastrukturen sind darüber hinaus in multiple zeitliche und räumliche Beziehungen eingebettet. Daher erfolgt ihre Untersuchung immer auch kontextabhängig. Es geht also darum, Infrastruktursysteme in ihren räumlichen und zeitlichen Zusammenhängen zu verstehen und zu erklären.

Das Graduiertenkolleg wird seit Oktober 2016 durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft zunächst bis März 2021 gefördert.



Abb. 1: Promovierende des Kollegs stehen an einem Notstrom-Aggregat. Foto: Christoph Hartung

Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Die Promovierenden des Kollegs arbeiten an individuellen Promotionen in ihrem jeweiligen Fachgebiet mit fachspezifischen Fragen und Methoden. Interdisziplinarität entsteht durch Fokussierung auf den gemeinsamen Gegenstand der netzgebundenen städtischen Infrastrukturen und den Bezug auf fünf gemeinsame Brückenkonzepte: Kritikalität, Resilienz, Vulnerabilität sowie Preparedness und Prevention. Mit diesen Kategorien werden Konstruktion, Funktionskrisen und Schutzkonzepte von Infrastrukturen beschrieben, interpretiert bzw. entwickelt. Im August 2018 ist dazu eine erste gemeinschaftliche Publikation aller Doktorandinnen und Doktoranden im Verlag Springer VS erschienen: „Key Concepts for Critical Infrastructure Research“.

Für eine „gelebte“ Interdisziplinarität arbeiten die Mitglieder des Kollegs an einem gemeinsamen Standort und zudem in Oberseminaren, Kolloquien und Redaktionsgruppen zusammen. Weitere wichtige Bestandteile der wissenschaftlichen Zusammenarbeit sind gemeinsam organisierte Workshops und Veranstaltungen mit geladenen internationalen Gästen und Fellows. Mit vier internationalen Forschungsinstituten erfolgt ein institutionalisierter Austausch. Einen hohen Stellenwert haben außerdem die Zusammenarbeit und der Austausch mit Partnern aus der Praxis, z.B. in Form von gemeinsamen Veranstaltungen und Diskussionsrunden. Der Praxisbezug findet sich auch in vielen Dissertationsprojekten.



Abb. 1: buero-kleinschmidt, Berlin.

Projektteam:

Sprecher des Graduiertenkollegs:

Prof. Dr. Jens Ivo Engels

(FB 2, Neuere und Neueste Geschichte)

Prof. Dr. Jochen Monstadt

(Utrecht University; Governance of Urban Transitions and Dynamics)

Weitere Beteiligte:

Prof. Dr. Sybille Frank (FB 2, Stadt- und Raumsoziologie)

Prof. Dr. Iryna Gurevych

(FB 20, Ubiquitäre Wissensverarbeitung)

Prof. Dr. Mikael Hård (FB 2, Projekt „Global Hot“)

Prof. Dr. Michèle Knodt (FB 2, Politikwissenschaften)

Prof. Dr. Alfred Nordmann (FB 2, Technikphilosophie)

Prof. Dr. Andreas Oetting

(FB 13, Bahnsysteme und Bahntechnik)

Prof. Dr. Annette Rudolph-Cleff

(FB 15, Entwerfen und Stadtentwicklung)

Prof. Dr. Uwe Rüppel (FB 13, Informatik im Bauwesen)

Prof. Dr. Gerrit Jasper Schenk

(FB 2, Mittelalterliche Geschichte)

Eine Übersicht über die laufenden Dissertationsprojekte des Kollegs finden Sie im Internet:

www.kritis.tu-darmstadt.de/dissertationen.

Kontaktinformationen:

Dr. Tina Enders (Geschäftsführung)

enders@kritis.tu-darmstadt.de

Telefon: +49 6151 16-57445

Technische Universität Darmstadt

Graduiertenkolleg KRITIS

Dolivostraße 15

64293 Darmstadt

www.kritis.tu-darmstadt.de

Darmstädter Exzellenz-Graduiertenschule für Energiewissenschaft und Energietechnik (DFG GSC 1070)

Die Darmstädter Exzellenz-Graduiertenschule für Energiewissenschaft und Energietechnik bietet Doktorandinnen und Doktoranden optimale Promotionsbedingungen, um ihre wissenschaftlichen Fähigkeiten konzentriert zu entwickeln und innerhalb einer hoch motivierenden interdisziplinären Umgebung zu kooperieren.

Das Ziel der Graduiertenschule ist die Ausbildung der Energieingenieure von morgen in einem multidisziplinären Kompetenzbereich, der es ermöglicht, die anspruchsvollen wissenschaftlichen, technischen, ökonomischen und sozialen Herausforderungen zu meistern, die sich bei der Transformation unseres Energiesystems mit einem immer höheren Anteil regenerativer Energie stellen.

Dies erfordert eine interdisziplinäre Expertise, die weit über die im Rahmen der klassischen Ingenieurausbildung vermittelten Kenntnisse hinausgeht. Die Darmstädter Exzellenz-Graduiertenschule für Energiewissenschaft und Energietechnik hat die Aufgabe, den wissenschaftlichen Nachwuchs für das breite Aufgabenfeld der Energieforschung auszubilden. Sie bündelt die vielfältige Expertise an der TU Darmstadt zu innovativen fächerübergreifenden Ausbildungs- und Forschungsansätzen.



Foto: Katrin Binner

Die hier ausgebildeten Energieingenieure sind Brückenbauer zwischen den Disziplinen, die in der Lage sind, die wichtigsten Aspekte vieler verschiedener Disziplinen der Ingenieur- und Naturwissenschaften in ihre Arbeit zu integrieren. Das Ziel ist eine Ausbildung zu exzellenten wissenschaftlichen Leistungen in Kombination mit einem breiten Überblick über verwandte Themengebiete. Angestrebt wird eine frühe wissenschaftliche Selbständigkeit und Verantwortung und eine frühe Einbindung in die wissenschaftliche Gemeinschaft durch Beiträge in wissenschaftlichen Zeitschriften und die Teilnahme an internationalen Konferenzen.

Das Konzept der Graduiertenschule wird von 28 Fachgebieten bzw. Arbeitskreisen der TU Darmstadt aus acht verschiedenen Fachbereichen getragen.

In vier Integrationsplattformen der Energietechnik als interdisziplinäre Hauptforschungsgebiete arbeiten die Doktorandinnen und Doktoranden der Graduiertenschule gemeinsam an innovativen energiewissenschaftlichen Forschungsprojekten.

Kontaktinformationen:

Prof. Dr.-Ing. Johannes Janicka
Sprecher der Graduiertenschule
+49 6151 16-28910 | janicka@ekt.tu-darmstadt.de

Prof. Dr. Wolfram Jaegermann
Stellv. Sprecher der Graduiertenschule
+49 6151 16-20770 | jaegermann@surface.tu-darmstadt.de

Dr. Tanja Drobek
Geschäftsführerin
+49 6151 16-25670 | drobek@ese.tu-darmstadt.de
Otto-Berndt-Str. 3, 64287 Darmstadt
www.ese.tu-darmstadt.de
Finanziell gefördert durch die DFG (GSC 1070)

Multidisziplinäre Energieforschung

Solare Brennstoffe

Aus erneuerbaren Energiequellen erzeugte Brennstoffe sind sehr energiereich, leicht zu transportieren und zu speichern. Die bestehenden wissenschaftlichen und technischen Grenzen eines effizienten und wirtschaftlichen solaren Brennstoffkreislaufs bestimmen hier die Forschungsziele.

Gebäudeintegration

Die Planung und Errichtung von Gebäuden hat maßgebliche Auswirkungen auf zukünftige Ressourcen. Wichtig ist deswegen eine energetische Optimierung und eine konsequente Entwicklung und Integration von innovativen Energieversorgungs- und Speichersystemen.

Intelligente Energienetze

Energienetze stehen vor einer der größten technologischen Veränderungen überhaupt. Es entstehen heute immer mehr kleine dezentrale Einheiten. Die Stabilität des Gesamtsystems hängt von klugen Lösungen für die Integration von mehr und mehr erneuerbaren Energien ab.

Flexible Energiewandler mit reduzierter CO₂-Emission

Klassische Energiewandler für die Stromerzeugung in industriellen Prozessen oder im Transportsektor erfordern tiefgreifende Änderungen, um den Herausforderungen eines künftigen Energiesystems begegnen zu können. Ziel ist es, diese Technologien sauberer, effizienter und flexibler zu machen.



Foto: Katrin Binner

Beteiligte Fachgebiete:

Prof. Dr. B. Albert
(FB 7, Anorganische Festkörperchemie)

Prof. Dr.-Ing. A. Binder
(FB 18, Elektrische Energiewandlung)

Prof. Dr. A. Dreizler
(FB 16, Reaktive Strömungen und Messtechnik)

Prof. Dr.-Ing. B. Epple
(FB 16, Energiesysteme und Energietechnik)

Prof. Dr. B. Etzold (FB 7, Technische Chemie)

Prof. Dr.-Ing. C.-A. Graubner (FB 13, Massivbau)

Prof. Dr.-Ing. G. Griepentrog
(FB 18, Power Electronics and Control of Drives)

Prof. Dr.-Ing. O. Gutfleisch
(FB 11, Funktionale Materialien)

Prof. Dr.-Ing. H. Hahn (FB 11, Nanomaterialien)

Prof. Dr.-Ing. J. Hanson (FB 18, Elektrische Energieversorgung unter Einsatz erneuerbarer Energien)

Prof. Dr.-Ing. V. Hinrichsen (FB 18, Hochspannungstechnik)

Prof. Dr. W. Jaegermann (FB 11, Oberflächenforschung)

Prof. Dr.-Ing. J. Janicka
(FB 16, Energie- und Kraftwerkstechnik)

Prof. Dipl.-Ing. A.-M. Joppien
(FB 15, Entwerfen und Gebäudetechnologie)

Prof. Dr. H.-J. Kleebe (FB 11, Geomaterialwissenschaft)

Jun. Prof. Dr. U. Kramm
(FB 11/FB 7, Katalysatoren und Elektrokatalysatoren)

Prof. Dipl.-Ing. C. Kuhn
(FB 15, Entwerfen und nachhaltiges Bauen)

Prof. Dr. J. Lang
(FB 4, Numerik und Wissenschaftliches Rechnen)

Prof. Dr.-Ing. M. Oechsner (FB 16, Konstruktionswerkstoffe)

Prof. Dr.-Ing. P. Pelz (FB 16, Institut für Fluidsystemtechnik)

Prof. Dr. M. Roth (FB 5, Laser- und Plasmaphysik)

Prof. Dr. I. Sass (FB 11, Angewandte Geothermie)

Prof. Dr. L. Schebek
(FB 13, Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft)

Prof. Dr.-Ing. J. Schneider (FB 13, Statik)

Prof. Dr. F. Steinke
(FB 18, Energieinformationsnetze und -systeme)

Prof. Dr.-Ing. R. Steinmetz
(FB 18, KOM Multimedia Communications Lab)

Prof. Dr.-Ing. P. Stephan (FB 16, Technische Thermodynamik)

Prof. Dr. S. Ulbrich (FB 4, Nichtlineare Optimierung)

Bauen mit Papier – Eine interdisziplinäre Entwicklung (BAMP!)

Papierwerkstoffe für ästhetische Lösungen in der Architektur

Im Rahmen der zentralen, TU-internen Anschubförderung wurde das Projekt „Funktionale, vollständig bioverträgliche Papierwerkstoffe für ästhetische Lösungen in der Architektur“ durch das Forum interdisziplinäre Forschung (FiF) an der Technischen Universität Darmstadt ermöglicht. Die Initiatoren kamen damals aus unterschiedlichen Fachdisziplinen der Ingenieurs- und Naturwissenschaften und einer gestalterischen Disziplin des Fachbereichs Architektur. Drei Professoren haben sich über ein internes Antragsverfahren der TU Darmstadt beworben. Hier wurde das damals aktuell werdende Thema der Notunterkünfte aus Papier für von Naturkatastrophen beeinträchtigte Bevölkerungen fokussiert.

An den Instituten von Prof. Ariel Auslander (Fachbereich Architektur, Fachgebiet Plastisches Gestalten), Prof. Markus Biesalski (Fachgebiet Makromolekulare Chemie und Papierchemie) und Prof. Samuel Schabel (Fachbereich Maschinenbau, Institut für Papierfabrikation und mechanische Verfahrenstechnik) wurde seit 2012 fast zwei Jahre gemeinsam an der Projektfrage gearbeitet.



Abb. 1: BAMP-Messestand im Rahmen des Hessentags 2018, hergestellt durch das Fachgebiet Plastisches Gestalten.
Foto: Volkmann+Luttrupp 2018

Neben dem Interesse der Professoren an dem persönlichen Austausch war das Ziel des Vorhabens, die Zusammenführung und das Zusammenwirken von unterschiedlichen Disziplinen mit dem Interesse an einer sich daraus entwickelnden gemeinsamen Forschung und neuen Projektansätzen.

Nach Abschluss des FiF-Projekts wurde eine größere Interessengruppe von Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeiter_innen organisiert, die sich für einen LOEWE-Schwerpunkt (Landesoffensive zur Entwicklung wissenschaftlich ökonomischer Exzellenz) zum Thema „Bauen mit Papier“ bewarben. Aufbauend auf den ersten Erfahrungen der FiF-Projektgruppe wurde die bestehende Gruppe durch drei Fachdisziplinen erweitert, mit dem Ziel, grundlegende Fragestellungen, die sich im Umgang mit dem Material Papier stellen, fundierter und weitläufiger bearbeiten zu können. Grundlage der inhaltlichen Bearbeitung des BAMP-Projekts sollten Fragestellungen aus dem FiF-Antrag sein, mit einem noch stärkeren Fokus auf Bauteile und Bauelemente.



Abb. 2: BAMP-Raum.
Foto: Gerspach 2017 (Fachgebiet Plastisches Gestalten)

BAMP! Bauen mit Papier

In Kooperation mit der Fachhochschule Darmstadt und der Technischen Hochschule Mittelhessen baute die Technische Universität Darmstadt daraufhin ihren Schwerpunkt im Bereich BAUEN MIT PAPIER aus. Eine interdisziplinäre Gruppe von ca. 20 Forscher_innen stellen sich aktuell den Fragen rund um den Einsatz von Papierwerkstoffen im Bauwesen, in Architektur und Gestaltung.

Von der Betrachtung des Materials Zellstoff auf molekularer Basis bis hin zur Verwendung des Rohstoffs als Baumaterial und dessen Einsatz im Bauwesen kann im Rahmen der Schwerpunktforschung gearbeitet werden.

Das LOEWE-geförderte Projekt ist dabei eine einmalige Chance für die Standorte in Hessen, sich im nationalen und auch internationalen Kontext zum Thema „Bauen mit Papier“ als Zentrum zu etablieren. Hier werden Wissensstände generiert, Fragen gesammelt und Informationen zusammengebracht: mit dem Ziel, aus gemeinschaftlicher Bearbeitung neue Ideen, neue Erkenntnisse und damit neue Forschungsansätze zu generieren.

Projektteam:

Für das Team BAMP wurde ein zentraler Projektraum eingerichtet. Hierfür wurde ein ehemaliges Labor des Papier-Instituts in der Alexanderstraße in Darmstadt umgebaut.

Der Raum dient als Treffpunkt für Meetings und als zentrale Werkstatt- und Atelierfläche, temporär auch als Ausstellungsraum.

Kontaktinformationen:

Koordination des Projekts:
Prof. Samuel Schabel, Institut für Papierfabrikation und mechanische Verfahrenstechnik.

Demonstrator und BAMP-Raum:
Dipl.-Ing. Fabian Luttrupp,
Mitarbeiter Fachgebiet Plastisches Gestalten,
www.tu-darmstadt.de/bauenmitpapier.

Computer-gestützte Verfahren zur Generierung komplexer genetischer Schaltkreise (LOEWE-Schwerpunkt CompuGene)

Der vom Land Hessen geförderte LOEWE-Schwerpunkt „CompuGene – Computer-gestützte Verfahren zur Generierung komplexer genetischer Schaltkreise“ hat das Ziel, in einem interdisziplinären Ansatz Verfahren zu entwickeln, um Computer-gestützt komplexe genetische Schaltkreise zu ermöglichen. Die daraus resultierenden neuen molekularbiologischen Funktionen in Bakterien und Hefen, und vor allem deren gezielte biotechnologische Nutzung, birgt ein enormes wissenschaftliches wie auch wirtschaftliches Potential. CompuGene verfolgt den Ansatz, basierend auf einer genauen quantitativen Charakterisierung der genetischen Logikverknüpfungen und einfacher Schaltkreise, mathematische Modelle zu entwickeln. Mithilfe dieser Modelle sollen wiederum komplexere genetische Schaltkreise entworfen und implementiert werden, um diese für eine robuste und breite Anwendung in der Synthetischen Biologie (z.B. Biosensorik, Biocomputing oder Metabolic Engineering) nutzbar zu machen. Das Paradebeispiel ist die Herstellung einer pflanzlichen Vorstufe eines Malariamittels in Hefen in höheren Konzentrationen und höherem Reinheitsgrad als durch das Ernten der Pflanzen oder durch teure chemische Synthese.

CompuGene-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler aus den Lebenswissenschaften liefern biologische Daten über relativ einfache genetische Schaltkreise aus Zellen an Kolleginnen und Kollegen aus den Ingenieurwissenschaften, die wiederum Computer-gestützt mathema-

tische Modelle erstellen, mit deren Hilfe die Biologen und Biochemiker komplexere und robuste genetische Schaltkreise erstellen können. So wird das in der Biologie bisher oft verwendete trial-and-error-Verfahren mit langwierigen Iterationen abgelöst. Die genomische und biochemische Umgebung des Schaltkreises sowie auch der Kontext der Zelle sind bei der Schaltkreisentwicklung oft nicht verstanden und berücksichtigt, aber sie können das Schaltkreisverhalten stark beeinflussen. Daher werden bei CompuGene kontextabhängige Berechnungen für Schaltkreise durchgeführt. Allerdings ist eine Voraussetzung für eine erfolgreiche mathematische Modellierung, dass die Komponenten des Schaltkreises sehr gut charakterisiert sind und das (einfache) Schaltkreisverhalten verstanden ist, was auch zur Generierung neuer Einzelkomponenten führt. In verschiedenen biologischen Modellsystemen werden einzelne Komponenten zu neuen und stabilen genetischen Schaltkreisen kombiniert. Neu entwickelte Mikrofluidiksysteme dienen der genauen Charakterisierung von Schaltkreisen unter verschiedenen Bedingungen (Kontexten). Messdaten werden zur Konstruktion mathematischer Modelle verwendet, die durch Vorhersagen überprüft und angepasst werden. Die Schaltkreissynthese durch Komposition von Einzelmodellen führt zu Computer-basierten Entwurfsvorschlägen, die dann im Labor implementiert werden. Das Computer-gestützte Verfahren wird in konkreten Anwendungen evaluiert und optimiert.

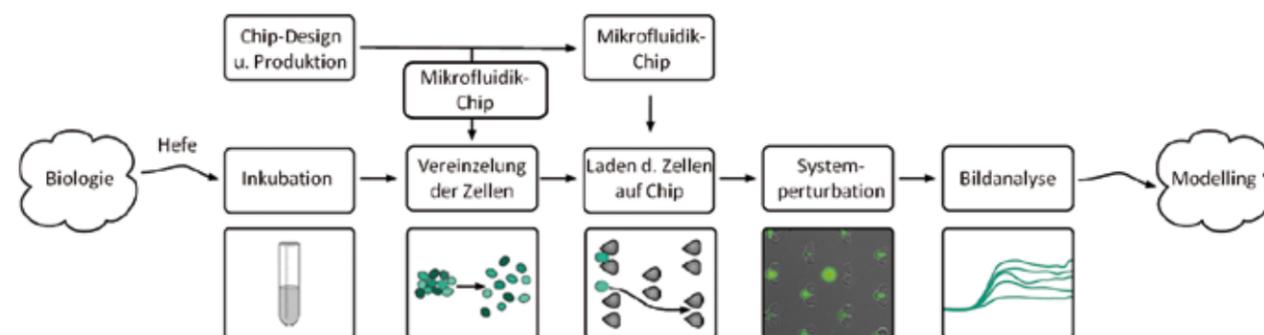


Abb. 1: Von der Biologie zu den Ingenieurwissenschaften und zurück: Aus biologischen Messdaten werden mathematische Modelle, die wiederum die Messungen gezielt verbessern können. Bild: Tim Prangemeier (AK Köppl)

Die Interaktion zwischen Biologie und Ingenieurwissenschaften bei der Entwicklung der Systeme in Bezug auf Design und Evolution sowie insbesondere die Kommunikation zwischen den Lebenswissenschaftlern und -wissenschaftlerinnen und den Ingenieuren und Ingenieurinnen werden von Prof. Alfred Nordmann (Institut für Philosophie) wissenschaftsphilosophisch begleitet.



Abb. 2: Süße DNA: Bei der Nacht der Lichter am FB Biologie wurden aus Süßigkeiten DNA-Modelle gebaut. Foto: Melanie Mikosch-Wersching

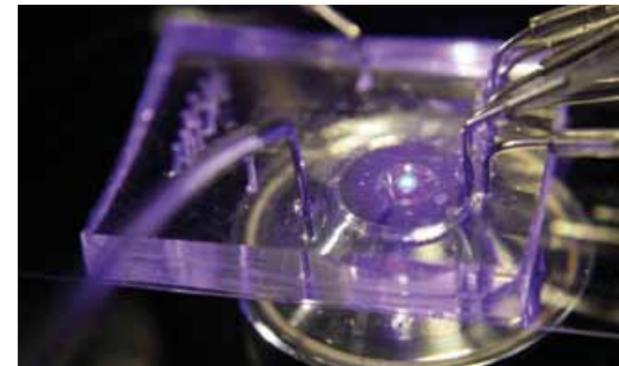


Abb. 3: Mikrofluidikkammer zum Messen von synthetischen *in vivo*-Schaltkreisen in einzelnen Hefezellen. Foto: Jascha Diemer (AK Köppl)



Abb. 4: Wissenschaftlicher Mitarbeiter der AG Kabisch erläutert die Polymerase-Kettenreaktion (PCR) an einem (PCR)-Cycler. Foto: Brigitte Held

Projektsprecher:

Prof. Dr. Heinz Köppl
(FB 18, Bioinspirierte Kommunikationssysteme)

Prof. Dr. Beatrix Stüb
(FB 10, Synthetische Genetische Schaltkreise)

Projektteam:

Prof. Dr. Barbara Drossel
(FB 5, Festkörperphysik)

Prof. Dr. H. Ulrich Göringer
(FB 10, Molekulare Genetik)

Prof. Dr. Reiner Hähnle
(FB 20, Software Engineering)

Prof. Dr. Kay Hamacher
(FB 10, Computational Biology and Simulation)

Prof. Dr. Steffen Hardt
(FB 16, Nano- und Mikrofluidik)

Jun.-Prof. Dr. Johannes Kabisch
(FB 10, Computer-aided Synthetic Biology)

Prof. Dr. Harald Kolmar
(FB 7, Allgemeine Biochemie)

Prof. Dr. Alfred Nordmann
(FB 2, Philosophie und Geschichte der Wissenschaften und der Technowissenschaften)

Prof. Dr. Felicitas Pfeifer
(FB 10, Mikrobiologie und Archaea)

Kontaktinformationen:

Prof. Dr. Beatrix Stüb
Synthetische Genetische Schaltkreise
Fachbereich Biologie (FB 10)
Schnittspahnstrasse 10
64287 Darmstadt
Tel: +49 6151 16-22000
Email: bsuess@bio.tu-darmstadt.de

Nanoporen für Medizin- und Umwelttechnologien (LOEWE-Schwerpunkt iNAPO)

Der LOEWE-Schwerpunkt „iNAPO – Ionenleitende Nanoporen“ – beschäftigt sich mit der Konstruktion von Sensoren im Nano-Maßstab nach dem Vorbild der Natur. Es wird die Vision verfolgt, eine neue Generation von Nanosensoren zu entwickeln, die synthetische und biologische Nanoporen vereinigt.

Synthetische Nanoporen werden am FB Materialwissenschaft der TU Darmstadt in Zusammenarbeit mit dem GSI Helmholtz-Zentrum für Schwerionenforschung mit der Ionenspur-Ätzmethode als Einzelporen, einer derzeit nur in Darmstadt verfügbaren Technik, hergestellt.

Die synthetischen Nanoporen sind robust und lassen sich in Apparaturen einbauen, um sie in industrieller oder klinischer Umgebung zuverlässig zu nutzen. Ihre zukunftsweisende Technik als Sensor oder in der Analytik wurde bereits erfolgreich demonstriert. Die Leistungsfähigkeit der synthetischen Poren ist jedoch in Bezug auf Selektivität und Sensitivität eingeschränkt.



Abb. 1: Chemische Analyse des pH-Werts im Confinement von Nanoporen durch Robert Brillmayer am Fachbereich Chemie der TU Darmstadt. Foto: Fotografie MD 2018 - Mathias Daum

Die in Zellmembranen vorhandenen Ionenkanäle stellen biologische Nanoporen dar, sie nehmen physikalische, biologische und chemische Signale sehr sensitiv wahr und wandeln diese in messbare Stromsignale um. Diese wurden für die Funktionsfähigkeit von Zellen in der Evolution über einen sehr großen Zeitraum in Form von Ionen- und Rezeptorkanälen für den Transport von Ionen in Zellen optimiert und stellen hoch-effiziente elektrische „Nanosensoren“ dar, auf denen die komplexe Arbeitsweise von Zellen im Hinblick auf deren Steuerung und Kommunikation basiert. Diese verfügen über eine Leistungsfähigkeit, wie man sie technologisch bisher nicht erreichen kann.

Die an iNAPO beteiligten Wissenschaftler versuchen die Bau- und Funktionsprinzipien dieser biologischen Poren zu verstehen und nachzuahmen. Innerhalb von iNAPO analysieren die Wissenschaftler aus den Fachbereichen Biologie, Chemie und Physik synthetische sowie biologische Nanoporen und passen die natürlichen Moleküle den benötigten Bedingungen an.



Abb. 2: Am Fachbereich Materialwissenschaft der TU Darmstadt analysiert Ivana Duznovic mit ihrer Studentin die Nanoporen am Raster-elektronen-Mikroskop. Foto: Fotografie MD 2018 - Mathias Daum



Da die biologischen Nanoporen evolutionär für zelluläre Systeme entwickelt wurden, funktionieren sie nur in Lipidmembranen, womit sie aufgrund deren Fragilität nicht ausreichend robust für technische Anwendungen sind. Man möchte konsequenterweise Nanoporen aus einem robusten Material herstellen, aus Kunststoffen, die längere Zeit, bis zu einem Einsatz z.B. für die Diagnose in einer Klinik, gelagert werden können.

Durch Mikro-Nano-Integration werden die Nanoporen vom Fachbereich Elektrotechnik an mikroelektronische Systeme gekoppelt.

Dadurch entstehen maßgeschneiderte Messgeräte, die in der Analytik, der Sensorik und Diagnostik verwendet werden können. Diese zukunftsweisende Innovation soll kostengünstig und verlässlich dabei helfen, Krankheiten zu diagnostizieren oder giftige Stoffe in Lebensmitteln oder im Wasser aufzuspüren.



Abb. 3: Vorbereitung von kernmagnetischen Resonanz-Analysen durch Sarah Schneider vom Fachbereich Physik an der TU Darmstadt. Foto: Fotografie MD 2018 - Mathias Daum

Projektleitung:

Prof. Dr. Wolfgang Ensinger

(FB 11, Materials Analysis)

Prof. Dr. Bodo Laube

(FB 10, AG Neurophysiology and Neurosensory Systems)

Dr. Melanie Mikosch-Wersching

(FB 10, Plant Membrane Biophysics)

Projektteam:

Prof. Dr. Gerhard Thiel

(FB 10, Plant Membrane Biophysics)

Prof. Dr. Christina Trautmann

(FB 11, Ion Beam Modified Materials)

Prof. Dr. Markus Biesalski

(FB 7, Macromolecular Chemistry)

Prof. Dr. Gerd Buntkowsky

(FB 7, Physical Chemistry)

Prof. Dr. Kay Hamacher

(FB 10, Computational Biology and Simulation)

Prof. Dr. Helmut F. Schlaak

(FB 18, Microtechnology and Electromechanical Systems)

Prof. Dr. Nico van der Vegt

(FB 7, Computational Physical Chemistry)

Prof. Dr. Michael Vogel

(FB 5, Molecular Dynamics of Condensed Matter)

Prof. Dr. Annette Andrieu-Brunsen

(FB 7, Macromolecular Chemistry)

Prof. Dr. Viktor Stein

(FB 10, Protein Engineering of Ion Conducting Nanopores)

Dr. Markus Gallei

(FB 7, Macromolecular Chemistry)

Dr. Alesia Tietze

(FB 7, Biochemistry)

Kontaktinformationen:

<http://www.inapo.tu-darmstadt.de>

Ressourcenschonende Permanentmagnete durch Optimierte Nutzung Seltener Erden (LOEWE-Schwerpunkt RESPONSE)

Warum RESPONSE?

Schlüsseltechnologien für eine nachhaltige Energiepolitik im Sinne der Energiewende, wie Offshore-Windräder und Elektrofahrzeuge, benötigen große Mengen starker Permanentmagnete. Zurzeit werden in diesen Technologien zumeist Seltenerd-magnete auf Neodym-Eisen-Bohr-Basis eingesetzt, die zudem häufig äußerst kostspielige schwere Seltene Erden wie Dysprosium oder Terbium enthalten. Die Seltenen Erden gehören zu den Strategischen Metallen und werden zu weit über 90% in China gewonnen, was damit eine weltweite Monopolstellung innehat. In der Vergangenheit hat diese Monopolstellung bereits zu enormen Preissteigerungen, um das Zehnfache innerhalb weniger Monate, geführt. Hinzu kommt, dass die Gewinnung z.T. unter stark umweltschädlichen Bedingungen geschieht, was auch durch die Vergesellschaftung der Seltenerd-erze mit radioaktivem Uran und Thorium-Isotopen bedingt ist. In Bezug auf Hochleistungsmagnete sind Seltenerd-magnete auf Neodym-Eisen-Bohr-Basis zurzeit marktbeherrschend, während Ferritmagnete den sog. low price-low performance-Sektor dominieren. Das Preis-Leistungs-Verhältnis dieser beiden Materialsysteme ist derartig gegensätzlich, dass bereits der Mittelweg, also „filling the gap“, eine disruptive Materialinnovation darstellen würde. Daher bestand das Ziel von RESPONSE darin, zum einen neue Materialsysteme zu finden bzw. zu optimieren und zum anderen die Verwendung von insbesondere schweren Seltenen Erden in bestehenden Materialsystemen wie Neodym-Eisen-Bohr drastisch zu reduzieren.



Abb. 1: Herstellung magnetischer Nanodrähte mittels Elektrochemie.

Im Rahmen des Projekts erreichte Erkenntnisse und getätigte Entwicklungen

Durch die Zusammenarbeit verschiedener Gruppen von Physik, Chemie, Materialwissenschaft und Maschinenbau konnten weitreichende wissenschaftliche Erkenntnisse in breiten Themengebieten gewonnen werden. Diese Ergebnisse reichen von Synthese und Charakterisierung von Nanopartikeln und Dünnschichten über die Herstellung und Prozessierung neuer magnetischer Werkstoffe bis hin zu mikromagnetischen und sog. first-principle-Simulationen. Das thematische Spektrum der einzelnen PIs in RESPONSE ermöglichte eine fachbereichsübergreifende Forschung, was sich auch in den multi-PI-Publikationen widerspiegelt. Durch das Projekt konnten weitreichende Kenntnisse über den sog. Korngrenzen-Diffusionsprozess in Neodym-Eisen-Bohr-Magneten gewonnen werden. Mit dieser Methode kann der Gehalt von schweren Seltenen Erden in magnetischen Werkstoffen auf ein Minimum reduziert werden. Hierzu wurde ein Patent eingereicht.

Eine weitere Möglichkeit, die Kritikalität von Seltenen Erden zu adressieren, ist die Nutzung von sog. Rare Earth Balance magnets. Nur wenige Seltene Erden sind wirklich selten im Sinne einer geologischen Häufigkeit. Elemente wie Cer und Lanthan sind sogar durch ihre Vergesellschaftung im Rare Earth Basket als relativ häufig anzusehen. Entsprechende Untersuchungen an z.B. Cer-substituierten $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ -Einkristallen zeigen eine sehr gute Perspektive für die Entwicklung neuer Magnete.



Abb. 2: Einzigartiger Versuchsaufbau zur Röntgenbeugung im Magnetfeld.

Weitere interessante Ergebnisse zum magnetischen Härtungsmechanismus in Samarium-Kobalt-Magneten wurden mittels Transmissions-Elektronenmikroskopie gewonnen. Hier konnte die Aufklärung der chemischen Struktur in Verbindung mit mikromagnetischen Simulationen wesentliche Erkenntnisse zum Verständnis des Materialsystems beitragen, die als ein wissenschaftliches Highlight in *Nature Communications* veröffentlicht wurden.

Bezüglich der Synthese und Evaluierung „neuer“ magnetischer Materialien wurde eine breite Palette verschiedener Materialsysteme wie beispielsweise Eisennitrid, Eisenborid oder Mangan-Gallium in Form von Nanopartikeln und/oder dünnen Schichten synthetisiert. Das Konzept der interstitiellen Tetragonalisierung wurde von mehreren PIs zusammen entwickelt und hochrangig publiziert.

In einem Projektbereich wurde zudem ein einzigartiger Aufbau zur Röntgenbeugung in einem Magnetfeld realisiert. Mithilfe des neu konstruierten hochauflösenden Röntgendiffraktometers konnten temperatur- und magnetfeldinduzierte Phasenübergänge von neuen intermetallischen Verbindungen *in situ* strukturell verfolgt werden.

In der Zusammenarbeit von Materialwissenschaft und Maschinenbau wurde ein Konzept erarbeitet, das ein neues Herstellungsverfahren für Neodym-Eisen-Bohr-Magnete ermöglicht. Dieses aussichtsreiche Konzept stellt eine kostengünstige, alternative Prozessroute zur Herstellung von Neodym-Eisen-Bohr-Magneten über einen Umformprozess dar.



Abb. 3: Herstellung eines Hochleistungsmagneten via Heißumformung.

Projektleitung:

Prof. Dr. Oliver Gutfleisch (Sprecher)
(FB 11, Funktionale Materialien)

Projektteam:

Prof. Dr. Lambert Alff
(FB 11, Dünne Schichten)

Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Donner
(FB 11, Strukturforschung)

Prof. Dr. Wolfgang Ensinger
(FB 11, Materialanalytik)

Prof. Dr. Hans-Joachim Kleebe
(FB 11, Angewandte Geowissenschaften)

Prof. Dr.-Ing. Clemens Müller
(FB 11, Physikalische Metallkunde)

Prof. Dr. Bai-Xiang Xu
(FB 11, Mechanik Funktionaler Materialien)

Jun. Prof. Dr. Hongbin Zhang
(FB 11, Theorie magnetischer Materialien)

Prof. Dr. Barbara Albert
(FB 7, Anorganische Chemie)

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche
(FB 16, Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen)

Fraunhofer-Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie (IWKS)

Kontaktinformationen:

Prof. Dr. Ing. habil. Oliver Gutfleisch
Institut für Materialwissenschaft
FG Funktionale Materialien
www.response.tu-darmstadt.de/response/

Software-Reengineering als Katalysator für Paradigmenwechsel (LOEWE-Schwerpunkt Software-Factory 4.0)

LOEWE-Schwerpunkt Software-Factory 4.0

Software-basierte Systeme spielen bereits heute eine zentrale Rolle in der industriellen Produktion, für die Zuverlässigkeit von Transportsystemen und bei der Nutzung von Informationen und Diensten. Die korrekte Funktionsweise, Effizienz und Sicherheit von Software sind kritische Qualitätsaspekte, von denen jeder Einzelne den Unterschied zwischen finanziellem Gewinn und Verlust ausmachen kann, im äußersten Fall sogar zwischen Leben und Tod. Die rechtzeitige Verfügbarkeit von Software in geeigneter Qualität ist ein entscheidender Erfolgsfaktor für Unternehmen und Wirtschaftsräume sowie eine Notwendigkeit für das Funktionieren des Zusammenlebens in modernen Gesellschaften.

Paradigmenwechsel in der industriellen Produktion (Industrie 4.0) und in der elektronischen Verarbeitung von Informationen (Big Data) sind nur dann realisierbar, wenn sie durch die Entwicklung geeigneter Softwaresysteme unterstützt werden. Auch der rasante technologische Fortschritt, durch den beständig neue Hardware- und Middleware-Plattformen realisiert werden, wird erst durch die Entwicklung von Software wirksam, die mit diesen Plattformen technisch kompatibel ist und deren Vorteile möglichst gut ausnutzt. Der dringende Bedarf an einer besseren Unterstützung der Entwicklung von Software für Innovationsfelder ist erkannt, sowohl auf internationaler als auch auf nationaler Ebene.

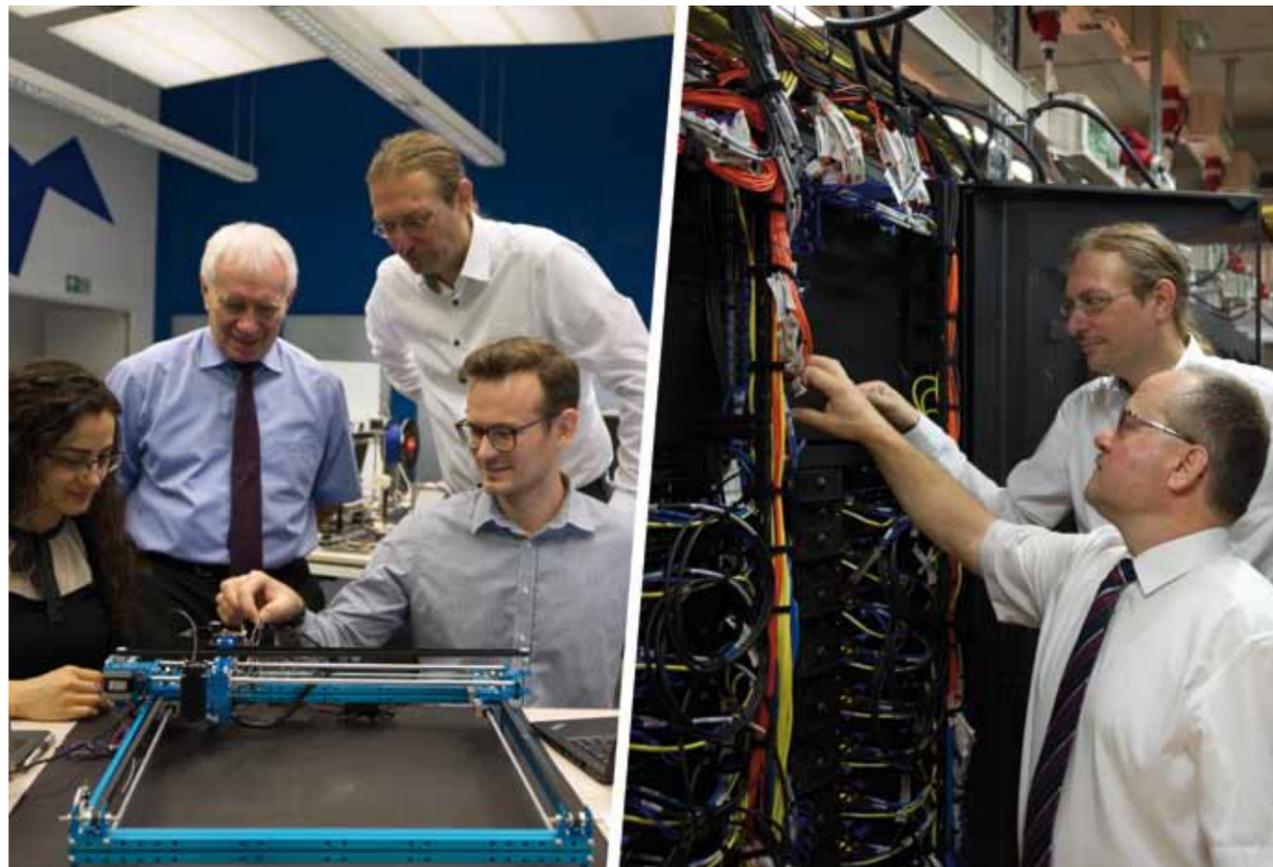


Abb. 1: Anwendungsfelder des LOEWE-Schwerpunkts: Industrie 4.0 und High-Performance-Computing.

Software-Reengineering als Katalysator für Paradigmenwechsel

Der LOEWE-Schwerpunkt Software-Factory 4.0 verfolgt einen zur Neuentwicklung von Software komplexeren Ansatz. Durch die gezielte und weitgehend automatisierte Anpassung existierender Software an neue Anforderungen und an veränderte technische Rahmenbedingungen soll eine schnellere Verfügbarkeit geeigneter Software möglich werden. Software-Reengineering wird hiermit zum Katalysator für Paradigmenwechsel in den Anwendungsfeldern Industrie 4.0 und High-Performance-Computing. In diesen Anwendungsfeldern fokussiert der LOEWE-Schwerpunkt Software-Factory 4.0 auf die Flexibilisierung spezialisierter Softwaresysteme, die Parallelisierung sequentieller Programme und die Vereinfachung des Software-Reengineering an sich. Das Ziel ist die Entwicklung innovativer Konzepte, Methoden und Werkzeuge für die Modularisierung, Parallelisierung und Refaktorisierung von Softwaresystemen.

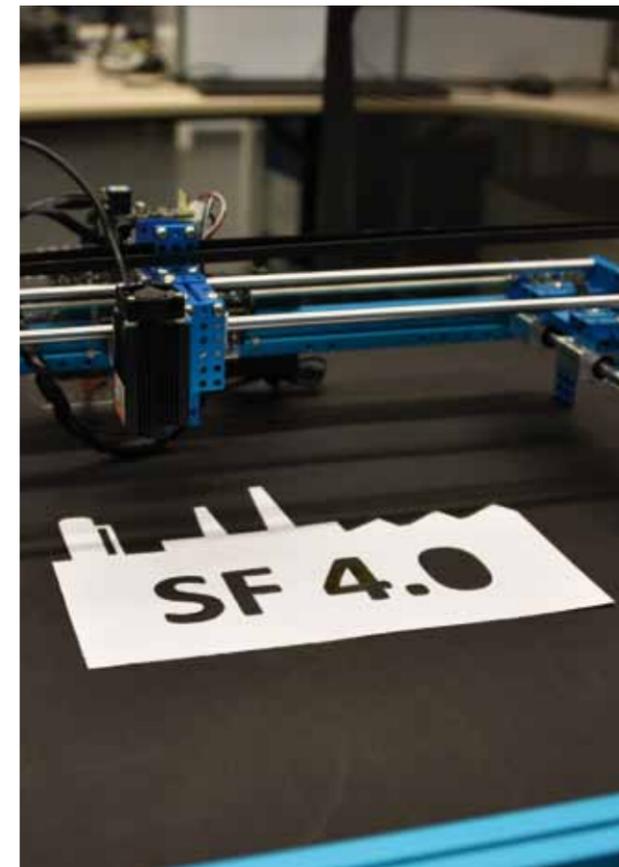


Abb. 2: Software-Factory 4.0 Logo aus dem Lasercutter (Industrie 4.0).

Projektleitung:

Prof. Dr. Heiko Mantel

(FB 20, Modellierung und Analyse von Informationssystemen)

Projektteam:

Prof. Dr. Reiner Anderl

(FB 16, Datenverarbeitung in der Konstruktion)

Prof. Dr. Christian Bischof

(FB 20, Scientific Computing)

Prof. Dr. Reiner Hähnle

(FB 20, Software Engineering)

Prof. Dr. Mira Mezini

(FB 20, Softwaretechnik)

Prof. Dr. Michael Pradel

(FB 20, Software Lab)

Prof. Dr. Andy Schürr

(FB 18, Echtzeitsysteme)

Prof. Dr. Felix Wolf

(FB 20, Parallel Programming)

Kontaktinformationen:

Software-Factory 4.0 Geschäftsstelle

+49 6151 16-25250

office@software-factory-4-0.de

Profilbereich Teilchenstrahlen und Materie / Matter and Radiation Science (MaRS)

Der Profilbereich Teilchenstrahlen und Materie (Matter and Radiation Science, MaRS) bündelt Kompetenzen zur Erzeugung und Nutzung von Teilchenstrahlen an Großforschungsanlagen wie dem Darmstädter GSI Helmholtzzentrum, der dortigen internationalen Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) oder dem supraleitenden Elektronenbeschleuniger S-DALINAC der TU Darmstadt. An MaRS sind die Fachbereiche Physik, Biologie, Material- und Geowissenschaften sowie Elektro- und Informationstechnik beteiligt. Die Forschung an Themen zur Beschleunigerphysik und -technik, experimentellen und theoretischen Atom- und Kernphysik, Nuklearen Astrophysik, Plasmaphysik, Strahlenbiologie und Materialwissenschaften werden u.a. durch das LOEWE-Programm Hessens, die Helmholtzgemeinschaft, die Deutsche Forschungsgemeinschaft, das Bundesministerium für Bildung und Forschung, die Alexander von Humboldt-Stiftung und die EU gefördert.

Ein Schwerpunkt von MaRS ist die kernphysikalische Grundlagenforschung und nukleare Astrophysik. Der von der DFG geförderte SFB 1245 „Nuclei: From Fundamental Interactions to Structure and Stars“ erforscht die Kernkraft auf Basis der fundamentalen Quantenchromodynamik und ihren Einfluss auf die Entstehung schwerer chemischer Elemente im Universum, gestützt von einem umfangreichen experimentellen Programm. Zudem zielt der SFB 1245 auf ein Verständnis von Atomkernen, die zum Nachweis von Prozessen der schwachen Wechselwirkung verwendet werden.



Durch eine starke Nutzung des S-DALINAC in diesen Projekten besteht eine enge Verbindung zu dem ebenfalls von der DFG geförderten Graduiertenkolleg 2128 „Accelence“, in dem die TU Darmstadt mit der Universität Mainz die Entwicklung von Energierückgewinnenden Linearbeschleunigern (ERLs) vorantreibt. Hierzu wird aktuell der S-DALINAC als Deutschlands erster ERL in Betrieb genommen. Er dient der Beschleunigerphysik als Prototyp dieser neuen Technologie, die später in Mainz (MESA) zum Einsatz kommen soll, und die aufgrund der Energierückgewinnung relevant für Perspektiven des LHC am CERN sind.

In dem Transregio-Sonderforschungsbereich 211 „Strong-Interaction Matter under Extreme Conditions“ der DFG erforschen Physiker_innen der TU Darmstadt gemeinsam mit den Universitäten Bielefeld und Frankfurt die Eigenschaften stark wechselwirkender Materie unter Bedingungen, wie sie z.B. in der ersten Millionstel Sekunde nach dem Urknall vorlagen. Schwerpunkt der Forschung sind Wechselwirkungen von Protonen und Neutronen und deren Konstituenten: Quarks und Gluonen.

Im LOEWE-Zentrum Helmholtz International Center for FAIR wird gemeinsam mit den Universitäten in Frankfurt und Gießen mit Förderung durch das Land Hessen und in enger Kooperation mit der GSI der Aufbau der Anlagen der Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) und die Entwicklung ihres wissenschaftlichen Programms

Abb. 1: Es bestehen enge thematische Verbindungen zwischen FAIR und S-DALINAC. Quellen: GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung und Jan-Christoph Hartung.

vorangetrieben. Die TU Darmstadt koordiniert die Verbundforschung deutscher Universitäten zum Aufbau des NUSTAR-Experimentkomplexes an FAIR unter der Plattform NuSTAR.de. Projekte an weltweit führenden Großforschungszentren wie CERN in Genf oder RIKEN bei Tokio komplementieren das Forschungsprogramm. Starke Synergien zwischen der TU Darmstadt und FAIR sind neben der räumlichen Nähe vor allem durch die starke Expertise in Beschleuniger- und Detektortechnologien sowie der Theorie gegeben.

Zu Beginn des Jahres 2019 wird zudem der LOEWE-Schwerpunkt „Internationales Zentrum für Nukleare Photonik“ an der TU Darmstadt entstehen. Im Zentrum des Vorhabens steht die Nutzung von modernen Höchstleistungslasern zur Verwirklichung bisher unerreichter Eigenschaften von Teilchenstrahlen. Die Palette der neuen Strahlungsquellen reicht dabei von polarisierten Gammastrahlen geringer Bandbreite bis zu lasergetriebenen Neutronenstrahlen. Hier wird Lasertechnologie mit Methoden der Kernphysik verknüpft. Diese neuen Technologien werden neue Einblicke in den Aufbau der Materie erlauben und versprechen eine Vielzahl von Anwendungen in Industrie und Technik. Mit dem LOEWE-Schwerpunkt soll ein nationales Zentrum für Forschung und Lehre auf diesem neuen Wissenschaftsgebiet entstehen und Studierenden wie Unternehmen und internationalen Partnerinstitutionen als zentrale Anlaufstelle dienen.

Die Forschung im Rahmen von MaRS wird durch zahlreiche weitere Förderinstrumente komplementiert, wie auch durch ERC Grants zum Ursprung schwerer Elemente „EUROPIUM“ im Theoriezentrum und „PUMA“ zur Forschung mit Antimaterie am CERN. Arbeitsgruppen der Biologie und der Material- und Geowissenschaften nutzen in MaRS Ionenstrahlen für Anwendungen wie die Beschleuniger-basierte Partikeltherapie von Hirntumoren. So stehen im GRK 1657 „Strahlenbiologie“ Experimente auf molekularer und zellulärer Ebene im Mittelpunkt, in denen die Antwort des Organismus auf Bestrahlung untersucht wird.

In der Grundlagenforschung wie auch in der Entwicklung von Zukunftstechnologien bildet MaRS ein national und international sichtbares Zentrum.

Projektteam:

Sprecher:

Prof. Dr. Dr. h.c. Norbert Pietralla
(FB 5, Experimentelle Kernphysik)

Koordination:

Dr. Volker Werner
(FB 5, Experimentelle Kernphysik)

Sprecherrat:

Prof. Dr. Herbert De Gersem
(FB 18, Theorie Elektromagnetischer Felder)
Prof. Dr. Markus Löbrich
(FB 10, Radiation Biology and DNA Repair)
Prof. Dr. Dr. h.c. Norbert Pietralla
(FB 5, Experimentelle Kernphysik)
Prof. Achim Schwenk, Ph.D.
(FB 5, Theoretische Kernphysik)

Beteiligte Fachbereiche:

FB 5 (Physik)
FB 9 (Biologie)
FB 11 (Material- und Geowissenschaften)
FB 18 (Elektrotechnik und Informationstechnik)

Kontaktinformationen:

Technische Universität Darmstadt
Profilbereich - Teilchen und Materie
(Matter and Radiation Science)
Institut für Kernphysik
Schlossgartenstr. 9, 64289 Darmstadt

Webseite: <http://www.mars.tu-darmstadt.de>

Koordination: 06151 16-23542

Team Assistenz: 06151 16-23503

Fax: 06151 16-23305

Nuclei: From Fundamental Interactions to Structure and Stars (SFB 1245)

Die Entstehung der sichtbaren Materie im Universum, von den leichtesten bis hin zu den schwersten Elementen, birgt noch viele Geheimnisse. So ist eine Beschreibung von Atomkernen durch geeignete Theorien erschwert durch die Komplexität der starken Wechselwirkung zwischen Protonen und Neutronen, die die Bausteine der Atomkerne darstellen. Mögliche Entstehungsorte der schweren Elemente werden weitläufig diskutiert, wobei heutige Beobachtungen in der Kernphysik und in der Astrophysik z.B. auf Neutronenstern-Verschmelzungen als Quelle schwerer Elemente hindeuten. Darüber hinaus wirkt im Atomkern nicht nur die starke, sondern auch die schwache Wechselwirkung, die z.B. für radioaktive Zerfälle, die sogenannten Beta-Zerfälle, verantwortlich ist. Daher geben Atomkerne auch Einblicke in noch fundamentalere Fragen, wie z.B. über die Natur der in Beta-Zerfällen frei werdenden Neutrinos, oder zur Existenz hypothetischer weiterer, bislang unentdeckter schwach wechselwirkender Teilchen.

Ziel des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Sonderforschungsbereichs ist die Entwicklung eines systematischen Verständnisses von Atomkernen, basierend auf effektiven Feldtheorien der starken Wechselwirkung. Von zentraler Bedeutung für solche am Theoriezentrum des Instituts für Kernphysik entwickelten Ansätze sind begleitende Experimente, nicht nur am supraleitenden Elektronenbeschleuniger S-DALINAC des Instituts, sondern auch an weiteren führenden Kernforschungslaboratorien weltweit.



Abb. 1: SFB 1245 Workshop 2018, Schloss Waldthausen.



Insbesondere die Verwendung von Elektronen- und Photonenstrahlen erlaubt Präzisionsmessungen von Kerneigenschaften, die einen direkten Test der Theorie bieten. Mit schweren, teilweise relativistischen Teilchenstrahlen werden exotische Atomkerne untersucht, z.B. im Hinblick auf Neutronen-Halos oder auf die Neutronenhaut um den Atomkern, was einen direkten Zugang zum Verständnis von Neutronenmaterie (wie etwa in Neutronensternen) bietet.

Der SFB 1245 setzt auf modernste Fortschritte in der theoretischen Kernphysik sowie in experimentellen Präzisionszugängen. So werden z.B. in der chiralen effektiven Feldtheorie systematisch Dreiteilchen-Wechselwirkungen berücksichtigt, was zusammen mit den zunehmend anwachsenden Modellräumen hin zu schweren Kernen eine stete Effizienzsteigerung numerischer Methoden erfordert. Dabei spielt der Lichtenberg-Hochleistungsrechner an der TU Darmstadt eine zentrale Rolle. So werden insbesondere für leichte Kerne präzise Vorhersagen ermöglicht, zusammen mit der Möglichkeit, Unsicherheiten der Theorie zu bestimmen. Dies eröffnet ein neues Fenster für kernphysikalische Experimente, die Kernmodelle entsprechend präzise zu testen und durch solche Präzisionsdaten Randbedingungen zu setzen. Diese Bemühungen werden durch die aktuellen Fortschritte in Detektor- und Beschleunigertechnologie unterstützt und durch die breit gefächerte Expertise am Institut für Kernphysik effizient gebündelt.

So spielen die stark verbesserten Eigenschaften des institutsbetriebenen Elektronenbeschleunigers eine wichtige Rolle für das Programm des SFB 1245, wie aber auch ausgewählte Kernforschungslaboratorien weltweit zur Studie exotischer Kernisotope in bislang unerforschten Gebieten der Nuklidkarte.

Die Zusammenführung von Theorie und Experiment zeichnet den SFB 1245 besonders aus. Das 18 Köpfe umfassende Team der leitenden Wissenschaftler_innen besteht aus weltweit angesehenen Experten in diversen Teilbereichen der Kernphysik. Die PIs sind außerdem weltweit exzellent in Projekten und Kollaborationen vernetzt, die komplementär zum Programm des SFB 1245 sind und so zu einem für den SFB attraktiven wissenschaftlichen Umfeld an der TU Darmstadt und darüber hinaus beitragen. Unterstützt werden die PIs durch die Zusammenarbeit mit weiteren erfahrenen Wissenschaftler_innen der TU Darmstadt und aus anderen Institutionen. Wichtigste Stütze sind aber die weit über 50 Nachwuchswissenschaftler_innen, die im Rahmen des SFB Promotionsvorhaben durchführen oder zum SFB in Form von Bachelor- oder Masterarbeiten beitragen. Das integrierte Graduiertenkolleg des SFB bietet den Promovierenden einen strukturierten Qualifikationsplan und Mentoring-Programme. So finden regelmäßige Treffen mit PIs statt, es werden projektspezifische Vorlesungswochen angeboten, und es gibt die Möglichkeit zur Durchführung von Internships an anderen Institutionen, um so auch die Vernetzung der Nachwuchswissenschaftler_innen zu fördern. Letzterer dienen auch die sogenannten Physics Days, die den Besuch von oder bei Studierendengruppen anderer Institutionen erlauben.



Abb. 2: Der Lichtenberg-Hochleistungsrechner der TU Darmstadt. Foto: TU Darmstadt

Projektleitung:

Sprecher:

Prof. Achim Schwenk, Ph.D.

(FB 5, Theoretische Kernphysik)

Stellvertretender Sprecher:

Prof. Dr. Dr. h.c. Norbert Pietralla

(FB 5, Experimentelle Kernphysik)

Koordination:

Dr. Marco Brunken

(FB 5, Institut für Kernphysik, Geschäftsführung)

Assistenz:

Carina Seeger

(FB 5, Institut für Kernphysik, Team Assistenz)

Kontaktinformationen:

Technische Universität Darmstadt
Sonderforschungsbereich SFB 1245
Institut für Kernphysik
Schlossgartenstr. 9
64289 Darmstadt

Sekretariat: 06151 16-23302

Email: sfb1245@ikp.tu-darmstadt.de

Fax: 06151 16-23305

Webseite: <http://www.sfb1245.tu-darmstadt.de>

Gefördert durch die



Deutsche Forschungsgemeinschaft

Mathematische Optimierung mechanischer Sensorelemente (SFB 805)

Mathematische Optimierung mechanischer Sensorelemente

Mechanische Strukturen wie Flugzeuge, Kräne oder Autos sind dafür ausgelegt, die während der gesamten Lebensdauer auftretenden Belastungen sicher zu tragen. Jedoch kann es aufgrund von falschen Annahmen während des Entwicklungsprozesses, Unsicherheit in der späteren Fertigung oder abweichenden Nutzungsszenarien zu einem späten Zeitpunkt der Nutzung zu Ausfällen mit fatalen Folgen kommen.

Ein im SFB 805 untersuchter Ansatz besteht darin, metallische Strukturen mit integrierter Sensorik auszustatten und so die tatsächlichen, während der Nutzungsphase auftretenden Kräfte zu erfassen. Hierdurch können Zustände eines Systems sowie die Belastungshistorie eines individuellen Bauteils sichtbar gemacht werden (Abb. 1).

Bei der Auslegung des integrierten Axialkraftsensors ist zu beachten, dass dieser eine hohe Empfindlichkeit

gegenüber der Messrichtung und eine geringe Messempfindlichkeit gegenüber allen weiteren Belastungsarten, wie z.B. Biegung aufweist (geringes Übersprechen des Sensors). Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass in den später produzierten Bauteilen u.a. Unsicherheit in Form von Toleranzabweichungen vorliegen wird.

Ziel der Optimierungsaufgabe ist daher, eine optimale Zielgeometrie für einen herstellbaren (und damit unsicherheitsbehafteten) Sensorkörper zu finden, der von einer perfekten Zielgeometrie unter idealen Bedingungen deutlich abweichen kann. Unsichere Parameter, die während der Produktions- und Nutzungsphase auftreten, werden antizipiert und als Input für eine mathematische Optimierungsaufgabe verwendet. Dazu werden durch die partiellen Differentialgleichungen der linearen Elastizität adäquat die Wirkungen der antizipierten Kräfte auf die Struktur beschrieben – und dadurch deren Sensitivität bezüglich der Kräfte. Diese Gleichungen konnten durch Verfahren, die auf der Finite-Elemente-Methode basieren, numerisch effizient gelöst werden.

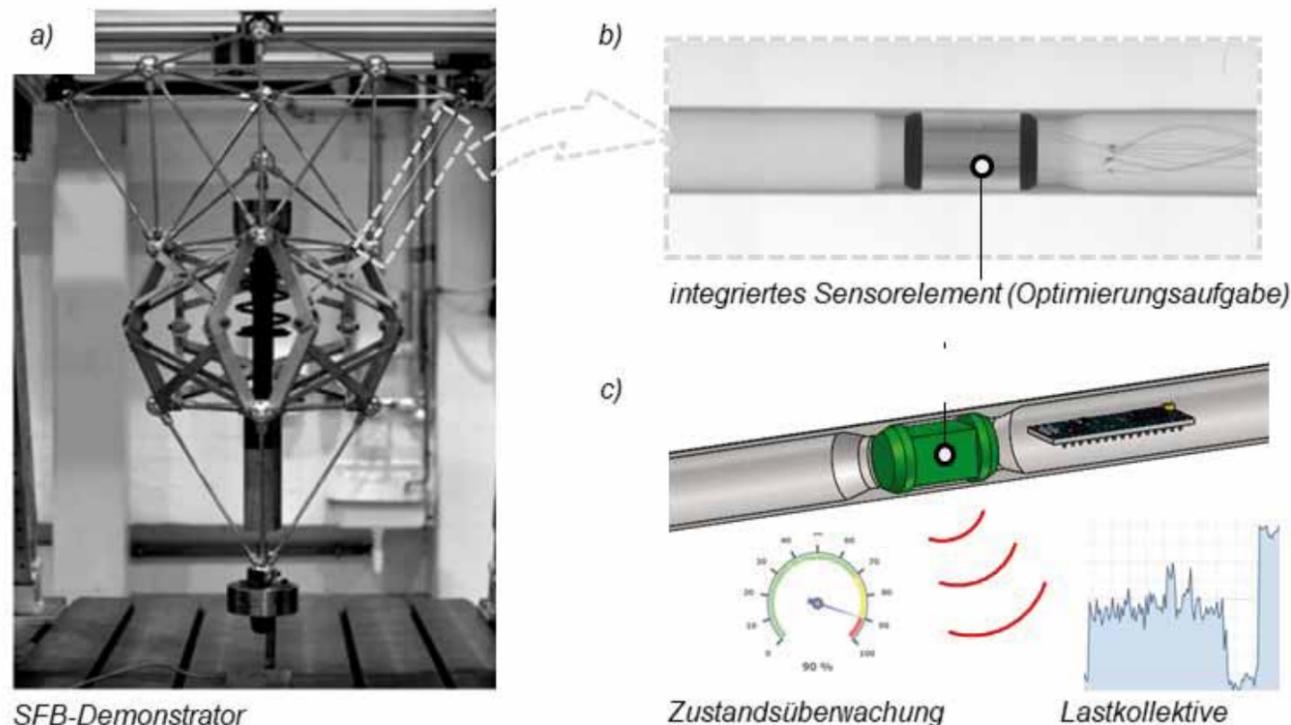


Abb. 1: Aufzeichnung von Lastkollektiven am SFB-Demonstrator mittels integrierter Sensorelemente.

Darüber hinaus wurde eine Methode der robusten Optimierung angewendet. Diese kann die Zulässigkeit der errechneten Optimallösungen garantieren, indem sie durch aufwendige, da mehrstufige Optimierungsprobleme gegen den Worst-Case absichert. Da das resultierende, robust formulierte Problem nicht-differenzierbare Funktionen enthält, wurden spezialisierte, nichtglatte Optimierungsmethoden angewendet. Das Resultat der robusten Optimierung ist in Abb. 2 dargestellt.

Der Sonderforschungsbereich 805

Unsicherheit hat gewaltige gesellschaftliche und wirtschaftliche Auswirkungen – dies zeigt sich u.a. in der erschreckend hohen Zahl an Rückrufaktionen in den vergangenen Jahren. Der Sonderforschungsbereich 805 „Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus“ befindet sich von 2017 bis 2020 in der dritten und damit letzten Förderperiode. 40 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Teilgebieten Maschinenbau, Mathematik und Rechtswissenschaft arbeiten eng zusammen, um Unsicherheit in lasttragenden Systemen zu beherrschen. Ursachen sind dabei nicht nur in der Produktentwicklung, sondern während des gesamten Produktlebenslaufs zu finden: Fehlende Informationen über spätere Nutzungsprozesse, Störgrößen wie Temperaturschwankungen in Produktionsprozessen und daraus resultierende Abweichungen in den Produkteigenschaften, Unwissen über Systemwechselwirkungen im Betrieb. Deshalb erforscht der SFB 805 Methoden und Technologien, um Unsicherheit produktlebenslaufübergreifend in der Produktentwicklung, der Produktion und der Nutzung zu beherrschen.

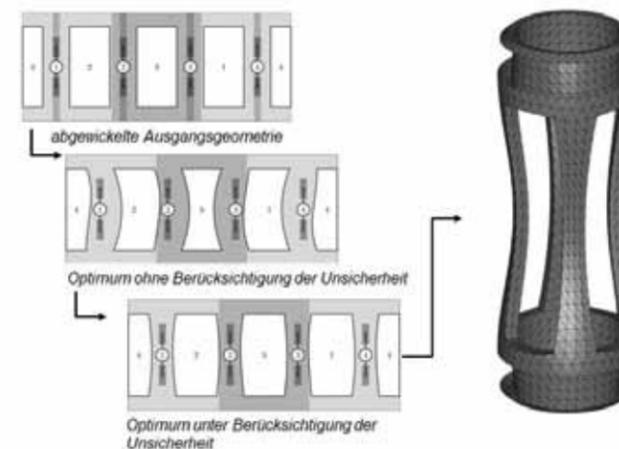


Abb. 2: Resultierende Geometrie der robusten Optimierung.

Projektteam:

- Prof. Dr.-Ing Eberhard Abele
(FB 16, Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen)
- Dr.-Ing. Lena Altherr
(FB 16, Institut für Fluidsystemtechnik)
- Prof. Dr.-Ing. Reiner Anderl
(FB 16, Fachgebiet Datenverarbeitung in der Konstruktion)
- Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche
(FB 16, Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen)
- Dr.-Ing. Hermann Klobardanz
(FB 16, Fachgebiet für Produktentwicklung und Maschinenelemente)
- Prof. Dr. Michael Kohler
(FB 4, Arbeitsgruppe Stochastik)
- Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz
(Institut für Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Maschinenakustik und Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit)
- Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz
(FB 16, Institut für Fluidsystemtechnik)
- Prof. Dr. Marc Pfetsch
(FB 4, Arbeitsgruppe Optimierung)
- Dr.-Ing. Roland Platz
(Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit)
- Prof. Dr. Stefan Ulbrich
(FB 4, Arbeitsgruppe Optimierung)
- Prof. Dr. iur. Janine Wendt
(FB 1, Fachgebiet Bürgerliches Recht und Unternehmensrecht)

Kontaktinformationen:

Sprecher und wissenschaftliche Koordination:
 Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz
 Otto-Berndt-Straße 2
 64287 Darmstadt
 +49 6151 16-27100
 pelz@sfb805.tu-darmstadt.de

Das Future Internet aus Darmstadt: adaptiv, flexibel und nachhaltig (SFB 1053)

Das Netz passt sich dem Kontext an – nicht umgekehrt

Merck-Stadion am Böllenfalltor, Darmstadt. Der SV Darmstadt 98 spielt vor 17.000 Zuschauern. Seit Smartphones und soziale Medien unsere ständigen Begleiter sind, wird das Spiel auch zum virtuellen Großereignis. Fotos und Videos über den Spielverlauf werden tausendfach verschickt. Starke Netzüberlastungen mit langen Wartezeiten und Ausfällen sind dabei die Regel. Viele Fans sitzen gefrustet im Stadion. Warum ist das so? Die grundlegenden Architekturprinzipien des Internet sind mehr als 30 Jahre alt. Trotzdem muss das heutige Netz Funktionalitäten bereithalten, mit denen damals niemand rechnen konnte. Forscherinnen und Forscher am Sonderforschungsbereich MAKI (Multi-

Mechanismen-Adaption für das künftige Internet) haben eine Formel zur Lösung des Problems entwickelt: Netze sollen sich im laufenden Betrieb flexibel an Veränderungen anpassen. Die positive Folge: Ein Video lässt sich in hoher Qualität und ohne Unterbrechung abspielen, auch wenn das Mobilfunknetz stark überlastet ist. Das passiert beispielsweise durch ein Umschalten von LTE, das an zentrale Sendemasten gebunden ist, auf eine Peer-to-Peer-Verbreitung der Daten per WLAN. Die Geräte können bei aktiviertem WLAN ihre Daten direkt untereinander austauschen, ohne zentralen Access Point oder Router. Damit kann die Lieblings-App weiterhin genutzt werden, und die Netzüberlastung von LTE hat darauf keinen spürbaren Einfluss – auch bei Extremsituationen wie einem großen Fußballspiel.



Abb. 1: Videostreaming in jeder Lage und ohne Unterbrechung dank MAKI. Foto: Deutschland - Land der Ideen/Andreas Mann

Clevere Fahrweise statt breiterer Autobahn

Bei MAKI wird grundlegend erforscht und erprobt, welche funktional ähnlichen Übertragungsmechanismen optimal ineinander überführt werden können, um den jeweiligen Anforderungen des Kontexts gerecht zu werden. Dieses Konzept nennt MAKI Transition (nachzulesen in Wikipedia: [https://de.wikipedia.org/wiki/Transition_\(Informatik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Transition_(Informatik))) und soll auf alle Übertragungsschichten eines komplexen Netzwerks angewandt werden. Trotzdem muss der Nutzer nicht fürchten, dass sein Gerät bald den Weg in den Elektroschrott antreten muss, weil es veraltet ist. Prof. Ralf Steinmetz von MAKI erklärt, warum es wichtig ist, im Internet Übergänge zwischen existierenden Kommunikationsmechanismen zu schaffen: „Wir mussten einen Weg finden, mit der vorhandenen Infrastruktur auszukommen. In Analogie zur Autobahn bedeutet unser Weg: Ich vermeide einen Stau mit geschickterer Fahrweise und vorausschauender Verkehrssteuerung statt einer breiteren Autobahn. Eingesetzte Smartphones und Netze können also weiterhin in Betrieb bleiben.“

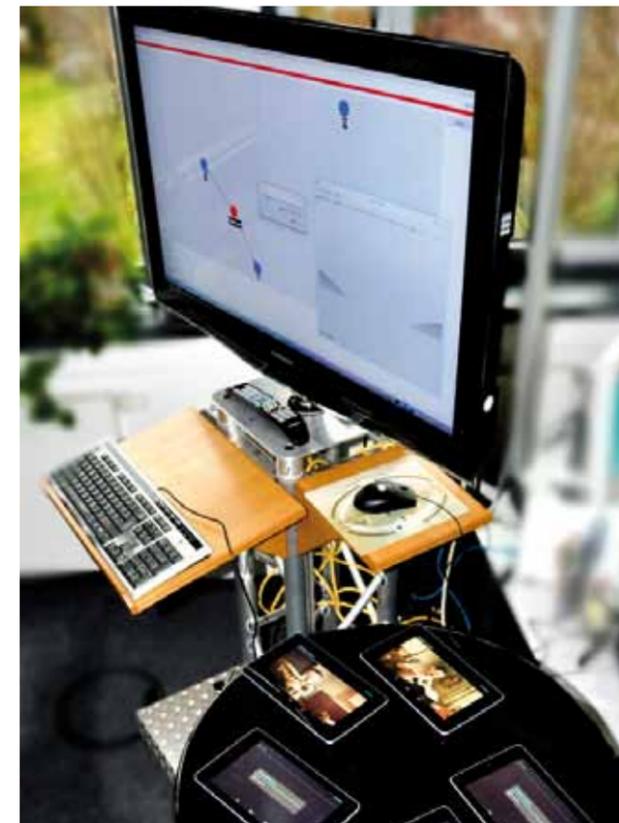


Abb. 2: Die Technologie der Transition als Demonstration zum Anfassen. Foto: Matthias Bastian

Projektleitung:

Sprecher:

Prof. Dr.-Ing. Ralf Steinmetz

(FB 18, Multimedia Kommunikation)

Stellvertretender Sprecher:

Prof. Dr. Max Mühlhäuser

(FB 20, Telekooperation)

Geschäftsführung:

Dr. Zeynep Tuncer

(Sonderforschungsbereich 1053 MAKI –

Multi-Mechanismen-Adaption für das

künftige Internet)

Kontaktinformationen:

Technische Universität Darmstadt

Sonderforschungsbereich 1053 MAKI –

Multi-Mechanismen-Adaption für das künftige Internet

www.maki.tu-darmstadt.de

Prof. Dr.-Ing. Ralf Steinmetz

Rundeturmstr. 10

64283 Darmstadt

E-Mail: office@maki.tu-darmstadt.de

Tel.: +49 6151 16-21020

CROSSING: Cryptography-Based Security Solutions Enabling Trust in New and Next Generation Computing Environments (SFB 1119)

CROSSING erforscht Kryptographie-basierte Sicherheitslösungen für eine langfristig vertrauenswürdige digitale Zukunft, in der Angriffe immer mächtiger werden, besonders mit enorm leistungsfähigen Quantencomputern. CROSSING wird seit 2014 als Sonderforschungsbereich 1119 der DFG gefördert. Im Mai 2018 hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) die zweite Förderphase bewilligt. Von 2018 bis 2022 wird CROSSING mit weiteren rund 10 Millionen Euro gefördert.

Highlights der ersten Phase waren unter anderem die Entwicklung neuer, gegen Quantenangriffe resistenter Verschlüsselungs- und elektronische Signaturverfahren, die zurzeit als internationale Standards evaluiert werden, sowie der hochinnovative intelligente Krypto-Assistent CogniCrypt.

CogniCrypt ist seit kurzem Bestandteil der international größten Softwareentwicklungsplattform Eclipse und wird vom Bundesamt für die Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) unterstützt. Der benutzerfreundliche Assistent wird Software-Entwickler unterstützen, um die häufig katastrophale Fehlbenutzung von Kryptographie zu verhindern, wie jüngst die Efail-Schwachstelle in der Email-Verschlüsselung wieder drastisch demonstriert hat.

Neue Akzente der zweiten Phase sind die Absicherung der Billionen vernetzter Geräte im Internet of Things (IoT) und die Sicherheit von Blockchain-Anwendungen wie Kryptowährungen oder Smart Contracts.



Abb. 1: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus verschiedensten Bereichen arbeiten in CROSSING zusammen.
Foto: Jan-Christoph Hartung



CROSSING

Einzigartiger Zusammenschluss komplementärer Forschungsbereiche

CROSSING ist einzigartig interdisziplinär. Mehr als 65 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Gebieten Kryptographie, Systemsicherheit, Quantenphysik, Informationstheorie, Zahlentheorie, Hochleistungsrechnen und Softwaretechnik arbeiten in CROSSING zusammen.

Die TU Darmstadt kooperiert im SFB CROSSING mit der Universität Duisburg-Essen, der Universität Paderborn sowie dem Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie (SIT) in Darmstadt.

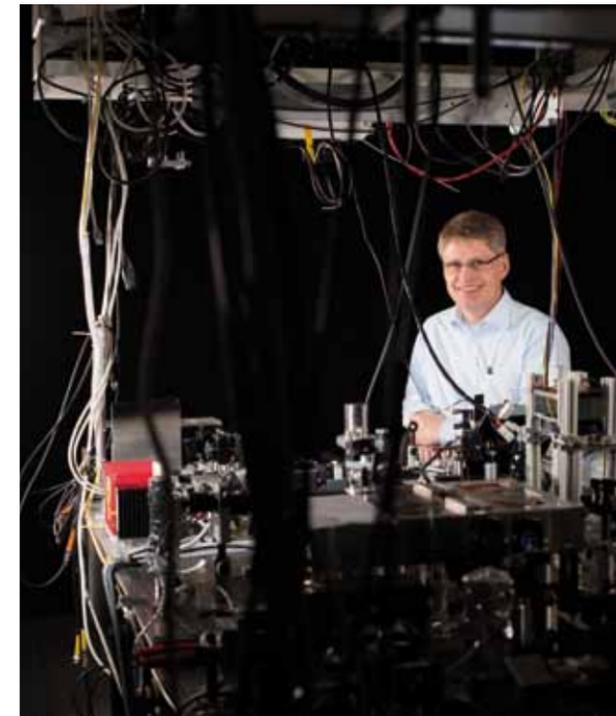


Abb. 2: CROSSING forscht an Zukunftstechnologien, beispielsweise der Quantenverschlüsselung für langfristige Sicherheit.
Foto: Katrin Binner

Cybersicherheitsstandort Darmstadt:

CROSSING arbeitet eng mit dem Profildbereich Cybersicherheit der TU Darmstadt, CYSEC, zusammen. Im Profildbereich arbeiten mehr als 30 Forschungsgruppen aus acht Fachbereichen der Universität an zentralen Themen der Cybersicherheit und des Privatheitsschutzes.

Die TU Darmstadt ist außerdem Mitglied im Center for Research in Security and Privacy, CRISP, das eines von drei deutschen Kompetenzzentren für IT-Sicherheit ist.

Kontaktinformationen:

Dr.-Ing. Johannes Braun
Geschäftsführung
E-Mail: info@crossing.tu-darmstadt.de

Webseite: www.crossing.tu-darmstadt.de
Webseite des Krypto-Assistenten CogniCrypt: www.cognicrypt.de

Wechselseitige Beeinflussung von Transport- und Benetzungsvorgängen (SFB 1194)

In vielen technischen Prozessen ist das Zusammenspiel zwischen Flüssigkeiten und Oberflächen von großer Bedeutung: Beispielsweise bei der Druck- und Beschichtungstechnologie, in Wärmeüberträgern mit Verdampfung oder Kondensation sowie in mikrofluidischen Anwendungen. Dabei sind Be- und Entnetzungsvorgänge oft wechselseitig mit den lokalen Impuls-, Wärme- und Stofftransportvorgängen in unmittelbarer Nähe der fort- oder zurückschreitenden Dreiphasenkontaktlinie (Flüssigkeit/Gas/Festkörper) verknüpft. Obwohl diese physikalischen Phänomene sich nur auf einem räumlich äußerst kleinen Bereich von einigen Nano- bis wenigen Mikrometern Ausdehnung abspielen, bestimmen sie oft maßgeblich die Effektivität und Effizienz eines gesamten technischen Prozesses sowie die Qualität der resultierenden Produkte.

Der Tiefdruck sei hier als ein Beispiel von vielen genannt. Die strömungsdynamischen Vorgänge bei der Übertragung der Druckfarbe aus winzigen Nöpfchen im Zylinder auf die zu bedruckende Oberfläche laufen in wenigen Millisekunden und auf einer Längenskala von etwa $10\mu\text{m}$ ab. Die Dynamik und die Vorhersagbarkeit der leicht beweglichen fluiden Oberfläche und der Kontaktlinie können die Qualität des Druckprodukts maßgeblich beeinflussen.

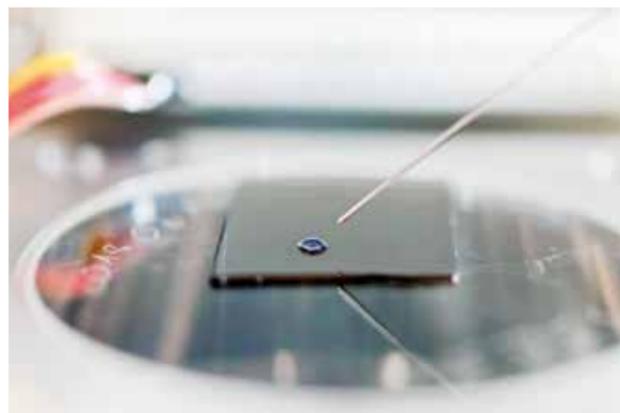


Abb. 1: Die generische Leitkonfiguration Tropfen dient als Versuchsplattform, mit der komplementäre wissenschaftliche Fragestellungen beantwortet werden. Foto: Maximilian Hartmann

In bisherigen Forschungen wurden die Zusammenhänge zwischen Benetzungscharakteristiken und den lokalen Fluidgeschwindigkeiten (Impulstransport) intensiv untersucht. Wenn parallel zum Impuls- auch Wärme- bzw. Stofftransportvorgänge auftreten, sind die Ursachen der wechselseitigen Beeinflussung dieser Mechanismen bislang größtenteils unverstanden. Insbesondere für die Interaktion von komplexen Fluiden wie Gemischen mit strukturierten oder porösen Oberflächen ist das Verhalten unbekannt.

Um hier Antworten zu finden, ist es erforderlich, grundlegende Vorgänge und Phänomene auf den verschiedenen, relevanten Längenskalen (Nano-Mikro-Makro) zu beleuchten sowie eine Brücke zwischen den Grundlagen und den Anwendungen zu schlagen. Im SFB 1194 werden daher unterschiedliche Methoden und Expertisen aus Ingenieurwissenschaften, Mathematik, Chemie, Physik und Materialwissenschaften verzahnt.

Der SFB umfasst 18 Teilprojekte in drei Teilprojektbereichen: (A) Generische Experimente, (B) Modellierung und numerische Simulation und (C) Neue und verbesserte Anwendungen. Als wichtige integrative Klammern und für die gemeinsame Fokussierung wurden zwei generische Leitkonfigurationen definiert



Abb. 2: In Abstimmung mit anderen Teilprojekten wird ein breites Spektrum von Fluiden und Oberflächen untersucht. Foto: Sebastian Keuth

sowie OpenFOAM als gemeinsame Softwareplattform ausgewählt. Die Leitkonfiguration Tropfen ist zum Beispiel einerseits Versuchsplattform, mit der eigenständig komplementäre wissenschaftliche Fragestellungen beantwortet werden. Andererseits dient sie als grundlegender Validierungsfall für die Modellentwicklung und Simulation.

Leitkonfiguration als interdisziplinärer Schnittpunkt

So entwickeln etwa Mathematiker_innen anhand der Leitkonfigurationen Testfälle zur Validierung und untersuchen Benetzungsprozesse mit Fokus auf Szenarien aus der Drucktechnik. Die Simulation ermöglicht die Erforschung des Zusammenspiels der lokalen Kontaktliniendynamik und dem Grenzflächentransport gelöster Stoffe auf Längenskalen, die experimentell schwer oder gar nicht zugänglich sind. Dabei lassen sich durch allgemeine unstrukturierte Polyedergitter auch komplexere Geometrien in der Simulation abbilden.

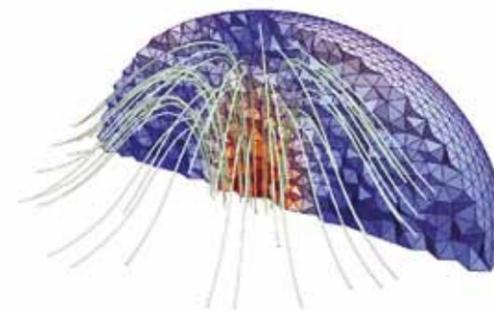


Abb. 3: Simulation von Benetzungsphänomenen eines Tropfens auf planarer Oberfläche (Querschnitt) mittels ALE Interface Tracking. Bild: Dirk Gründing

Auch Wissenschaftler_innen aus der Chemie und den Materialwissenschaften nutzen in ihren Projekten die Leitkonfigurationen. So werden etwa Polymerbürsten und -netzwerke verschiedener Dichte auf Trägern aufgebracht und deren Wechselwirkung mit einem liegenden Tropfen charakterisiert. Zentrale Fragen sind der Einfluss der Quellung auf die Benetzung, oder wie zwei Zustände ineinander übergehen: zum Beispiel, warum die Kontaktlinie an einem Ort haftet, an einem anderen aber gleitet.

Projektteam:

Gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft seit 2016 (erste Förderperiode 1.7. 2016 – 30.6. 2020).

Jr. Prof. Dr. Annette Andrieu-Brunsen

(FB 7, Smart Hybrid Membranes)

Dr. Günter Auernhammer

(Leibniz-Institut für Polymerforschung, Dresden)

Prof. Dr. Markus Biesalski

(FB 7, Makromolekulare Chemie und Papierchemie)

Prof. Dr. Christian Bischof

(FB 20, Wissenschaftliches Rechnen)

Prof. Dr. Dieter Bothe

(FB 4, Mathematische Modellierung und Analysis)

Prof. Dr. Hans-Jürgen Butt

(Max-Planck-Institut für Polymerforschung Mainz)

Prof. Dr.-Ing. Edgar Dörsam

(FB 16, Druckmaschinen und Druckverfahren)

Apl. Prof. Dr. Tatiana Gambaryan-Roisman

(FB 16, Technische Thermodynamik)

Prof. Dr. Steffen Hardt (FB 16, Nano- und Mikrofluidik)

Dr.-Ing. Holger Marschall

(FB 4, Mathematische Modellierung und Analysis)

Prof. Dr.-Ing. Martin Oberlack (FB 16, Fluidodynamik)

Apl. Prof. Dr. Ilia Roisman

(FB 16, Strömungslehre und Aerodynamik)

Prof. Dr. Robert Stark (FB 11, Physics of Surfaces)

Prof. Dr.-Ing. Peter Stephan

(FB 16, Technische Thermodynamik)

Prof. Dr. Christina Thiele

(FB 7, Organische Chemie und NMR-Spektroskopie)

Prof. Dr.-Ing. Cameron Tropea

(FB 16, Strömungslehre und Aerodynamik)

Prof. Dr. Stefan Ulbrich (FB 4, Optimierung)

Prof. Dr. Nico van der Vegt

(FB 7, Computational Physical Chemistry)

Kontaktinformationen:

Dr.-Ing. Benjamin Lambie (Geschäftsführer)

Technische Universität Darmstadt

Profilbereich Thermo-Fluids & Interfaces

Alarich-Weiss-Str. 10, 64287 Darmstadt

lambie@tfi.tu-darmstadt.de

Website: <https://www.sFB1194.tu-darmstadt.de>

Tropfendynamische Prozesse unter extremen Umgebungsbedingungen (SFB/TRR 75)

Skalenübergreifend den Tröpfchen auf der Spur

Von der Regenvorhersage bis zur Sprühkühlung von Supercomputern: Das grundsätzliche Verständnis von tropfendynamischen Prozessen ist entscheidend für die Verbesserung technischer Systeme oder die bessere Voraussage natürlicher Phänomene. Beide laufen oftmals unter extremen Temperaturen oder hohem Druck ab.

Hier setzt der SFB-Transregio 75 an – eine Kooperation von Forscherinnen und Forschern der Universitäten Stuttgart, Darmstadt und Paderborn sowie des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Der Transregio vereint Ansätze aus den Disziplinen Maschinenbau, Mathematik, Chemie, Informatik und Elektrotechnik mit dem Ziel, ein vertieftes physikalisches Verständnis dieser Prozesse zu gewinnen.

Die wissenschaftliche Kernthematik des Transregios liegt in der skalenübergreifenden Modellierung und Beschreibung. Das bedeutet, dass sich die Größenskala der betrachteten Vorgänge von der Größe eines Wassermoleküls (Wachstum von Eiskristallen) bis hin zu mehreren Kilometern beim Betrachten

ganzer Wolken bewegt. Auch zeitlich gesehen werden sowohl molekulare Vorgänge, die nur wenige Nanosekunden dauern, als auch stundenlange Wetterphänomene betrachtet.

In einem der über 15 Teilprojekte des Transregios simulieren Wissenschaftler_innen aus dem Maschinenbau mit Computermodellen, was genau passiert, wenn ein Tropfen auf eine heiße Wand auftrifft – wie etwa bei der Sprühkühlung von IT-Komponenten. Thermodynamische Vorgänge in der Nähe der Kontaktlinie, welche die Grenze zwischen Flüssigkeit, Gas und Wand definiert, spielen hierbei eine wichtige Rolle. Da es an dieser Linie zu einem intensiven Wärme- und Stofftransport kommt, ist die Sprühkühlung eine effiziente Methode, um große Wärmemengen bei kleinen Temperaturdifferenzen zu übertragen: um die in den Racks von Hochleistungsrechnern entstehende Wärme energieeffizienter abzuführen zum Beispiel.

Das Verständnis grundlegender Mechanismen beim Wärmeübergang, wie etwa Phasenübergänge, erfordert auch ein Wissen über Phänomene auf der Nanometer-Skala.



Abb. 1: Sprühkühlung ist eine effiziente Methode, um große Wärmemengen bei kleinen Temperaturdifferenzen zu übertragen. Foto: Matthias Winter

Bis auf molekulare Dimensionen hinab

So reicht die charakteristische Länge nahe einer 3-Phasen-Kontaktlinie gar in molekulare Dimensionen. Molekulardynamik (MD)-Simulationen können Phänomene auf molekularer Skala untersuchen. Das Team arbeitet deshalb mit Kollegen aus der theoretischen Chemie zusammen, die MD-Simulationen seit langem einsetzen.

Aus der Zusammenarbeit ist ein interdisziplinäres Forschungsprojekt entstanden, welches den Einfluss des sogenannten Kapitza-Widerstands auf die Wärmeübertragung bei der Tropfenverdampfung skalenübergreifend untersucht.

Fließt ein Wärmestrom durch die Grenzfläche wie etwa einer Flüssigkeit und eines Festkörpers, so tritt dort ein Temperatursprung auf. Dieser sich nur bei tiefen Temperaturen bemerkbar machende Grenzflächenwärmewiderstand wurde nach dem sowjetischen Physiker Pjotr Leonidowitsch Kapitza (1894–1984) benannt.

Auch bei sehr geringer Filmhöhe – also etwa bei der Filmverdampfung am Rand eines aufprallenden Spraytröpfchens – hat der Kapitza-Widerstand einen Einfluss auf die Wärmeübertragung. Die Wissenschaftler_innen haben mit Hilfe von molekulardynamischen Simulationen und kontinuumsmechanischen Modellen gezeigt, dass der Kapitza-Widerstand zur genaueren numerischen Berechnung des Wärmestroms berücksichtigt werden sollte.

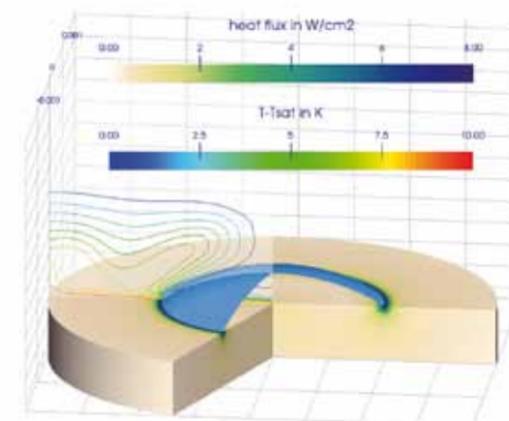


Abb. 2: Bei der Wärmeübertragung spielen Vorgänge in der Nähe der Kontaktlinie (zwischen Flüssigkeit, Gas und Wand) eine wichtige Rolle.

Projektteam:

Gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) seit 2010 (dritte Förderperiode).

- Prof. Dr. Dieter Bothe
(FB 4, Mathematische Modellierung und Analysis)
- Prof. Dr. Andreas Dreizler
(FB 16, Reaktive Strömungen und Messtechnik)
- Prof. Dr. Thomas Ertl (Universität Stuttgart)
- Apl. Prof. Dr. Sc. Tatiana Gambaryan-Roisman
(FB 16, Technische Thermodynamik)
- PD Dr. Erion Gjonaj
(FB 18, Theorie Elektromagnetischer Felder)
- Prof. Dr.-Ing. Volker Hinrichsen
(FB 18, Hochspannungstechnik)
- Prof. Dr.-Ing. Johannes Janicka
(FB 16, Energie- und Kraftwerkstechnik)
- Prof. Dr.-Ing. Andreas Kronenburg (Universität Stuttgart)
- Dr.-Ing. Grazia Lamanna (Universität Stuttgart)
- Prof. Dr. Florian Müller-Plathe
(FB 7, Theoretical Physical Chemistry)
- Prof. Dr. Claus-Dieter Munz (Universität Stuttgart)
- Prof. Dr. Michael Oswald (DLR Lampoldshausen)
- Prof. Dr. Christian Rohde (Universität Stuttgart)
- Apl. Prof. Dr. Ilia Roisman
(FB 16, Strömungslehre und Aerodynamik)
- Dr.-Ing. Norbert Roth (Universität Stuttgart)
- Prof. Dr. Amsini Sadiki
(FB 16, Energie- und Kraftwerkstechnik)
- Prof. Dr. Sebastian Schöps
(FB 18, Theorie Elektromagnetischer Felder)
- Prof. Dr.-Ing. Peter Stephan
(FB 16, Technische Thermodynamik)
- Prof. Dr.-Ing. Cameron Tropea
(FB 16, Strömungslehre und Aerodynamik)
- Prof. Dr.-Ing. Thomas Weiland
(FB 18, Theorie Elektromagnetischer Felder)
- Prof. Dr.-Ing. Jadran Vrabec (Universität Paderborn)
- Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand (Universität Stuttgart)

Kontaktinformationen:

Dr.-Ing. Kathrin Schulte (Geschäftsführerin)
Universität Stuttgart
Institut für Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt
Pfaffenwaldring 31, 70569 Stuttgart
kathrin.schulte@itlr.uni-stuttgart.de
Website: <https://www.sfbtrr75.de>

Oxyflame – Entwicklung von Methoden und Modellen zur Beschreibung der Reaktion fester Brennstoffe in einer Oxyfuel-Atmosphäre (SFB/TRR 129)

Für eine zuverlässige Energie- und Stromversorgung werden Industrienationen auch in Zukunft auf eine ausgewogene Mischung regenerativer, nuklearer und fossiler Energiequellen angewiesen sein. Obwohl die Verringerung des Treibhausgasausstoßes weltweit von höchster Priorität ist, verursacht die konventionelle Kraftwerkstechnik durch Verbrennung von fossilen Brennstoffen in einer Luftatmosphäre hohe Emissionen und steht damit diesem Ziel entgegen. Dieser zentrale Konflikt kann durch Carbon Capture and Storage (CCS)-Technologien gelöst werden. Die Oxyfuel-Verbrennung ist eine der vielversprechendsten

CCS-Technologien, um CO_2 abzuscheiden, bevor das Treibhausgas in die Atmosphäre gelangt. Dabei wird der Brennstoff mit einer Mischung aus Sauerstoff und recirkuliertem Rauchgas anstelle von Luft verbrannt. Dies führt zu einer Rauchgaszusammensetzung, die eine effiziente CO_2 -Abscheidung erlaubt.

Die im Vergleich zur Luft veränderte Brennraumatmosphäre, die im wesentlichen aus CO_2 und H_2O besteht, hat ein völlig anderes Verbrennungsverhalten zur Folge. Die Beeinflussung der Wärmeübertragungsmechanismen oder auch Verbrennungsinstabilitäten sind

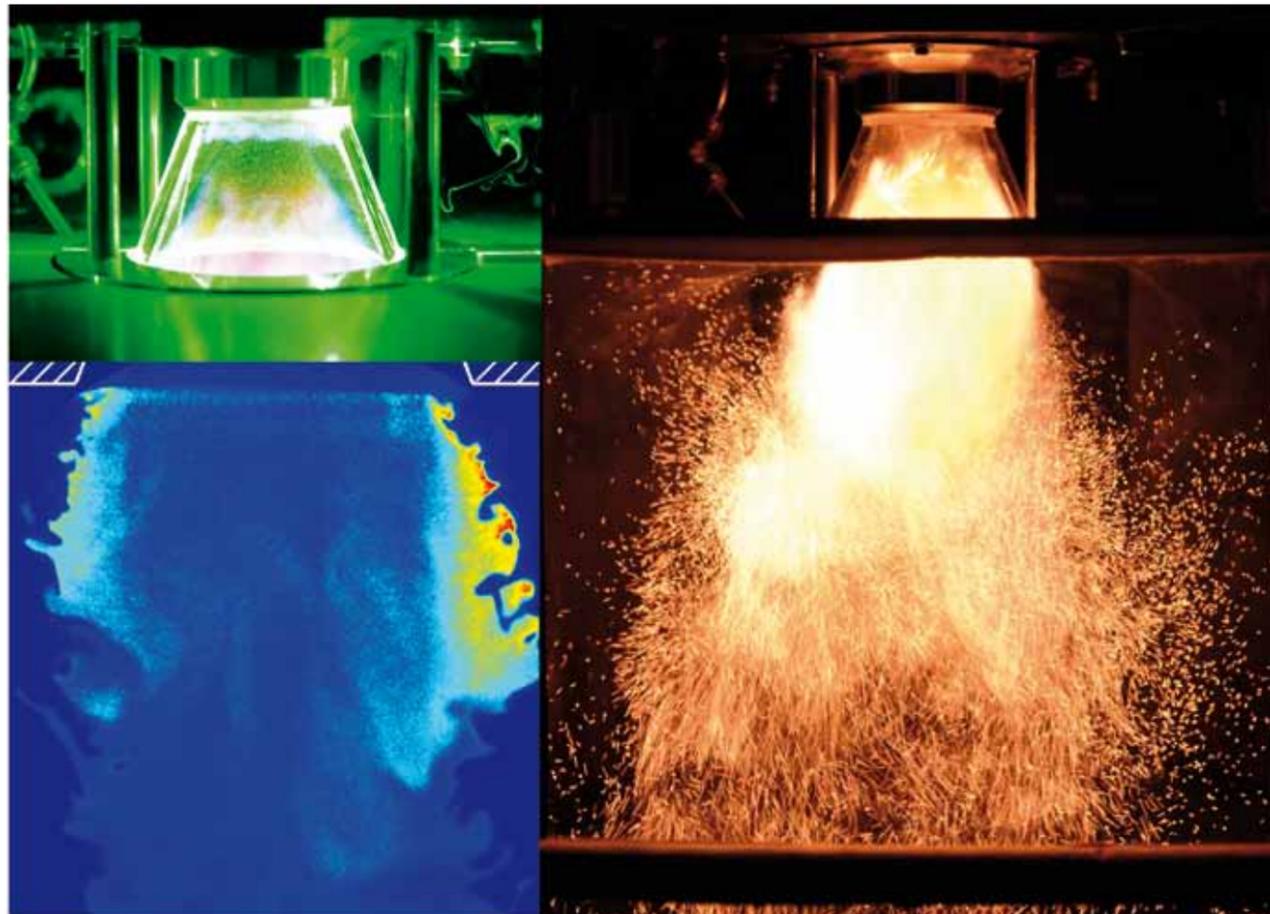


Abb. 1: Flammvisualisierungen am Darmstädter Oxybrenner.

nur zwei Aspekte in diesem Zusammenhang. Um ein klares Verständnis und eine korrekte Beschreibung des Verbrennungsverhaltens für diese besondere Atmosphäre zu erlangen, werden physikalische und chemische Modelle benötigt.

Im Sonderforschungsbereich (SFB) Transregio Oxyflame entwickeln Wissenschaftler der RWTH Aachen, der Ruhr-Universität Bochum und der Technischen Universität Darmstadt Methoden und Modelle zur Beschreibung der Oxyfuel-Verbrennung von festen Brennstoffen. Derzeit werden in 18 ineinandergreifenden Teilprojekten die unterschiedlichen Aspekte des Projekts erarbeitet. Dabei interagieren nicht nur experimentelle sowie numerisch-theoretische Projekte miteinander. Auch werden Mechanismen auf unterschiedlichen Skalen erforscht. Die Spanne reicht hier von grundlegenden molekularen Prozessen über Einzelpartikelverbrennung bis hin zu einer 120 kW Brennkammer, in der die aus Kraftwerkskesseln bekannten Phänomene im Labormaßstab untersucht werden können. Ebenso ist die gesamte Bandbreite der relevanten auftretenden physikalischen Phänomene Gegenstand der SFB-Forschung. Dazu zählen zum Beispiel Reaktionskinetiken der festen und gasförmigen Phase, Strahlung, aber auch die Partikeldynamik. Als Ergebnis stehen experimentelle wie numerische Methoden und Modelle als Werkzeuge zur Auslegung von Oxyfuel-Verbrennung zur Verfügung.

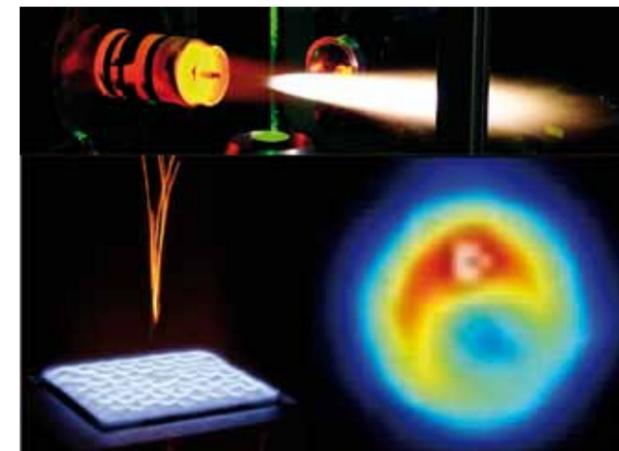


Abb. 2: Experimente an brennenden Einzelpartikeln und Partikelstrahlen.

Projektteam:

Dr.-Ing. Benjamin Böhm
Prof. Dr. Andreas Dreizler
Prof. Dr. Volker Ebert
Dr. Steven Wagner
(FB 16, Reaktive Strömungen und Messtechnik)

Prof. Dr.-Ing. Johannes Janicka
Prof. Dr. Amsini Sadiki
(FB 16, Energie- und Kraftwerkstechnik)

Prof. Dr.-Ing. Bernd Epple
Dr.-Ing. Jochen Ströhle
(FB 16, Energiesysteme und Energietechnik)

Prof. Dr.-Ing. Reinhold Kneer
Dr.-Ing. Matthias Meinke
Prof. Dr.-Ing. Heinz Pitsch
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
Dr. Taraneh Sayadi
(RWTH Aachen)

Prof. Dr. Francesca di Mare
Prof. Dr. Christof Hättig
Prof. Dr. Martin Muhler
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Markus Richter
Prof. Dr.-Ing. Viktor Scherer
Dr.-Ing. Martin Schiemann
Prof. Dr. Rochus Schmid
Prof. Dr.-Ing. Roland Span
(Ruhr-Universität Bochum)

Kontaktinformationen:

Prof. Dr. Andreas Dreizler
(Ansprechpartner des SFB Transregio 129
an der TU Darmstadt)
dreizler@rsm.tu-darmstadt.de
(+49) 6151 16-28920
Gebäude L1|08
Otto-Berndt-Str. 3
64287 Darmstadt

Turbulente, chemisch reagierende Mehrphasenströmungen in Wandnähe (SFB/TRR 150)

Das Verhalten chemisch reagierender Strömungen wird in entscheidender Weise durch die Anwesenheit von Wänden beeinflusst. Dies gilt für zahlreiche technologisch und wissenschaftlich bedeutsame Prozesse wie die Schadstoffbildung in Verbrennungssystemen, die Bildung prozessstörender Ablagerungen oder katalytische Effekte. Wandnahe Prozesse beeinflussen deshalb in entscheidender Weise Technologien in der Energietechnik wie Motoren, Gasturbinen oder Kraftwerke und Prozesse in der verfahrenstechnischen Industrie. Trotz ihrer hohen Bedeutung sind die zugrunde liegenden Einzelmechanismen und ihr Zusammenwirken nicht oder nur unzureichend bekannt.

Aus diesen wissenschaftlich offenen Fragestellungen leiten sich die übergeordneten Zielsetzungen des Sonderforschungsbereichs (SFB) Transregio 150 ab: (I) Verständnis der relevanten physikalisch-chemischen

Phänomene in turbulenten, chemisch reagierenden Mehrphasenströmungen in Wandnähe, (II) Entwicklung von Modellen für diese Bedingungen und (III) Demonstration der Vorhersagefähigkeit dieser Modelle an Leitbeispielen. Im Fokus der Arbeitsziele dieses Vorhabens steht die Erforschung reaktionskinetischer Grundlagen und der Grundlagen komplexer Dreiphasenströmungen in Wandnähe sowie die Entwicklung von reduzierten kinetischen Modellen, die Modellierung komplexer Mehrphasenströmung, die instationäre Wärmeübertragung und die Chemie-Turbulenz-Interaktion. Die besondere Herausforderung liegt in den wechselwirkenden, multiphysikalischen Prozessen und der daraus resultierenden Komplexität.

Um diese Ziele zu erreichen, haben sich in dieser Initiative Forscherinnen und Forscher der Technischen Universität Darmstadt und des Karlsruher Instituts

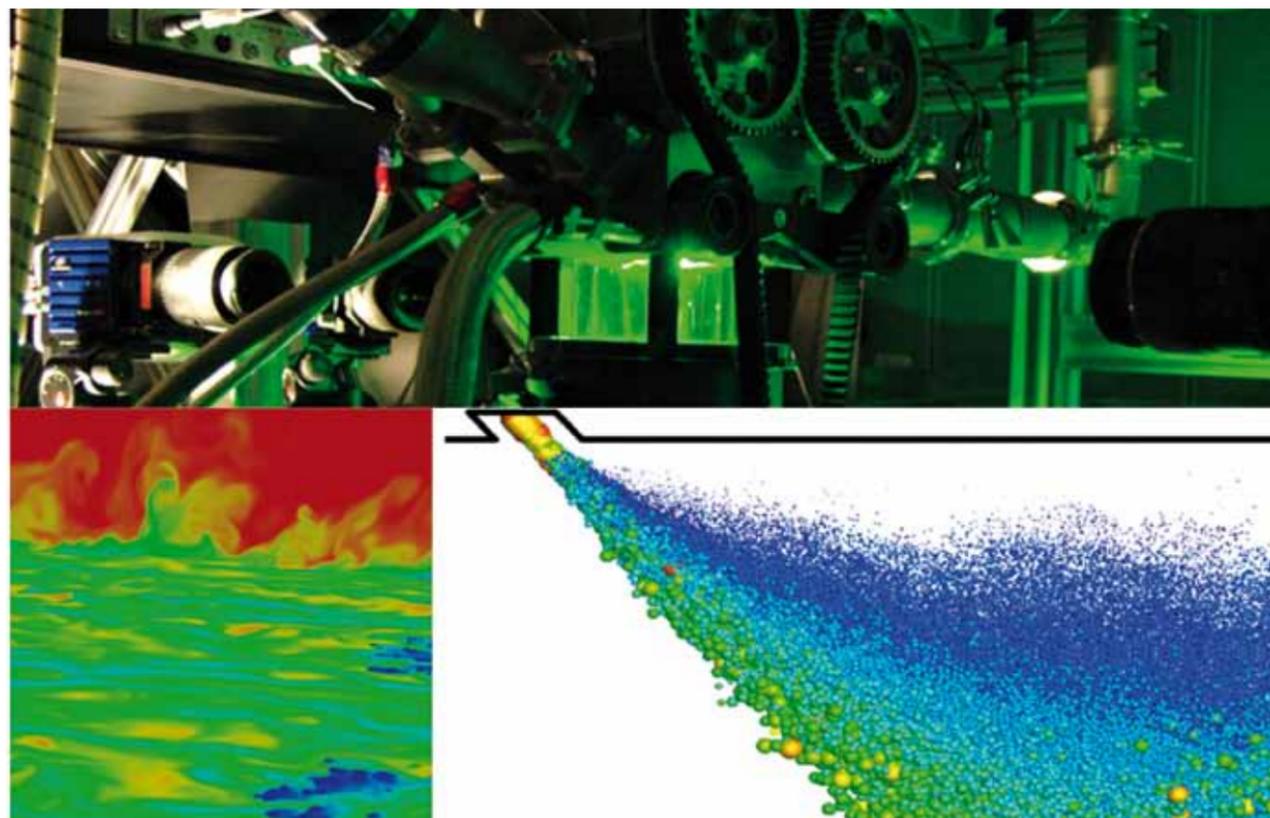


Abb. 1: Transparentmotor (oben); Simulation einer Wandströmung (unten links) und eines Harnstoffsprays im SCR-Katalysator (unten rechts).

für Technologie (KIT) zusammengeschlossen. Derzeit werden in 17 ineinandergreifenden Teilprojekten die unterschiedlichen Aspekte des Projekts erarbeitet. Diese sind in drei Projektbereiche unterteilt: (A) Generische Prozesse und Messtechnik, in denen die zugrundeliegenden Prozesse mithilfe neu entwickelter Messtechnik an vereinfachten, generischen Messobjekten untersucht werden, (B) Modellbildung und Simulation, in denen die zugrundeliegenden Teilprozesse modelliert und simuliert werden, sowie (C) Leitbeispiele, in denen die Einzelmodelle und -simulationen anhand zweier komplexer, technisch relevanter Anwendungen erprobt werden. Diese Leitbeispiele sind die innermotorische Verbrennung in einem Ottomotor und die anschließende Reduktion der NO_x-Schadstoffe in einem SCR-Katalysator.

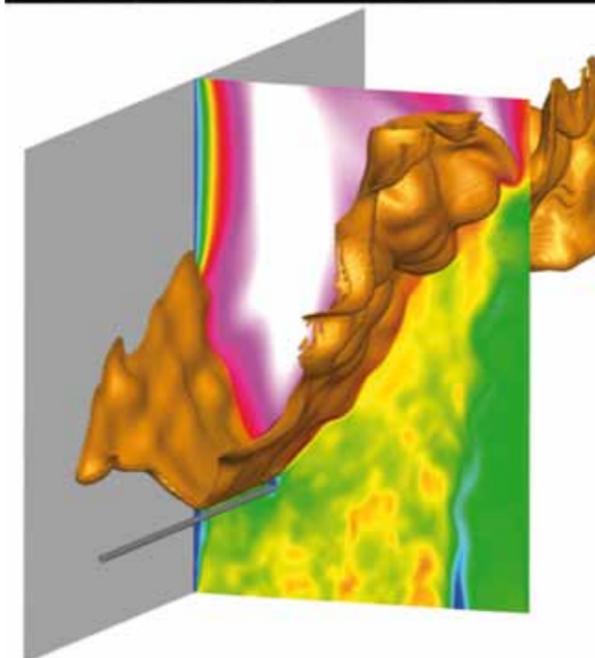
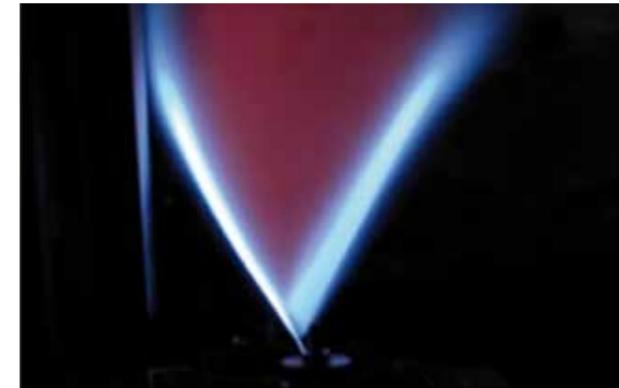


Abb. 2: Experiment (oben) und Simulation (unten) einer Flamme-Wand-Interaktion.

Projektteam:

Dr.-Ing. Benjamin Böhm,
Prof. Dr. Andreas Dreizler
Prof. Dr. Volker Ebert
Dr. Steven Wagner
(FB 16, Reaktive Strömungen und Messtechnik)

Prof. Dr.-Ing. Johannes Janicka,
Prof. Dr. Amsini Sadiki
(FB 16, Energie- und Kraftwerkstechnik)

Apl. Prof. Dr. Sc. Tatiana Gambaryan-Roisman,
Prof. Dr.-Ing. Peter Stephan
(FB 16, Technische Thermodynamik)

Prof. Dr.-Ing. Suad Jakirlic,
Apl. Prof. Dr. Ilia Roisman,
Prof. Dr.-Ing. Cameron Tropea
(FB 16, Strömungslehre und Aerodynamik)

Dr. Viatcheslav Bykov
Prof. Dr. Olaf Deutschmann
Prof. Dr.-Ing. Bettina Frohnäpfel
Prof. Dr. Thomas Koch
Dr.-Ing. Heiko Kubach
Prof. Dr. Ulrich Maas
Dr.-Ing. Franco Magagnato
Prof. Dr. Matthias Olzmann
Prof. Dr. Rainer Suntz
(Karlsruher Institut für Technologie, KIT)

Kontaktinformationen:

Prof. Dr.-Ing. Johannes Janicka
(Sprecher des SFB Transregio 150)
janicka@ekt.tu-darmstadt.de
(+49) 6151 16-28911
Gebäude L1|08
Otto-Berndt-Str. 3
64287 Darmstadt

Mathematische Modellierung, Simulation und Optimierung am Beispiel von Gasnetzwerken (SFB/TRR 154)

Projektbeschreibung

Der Sonderforschungsbereich/Transregio (TRR) 154 ist ein von der DFG gefördertes Mathematik-Verbundprojekt der drei Standorte Erlangen-Nürnberg (Sprecherhochschule), Berlin und Darmstadt. Hinzu kommt die Universität Duisburg-Essen.

Die Forschungsthemen sind motiviert durch die sich aus der Energiewende ergebenden Herausforderungen in Deutschland. Hierbei spielt Gas als Energieträger in den nächsten Jahrzehnten eine entscheidende Rolle. Das Gasnetz ist in Deutschland sehr gut ausgebaut, und zusätzlich ist Gas in diesem Zeitraum ausreichend vorhanden, ist schnell verfügbar, wird gehandelt und ist speicherbar. Gleichwohl impliziert die Fokussierung auf eine effiziente Gasversorgung eine Vielzahl von

Problemen, sowohl in Bezug auf den Transport und die Netztechnik, als auch was die Berücksichtigung marktregulatorischer Bedingungen und die Kopplung mit anderen Energieträgern betrifft. Exemplarisch sei hier genannt, dass Gastransporteur den Nachweis führen müssen, dass innerhalb gegebener technischer Kapazitäten alle am Markt zustandekommenden Verträge physikalisch und technisch erfüllbar sind.

Daraus ergibt sich die entscheidende Aufgabe, den Betrieb dieser großen komplexen Netzwerke sachgerecht in Computermodellen abzubilden, sie zu simulieren und zu optimieren. Hinzu kommt die Behandlung von Unsicherheiten in Parametern und Nachfrage. Die entsprechenden mathematischen Aufgaben sind wegen der Gesamtkomplexität der physikalischen Prozesse und Struktur der Netze enorm herausfordernd.



Abb. 1: Rohre für den Gastransport innerhalb einer Verdichterstation. Foto: Prof. Alexander Martin

Wissenschaftliche Fragestellungen und Forschungsziele

Die mathematische Behandlung der im Kontext dieses Verbundprojekts auftretenden Netze ergibt vielfache Fragestellungen im Bereich der Modellierung, Analysis, Stochastik, Optimierung und Numerik. Exemplarisch seien hier die Modellierung und Analysis von komplexen Netzwerken hyperbolischer Bilanzgleichungen unter Berücksichtigung von Schalten, die Entwicklung einer gemischt-ganzzahligen Optimierungstheorie und deren algorithmische Umsetzung für Netzwerke und die effiziente hierarchische numerische Approximation der entstehenden, algebraisch gekoppelten PDEs inklusive Fehlersteuerung für gemischt-ganzzahlige Optimierungsverfahren genannt.

Die besondere Neuerung und das Alleinstellungsmerkmal des TRR 154 liegen in der fokussierten Integration dieser mathematischen Teilgebiete. Dazu zählen eine in sich konsistente Hierarchie von Modellen, eine Kopplung von Methoden der ganzzahligen und kontinuierlichen Optimierung, bis hin zur optimalen Steuerung von Systemen mit deterministischer oder stochastischer Unsicherheit. Die zu erzielenden mathematischen Erkenntnisse sind einerseits motiviert durch das Beispiel von Gasnetzen, andererseits sind sie jedoch inhärent generalisierend und somit auf weitere Kontexte anwendbar. Dies betrifft beispielsweise sowohl andere physikalische Transportnetze, wie Wassernetze, als auch ganz allgemein die Entwicklung von Lösungsverfahren für gemischt-ganzzahlige nichtlineare Optimierungsprobleme.



Abb. 2: Kontrollmonitor einer Verdichterstation. Foto: Prof. Alexander Martin

Projektteam:

Dr. P. Domschke, Prof. Dr. H. Egger, Prof. Dr. J. Lang
(FB 4, Numerik und Wissenschaftliches Rechnen)

Prof. Dr. M. Pfetsch, Prof. Dr. A. Schwartz,
Prof. Dr. S. Ulbrich (FB 4, Optimierung)

Dr. F. Hante, Prof. Dr. V. Grimm,
Prof. Dr. M. Gugat, Prof. Dr. G. Leugering,
Prof. Dr. F. Liers, Prof. Dr. A. Martin,
PD Dr. L. Schewe, Prof. Dr. M. Schmidt,
Prof. Dr. M. Stingl, Prof. Dr. G. Zöttl
(Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

Prof. Dr. V. Mehrmann, Prof. Dr. M. Skutella (TU Berlin)

Prof. Dr. M. Hintermüller, Prof. Dr. M. Klimm,
Prof. Dr. C. Tischendorf (HU Berlin)

PD Dr. R. Henrion (Weierstraß-Institut Berlin)

Prof. Dr. R. Schultz (Universität Duisburg-Essen)



Kontaktinformationen:

Sprecher des Transregio-SFBs TRR154:

Prof. Dr. Alexander Martin
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Stellvertretender Sprecher TU Darmstadt:

Prof. Dr. Stefan Ulbrich

Sekretariat (TU Darmstadt):

Frau Elke Dehnert

Tel.: +49(6151) 16-23163

Fax: +49(6151) 16-23164

Email: dehnert@mathematik.tu-darmstadt.de

Stark wechselwirkende Materie unter extremen Bedingungen (SFB/TRR 211)

Seit Juli 2017 fördert die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) den Sonderforschungsbereich/Transregio (SFB/TRR) 211 „Strong-Interaction Matter under Extreme Conditions“, in dem Physiker der Goethe-Universität Frankfurt, der Universität Bielefeld und der Technischen Universität Darmstadt gemeinsam die Eigenschaften stark wechselwirkender Materie unter extremen Bedingungen erforschen. Sprecher ist der Frankfurter Physiker Prof. Dr. Dirk Rischke. Die TU Darmstadt stellt fünf Teilprojektleiter: Prof. Dr. Jens Braun, Priv.-Doz. Dr. Michael Buballa, Prof. Dr. Tetyana Galatyuk, Prof. Dr. Guy Moore sowie Prof. Dr. Jochen Wambach als stellvertretenden Sprecher.

Wissenschaftliche Ziele

Mit „extremen Bedingungen“ sind Temperaturen von einigen Billionen Grad Celsius gemeint (hunderttausendmal heißer als das Innere unserer Sonne), wie sie z.B. in der ersten Millionstel Sekunde nach dem Urknall vorlagen, sowie das Mehrfache der in Atomkernen erreichten Dichte (mehrere 100 Millionen Tonnen pro Kubikzentimeter). Dabei ist die Materie

von der „starken Wechselwirkung“ dominiert, die z.B. auch für den Aufbau der Atomkerne aus Protonen und Neutronen und für deren innere Struktur aus Quarks und Gluonen verantwortlich ist. Unter extremen Bedingungen bildet stark wechselwirkende Materie neuartige Zustandsformen aus, vergleichbar mit den verschiedenen Aggregatzuständen des Wassers als Eis, Flüssigkeit, Gas. Während dies an großen Teilchenbeschleunigern wie dem LHC am CERN in Genf und in Zukunft an FAIR in Darmstadt experimentell untersucht wird, beleuchtet der SFB/TRR die Thematik von theoretischer Seite.

Dazu werden in 13 Teilprojekten die fundamentalen Eigenschaften stark wechselwirkender Materie untersucht und auf die Physik im frühen Universum und in Schwerionen-Experimenten angewendet. Ziel ist es dabei, möglichst direkt von der fundamentalen Theorie der starken Wechselwirkung, der „Quantenchromodynamik“ (QCD), auszugehen. Einzigartig am SFB/TRR 211 ist hier die Kombination von aufwendigen numerischen Simulationen auf Höchstleistungs-Supercomputern („Gitter-QCD“) mit analytisch

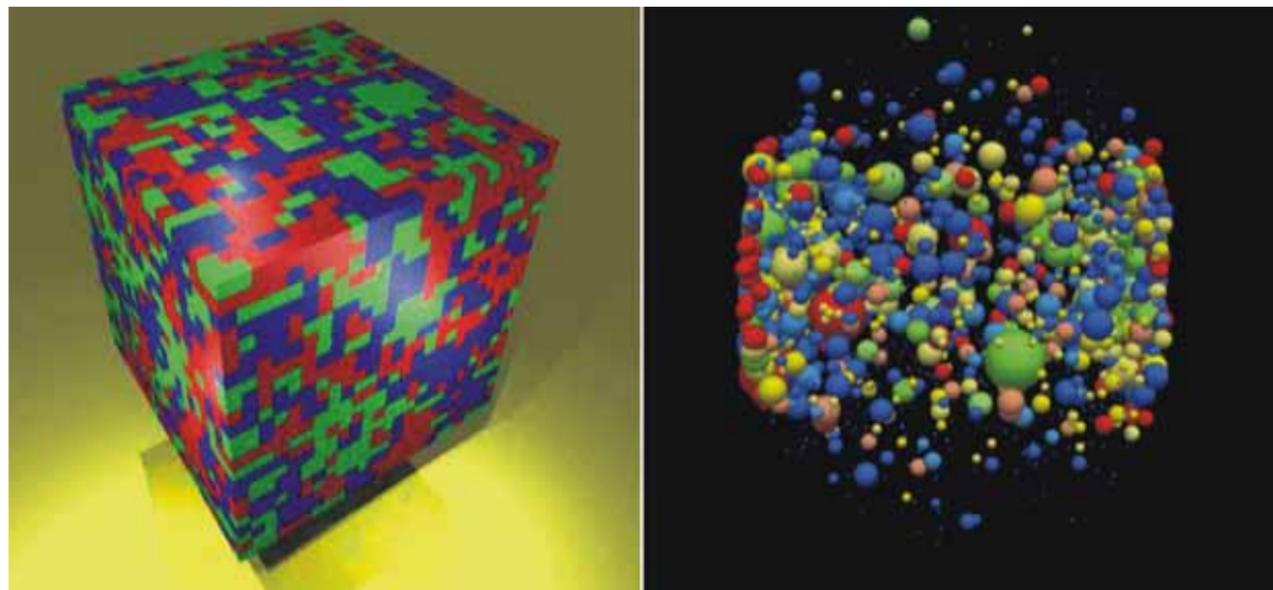


Abb. 1: Künstlerische Darstellung einer Konfiguration auf dem Gitter (links, Bild: S. Stickan) und eines Schwerionen-Experiments (rechts, Bild: H. Petersen).

CRC-TR 211 Strong-interaction matter under extreme conditions

basierten Methoden. Dabei arbeiten die beteiligten Forscher eng zusammen, um die Stärken der jeweiligen Zugänge und die unterschiedlichen Expertisen an den drei Standorten optimal auszunutzen.

Aktivitäten an der TU Darmstadt

Der Schwerpunkt der Darmstädter Aktivitäten liegt bei den analytischen Zugängen, insbesondere der sogenannten „Funktionalen Renormierungsgruppe“, wengleich in der Gruppe von Prof. Moore auch Gitter-Simulationen durchgeführt werden. Im Fokus der Arbeiten stehen dabei u.a. die Natur des Phasenübergangs bei verschwindender Dichte (Braun), die mögliche Existenz kristalliner Zustandsformen bei höheren Dichten (Buballa), Transporteigenschaften, wie z.B. die Viskosität und die Modifikation von Jets, und topologische Eigenschaften heißer QCD (Moore) sowie die Spektren von Photonen und Elektron-Positron-Paaren in Schwerionenexperimenten (Galatyuk und Wambach).

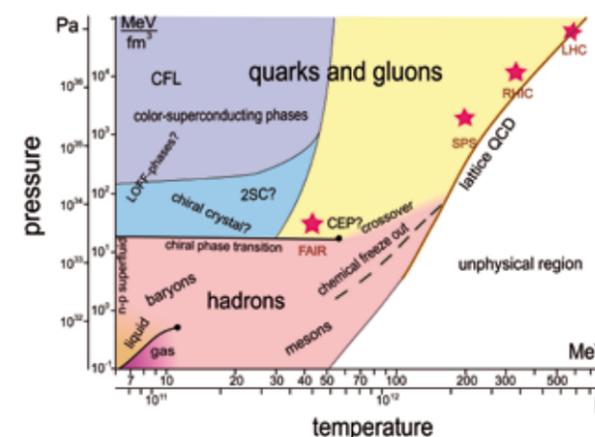


Abb. 2: Mögliche Phasen stark wechselwirkender Materie abhängig von Druck und Temperatur. Grafik: K. Heckmann

Projektteam:

- Prof. Dr. Dirk H. Rischke
(Sprecher, Goethe Universität Frankfurt)
- Prof. Dr. Dietrich Bödeker (Universität Bielefeld)
- Prof. Dr. Nicolas Borghini (Universität Bielefeld)
- Prof. Dr. Elena Bratkovskaya
(Goethe Universität Frankfurt und GSI)
- Prof. Dr. Jens Braun (FB 5, QCD und kalte Gase)
- Priv.-Doz. Dr. Michael Buballa
(FB 5, Starke Wechselwirkung dichter Systeme)
- Prof. Dr. Hannah Elfner (geb. Petersen)
(Goethe Universität Frankfurt)
- Prof. Dr. Tetyana Galatyuk
(FB 5, Experimentelle Schwerionenphysik)
- Prof. Dr. Carsten Greiner (Goethe Universität Frankfurt)
- Dr. Olaf Kaczmarek (Universität Bielefeld)
- Prof. Dr. Frithjof Karsch (Universität Bielefeld)
- Prof. Dr. Guy D. Moore (FB 5, Quantenchromodynamik)
- Prof. Dr. Owe Philipsen (Goethe Universität Frankfurt)
- Prof. Dr. Luciano Rezzolla (Goethe Universität Frankfurt)
- Prof. Dr. Jürgen Schaffner-Bielich
(Goethe Universität Frankfurt)
- Priv.-Doz. Dr. Christian Schmidt (Universität Bielefeld)
- Prof. Dr. Dominik J. Schwarz (Universität Bielefeld)
- Dr. Wolfgang Unger (Universität Bielefeld)
- Prof. Dr. Lorenz von Smekal
(Justus-Liebig-Universität Gießen)
- Prof. Dr. Marc Wagner (Goethe Universität Frankfurt)
- Prof. Dr. Jochen Wambach
(FB 5, Theoretische Kernphysik und ECT* Trento)

Kontaktinformationen:

Genette Kluckner
Technische Universität Darmstadt
Institut für Kernphysik, Theoriezentrum
Schlossgartenstraße 2
64289 Darmstadt

FibrinoQuick – Ein enzymatischer Schnelltest für das Blutungsmanagement

Schwere Blutungen bei Operationen oder Unfällen führen häufig zu einem Mangel von Fibrinogen, dem Blutgerinnungsfaktor, aus dem nach Spaltung zu Fibrin das Blutgerinnsel entsteht. Mit Fibrinogenkonzentraten kann dieser lebensbedrohliche Mangel behoben werden. Diese sind teuer, und nicht indizierte Anwendung führt zu Komplikationen. Die schnelle Analyse der Fibrinogenkonzentration kann Leben retten.

Die bisher schnellsten Analyseverfahren liefern eine zu ungenaue Abschätzung nach etwa zehn Minuten. Einen ausreichend schnellen und genauen Test gibt es noch nicht. Mit FibrinoQuick wurde nun an der TU Darmstadt zusammen mit dem Universitätsklinikum Frankfurt und dem Karlsruher Institut für Technologie ein neuartiges Verfahren entwickelt, das Messwerte in weniger als fünf Minuten liefert. Es basiert auf der enzymatischen Umsetzung von Fibrinogen und der gleichzeitigen Umsetzung eines künstlichen

Substrats, das einen Farbstoff freisetzt. Je mehr Fibrinogen in der Probe vorhanden ist, desto weniger Farbstoff wird gebildet. Bei simultaner Doppelmessung können Schwankungen in der Enzymaktivität und Störungen durch bestimmte klinisch verwendete Wirkstoffe kompensiert werden.

Basierend auf dem zum Patent angemeldeten Verfahren soll ein Schnelltestsystem entwickelt werden, das, ähnlich wie die heute marktüblichen Glukosetestsysteme, preisgünstig produziert und leicht angewendet werden kann. Dieser Schnelltest wäre ein disruptiver Technologiesprung, durch den die Vorteile der Therapie mit Fibrinogen voll ausgeschöpft werden. Er könnte Fibrinogentest und -therapie zu einem weltweiten Durchbruch verhelfen. Bei einem angenommenen Verkaufspreis von 7,- € wäre kurzfristig allein in Deutschland ein Marktpotential von 3 Mio. € Tests entsprechend 21 Mio. €/Jahr zu erzielen.



Abb. 1: VanHope/fotolia.com, StudioLaMagica/fotolia.com

FibrinoQuick

Die Entwicklung eines solchen Systems ist nur in Kooperation mit etablierten Herstellern möglich. Einige Firmen haben bereits großes Interesse gezeigt. Es werden jedoch umfangreichere Daten über die Leistungsfähigkeit des Verfahrens benötigt. Derzeit wird das FibrinoQuick-Verfahren im Fachbereich Chemie – gefördert durch den Pioneer Fund in der Programmlinie Activator – weiterentwickelt.



Die Wahl des Enzyms für die Fibrinogenumsetzung spielt dabei eine Schlüsselrolle. Nach aktuellen Erkenntnissen sind hier Enzyme aus Schlangengift geeignete Kandidaten.

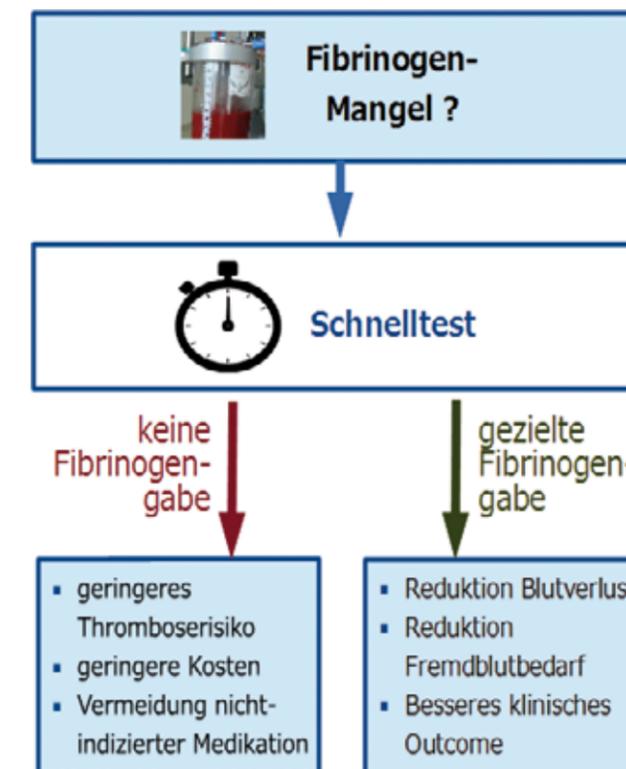


Abb. 2: Christian Weber

Projektleitung:

Prof. Dr. Katja Schmitz
(FB 7, Biologische Chemie)

Projektteam:

PD Dr. Joachim Hönes
(FB 7, Biologische Chemie)

Veysel Erdel, M.Sc.
(FB 7, Biologische Chemie)

Prof. Dr. Dr. Christian Weber
(Universitätsklinikum Frankfurt)

PD Dr. Bastian Rapp
(Karlsruher Institut für Technologie)

Kontaktinformationen:

Prof. Dr. Katja Schmitz
Fachbereich Chemie / Fachgebiet Biologische Chemie
Alarich-Weiss-Str. 8
64287 Darmstadt
06151 16-21015
schmitz@biochemie.tu-darmstadt.de

HIGHEST | Home of Innovation, Growth, EntrepreneurShip and Technology Management

Das Innovations- und Gründungszentrum der TU Darmstadt stellt sich vor

HIGHEST ist das Innovations- und Gründungszentrum der Technischen Universität Darmstadt. Unsere Vision ist es, insbesondere Start-ups aus den Bereichen High-Tech und Digitalisierung zum Erfolg zu führen. Dazu bieten wir eine Vielzahl von Unterstützungsleistungen an: So helfen wir jungen Gründerinnen und Gründern bei der Entwicklung ihrer Geschäftsmodelle sowie bei der Suche nach Kapitalgebern und passenden Förderprogrammen.

Innovationen und Gründungen sind ein Schlüsselfaktor für die Wettbewerbsfähigkeit und das Wachstum von Regionen und ganzen Volkswirtschaften. Wir wollen Start-ups zukunftsfähig machen und das innovative Denken in der Region fördern. Unsere kostenfreie Unterstützungsangebote richten sich nicht nur an Studierende, Wissenschaftler und Gründungsinteressierte der TU Darmstadt, sondern auch an Unternehmen und andere Interessierte aus der Region.



Abb. 1: Gründermesse im Rahmen des Startup & Innovation Day 2017. Foto: Felipe Fernandes

Neben diesem Kerngeschäft gibt es noch drei weitere Säulen bei HIGHEST: Lehre, Innovation und Netzwerk/Events. Mit unserer Vision „Lehre 2020“ verfolgen wir das Ziel, bis zum Jahr 2020 allen Studierenden an der TU Darmstadt die Möglichkeit zu bieten, Fächer aus den Bereichen Entrepreneurship, Gründung und Innovation zu besuchen. Mit dem FabLab und dem Open Digital Lab stellen wir darüber hinaus Studierenden, Wissenschaftlern und auch Unternehmen digitale Technologien in Bereichen wie Cybersecurity, Künstliche Intelligenz und 3D-Druck bereit.

Die vierte Säule von HIGHEST

Zudem ist HIGHEST eine Vernetzungsplattform mit sehr großer Reichweite rund um das Thema Gründungen: Beispielsweise hatten wir bei unserem Startup & Innovation Day 2017 knapp 1000 Besucher aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. Auch der Startup & Innovation Day am 22. Oktober 2018 verspricht, wieder ein erfolgreiches Veranstaltungsformat zu werden. Unsere Gründungstammtische vermelden ebenfalls regelmäßig „full house“, genauso wie unser zweimal jährlich stattfindender Clubabend für die Mitglieder des Clubs HIGHEST 1877. Dieses Veranstaltungsportfolio spricht Studierende, Start-ups bis hin zu etablierten Unternehmen und Mentoren aus Wissenschaft und Wirtschaft an. Mit diesem breiten Angebot gehören wir zu den Top-Gründungshochschulen in Deutschland.

HIGHEST
Where science goes to market

Projektteam:

Prof. Dr. Peter Buxmann

(Fachbereich Rechts- und Wirtschaftswissenschaften,
Wirtschaftsinformatik | Software & Digital Business)

Dr. Annette Miller-Suermann

(Referat VI C: Forschungstransfer, Referatsleitung
und stellvertretende Dezernatsleitung)

Bartosz Kajdas

(Dezernat VI, Gründungsberater)

Gudrun Lantelme

(Dezernat VI, Gründungsberaterin)

Melanie Minderjahn

(Wirtschaftsinformatik | Software & Digital Business,
Öffentlichkeitsarbeit HIGHEST)

Sabine Remmert

(Dezernat VI, Projektmanagement & Administration)

Christoph Tauchert

(Wirtschaftsinformatik | Software & Digital Business,
Koordination HIGHEST-Labs)

Esther Scharnagl

(Wirtschaftsinformatik | Software & Digital Business,
Internationalisierung)

Kontaktinformationen:

Bartosz Kajdas

Start-up Manager

Phone: 06151 16 -57219

Mail: Bartosz.Kajdas@highest.tu-darmstadt.de

Neue Interdisziplinäre FiF-Förderlinie: IANUS – Science Technology Peace

IANUS steht für natur- und ingenieurwissenschaftliche Friedensforschung im Austausch mit den Sozial- und Geisteswissenschaften. Neu ist seit Januar 2018 die Anbindung an das Forum interdisziplinäre Forschung. Das FiF bildet den Rahmen, in dem Aspekte der bisherigen IANUS-Arbeit weitergeführt werden.

IANUS geht auf eine Initiative Studierender und Wissenschaftlicher Mitarbeiter_innen an der heutigen TU Darmstadt zurück. Der NATO-Doppelbeschluss 1979 veranlasste sie, die wissenschaftliche Verantwortbarkeit von Technologien dringlicher zu hinterfragen. Zusammen mit Professor_innen bildeten sie die „THD-Initiative für Abrüstung“, woraus 1987 ein interdisziplinärer Antrag bei der VW-Stiftung resultierte. Diese Förderung wurde ab 1993 durch die TH Darmstadt

sowie durch jährliche Sachmittel aus dem Hessischen Landtag ersetzt, und IANUS erhielt den Status einer zentralen Einrichtung der Universität. Im Jahre 2000 wurde die Arbeit von IANUS schließlich mit dem Göttinger Friedenspreis für herausragende interdisziplinäre Arbeit ausgezeichnet.

Nach drei Jahrzehnten sehr erfolgreicher Arbeit erfolgte Anfang 2018 die Eingliederung ins Forum interdisziplinäre Forschung (FiF). Die neue Aufgabe besteht hauptsächlich in der Förderung von TU-internen Forschungsprojekten. Dazu gibt es im Rahmen der Förderinitiative „Interdisziplinäre Forschung“ seit 2018 eine zusätzliche Förderlinie zu Themen interdisziplinärer Friedens- und Konfliktforschung. Gefördert werden natur- und ingenieurwissenschaftliche Ansätze, denen



IANUS-Tagung April 2018, „Wissenschaft und Technik für Frieden und Sicherheit – Eine Kreativwerkstatt für die Entwicklung verantwortlicher Forschungsstrategien“, in Kooperation mit der Schader-Stiftung, Darmstadt. Von links: Alfred Nordmann, Thea Riebe, Christian Reuter. Foto: PEASEC/TU Darmstadt



IANUS

Science Technology Peace

es im IANUS-Zusammenhang insbesondere um Fragen von Dual Use, der Adressierung von Konfliktursachen oder einer nachhaltigen Sicherheitsforschung geht.

Die erste Ausschreibung wurde zugunsten des Projekts „IT-Research of Concern: Bewertung von Dual Use-Risiken in der Softwareentwicklung“ in Kooperation von Prof. Christian Reuter (PEASEC) und Prof. Alfred Nordmann (Philosophie der Wissenschaften und Technowissenschaften) entschieden. In diesem Projekt wird betrachtet, wie Dual Use-Potentiale in Risikobereichen der Physik, Chemie und Biologie in der Forschung und Entwicklung reflektiert und vorsorglich einbezogen werden, um den Missbrauch einflussreicher Technologien zu verhindern. Diese Ansätze der Dual Use-Bewertung werden dann in diesem Projekt systematisiert, und ihre Übertragbarkeit von den klassischen Natur- und Ingenieurwissenschaften in die Informatik, mit besonderem Schwerpunkt auf dem Prozess der Softwareentwicklung, wird überprüft.

Überdies hat bereits 2017 die im IANUS-Umfeld initiierte Professur „Wissenschaft und Technik für Frieden und Sicherheit“ (PEASEC) mit Christian Reuter im Fachbereich Informatik, mit Zweitmitgliedschaft im Fachbereich Gesellschafts- und Geschichtswissenschaften, ihre Arbeit aufgenommen. Neben weiteren Projekten und Veranstaltungen erscheint 2019 bei Springer Vieweg das von Christian Reuter herausgegebene Lehrbuch „Information Technology for Peace and Security: IT Applications and Infrastructures in Conflict, Crises, War and Peace“ unter Einbindung zahlreicher Autoren zur Rolle von Informationstechnologie im Kontext von Frieden und Sicherheit.

Projektteam:

Prof. Dr. Christian Reuter
(FB 20, Wissenschaft und Technik für Frieden und Sicherheit, PEASEC)

Prof. Dr. Alfred Nordmann
(FB 2, Philosophie der Wissenschaften und der Technowissenschaften)

Thea Riebe, M.A.
(FB 20, Wissenschaft und Technik für Frieden und Sicherheit, PEASEC)

Save-the-Date-Info:

SCIENCE · PEACE · SECURITY '19:
Perspectives of Science and Technology
for Peace and Security Research
Thursday/Friday 26 + 27 September 2019
at Lichtenberg-Haus in Darmstadt
<http://science-peace-security.peasec.de/>

Kontaktinformationen:

IANUS im FiF
Magdalenenstraße 23
S1|60
64289 Darmstadt

Sekretariat/Administrative Koordination:
Barbara Köderitz, M.A.
Telefon: 06151 16-22136
koederitz@ianus.tu-darmstadt.de

Weitere Informationen zu IANUS finden Sie unter
<https://bit.ly/2wvV1O2> und auf den Webseiten des FiF:
www.fif.tu-darmstadt.de.

PANDA – Parallelstrukturen, Aktivitätsformen und Nutzerverhalten im Darknet

Forschen im dunklen Teil des Internet

Fast jeder hat davon schon gehört: von kriminellen Aktivitäten im Darknet, einem entlegenen Bereich des Internet. Doch was dort genau passiert und welche Auswirkungen es auf unser Leben, unsere Sicherheit, unsere Freiheit haben kann, ist noch in vielen Bereichen unklar. Im interdisziplinären Projekt „Parallelstrukturen, Aktivitätsformen und Nutzerverhalten im Darknet“ (PANDA) untersuchen wir die Bedeutung des Darknet für die zivile Sicherheit.

Das Darknet stellt die Gesellschaft vor komplexe Herausforderungen, die von einzelnen wissenschaftlichen Disziplinen alleine nicht zu lösen sind. Nur eine enge Integration der technischen, rechtlichen, psychologischen, sozialwissenschaftlichen und philosophischen Probleme, mit denen die Gesellschaft durch das Darknet konfrontiert ist, kann dagegen von Anfang an dazu beitragen, für die Praxis relevante und nachhaltige Lösungen zu entwickeln. Gute interdisziplinäre Forschungsarbeit setzt dabei aus unserer Sicht eine exzellente disziplinäre Forschung voraus und liefert mehr als die bloße Zusammenstellung von Einzelergebnissen. In PANDA haben wir die genannten Disziplinen im Rahmen der

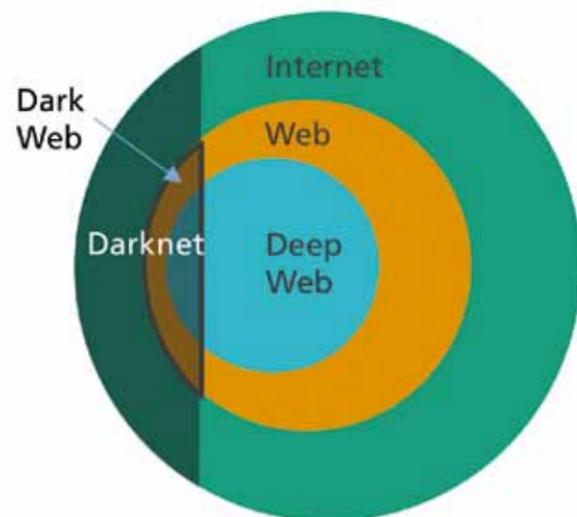


Bild: Das Darknet ist ein Teil des Internet, der nur mit spezieller Zugangssoftware zu erreichen ist.

großen Interdisziplinarität zusammengebracht und fünf Forschungsfragen identifiziert, die die disziplinäre und interdisziplinäre Zusammenarbeit anleiten. Jede der fünf Fragen wird disziplinär und – angesichts ihrer Komplexität – stets auch interdisziplinär bearbeitet:

1. Welche Chancen und Risiken birgt das Darknet? Welche Vorteile bietet die Möglichkeit zu anonymer und unzensurierter Kommunikation, und welche Risiken, beispielsweise durch Kriminalität, entstehen zugleich?
2. Wie lassen sich Teile des Darknet anhand ihrer potentiellen Gefahren klassifizieren? Erlaubt die Klassifikation Methoden, um Risiken zu mindern, ohne die Möglichkeit anonymer Kommunikation grundsätzlich in Frage zu stellen?
3. Wie groß ist die Einstiegshürde für illegale Aktivitäten, und welche potentiellen Auswirkungen hat die einfache Verfügbarkeit anonymer Kommunikations- und Handelsformen auf die Gesellschaft?
4. Wie lassen sich die Wechselwirkungen zwischen Darknet, der Offline-Welt und dem Clearnet beschreiben? Ist das Darknet eine virtuelle „Subkultur“ mit eigenen Regeln und sozialen Rollen, oder reflektiert es die Alltagskultur?
5. Wie und zu welchen Kosten kann sich die Gesellschaft vor dem Missbrauch des Darknet schützen?

In PANDA wollen wir im Rahmen der zivilen Sicherheitsforschung dazu beitragen, die Bekämpfung von Kriminalität im Darknet zu verbessern, ohne einseitig seine legitimen Verwendungsweisen oder gar anonyme Kommunikation insgesamt zu beeinträchtigen. Wir wollen die Spannung zwischen beiden Zielen so weit wie möglich aushalten und unsere Forschung auf Ansätze konzentrieren, die den Gebrauch des Darknet für kriminelle Aktivitäten erschweren, ohne dessen Funktion bei der Umgehung von Zensurmechanismen in repressiven Regimen oder der Gewährleistung anonymer und privater Kommunikation zu beschädigen.



Über PANDA

PANDA ist ein auf fünf Jahre angelegtes, BMBF-gefördertes Verbundprojekt in der zivilen Sicherheitsforschung. Das von der TU Darmstadt und dem Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie gemeinsam durchgeführte Projekt verbindet Informatik, Philosophie, Soziologie, Psychologie und Jura in einer interdisziplinären Arbeitsgruppe. PANDA leistet einen Beitrag zum interdisziplinären Verständnis der im Darknet entstandenen Infrastrukturen, sozialen Interaktionsformen und Machtstrukturen hinsichtlich der durch die Technik ermöglichten, verunmöglichten, erleichterten und erschwerten Handlungs-, Wissens- und Kommunikationsmöglichkeiten.

Wir erforschen das Darknet technik-, rechts- und sozialwissenschaftlich sowie philosophisch. Unser Ziel ist ein geschärftes Bild des Darknet, um politisch und wirtschaftlich motivierte, illegale Aktivitäten besser zu verstehen, gerade auch wenn diese im Clearnet, dem bekannten und leicht zugänglichen Bereich des Internet, beginnen, bevor sie im Darknet fortgeführt und konkretisiert werden. Hieraus werden rechtliche Rahmenbedingungen gewonnen und technische Instrumente abgeleitet, um Chancen und Risiken durch das Darknet besser einschätzen und beispielsweise auf besonders gesellschaftsgefährdende Strukturen und Aktivitäten im Darknet spezifisch, nötigenfalls auch präventiv, einwirken zu können, ohne den gesellschaftlichen Bedarf an anonymen Kommunikationsmöglichkeiten insgesamt gering zu schätzen.

Projektteam:

Dr. Marcel Schäfer
(Fraunhofer SIT, Projektleitung)

Dipl.-Inform. Kai Denker, M.A.
(FB 20, Teilbereich Philosophie)

Katharina Brandl, M.Sc.
(Fraunhofer SIT, Teilbereich Informatik)

Robert Landwirth, M.A.
(FB 20, Teilbereich Soziologie)

Mag. Alexandra Lux, Bakk.
(FB 20, Teilbereich Psychologie)

Kontaktinformationen:

PANDA – Parallelstrukturen,
Aktivitätsformen und Nutzerverhalten im Darknet
Fraunhofer SIT
Rheinstr. 75
64295 Darmstadt

<https://panda-projekt.de/>
marcel.schaefer@sit.fraunhofer.de
Tel: +49 6151 869 293

Fachbereiche der TU Darmstadt:

- FB 1 Rechts- und Wirtschaftswissenschaften
- FB 2 Gesellschafts- und Geschichtswissenschaften
- FB 3 Humanwissenschaften
- FB 4 Mathematik
- FB 5 Physik
- FB 7 Chemie
- FB 10 Biologie
- FB 11 Material- und Geowissenschaften
- FB 13 Bau- und Umweltingenieurwissenschaften
- FB 15 Architektur
- FB 16 Maschinenbau
- FB 18 Elektrotechnik und Informationstechnik
- FB 20 Informatik

Wir danken für freundliche Unterstützung:



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



CARLO & KARIN
GIERSCH
STIFTUNG



 **Sparkasse
Darmstadt**

Das Präsidium der
Technischen Universität Darmstadt
Karolinenplatz 5
64289 Darmstadt

STIFTUNG GIERSCH
Schaumainkai 81
60596 Frankfurt am Main

Technische Universität Darmstadt
Vereinigung von Freunden der
Technischen Universität zu Darmstadt e.V.
S3|20
Rundeturmstr. 10
64283 Darmstadt

Sparkasse Darmstadt
Rheinstr.10-12
64283 Darmstadt

Personenregister

| | | | |
|--------------------------|---------------|----------------------------|-------------------|
| Abel, Torsten | S. 25 | Dehnert, Elke | S. 71 |
| Abele, Eberhard | S. 57 | Denker, Kai | S. 81 |
| Albert, Barbara | S. 41, 49 | Deutschmann, Olaf | S. 69 |
| Alff, Lambert | S. 49 | Devi, Anjana | S. 11 |
| Altherr, Lena | S. 57 | di Mare, Francesca | S. 67 |
| Anderl, Reiner | S. 51, 57 | Domschke, Pia | S. 71 |
| Andrieu-Brunsen, Annette | S. 47, 63 | Dörr, Roland | S. 25 |
| Auernhammer, Günter | S. 63 | Dörsam, Edgar | S. 21, 63 |
| Auslender, Ariel | S. 42 | Donner, Wolfgang | S. 49 |
| Bahnemann, Detlef W. | S. 11 | Dreizler, Andreas | S. 41, 65, 67, 69 |
| Behrens, Malte | S. 11 | Drobek, Tanja | S. 41 |
| Bein, Thomas | S. 11 | Drossel, Barbara | S. 35, 45 |
| Beránek, Radim | S. 11 | Duffner, Andreas | S. 17 |
| Bertulat, Bianca | S. 29, 31 | Ebert, Volker | S. 67, 69 |
| Biesalski, Markus | S. 42, 47, 63 | Egger, Herbert | S. 71 |
| Binder, Andreas | S. 41 | Eichberger, Rainer | S. 11 |
| Bischof, Christian | S. 51, 63 | Elbert, Ralf | S. 27 |
| Bödeker, Dietrich | S. 73 | Erdel, Veysel | S. 75 |
| Böhm, Benjamin | S. 67, 69 | Elfner, Hannah | S. 73 |
| Borghini, Nicolas | S. 73 | Enders, Tina | S. 39 |
| Bothe, Dieter | S. 13, 63, 65 | Engels, Jens Ivo | S. 39 |
| Boukoros, Spyros | S. 37 | Ensinger, Wolfgang | S. 47, 49 |
| Bratkovskaya, Elena | S. 73 | Epple, Bernd | S. 41, 67 |
| Braun, Jens | S. 72, 73 | Ertl, Thomas | S. 65 |
| Braun, Johannes | S. 61 | Etzold, Bastian J.M. | S. 41 |
| Bredow, Thomas | S. 11 | Ewerton, Marco | S. 19 |
| Brendel, Jacqueline | S. 37 | Falcone, Manuel | S. 13 |
| Breuer, Stefan | S. 33 | Fattakhova-Rohlfing, Dina | S. 11 |
| Brunken, Marco | S. 55 | Fiechter, Sebastian | S. 11 |
| Buballa, Michael | S. 72, 73 | Finger, Friedhelm | S. 11 |
| Buntkowsky, Gerd | S. 47 | Firus, Andrei | S. 23 |
| Butt, Hans-Jürgen | S. 63 | Fischer, Anna | S. 11 |
| Buxmann, Peter | S. 37, 77 | Fischlin, Marc | S. 37 |
| Bykov, Viatcheslav | S. 69 | Frank, Sybille | S. 39 |
| Cardoso, Cristina | S. 31, 35 | Frohnappfel, Bettina | S. 69 |
| Coleman, Katrin | S. 27 | Frohns, Florian | S. 35 |
| Da Caro, Emilia | S. 29 | Frotscher, Leslie | S. 11 |
| Dau, Holger | S. 11 | Galatyuk, Tetyana | S. 72, 73 |
| Daubert, Jörg | S. 37 | Gallei, Markus | S. 47 |
| Daxenberger, Johannes | S. 15 | Gambaryan-Roisman, Tatiana | S. 63, 65, 69 |
| De Gersem, Herbert | S. 53 | Gjonaj, Erion | S. 65 |

| | | | |
|--------------------------|-------------------|---------------------|-----------|
| Göringer, H. Ulrich | S. 45 | Klimm, Max | S. 71 |
| Graubner, Carl-Alexander | S. 41 | Kloberdanz, Hermann | S. 57 |
| Greiner, Carsten | S. 73 | Kluckner, Genette | S. 73 |
| Griepentrog, Gerd | S. 41 | Klüner, Thorsten | S. 11 |
| Grimm, Veronika | S. 71 | Kneer, Reinhold | S. 67 |
| Groche, Peter | S. 49, 57 | Knodt, Michèle | S. 39 |
| Groher, Florian | S. 21 | Koch, Thomas | S. 69 |
| Gugat, Martin | S. 71 | Köderitz, Barbara | S. 79 |
| Gurevych, Iryna | S. 15, 39 | König, Markus | S. 29 |
| Gutfleisch, Oliver | S. 41, 49 | Köppl, Heinz | S. 45 |
| Hähnle, Reiner | S. 45, 51 | Kohler, Michael | S. 57 |
| Hättig, Christof | S. 67 | Kollegger, Gerrit | S. 19 |
| Hahn, Horst | S. 41 | Kolmar, Harald | S. 45 |
| Hamacher, Kay | S. 35, 45, 47 | Kramm, Ulrike | S. 41 |
| Hanson, Jutta | S. 41 | Kronenburg, Andreas | S. 65 |
| Hante, Falk | S. 71 | Kronz, Wiebke | S. 37 |
| Hård, Mikael | S. 39 | Kubach, Heiko | S. 69 |
| Hardt, Steffen | S. 45, 63 | Kuhn, Christoph | S. 41 |
| Henrion, René | S. 71 | Kurz, Philipp | S. 11 |
| Herce, Henry D. | S. 31 | Lamanna, Grazia | S. 65 |
| Hillenbrand, Dennis | S. 13 | Lambie, Benjamin | S. 63 |
| Hinrichsen, Volker | S. 41, 65 | Lamla, Jörn | S. 37 |
| Hintermüller, Michael | S. 71 | Landwirth, Robert | S. 81 |
| Hinz, Oliver | S. 37 | Lang, Jens | S. 41, 71 |
| Hönes, Joachim | S. 75 | Lange, Alexander | S. 17 |
| Hollick, Matthias | S. 37 | Lantelme, Gudrun | S. 77 |
| Hutter, Dieter | S. 9 | Laubach, Anne | S. 37 |
| Jäger, Jeannine | S. 21 | Laube, Bodo | S. 35, 47 |
| Jaegermann, Wolfram | S. 11, 41 | Lerch, Martin | S. 11 |
| Jakirlic, Suad | S. 69 | Leugering, Günter | S. 71 |
| Jakob, Burkhard | S. 35 | Liers, Frauke | S. 71 |
| Jakoby, Rolf | S. 31 | Löbrich, Markus | S. 35, 51 |
| Janicka, Johannes | S. 41, 65, 67, 69 | Löwer, Alexander | S. 35 |
| Jooß, Christian | S. 11 | Ludwig, Alfred | S. 11 |
| Joppien, Anett-Maud | S. 41 | Luttropp, Fabian | S. 43 |
| Kabisch, Johannes | S. 45 | Lux, Alexandra | S. 81 |
| Kaczmarek, Olaf | S. 73 | Maas, Ulrich | S. 69 |
| Kaiser, Berd | S. 11 | Maaß, Max Jakob | S. 37 |
| Kajdas, Bartosz | S. 77 | Magagnato, Franco | S. 69 |
| Katzenbeisser, Stefan | S. 37 | Mantel, Heiko | S. 9, 51 |
| Kleebe, Hans-Joachim | S. 41, 49 | Marschall, Holger | S. 13, 63 |

Personenregister

| | | | |
|----------------------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Marschall, Roland | S. 11 | Rapp, Bastian | S. 75 |
| Martin, Alexander | S. 71 | Remmert, Sabine | S. 77 |
| Martin, Anne | S. 29 | Reuter, Christian | S. 79 |
| Mathur, Sanjay | S. 11 | Rezzolla, Luciano | S. 73 |
| Meckel, Tobias | S. 33, 35 | Richter, Markus | S. 67 |
| Mehrmann, Volker | S. 71 | Riebe, Thea | S. 79 |
| Meinke, Matthias | S. 67 | Rischke, Dirk H. | S. 72, 73 |
| Melz, Tobias | S. 57 | Rödel, Franz | S. 35 |
| Mezini, Mira | S. 51 | Rohde, Christian | S. 65 |
| Mikosch-Wersching, Melanie | S. 47 | Roisman, Ilia | S. 63, 65, 69 |
| Miller-Suermann, Annette | S. 77 | Roßnagel, Alexander | S. 37 |
| Minderjahn, Melanie | S. 77 | Roth, Markus | S. 25, 41 |
| Monstadt, Jochen | S. 27, 39 | Roth, Norbert | S. 65 |
| Moore, Guy D. | S. 72, 73 | Rudolph-Cleff, Annette | S. 39 |
| Mühlhäuser, Max | S. 37, 59 | Rüppel, Uwe | S. 39 |
| Müller, Clemens | S. 49 | Sadiki, Amsini | S. 65, 67, 69 |
| Müller, Günter | S. 9 | Sass, Ingo | S. 41 |
| Müller-Plathe, Florian | S. 65 | Sayadi, Taraneh | S. 67 |
| Muhler, Martin | S. 11, 67 | Schabel, Samuel | S. 42, 43 |
| Munz, Claus-Dieter | S. 65 | Schäfer, Rolf | S. 11 |
| Nipkow, Tobias | S. 9 | Schäfer, Marcel | S. 81 |
| Nordmann, Alfred | S. 39, 45, 79 | Schaffner-Bielich, Jürgen | S. 73 |
| Nuber, Ulrike A. | S. 35 | Scharnagl, Esther | S. 77 |
| Oberlack, Martin | S. 63 | Schaumann, Gabriel | S. 25 |
| Oechsner, Matthias | S. 29, 41 | Schebek, Liselotte | S. 41 |
| Oetting, Andreas | S. 39 | Schedel-Niedrig, Thomas | S. 11 |
| Olzmann, Matthias | S. 69 | Schenk, Gerrit Jasper | S. 39 |
| Oschwald, Michael | S. 65 | Scherer, Viktor | S. 67 |
| Pelz, Peter | S. 41, 57 | Scheu, Christina | S. 11 |
| Pentcheva, Rossitza | S. 11 | Schewe, Lars | S. 71 |
| Peschke, Anne | S. 31 | Schiemann, Martin | S. 67 |
| Pesci, Chiara | S. 13 | Schlaak, Helmut F. | S. 25, 33, 47 |
| Peters, Jan | S. 19 | Schmid, Rochus | S. 67 |
| Pfeifer, Felicitas | S. 45 | Schmidt, Boris | S. 35 |
| Pfetsch, Marc | S. 57, 71 | Schmidt, Christian | S. 73 |
| Philipsen, Owe | S. 73 | Schmidt, Martin | S. 27 |
| Pietralla, Norbert | S. 53, 55 | Schmidt, Martin | S. 71 |
| Pitsch, Heinz | S. 67 | Schmidt, Sönke | S. 31 |
| Platz, Roland | S. 57 | Schmitt, Ljubomira | S. 33 |
| Pradel, Michael | S. 51 | Schmitz, Katja | S. 75 |
| Rapp, Alexander | S. 35 | Schmuki, Patrik | S. 11 |

| | | | |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| Schneider, Jens | S. 23, 41 | Trautmann, Christina | S. 47 |
| Schöps, Sebastian | S. 65 | Tropea, Cameron | S. 63, 65, 69 |
| Scholz, Michael | S. 35 | Tuncer, Zeynep | S. 59 |
| Schröder, Wolfgang | S. 67 | Uhlmann, Markus | S. 37 |
| Schürmann, Tim | S. 37 | Ulbrich, Stefan | S. 41, 57, 63, 71 |
| Schürr, Andy | S. 51 | Unger, Wolfgang | S. 73 |
| Schüßler, Martin | S. 31 | van der Vegt, Nico | S. 47, 63 |
| Schuhmann, Wolfgang | S. 11 | Vogel, Michael | S. 47 |
| Schulte, Kathrin | S. 65 | Vogt, Joachim | S. 37 |
| Schultz, Rüdiger | S. 71 | von Smekal, Lorenz | S. 73 |
| Schwartz, Alexandra | S. 71 | Vrabec, Jadran | S. 65 |
| Schwarz, Dominik J. | S. 73 | Wagner, Marc | S. 73 |
| Schwenk, Achim | S. 53, 55 | Wagner, Steven | S. 67, 69 |
| Seeger, Carina | S. 55 | Waidner, Michael | S. 37 |
| Seyfarth, André | S. 23 | Wainakh, Aidmar | S. 37 |
| Shrishak, Kris | S. 37 | Wambach, Jochen | S. 72, 73 |
| Skutella, Martin | S. 71 | Wark, Michael | S. 11 |
| Snelting, Gregor | S. 9 | Weber, Christian | S. 75 |
| Span, Roland | S. 67 | Weidenkaff, Anke | S. 11 |
| Spiehl, Dieter | S. 21 | Weigand, Bernhard | S. 65 |
| Stab, Christian | S. 15 | Weiland, Thomas | S. 65 |
| Stamm, Jacqueline | S. 21 | Weiler, Michael | S. 37 |
| Stark, Robert | S. 63 | Weiner, Andre | S. 13 |
| Stein, Viktor | S. 47 | Wendt, Janine | S. 57 |
| Steinke, Florian | S. 41 | Werner, Volker | S. 53 |
| Steinmetz, Ralf | S. 41, 59 | Wessels, Nora | S. 37 |
| Stephan, Peter | S. 41, 63, 65, 69 | Wiemeyer, Josef | S. 19 |
| Stingl, Michael | S. 71 | Winterer, Markus | S. 11 |
| Strasser, Peter | S. 11 | Winterstein, Felix | S. 17 |
| Ströhle, Jochen | S. 67 | Winterstein, Thomas | S. 25 |
| Suardi, Andrea | S. 17 | Wolf, Felix | S. 51 |
| Süß, Beatrix | S. 21, 45 | Xu, Bai-Xiang | S. 49 |
| Suntz, Rainer | S. 69 | Zhang, Hongbin | S. 49 |
| Tauchert, Christoph | S. 77 | Zöttl, Gregor | S. 71 |
| Teschner, Detre | S. 11 | | |
| Tesmer, Henning | S. 31 | | |
| Thiel, Gerhard | S. 47 | | |
| Thiele, Christina | S. 63 | | |
| Tietze, Alesia | S. 47 | | |
| Tischendorf, Caren | S. 71 | | |
| Toimil-Molares, Maria Eugenia | S. 11 | | |

Impressum

Herausgeber: Forum interdisziplinäre Forschung der TU Darmstadt (FiF)
Magdalenenstraße 23, 64289 Darmstadt
Telefon: +49 (0)6151 16-22130
Fax: +49 (0)6151 16-22133
E-Mail: fif@fif.tu-darmstadt.de
www.fif.tu-darmstadt.de

Redaktion: Dr. Andreas Großmann, Dipl.-Soz. Heike Krebs und Mariam Serob-Sarkis
Layout: Dipl.-Designerin Linda Theisinger-Reinartz
Lektorat: Robin Dietz und Dr. Andreas Großmann

Druck und Bindung: typographyics GmbH, Darmstadt
November 2018
Auflage: 700 Exemplare
Printed in Germany

Für die Inhalte und Abbildungen sind die aufgeführten Projektteams verantwortlich.

Bildnachweise:

Titelbild und Seite 7: „Windkamm“ Eduardo Chillida, © Annamartha, www.pixelio.de

Vorwort: „10 Jahre FiF“ © Yann Kämpf (FiF)