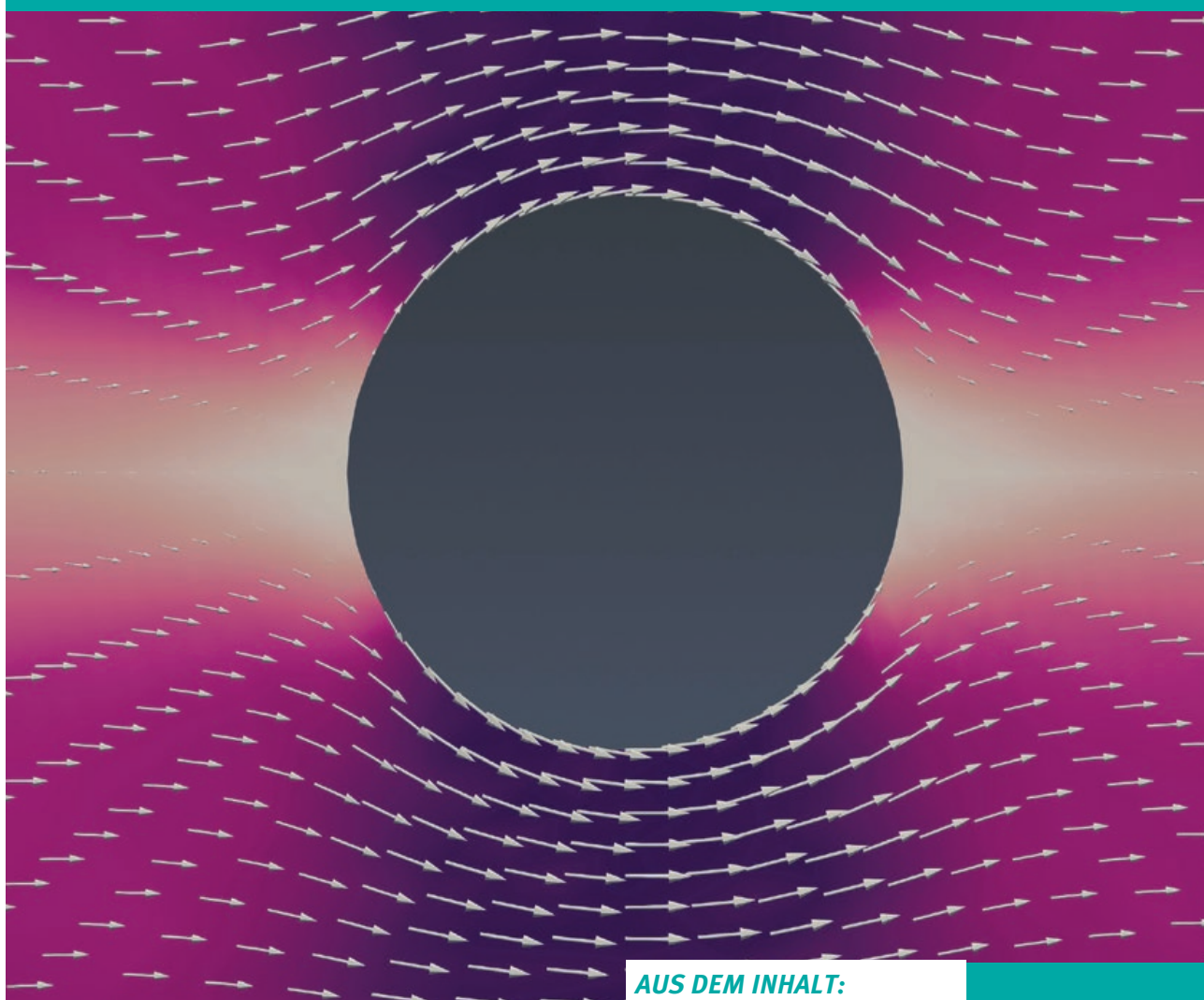


GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK



AUS DEM INHALT:

HERAUSGEBER
IM AUFTRAG DES VORSTANDES DER GAMM E.V.:
PROF. DR. AXEL KLOWONN
UNIVERSITÄT ZU KÖLN
PROF. DR.-ING. DANIEL BALZANI
RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

ROBERT SPECK, JAN PHILIPP THIELE & JENS SAAK:
FORSCHUNGSSOFTWARE -
CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN

ANDREAS RICOEUR:
SMART FERROIC MATERIALS: A CHALLENGING
CLASS OF MULTIPHYSICALLY COUPLED
MULTISCALE PROBLEMS

JUNGE WISSENSCHAFTLER:
TOBIAS KAISER
AARON BRUNK

1/2026

Herausgeber:

Prof. Dr. Axel Klawonn
Universität zu Köln
Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani
Ruhr-Universität Bochum

Schriftleitung:

Prof. Dr. Axel Klawonn
Universität zu Köln
Department Mathematik/Informatik
Weyertal 86-90
50931 Köln
Tel.: +49 (0)221 / 470-7868
E-Mail: axel.klawonn@uni-koeln.de

Anzeigenverwaltung

GAMM-Geschäftsstelle
c/o Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Kaliske
Institut für Statik und Dynamik der
Tragwerke
Fakultät Bauingenieurwesen
Technische Universität Dresden
01062 Dresden
Tel.: +49 (0)351 / 463-33448
E-Mail: info@gamm.org

Gestaltung:

Peter Liffers
unternehmenskommunikation
Dortmund
www.liffers.de

Druck:

Bauer & Frischluft Werbung GmbH
Gutenbergstr. 3
84069 Schierling
Tel.: +49 9451 943024
Fax.: +49 9451 1837
E-Mail: sr@bauer-frischluft-werbung.de
www.bauer-frischluft-werbung.de

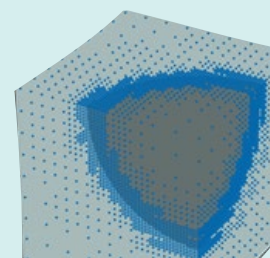
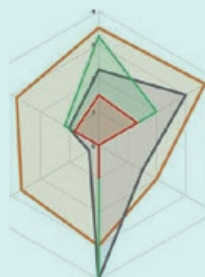
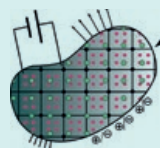
Cover:

Remanent polarization in a ferroelectric
disk (Andreas Ricoeur)

ISSN 2196-3789



- | | | | |
|-----------|---|-----------|---|
| 4 | Forschungssoftware - Chancen und Herausforderungen
Robert Speck, Jan Philipp Thiele & Jens Saak | 40 | Analysis von Mikrostrukturen |
| 12 | Smart ferroic materials: a challenging class of multiphysically coupled multiscale problems
Andreas Ricoeur | 41 | Moderne Lehre und Didaktik |
| 23 | Steckbrief
Tobias Kaiser | 41 | Modellierung, Analysis und Simulation molekularer Systeme |
| 25 | Steckbrief
Aaron Brunk | 42 | Phasenfeldmodellierung |
| 28 | GAMM Juniors Fall Meeting 2025
Miguel Angel Moreno-Mateos | 42 | Computational and Mathematical Methods in Data Science |
| 31 | SAMM 2025
Martha Kalina | 43 | Inverse Probleme |
| 32 | Mini-Workshops in Oberwolfach | 44 | Angewandte und Numerische Lineare Algebra (ANLA) |
| 32 | Stiftung Mathematik und Umwelt – 1. Workshop 2026 in Hannover | 44 | Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen |
| 33 | Wissenschaftliche Veranstaltungen | 45 | Computational Biomechanics |
| 34 | GAMM-Mitgliederversammlung (auch) auf Englisch?
Karsten Urban | 46 | Uncertainty Quantification (UQ) |
| 35 | Ausschreibung: Richard-von-Mises-Preis 2025 | 47 | Experimentelle Festkörpermechanik |
| | Berichte aus den Fachausschüssen: | 47 | Data-driven modeling and numerical simulation of microstructured materials (AG Data) |
| 36 | Angewandte Operatortheorie | 48 | Numerische Analysis |
| 37 | Analysis partieller Differentialgleichungen und Variationsrechnung | 49 | Research Software Engineering & Research Data Management (RSE&RDM) |
| 38 | Mathematische Signal- und Bildverarbeitung (MSIP) | 50 | Vorstand der GAMM |
| 39 | Dynamik und Regelungstheorie | 51 | Ehrenmitglieder der GAMM |



LIEBE LESERIN, LIEBER LESER, LIEBE GAMM-MITGLIEDER,



Software hat in Forschungsprojekten der Angewandten Mathematik und der Mechanik schon seit langer Zeit eine wichtige Rolle gespielt. Insbesondere in der Numerischen Mathematik, dem Wissenschaftlichen Rechnen und der Numerischen Mechanik mussten dazu schon immer eigene Codes entwickelt werden, um neue Algorithmen und Lösungsansätze zu testen. Die Komplexität der Software hat dabei immer mehr zugenommen, so dass eine systematische Entwicklung von Forschungssoftware immer wichtiger wurde. Im ersten Leitartikel dieser Ausgabe widmen sich Robert Speck, Jan Philipp Thiele und Jens Saak dem Thema Forschungssoftware. Ausgehend von verschiedenen Definitionen beschreiben Sie die Entwicklung des Feldes und geben Einblicke in aktuelle Entwicklungen und Aspekte. Im zweiten Leitartikel zeigt Andreas Ricoeur die hohe Komplexität der Modellierung ferroelektrischer, ferromagnetischer und multiferroischer Materialien auf. Diese Materialien versprechen neuartige Funktionsmöglichkeiten aktueller smarter Systemtechnologie. Da hier nicht nur gekoppelte Multiphysikprobleme numerisch zu lösen sind, sondern auch Effekte auf unterschiedlichen Skalen zu beschreiben sind, ergeben sich besondere Herausforderungen, für die verschiedene Lösungsansätze beispielhaft vorgestellt werden.



In der vorliegenden Ausgabe stellen sich in der Rubrik Junge Wissenschaftler aus der Mechanik Tobias Kaiser (TU Dortmund) und aus der Mathematik Aaron Brunk (Universität Mainz) vor.

Vom Herbsttreffen der GAMM Juniors an der Universität Erlangen-Nürnberg berichtet Miguel Angel Moreno-Mateos. Zum Thema Model Order Reduction (MOR) organisierten die GAMM Juniors 2025 eine Summer School (SMM 2025) in Dresden; Martha Kalina berichtet hierüber in dieser Ausgabe.

Auf S. 32 finden Sie zwei Beiträge zum Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach. Zum einen gibt es die Möglichkeit, Anträge für Mini-Workshops einzureichen, zum anderen wird auf das Programm der Oberwolfach Research Fellows und der Oberwolfach Leibniz Fellows hingewiesen. Des Weiteren finden Sie auf dieser Seite einen Beitrag zum 1. Workshop der Stiftung Mathematik und Umwelt, der im Juni 2026 an der Universität Hannover stattfindet.

Soll die Mitgliederversammlung der GAMM auf Englisch abgehalten werden? Hierzu gibt es einen Beitrag des amtierenden Vize-Präsidenten der GAMM, Karsten Urban, auf S. 34.

Die Ausschreibung des diesjährigen Richard-von-Mises-Preises finden Sie auf S. 35. Der Stichtag für die Einreichung der Unterlagen ist der 30. September 2026.

In der vorliegenden Ausgabe des Rundbriefes berichten 18 aktive Fachausschüsse über ihre Aktivitäten im Jahr 2025.

Wir bedanken uns herzlich bei den Autorinnen und Autoren für Ihre Beiträge. Für weitere Anregungen zur Gestaltung des GAMM-Rundbriefes und die Einsendung von Beiträgen schicken Sie bitte eine E-Mail an axel.klawonn@uni-koeln.de (Mathematik) oder daniel.balzani@rub.de (Mechanik).

Bei der Lektüre der vorliegenden Ausgabe des Rundbriefes wünschen wir Ihnen viel Freude.

Köln und Bochum im Januar 2026

Axel Klawonn und Daniel Balzani

FORSCHUNGS SOFTWARE – CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN

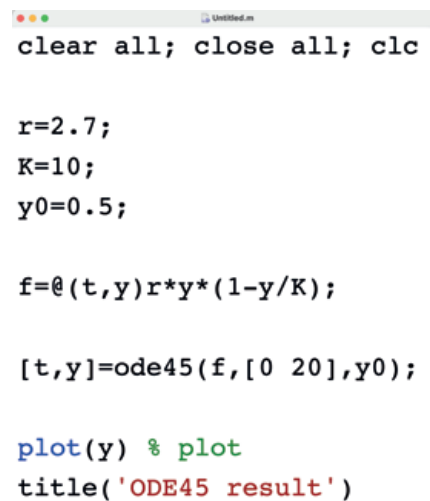
VON ROBERT SPECK, JAN PHILIPP THIELE & JENS SAAK

Schnell durchrechnen, ob wir die gewünschte Konvergenz sehen? Kurz den Verlauf der Funktion anschauen? Passt das, was wir gerade aufs Papier gebracht haben? Mit modernen, mathematisch orientierten Programmiersprachen ist so etwas schnell erledigt. Der zugehörige Code sieht dann oft so aus, wie im Abb. 1 gezeigt. Was aber, wenn man damit weiterarbeiten will? Oder in ein paar Wochen nochmals auf den Code schauen muss? Vielleicht wird die Erkenntnis aus diesem Schnipsel gar die Basis für eine Veröffentlichung? Ganz schnell entsteht selbst aus wenigen Zeilen Code die Basis für tiefergehende wissenschaftliche Untersuchungen.

Spätestens dann müssen diese Zeilen Code belastbar sein: wir brauchen eine geeignete Dokumentation, um anderen aber auch unserem „Future Self“ deutlich zu machen, was genau hier passiert. Wir brauchen Tests, um sicherzustellen, dass der Code wirklich das tut, was wir erwarten. Eine Lizenz, um den Code zur Verfügung zu stellen, und verbreitete Standards bei der Behandlung von Daten und beim Zusammenspiel mit anderer Software. All dies wird dann wichtig, wenn aus der kurzen Analyse einer mathematischen Fragestellung mehr wird, geplant oder ungeplant.

Für einen großen Teil der Forschung, insbesondere natürlich im Bereich der computergestützten Mathematik und der Mechanik, spielt Forschungssoftware mittlerweile eine kaum zu überschätzende Rolle. Dies ist jedoch nicht nur in diesen Bereichen und nicht nur in Deutschland der Fall. Zwei Umfragen aus den Jahren 2014 und 2017 belegen die Bedeutung von Forschungssoftware für die Wissenschaft: In Großbritannien [1] bestätigten 92 Prozent der teilnehmenden Forschenden, dass sie Forschungssoftware verwenden, und 69 Prozent gaben an, dass diese für ihre Forschung von grundlegender Bedeutung ist. Die Umfrage aus den USA [2] ergab, dass sogar 95 Prozent der Teilnehmenden Forschungssoftware nutzen, und für 66 Prozent der Befragten war sie für ihre Forschung von grundlegender Bedeutung.

Software ist für die Forschung also von entscheidender Bedeutung. Ihre Entwicklung sollte daher als Pfeiler der Wissenschaft und insbesondere als eigenständige Forschungsleistung betrachtet werden. So ist die Anerken-



```
clear all; close all; clc

r=2.7;
K=10;
y0=0.5;

f=@(t,y)r*y*(1-y/K);

[t,y]=ode45(f,[0 20],y0);

plot(y) % plot
title('ODE45 result')
```

Abb. 1: Klar soweit?

nung von Forschungssoftware und der Arbeit an dieser von zentraler Bedeutung – eine Einsicht, die sich im Motto „Better Software, Better Research“ widerspiegelt.

Definitionen

Was aber ist eigentlich Forschungssoftware? Aus der UK Research Software Survey 2014 [3] kommt die folgende Definition: „Research software can be anything from a few lines of code written by yourself, to a professionally developed software package.“. In [4] wurde dies präzisiert durch eine inklusive und eine exklusive Definition: während erstere im Wesentlichen alle Software als Forschungssoftware interpretiert, die im Rahmen des Forschungsprozesses auf die eine oder andere Weise relevant ist, stellt die exklusive, strikte Definition die Forschungsintention in den Vordergrund. Dieser Definition folgend ist nur solche Software als Forschungssoftware zu sehen, die mit der Intention entwickelt wurde, Teil des Forschungsprozesses zu sein, möglicherweise spezialisiertes Domänenwissen erfordert und selbst einen Beitrag zu Wissenschaft und Forschung leistet. Zudem fällt unter diese Definition auch Software, die selbst Gegenstand von Forschung ist. Micro-



Abb. 2: Weltkarte der 2025 bestehenden (inter-)nationalen RSE-Initiativen

soft Excel, auch wenn es immer noch gerne und oft für das Sammeln und Visualisieren von Daten genutzt wird, ist somit keine Forschungssoftware. Python selbst ist ebenfalls keine Forschungssoftware, ebenso wenig wie ein Betriebssystem (sofern diese nicht Ziel von Forschung selbst sind) obwohl beide oft im Forschungsprozess eine wesentliche Rolle spielen. Diese Diskussion zeigt aber auch, dass die Einordnung und Kategorisierung von Forschungssoftware [5] stark vom Betrachtenden abhängt. Aufgrund dieser notwendigen Abgrenzung folgen wir hier der exklusiven, strikten Definition von Forschungssoftware.

Auch abseits solcher Definitionen gibt es wesentliche Unterschiede zwischen allgemeiner Software und Forschungssoftware. Ganz prägnant: Wir wissen meist nicht, was das Resultat unserer Forschungssoftware sein wird, denn um dies herauszufinden, schreiben wir ja gerade diese Software [6]. Wir kennen nicht die Kräfte, die auf einen Knochen unter Last wirken. Wir kennen nicht die Rate, mit der geladene Teilchen die Wand eines Reaktors malträtieren. Wir wissen nicht, wie die Lösung unseres Newton-Verfahrens aussieht. Dies ist bei klassischer, industrieller Software im Allgemeinen anders: hier ist das zu erwartende Endergebnis klarer definiert und meistens auch testbar.

Weniger prägnant, aber mindestens genauso wichtig: industriell eingesetzte Software wird primär von professionellen Software Engineers geschrieben, erweitert und gewartet. Forschungssoftware, auf der anderen Seite, wird in den meisten Fällen von Domänenwissenschaftler:innen geschrieben, die üblicherweise keine Ausbildung auf dem Gebiet der Softwareentwicklung haben. Hierbei ist das Spektrum groß: von der Wissenschaftlerin mit starker Affinität zur Softwareentwicklung bis hin zum Wissenschaftler ohne tiefere Vorkenntnisse. Sie alle schreiben Forschungssoftware, sie alle verlassen sich auf die Ergebnisse. Die erste Gruppe wird hierbei oft Research Software Engineers (RSEs) genannt, die zweite eher "Scientists who code", um die Prä-

ferenzen deutlicher zu machen. Diese Unterscheidung und insbesondere die Abgrenzung zum Software Engineer aus der Informatik ist ganz wesentlich in der Kommunikation, in der Art und Weise, wie Unterstützung angeboten und angenommen wird und schließlich in der Schaffung einer Community rund um das Thema Forschungssoftware und Forschungssoftwareentwicklung.

Gemeinsames

Der Begriff *Research Software Engineering* (ebenfalls RSE oder auch neuerdings RSEng abgekürzt, der Kontext lässt jedoch meist keine Verwirrung entstehen) entstand Anfang der 2010er Jahre im Kontext der zunehmenden Bedeutung von Software für die wissenschaftliche Forschung. Während Software in vielen Disziplinen schon lange eine zentrale Rolle spielte, wurde erst allmählich deutlich, dass es für deren Entwicklung und nachhaltige Pflege spezifische Kompetenzen benötigt, die weder vollständig in der klassischen Informatik noch in der reinen Forschung verortet sind.

Im März 2012 traf sich eine kleine Gruppe zu einem vom Software Sustainability Institute (SSI)¹ ausgerichteten „Collaborations Workshop“ am Queen’s College Oxford. Dort wurde der Begriff „Research Software Engineer“ als Berufsbezeichnung und „Research Software Engineering“ für die Praxis der in diesem Bereich Tätigen geprägt. Ziel war es, über den Mangel an Karrieremöglichkeiten für Softwareentwickler:innen in der Wissenschaft zu diskutieren und dem Berufsbild mehr Anerkennung zu verschaffen.

Am ersten RSE-Workshop an der Universität Oxford 2013 nahmen gerade einmal 56 Personen teil. Nach diesem Workshop wurde die UK RSE Association gegründet, wobei das SSI die noch junge Gemeinschaft vertrat. Im Jahr 2016 veranstaltete das SSI die erste RSE-Konferenz und 2017

¹ <https://www.software.ac.uk/>

das erste internationale Treffen der RSE-Führungskräfte in Großbritannien. Im Jahr 2019 entstand zudem die gemeinnützige Gesellschaft „The Society of Research Software Engineering“ (SocRSE)², um dem Berufsstand und der Gemeinschaft eine Organisation als Impulsgeber für die notwendigen Veränderungen zur Seite zu stellen.

All diese Aktivitäten inspirierten die Gründung weiterer nationaler RSE-Verbände in den USA und in Deutschland, denen bald weitere Gruppen in Skandinavien, Australien und Neuseeland folgten, siehe Abb. 2. Auch im eScience Center³ in den Niederlanden ist die Unterstützung von Forschungssoftware ein wesentliches Ziel, hier sogar auf nationaler Ebene. In Deutschland formierte sich 2018 die nationale Gruppe „de-RSE e.V.“⁴. Ihre Ziele sind vielfältig, die Mitgliedschaft steht allen Interessierten offen. de-RSE veranstaltet jährlich eine Konferenz und bietet im Online-Community-Bereich Möglichkeiten zur Vernetzung und zum Austausch.

Neben diesen nationalen oder zumindest überregionalen Initiativen gibt es zudem eine Vielzahl an domänenspezifischen Gruppen, die sich für Forschungssoftware in ihrem jeweiligen Gebiet einsetzen. Vorreiterin in Deutschland ist hier die Fachgruppe RSE der Gesellschaft für Informatik, die sich mit RSE aus der Sicht der Informatik beschäftigt. Hier geht es insbesondere um die Frage der Informatik-Forschung auf dem Gebiet von RSE [7], also der Forschung über Forschungssoftware, über Methoden der Entwicklung von Forschungssoftware, aber auch über geeignete Lehr- und Weiterbildungsangebote. Hier arbeitet die Fachgruppe eng mit der de-RSE zusammen, die jeweiligen Arbeitsgruppen sind oft gemischt besetzt. Es sei jedoch nicht verschwiegen, dass die Sicht auf Forschungssoftware zwischen der Informatik und anderen Disziplinen derzeit eher auseinander geht, wie oben bereits angedeutet.

Auch in der GAMM gibt es seit kurzem eine Gruppe, die sich um das Thema RSE, hier zusammen mit dem Thema Forschungsdatenmanagement, kümmert. Die Entwicklung von Forschungssoftware und der Umgang mit Forschungsdaten sind seit Jahrzehnten für viele Bereiche innerhalb der GAMM von entscheidender Bedeutung und reichen von Simulationsskripten und Daten zur Begleitung von Publikationen bis hin zu umfangreichen Softwarebibliotheken und Petabytes an Daten für spezifische Anwendungsbereiche. Der GAMM Fachausschuss für Forschungssoftwareentwicklung und Forschungsdatenmanagement in Mathematik und Mechanik (oder kurz GAMM FA RSE&RDM)⁵ will hier Impulse aus der Perspektive der computergestützten Wissenschaften geben, Synergien im wissenschaftlichen Austausch zwischen den Fachausschüssen fördern und GAMM-spezifische Infrastrukturforderungen und Handlungsfelder identifizieren.

² <https://society-rse.org/>

³ <https://www.esciencecenter.nl>

⁴ <https://de-rse.org>

⁵ <https://gamm-ag-rse-rdm.github.io/>

Zudem gibt es weitere Interessenvertretungen in verschiedenen Einrichtungen oder als Teil größerer Initiativen, wie zum Beispiel nfdi.software innerhalb der Base4NFDI oder das Joint Lab HiRSE⁶ in der Helmholtz-Gemeinschaft.

Besonders hervorzuheben sind außerdem die bereits existierenden institutionellen RSE-Gruppen, beispielsweise an der SUB Göttingen⁷, der TU Braunschweig⁸ [8], der Universität Jena⁹, dem Forschungszentrum Jülich¹⁰ oder der Universität Heidelberg¹¹ [9], um nur diejenigen mit direktem GAMM Bezug zu nennen. Sie zeigen jeweils, wie Forschungssoftware und Forschungssoftwareentwicklung an einzelnen Einrichtungen erfolgreich verankert werden konnten. Sowohl die Entstehungsgeschichte als auch die Ausrichtung dieser Gruppen sind sehr unterschiedlich, was unter anderem die Anfertigung eines Positionspapiers des de-RSE e.V. zu institutionellen RSE-Gruppen [10] motiviert hat. Gerade mit Blick auf die Handreichung der DFG zum „Umgang mit Forschungssoftware im Förderhandeln der DFG“ [11] und der GI- und DE-RSE Muster-Leitlinie zur effizienten Entwicklung von Forschungssoftware [12] gewinnt die Etablierung solcher Gruppen an Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen immer mehr an Bedeutung, sowohl lokal als auch national.

Praxis

Die Entwicklung und die Pflege von Forschungssoftware wird häufig unter dem Begriff des Research Software Engineerings zusammengefasst. Hierbei werden klassische Prinzipien aus der Softwaretechnik (Software Engineering) auf wissenschaftliche Software angewandt. Was genau Research Software Engineering umfasst, ist jedoch nicht klar definiert und kann zwischen Domänen, Gruppierungen und Kontext variieren.

Für diesen Artikel nutzen wir die FAIR-Prinzipien in ihrer Ausprägung für Forschungssoftware (FAIR4RS). FAIR steht für Findable, Accessible, Interoperable, Reusable und kommt eigentlich aus dem Bereich des Forschungsdatenmanagements [13]. Dort beschreiben diese Prinzipien den Idealzustand von offenen Forschungsdaten: die Daten inklusive der Metadaten sollen für Mensch und Maschine auffindbar, zugänglich, interoperabel mit etablierten Standards und nachnutzbar sein.

Hierbei wird deutlich, dass Forschungssoftware und Forschungsdaten unterschiedliche Elemente des Forschungsprozesses sind: Forschungssoftware kann Forschungsdaten erzeugen, etwa in Form von Simulationsausgaben, oder sie dient dazu, bestehende Daten zu verarbeiten, zu analysieren und interpretierbar zu machen. Forschungs-

⁶ <https://www.helmholtz-hirse.de/>

⁷ <https://www.sub.uni-goettingen.de/digitale-bibliothek/service-research-software-engineering/>

⁸ <https://www.tu-braunschweig.de/struktur/praesidium/vp-dn/digital-science-support-lab>

⁹ <https://www.zedif.uni-jena.de/>

¹⁰ <https://www.fz-juelich.de/rse>

¹¹ <https://www.ssc.uni-heidelberg.de/>

daten können prinzipiell auch unabhängig von Software existieren, etwa in Form handschriftlicher Messprotokolle, doch in der heutigen Forschungspraxis ist der Einsatz spezialisierter Software nahezu unverzichtbar, um Daten in strukturierter und nachnutzbarer Form zu erzeugen und zu nutzen. In der wissenschaftlichen Diskussion werden Forschungsdaten und Forschungssoftware daher als eigenständige, gleichwertige Forschungsergebnisse wahrgenommen.

In [14] wurde daher der FAIR-Gedanke auf Forschungssoftware angewandt und konkretisiert. Wir können diesen Ansatz nutzen und daraus Techniken ableiten, die im Bereich des RSE wichtig sind, um diesen Idealzustand für Forschungssoftware und die zugehörigen Metadaten zu erreichen.

Hierzu betrachten wir die folgenden fünf Bereiche:

■ Dokumentation

Eine zentrale Voraussetzung für die Nachnutzbarkeit und Verständlichkeit von Forschungssoftware ist eine konsistente und zugängliche Dokumentation. Sie sollte beschreiben, welche Funktionen die Software bereitstellt, wie sie installiert und genutzt werden kann, und unter welcher Lizenz sie verbreitet wird. Eine gute Dokumentation erleichtert nicht nur die Nutzung durch Dritte, sondern unterstützt auch die langfristige Wartung durch die ursprünglichen Entwickler:innen selbst. Dabei empfiehlt es sich, etablierte Werkzeuge und Konventionen einzusetzen, um eine einheitliche Struktur und Lesbarkeit zu gewährleisten. Damit unterstützt der Bereich Dokumentation die Punkte Interoperabilität und Nachnutzbarkeit im Sinne der FAIR4RS-Prinzipien.

■ Community

Die Einbindung einer aktiven Nutzungs- und Entwicklungsgemeinschaft trägt wesentlich zur Nachhaltigkeit von Forschungssoftware bei. Transparente Kommunikationskanäle – etwa Issue-Tracker, Beitragsrichtlinien oder Mailinglisten – schaffen Möglichkeiten für Rückmeldungen, Beiträge und gemeinsames Weiterentwickeln. Offene Beteiligungsstrukturen erhöhen die Chancen, dass externe Nutzer:innen zu aktiven Mitwirkenden werden. Entscheidend ist hierbei die Orientierung an etablierten Standards sowie ein respektvoller, inklusiver Umgang in der Interaktion. Diese Standards können in einem Code of Conduct (siehe z.B. NumFOCUS¹² oder The Carpentries¹³) festgehalten werden. Im Sinne der FAIR4RS-Prinzipien werden so die Zugänglichkeit, die Nachnutzbarkeit und auch die Auffindbarkeit erhöht.

■ Versionierung

Die Nachvollziehbarkeit wissenschaftlicher Ergebnisse setzt voraus, dass Forschungssoftware versioniert wird. Jede veröffentlichte Version sollte einen eindeutigen Identifikator besitzen, um Referenzierbarkeit und

Zitation zu ermöglichen. Die Verwendung von Versionskontrollsystemen wie Git erlaubt es, Änderungen transparent nachzuvollziehen und mit klaren Commit-Nachrichten oder Release Notes zu dokumentieren. Eine konsistente Versionierung unterstützt nicht nur die Auffindbarkeit und Nachnutzung durch Dritte im Sinne von FAIR4RS, sondern erleichtert auch die langfristige Weiterentwicklung sowohl durch die Autor:innen selbst als auch durch neue Entwickler:innen. Zusätzlich können Nutzende damit im Sinne der Reproduzierbarkeit kennzeichnen, mit welcher Version einer Software sie die jeweiligen Ergebnisse erzeugt haben.

■ Automatisierung

Automatisierte und transparente Test-Verfahren stärken das Vertrauen in Forschungssoftware, indem sie deren Funktionsfähigkeit kontinuierlich überprüfen. Tests, die die Korrektheit und Nutzbarkeit des Codes belegen, sollten möglichst automatisiert ausgeführt werden, etwa über Continuous-Integration-Pipelines. Solche Prozesse reduzieren Fehlerquellen, fördern die Wiederholbarkeit wissenschaftlicher Ergebnisse und erleichtern die Weiterentwicklung in kollaborativen Umgebungen, alles im Sinne von FAIR4RS. Auch hier gilt es, etablierte Standards zu verwenden, anstatt individuelle, schwer übertragbare Lösungen zu entwickeln.

■ Nachhaltigkeit

Um ein Softwarewerkzeug im Sinne von FAIR4RS nachhaltig zu machen, bedarf es verschiedener Aspekte. Die Langlebigkeit braucht neben der oben angesprochenen Communityarbeit auch klare Vorgaben zum Umgang mit der Software durch das Team. Viele dieser Details werden durch Software Management Pläne, aber auch Entwicklerdokumentationen abgedeckt. Im Wissenschaftskontext besonders wichtig sind hier Dokumentationen von Entscheidungsprozessen und Entscheidungen etwa zum Softwaredesign oder der Wahl von Algorithmen, aber auch der Übergabeprozesse bei einem Wechsel der Entwickler:innen, etwa bei Finanzierungslücken. Zunehmend wichtiger werden auch "grüne" Nachhaltigkeitsaspekte, sowohl im Bereich der Automatisierung, aber auch im Bereich der Algorithmen. Codewartung und -refactoring sind essenzielle Voraussetzungen für all diese Aspekte, können aber nur mit passender Ausbildung umfassend bedient werden.

In diesen Bereichen finden sich viele der Kerntechniken des modernen RSEs. In Angeboten wie denen von GitLab oder GitHub sind viele der dazu nötigen Ressourcen und Instrumente bereits automatisch verfügbar: Issue Tracker, Automatisierungsumgebungen, Versionierung, Vorschläge für den Umgang mit der eigenen Community z. B. via Codes of Conduct, Zitierbarkeit durch eine Anbindung an Dienste wie Zenodo und vieles mehr.

Es gibt viele weitere Ansätze, RSE als Themenfeld zu definieren. Hier sei insbesondere auf die klassischen Werke von Greg Wilson zu "Best Practices for Scientific Compu-

¹² <https://numfocus.org/code-of-conduct>

¹³ <https://docs.carpentries.org/policies/coc/>

ting“ [15] und “Good Enough Practices in Scientific Computing” [16] verwiesen. Einen etwas anderen Blickwinkel erhält man zudem durch die Betrachtung der für modernes RSE nötigen Kompetenzen. Hierzu gibt es ein Positionspapier der deutschen RSE-Community, in dem diese Kompetenzen sehr detailliert und in enger Verbindung zu Techniken aus dem Bereich des klassischen Software-Engineerings analysiert wurden [17].

Aufmerksamkeit

Auch wenn die Entwicklung, Pflege und nachhaltige Nutzung von Forschungssoftware zunehmend an Bedeutung für den wissenschaftlichen Fortschritt gewinnt, ist die Finanzierung dieses Bereichs bislang fragmentiert und lückenhaft. Während Forschungssoftware für viele Disziplinen eine essenzielle Grundlage bildet, wird ihre Finanzierung häufig, wenn überhaupt, nur indirekt berücksichtigt. In Deutschland bestehen einzelne gezielte Fördermöglichkeiten über die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). Dazu gehören sowohl spezielle Ausschreibungen, die explizit auf RSE abzielen, als auch Programme zur Förderung von Forschungssoftware-Infrastrukturen¹⁴. Allerdings fehlt es bislang an einer systematischen, dauerhaften institutionellen Förderung. Bundesministerien wie das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt oder das Bundesministerium für Digitales und Staatsmodernisierung haben bisher keine spezifischen Förderlinien für Forschungssoftware etabliert. Ersteres hat unter dem etwas breiteren Begriff der “Open Research Tools” eine erste Studie durchgeführt, bei der es um ähnliche Anliegen wie denen des RSEs geht [18]. Auf Landesebene existieren bereits einzelne Initiativen, etwa in Baden-Württemberg [19] oder Niedersachsen¹⁵, bei denen nachhaltige Forschungssoftwareentwicklung explizit im Vordergrund steht.

Auf europäischer Ebene stehen verschiedene Programme offen, die teilweise auch Forschungssoftware berücksichtigen. Besonders hervorzuheben sind EuroHPC-Initiativen, die beispielsweise sogenannte „Lighthouse Codes“ unterstützen. Auch im Bereich der EuroHPC Center of Excellence (CoEs) spielt die Entwicklung von Forschungssoftware eine wesentliche Rolle. Zudem bietet die European Open Science Cloud (EOSC) Fördermöglichkeiten, die sich auch auf die Entwicklung und Zugänglichkeit von Forschungssoftware auswirken. Allerdings sind diese Programme nicht spezifisch auf RSE zugeschnitten, sondern binden Forschungssoftware in übergeordnete digitale Strategien ein.

Neben den öffentlichen Förderinstitutionen spielen private Stiftungen und Organisationen eine Rolle. Beispiele sind die Klaus-Tschira Stiftung oder die Eclipse Foundation, die gezielt Projekte im Bereich Forschungssoftware unterstützen. So wird im Rahmen der aktuellen For-

schungssoftware-Förderlinie der Klaus-Tschira Stiftung etwa ein Curriculum für RSE Masterstudiengänge entwickelt, ein nationaler Software Award ins Leben gerufen und die Machbarkeit und Zukunft eines deutschlandweiten Forschungssoftware-Instituts ergründet. Solche Initiativen sind jedoch bisher eher punktuell und meist thematisch begrenzt. Trotz bestehender Ansätze bleibt somit ein strukturelles Defizit erkennbar: Es mangelt an nachhaltigen, langfristig gesicherten Finanzierungsmodellen für Forschungssoftware. Vor allem eine stärkere institutionelle Verankerung – etwa in Form einer nationalen RSE-Institution oder einer infrastrukturellen Förderung von Forschungssoftware – könnte dies ändern und Deutschland in diesem Bereich aufholen lassen. Vergleichbare nationale Initiativen existieren bereits in anderen Ländern, wie das Software Sustainability Institute im Vereinigten Königreich oder das eScience Center in den Niederlanden, beide mit verhältnismäßig stabiler, dedizierter Finanzierung. Auch in den USA haben insbesondere die National Labs eine lange Tradition der Unterstützung von Forschungssoftware und auch dort hat sich bereits eine lebendige RSE Community mit struktureller Finanzierung gebildet. Die Beispiele aus diesen Ländern zeigen, wie wichtig eine nachhaltige Förderung für nachhaltige Forschungssoftware ist und wie groß die Auswirkung einer solchen Förderung auf den internationalen Erfolg dieser Software-Produkte sein kann.

Ein Kernproblem sowohl bei der Anerkennung als auch bei der Förderung von Forschungssoftware als wissenschaftliche Leistung ist jedoch die konkrete Bewertung und Zählung. Während wissenschaftliche Artikel durch Peer Review geprüft werden und dadurch im Idealfall eine unabhängige, anerkannte Bewertung erfahren, fehlen für Forschungssoftware bislang vergleichbare standardisierte Verfahren. Damit Forschungssoftware als wissenschaftlicher Output zählt, muss ihre Bewertung sowohl technische als auch wissenschaftliche Dimensionen berücksichtigen. Wie genau dieses “research software peer review” durchgeführt werden kann, ist jedoch ein ungelöstes Problem. Als Ausweg bieten sich derzeit Begleitpublikationen in einschlägigen Journals wie JOSS (Journal of Open Source Software), JORS (Journal of Open Research Software) oder ACM TOMS (Transactions on Mathematical Software) an. Hier werden sowohl die Software als auch ein beschreibender Artikel einem Review-Verfahren unterzogen und beides gemeinsam veröffentlicht. Auch im klassischen Publikationsprozess bewegen sich Journals in Richtung der Aufwertung der unterliegenden Software-Beiträge. So etabliert z. B. SISC (SIAM Journal on Scientific Computing) eine Sektion, die auch Softwareveröffentlichungen abdeckt, und das vergleichsweise junge Springer-Nature CSAE (Computational Science and Engineering) Journal betreibt neben dem Editorial Board auch ein Code Review Board, das dediziert die Software zu jeder Publikation einer Qualitätsprüfung unterzieht. Wieder andere Journals beschränken sich auf Reproduzierbarkeits-Badges, die die Verfügbarkeit von Codes zu den Experimenten und die Reproduzierbarkeit

¹⁴ <https://www.dfg.de/fsi>

¹⁵ <https://hochschuledigital-niedersachsen.de/project/lower-saxony-digital-science-support-space-ds%C2%B3/>

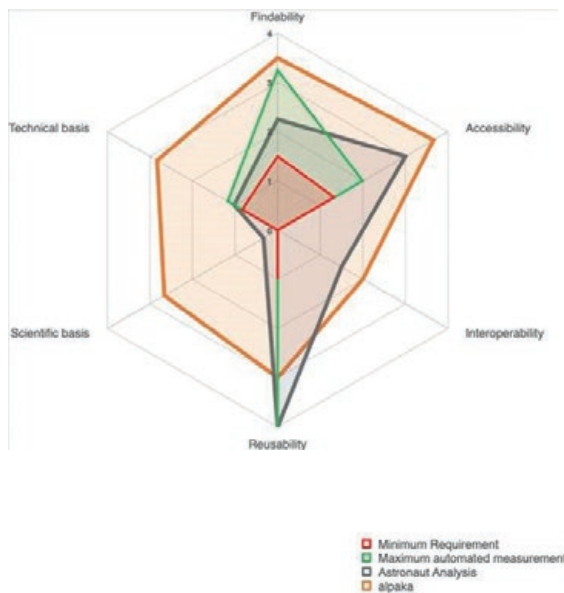


Abb. 3: Netzdiagramm zur Darstellung der Bewertung von Forschungssoftware, aus [22]

der Ergebnisse in verschiedenen Abstufungen anzeigen. Auch das NFDI Konsortium für die Mathematik (MaRDI) hat am Beispiel der Computeralgebra in den vergangenen Jahren einen Fragebogen zur Softwarebewertung entwickelt [20] und im Rahmen mehrerer Fachkonferenzen getestet.

Eine weitere Hürde neben der Bewertung ist zudem die Zählung. Was gilt als Forschungssoftware und was wird als Output gezählt? Sind Version 1.1 und Version 1.2 einer Software zwei Einträge? Die Antwort hängt ganz stark von der Art und Weise ab, wie die jeweilige Software entwickelt wird: von semantischer Versionierung über datumsbezogenen Releases und sogenannte Nightly Builds, bis zu keinerlei Versionierung, haben alle Varianten Vor- und Nachteile und sollten durch eine einheitliche Zählweise abdeckbar sein.

In der Helmholtz-Gemeinschaft wird aus diesem Grund derzeit ein Konzept für einen Qualitätsindikator entwickelt, mit dem Forschungsdaten- und Forschungssoftwarepublikationen systematisch bewertet werden können [21]. Ziel ist es, neben klassischen quantitativen Metriken (z. B. Publikationszahlen, Zitationen) auch qualitative Aspekte wie Dokumentation, Nachvollziehbarkeit oder wissenschaftliche Einbettung erfassbar zu machen. Kern des Ansatzes ist die Kombination der FAIR-Prinzipien mit einem Reifegradmodell. Ein solches Modell beschreibt stufenweise, wie weit bestimmte Qualitätsmerkmale ausgeprägt sind: von „nicht vorhanden“ über „grundlegend“ bis hin zu „vollständig etabliert und optimiert“. Für Forschungssoftware können diese Attribute wie Vergabe eines persistenten Identifikators, strukturierte Versionierung, ausführliche Metadaten, klare Lizenzierung, Interoperabilität mit Standards, Test- und Reproduzierbarkeits-

mechanismen oder nachhaltige Wartung sein. Jeder dieser Aspekte wird auf einer Skala (z. B. 0–4) eingeordnet. Die so entstehenden Reifegrade lassen sich pro Dimension aggregieren und grafisch darstellen (z. B. in Radarplots, siehe Abb. 3 [22]). Dadurch entsteht ein differenziertes Bild der Stärken und Schwächen einer Daten- oder Software-Publikation, das institutionelle Steuerung, Förderentscheidungen und Qualitätssicherung unterstützt. Darauf aufbauend kann dann eine Art Minimalpolygon definiert werden, mit dem entschieden werden kann, ob die Qualität einer Software ausreicht, um formal als Publikation gezählt zu werden. Herausforderungen bestehen derzeit noch in der disziplinübergreifenden Vergleichbarkeit, in der Festlegung geeigneter Gewichtungen des Minimalpolygons sowie in der praktischen Umsetzung, da manche Kriterien automatisierbar sind (z. B. Vorhandensein einer Lizenz), andere jedoch qualitative Begutachtung erfordern (z. B. Verständlichkeit der Dokumentation). Zudem löst dieser Ansatz noch nicht die Frage nach dem Umgang mit verschiedenen Versionen bzw. Releases, ist aber ein erster Schritt hin zu einem flexiblen, partizipativen Instrument, das die Sichtbarkeit und Nachnutzbarkeit von Forschungssoftware verbessern und zugleich zur Anerkennung dieser Publikationsform beiträgt.

Die Anerkennung von Forschungssoftware als zählbarer wissenschaftlicher Output erfordert einen kulturellen Wandel im Wissenschaftssystem. Dazu gehören die Entwicklung geeigneter Peer-Review-Verfahren, die Etablierung klarer Standards für Softwarezitation und die Verankerung von Software in Forschungsbewertungssystemen. Ziel ist es, den Aufwand und die Expertise, die in die Entwicklung und Pflege von Forschungssoftware fließen, sichtbar zu machen und gleichwertig mit anderen wissenschaftlichen Outputs anzuerkennen. Zu diesem Wandel gehört es auch, dass Personen, die sich auf die Entwicklung von Forschungssoftware fokussiert haben, langfristig zur Wissenschaft beitragen können. Ein Weg zu diesem Ziel sind die oben erwähnten Infrastruktureinheiten. Diese unterstützen „Scientists who code“, indem sie z. B. bei Standardaufgaben Hilfestellungen geben und so den Forschenden mehr Zeit für ihre Kernforschungsfragen ermöglichen. Andererseits generieren sie Karrierewege für Forschungssoftwareentwickler:innen und tragen so zur Nachhaltigkeit der an den Standorten entwickelten Softwarewerkzeuge bei, weil dediziertes Personal für Wartungs- und Refactoringarbeiten existiert. Die Kombination aus Fachwissen und Softwarekompetenz macht diese Fachkräfte zu wertvollen Projektpartner:innen, statt reinen Dienstleister:innen, wie die Leuchtturmprojekte in den existierenden institutionellen RSE-Gruppen schon heute zeigen.

Fazit

Forschungssoftware ist längst zu einem unverzichtbaren Bestandteil wissenschaftlicher Praxis geworden. Von

vielen wird sie nicht nur als Hilfsmittel verstanden, sondern als eigenständiger wissenschaftlicher Output, der zum Beispiel die Generierung, Analyse und Interpretation von Forschungsdaten erst ermöglicht. Ihre Besonderheit liegt darin, dass sie in der Regel nicht von professionellen Softwareentwickler:innen, sondern von Domänenwissenschaftler:innen entwickelt wird, was spezifische Herausforderungen für Qualität, Nachhaltigkeit und Anerkennung mit sich bringt. Aus diesem Grund hat sich das Feld des Research Software Engineerings etabliert, das Prinzipien der Softwaretechnik auf den wissenschaftlichen Kontext überträgt und zugleich eigene methodische, organisatorische und kulturelle Anforderungen berücksichtigt.

Die nationale RSE-Community, unterstützt durch domänenspezifische und lokale Initiativen, hat in den vergangenen Jahren wichtige Impulse gesetzt, um Forschungssoftware sichtbarer zu machen, Standards für ihre Entwicklung zu formulieren und Strukturen für ihre nachhaltige Nutzung zu schaffen. Möglichkeiten zur Mitgestaltung der Bewegung gibt es viele, etwa über den offenen de-RSE Matrix Chat¹⁶, auf den jährlich stattfindenden de-RSE Events¹⁷, oder im Rahmen des GAMM Fachausschusses zu RSE & RDM¹⁸. Zentrale Leitlinien wie die FAIR4RS-Prinzipien bieten Orientierung, wie die eigene Forschungssoftware auffindbar, zugänglich, interoperabel und reproduzierbar gestaltet werden kann.

Dennoch bleibt die Frage der langfristigen Finanzierung und institutionellen Verankerung offen. Ohne stabile Fördermechanismen und ohne die Anerkennung von Forschungssoftware als zählbaren wissenschaftlichen Output droht ein zentrales Fundament moderner Forschung unterbewertet zu bleiben. Die deutsche Wissenschaftslandschaft hat hier noch viel nachzuholen, ist aber mit einigen spannenden Projekten und Kooperationen auf einem guten Weg. Die weitere Etablierung von Forschungssoftware als gleichwertiger Teil wissenschaftlicher Wertschöpfung erfordert ein Umdenken in der Forschungsbewertung, klare Standards für Qualitätssicherung und Zitation sowie nachhaltige Förderstrukturen. Erst wenn diese Elemente zusammenspielen, lässt sich das Motto „Better Software, Better Research“ vollumfänglich einlösen – mit dem Ziel, wissenschaftliche Erkenntnisprozesse nicht nur effizienter, sondern auch transparenter, reproduzierbarer und zukunftsfähiger zu gestalten.

¹⁶ <https://de-rse.org/en/matrix.html>

¹⁷ <https://de-rse.org/en/events.html>

¹⁸ <https://gamm-ag-rse-rdm.github.io/>

Referenzen

- [1] A. Brett, et al. "Research Software Engineers: State of the Nation Report 2017" Zenodo, (2017), pp. 1-30, <https://doi.org/10.5281/zenodo.495360>
- [2] U. Nangia & D. S. Katz. "Track 1 Paper: Surveying the U.S. National Postdoctoral Association Regarding Software Use and Training in Research" Zenodo, (2017), pp. 1-4, <https://doi.org/10.5281/zenodo.814103>
- [3] S. Hettrick, et al. "UK Research Software Survey 2014" Zenodo, (2014), <https://doi.org/10.5281/zenodo.14809>
- [4] M. Gruenpeter, et al. "Defining Research Software: a controversial discussion" Zenodo, (2021), pp. 1-25, <https://doi.org/10.5281/zenodo.5504016>
- [5] W. Hasselbring, et al. "Multidimensional Research Software Categorization" *Computing in Science & Engineering*, 27 (2025), pp. 59-68, <https://doi.org/10.1109/MCSE.2025.3555023>
- [6] A. Johanson & W. Hasselbring. "Software Engineering for Computational Science: Past, Present, Future" *Computing in Science & Engineering*, 20 (2018), pp. 90-109, <https://doi.org/10.1109/MCSE.2018.021651343>
- [7] M. Felderer, et al. "Investigating Research Software Engineering: Towards RSE Research" *Communications of the ACM*, 68 (2025), pp. 20-23 <https://doi.org/10.1145/3685265>
- [8] C. Blech, et al. "SURESOFT: Towards Sustainable Research Software" Publikationen der TU Braunschweig, (2022), pp.1-11, <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202210121528-0>
- [9] L. Keegan, D. Kempf & I. Ulusoy "Scientific Software Center at Heidelberg University: White Paper" Zenodo, (2024), pp. 1-14 <https://doi.org/10.5281/zenodo.10867903>
- [10] D. Kempf, et al. "Establishing central Research Software Engineering units in German research institutions" *Positionspapiere des de-RSE e.V.*, 004 (2025), pp.1-16 https://de-rse.org/2023_paper-RSE-groups/paper.pdf
- [11] Deutsche Forschungsgemeinschaft. "Umgang mit Forschungssoftware im Förderhandeln der DFG" Zenodo, (2024), pp. 1-18, <https://doi.org/10.5281/zenodo.13919790>
- [12] A. Czerniak, et al. "GI- und DE-RSE Muster-Leitlinie zur effizienten Entwicklung von Forschungssoftware" *Gesellschaft für Informatik*, (2025), sowie *Positionspapiere des de-RSE e.V.*, 003 (2025), pp. 1-69, https://doi.org/10.18420/2025-gi_de-rse
- [13] M. D. Wilkinson, et al. "The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship" *Scientific Data*, 3 (2016), pp. 1-19, <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>
- [14] M. Barker, et al. "Introducing the FAIR Principles for research software" *Scientific Data*, 9 (2022), pp. 1-6, <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01710-x>
- [15] G. Wilson, et al. "Best Practices for Scientific Computing" *PLOS Biology*, 12 (2014), pp. 1-7, <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001745>
- [16] G. Wilson, et al. "Good enough practices in scientific computing" *PLOS Computational Biology*, 13 (2017), pp. 1-20, <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005510>
- [17] F. Goth, et al. "Foundational Competencies and Responsibilities of a Research Software Engineer: Current State and Suggestions for Future Directions" *F1000Research*, 13 (2025), sowie *Positionspapiere des de-RSE e.V.*, 002 (2025), pp. 1-44, <https://doi.org/10.12688/f1000research.157778.2>
- [18] J. Streicher, M. Schütz, B. Clemens, A. Schniedermann "Open Research Tools: Stand und Herausforderungen im Spannungsfeld von Forschungssoftware, Offenheit und digitaler Infrastruktur" Zenodo, (2025), pp. 1-100, <https://doi.org/10.5281/zenodo.15771943>



Robert Speck leitet die Abteilung „Mathematik und Ausbildung“ am Jülich Supercomputing Centre (JSC) des Forschungszentrum Jülich und ist einer der stellvertretenden Direktoren des JSC. Nach seiner Promotion an der Bergischen Universität Wuppertal in 2011 hat er in seiner Postdoc-Zeit an der USI Lugano angefangen, sich mit zeitparallelen Verfahren zu beschäftigen. Dieses Thema hat er Ende 2012 zurück ans JSC gebracht und dort eine Forschungsgruppe rund um die zeitparallele Forschungssoftware pySDC aufgebaut. Seit 2021 leitet er ein Forschungsteam am JSC zum Thema Research Software Engineering und hat die zentrumsweite JuRSE-Initiative gestartet. Er ist Direktor des Joint Laboratory for Extreme Scale Computing (JLESC), unterstützt Promovierende in Jülich und setzt sich für Chancengleichheit und Vielfalt ein.



Jan Philipp Thiele arbeitet als seit 2025 als RSE in der Abteilung „IT und forschungsnahe Services“ der Universitätsbibliothek der TU Braunschweig an den Projekten „Lower Saxony Digital Science Support Space (DS³)“ der Hochschule.digital Niedersachsen und „Betty Benchmarking“ des NFDI4Ing Konsortiums. Während seiner Promotion an der Leibniz Universität Hannover im Bereich zielorientierter adaptiver Gitterverfeinerung bei Finiten Element war Forschungssoftwareentwicklung, insbesondere mit und an deal.II, ein wichtiger Bestandteil. Zusätzlich begann er sich in der deutschen RSE Community zu engagieren und ist Mitinitiator des Arbeitskreises teachingRSE, wo er aktuell an dem Curriculum für einen Master in RSE mitarbeitet. Nach der Promotion hat er 2023 als „Research Software Engineer and Steward“ am WIAS gearbeitet und dort unter anderem zur in Julia geschriebenen PDELib beigetragen.



Jens Saak leitet das Team „Daten, Infrastruktur, Software und Computing“ am Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme in Magdeburg. Schon seit seiner Diplomarbeit an der Uni Bremen ist er in die Entwicklung verschiedener Software Projekte eingebunden. Mit seiner Promotion an der TU Chemnitz ist er zum Kernentwickler der MATLAB Toolbox M.E.S.S. geworden. Darüber hinaus nimmt er verschiedenste Rollen von Community- und Projektmanagement in einer Reihe weiterer Softwareprojekte ein. Seit 2013 interessiert er sich für Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit von Computerexperimenten, ist im NFDI Konsortium MaRDI aktiv und gehört dessen Council an. Als Brückenbauer zwischen Disziplinen fokussiert er auf die Anwendbarkeit mathematischer Methoden in der Ingenieurspraxis und leitet seit 2023 den Fachausschuss 2.13 „Modellbildung, Identifikation und Simulation in der Automatisierungstechnik“ der VDI/VDE Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik.

SMART FERROIC MATERIALS: A CHALLENGING CLASS OF MULTIPHYSICALLY COUPLED MULTISCALE PROBLEMS

BY ANDREAS RICOEUR

Introduction

The terms “smart materials” or “functional materials” refer to materials that have the capability of responding to external stimuli by changing selected physical properties, thereby enabling control over physical quantities, which are usually of a different nature or species. The latter aspect constitutes an intrinsic, so-called “multiphysical”, coupling of dissimilar variables, and thus the basis of conversion from, e.g., mechanical to electric, electric to thermal or thermal to magnetic energy. Related effects are known as piezoelectric, electrostrictive, pyroelectric, magnetocaloric, magnetostrictive or photostrictive, to name just a few. In engineering applications, ranging from sensors and actuators, adaptive structures and surfaces, active damping and data storage devices to semi-transparent glasses and energy harvesting systems, the load-bearing capabilities of smart materials in respect of mechanical failure must meet the requirements for classical structural materials. Since there are always at least two functions intrinsically involved, the term “multifunctional materials” also has been established, and challenges in their design and application are manifold.

Mechanisms of field coupling

Field coupling in smart materials and structures is attributed to various mechanisms. At the constitutive level, variables of dissimilar physical nature are related to each other, mostly bilaterally. The most common type, found in virtually all materials, is the linear thermomechanical coupling, where temperature fluctuations result in stress and strain, and a mechanical stimulus vice versa changes temperature and entropy. Fig. 1 depicts some of the prevalent couplings exemplarily within the framework of a four-field problem of mechanical, caloric, electric and magnetic quantities, where strain, temperature, electric field and magnetic induction have been chosen arbitrarily as independent state variables, each representing their physical domain. Constitutive couplings are shown in green,

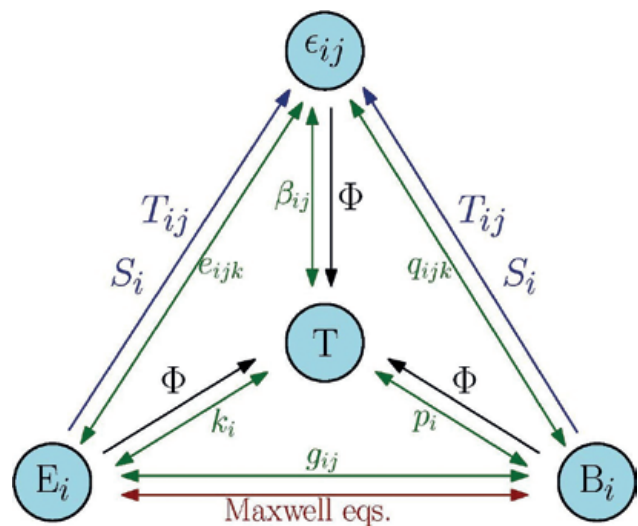


Fig. 1: Coupling mechanisms in smart materials within the framework of a mechanical (ϵ_{ij}), caloric (T), electric (E_i) and magnetic (B_i) four-field problem [17]

whereupon the thermal stress coefficients β_{ij} indicate the aforementioned thermomechanical coupling, and k_i , p_i , e_{ijk} , g_{ij} , q_{ijk} , respectively, represent the pyroelectric/electrocaloric, magnetocaloric, piezoelectric, magnetoelectric and magnetostrictive (Joule-/Villari-) effects. In a tensorial context, the number of indices of a variable denotes its order.

Apart from constitutive implications, the action of force in electric and magnetic fields constitutes a unilateral coupling, indicated in Fig. 1 by the blue arrows. Within a phenomenological macroscopic approach, resultant force and torque acting on a body are calculated from the Maxwell stress tensor T_{ij} [1], whereupon local body, surface, line and point forces as well as associated couples evolve in the most general case [2]. The Poynting vector S_i is usually neglected in these calculations, except for very high

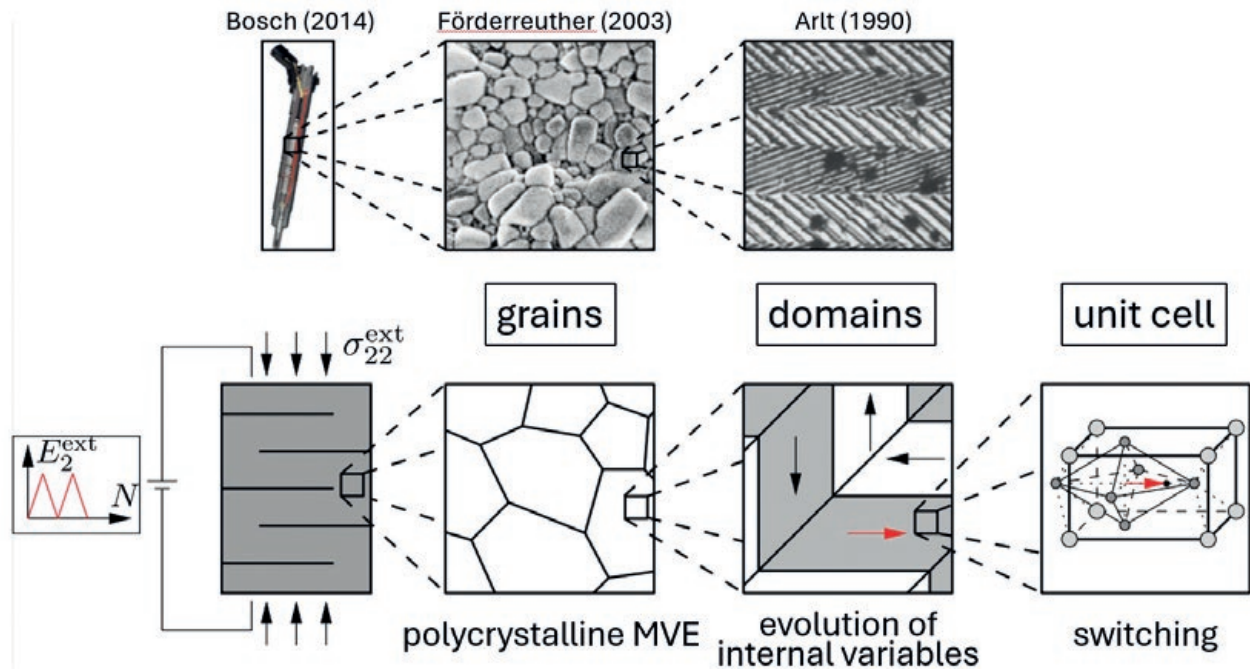


Fig. 2: Multiscale nature of modeling a smart structure made of polycrystalline perovskite type ferroelectrics

frequency applications. Furthermore, the famous Maxwell equations postulate a bilateral coupling of electric and magnetic fields within the context of electrodynamics. Since most processes, controlled by mechanical, electric or magnetic stimuli, are dissipative in nature, they have an impact on temperature and entropy, indicated by the black arrows and the dissipative power Φ . Beyond the couplings outlined in Fig. 1, all material coefficients basically depend on the temperature, and finite deformations relate strain and any of the non-mechanical variables.

Scales involved

The multiscale character, which plays a crucial role in the description of many smart materials problems, is demonstrated in Fig. 2, using the example of a ferroelectric ceramic actuator. The term “ferroelectric” originally was derived from the much earlier discovered ferromagnetic materials, although these two do not have much in common from a physical point of view. Phenomenologically and on a mesoscopic scale, however, they have a lot in common, e.g., grains consisting of domains, and moving domain/Bloch walls governing the hysteretic macroscopic responses to electric and, respectively, magnetic stimulation. On a lower level, uniformly aligned unit cells of the crystal lattice form the ferroelectric domains. In Fig. 2, a perovskite type is depicted, which is the basis of many prevalent piezoelectric materials, such as barium titanate (BT) or lead zirconate titanate (PZT). The linear and reversible piezoelectric effect, inherent to all ferroelectrics on the level of domains, refers to the change of the absolute value of the electric dipole moment, indicated by the red arrows, effectuating strain and electric displacement. The ferroelectric and ferroelastic

effects, on the other hand, denote changes of polarization and, if applicable, strain in terms of a rotation of the dipole moments by a limited number of crystallographically permissible angles due to electric and/or mechanical loads. The smart structure eventually constitutes the macroscopic scale, illustrated in Fig. 2, in the form of a stack actuator exposed to mechanical compression and a cyclic electric load, which exhibits piezoelectric properties in case of pre-polarization.

Modeling framework

Staying with ferroelectrics, as an important example for ferroic materials, a microphysical modeling framework must span all these scales. Starting on the microscale with the single domain, the discrete rotation of the axis of polarization, denoted as domain switching, is governed by an energy criterion, involving both mechanical and electric dissipation. In contrast to an established approach [3], the energy barrier is subject to statistical distribution, accounting for the stochastic effect of defects and thus potential domain switching below the coercive field. In this context, a normally distributed electric activation field is introduced for each grain, reproducing the macroscopic coercive field as mean value, and introducing the standard deviation as model parameter [4]. The ratio of local effective electric field and activation field in a grain also forms the basis for a simple model of domain kinetics, yielding a characteristic switching time according to Merz’s law [5,6]. On the mesoscopic scale, switching manifests itself in a quasi-continuous motion of domain walls, changing volume fractions at the expense of unfavorably aligned species. This process is described by an evolution equation [7], where

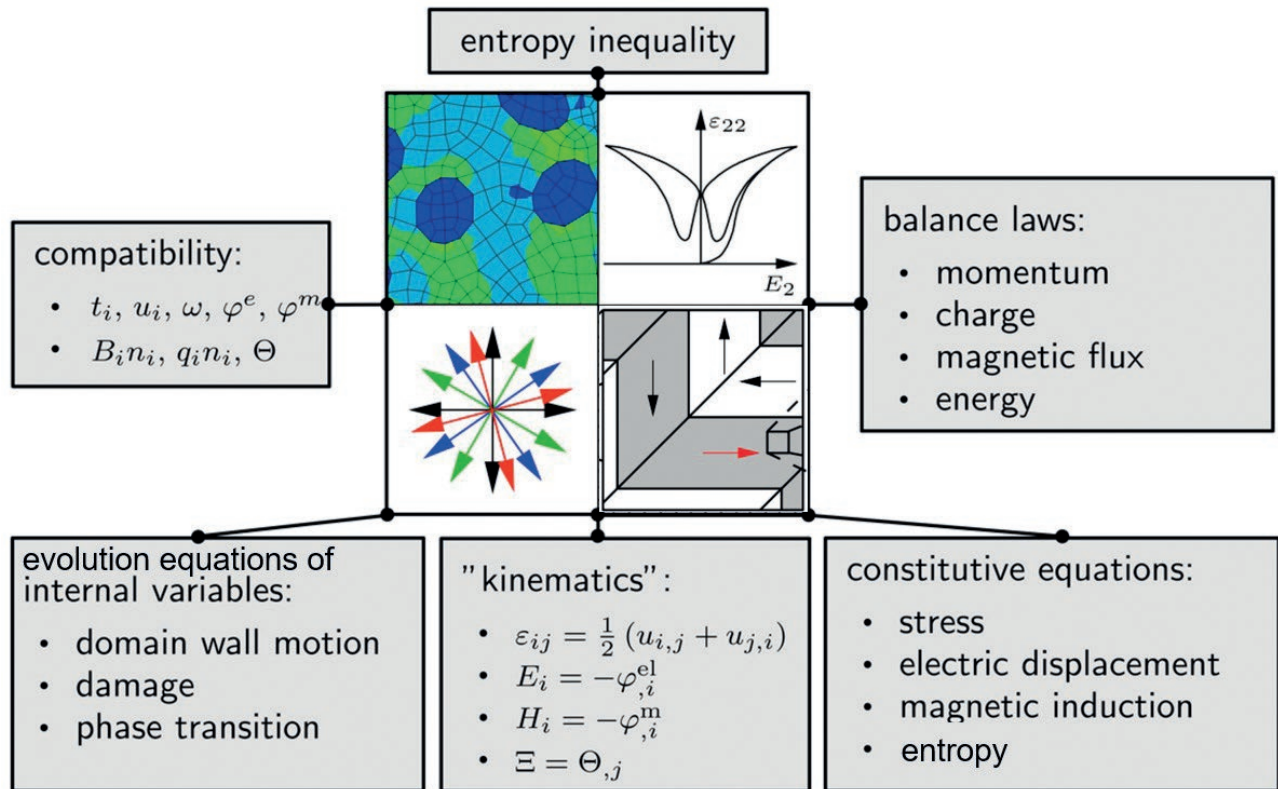


Fig. 3: Modeling framework of a non-conservative, multi-phase magneto-electro-thermo-mechanical boundary value problem

domain volume fractions take the role of internal variables [8]. Depending on the grain size, the interaction of grain boundary and domain wall energies prevents complete transformation of a species, what is incorporated by a limiting parameter. Within the framework of an extended hybrid viscoelastic-ferroelectric model, rate-dependent dissipation apart from domain switching is taken into account, by coupling a phenomenological with the micromechanical approach on the grain level, introducing viscous strain as further internal variable [4,9]. Additional internal variables are involved, if damage by means of microcrack growth [10] or load-induced phase transition of the crystal lattice [11,12] are considered.

On a larger, but still mesoscopic scale, intergranular interaction is taken into account. Incompatibility of elastic as well as switching-induced inelastic strain and related electric quantities effectuates residual fields in terms of stress and electric field or electric displacement. Superimposed with external loads, residual fields have a crucial impact on, inter alia, domain wall motion and microcrack evolution. Within the framework of the so-called condensed method (CM) [7], a representative volume element with typically 25-75 grains of random orientation and, if applicable, normally distributed size [13] is condensed to a macroscopic material point under the assumption of, e.g., homogeneous selected mechanical and electric quantities in terms of generalized Voigt, Reuss or mixed approximations [14]. To this point, the local polycrystalline constitutive behavior of the ferroelectric material is described by equations in closed form, implemented in MATLAB. The semi-analytical calculations enable very efficient investigation of simple

ferroelectric structures under transient multiaxial combined electromechanical loadings, involving processes on different scales. The CM was also applied to mutually coupled thermo-ferroelectric problems [15] and other classes of micro-/meso-structured material systems, e.g., ferromagnets or multiferroic composites [12], where modifications with respect to ferromagnetic constitutive behavior are restricted to the grain level [16].

Fig. 3 gives a schematic overview of equations involved in modeling (multi-) ferroic materials, including balance and constitutive equations, generalized kinematic constraints, evolution equations of internal variables of different nature and a generalized Clausius inequality. A weak formulation of coupled electrodynamic-thermomechanical problems has been derived within a monolithic approach [17]. For heterogeneous structures with multiple phases, compatibility conditions of a perfect interface are included in the figure. For imperfect interfaces, a generalized cohesive zone model was implemented to predict interface crack formation and growth [18,19].

While delamination and cracking within individual, essentially brittle, constituents play a crucial role in the macroscopic behavior of smart structures, boundary conditions at crack faces have to be chosen carefully (e.g. [20-22]), and fracture analysis under the influence of electric or magnetic loads is still a challenging issue today. The theory of Maxwell stresses, which has been exploited in continuum mechanics primarily in the field of soft electric or magnetic actuation (e.g. [23,24]), intends to transfer the concept of Coulomb's law to the macroscopic scale of polarizable

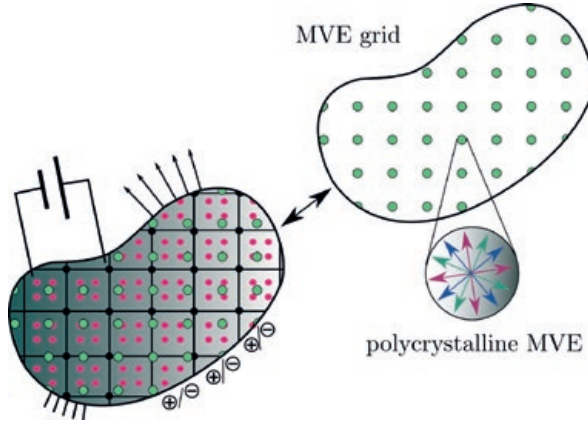


Fig. 4: Boundary value problem, FE discretization (nodes: black, integration points: red) and MVE grid with sampling points (green) connecting to the mesoscopic scale of the CM [34]

matter, however, not unambiguously. Various conflicting formulations of the Maxwell stress tensor are known today, introduced and argued by renowned scientists such as Einstein [25], Lorentz [26] or Minkowski [27]. To date, none of these models has been uniquely confirmed or rebutted experimentally. In fracture mechanics of smart materials, Maxwell stress basically gives rise to tractions at crack surfaces, volume forces, predominantly near the crack tip, and line forces along the crack front, which are superimposed on the external loads and could have a significant impact on crack initiation and growth [2,28,29].

To solve arbitrary boundary value problems, including, e.g., cracks, notches or embedded electrodes, the CM must be merged with a discretization scheme. An in-house finite element (FE) code has been employed in this context, resulting in the so-called FEM-CM [30]. The evolution of ferroelectric (or basically also ferromagnetic) domains and intergranular interactions, condensed to macroscopic material points, are evaluated at sampling points (SP) of an MVE (mesoscopic volume element) grid, see Fig. 4, where the colored arrows of the polycrystalline MVE indicate orientations of electric dipole moments on the mesoscopic scale. In contrast to the nodes and integrations points of

the FE mesh, which has to account for field concentrations, internal boundaries etc., the SP are uniformly distributed in the domain, thus not linking material inherent properties, like grain size distributions or domain patterns, with numerical requirements of a discretization. Furthermore, the number of SP typically is set to be much smaller than that of integration points, thus reducing model order and computational cost of a simulation significantly, despite the incremental mutual exchange of data between FE mesh and MVE grid. After all, the FEM-CM constitutes a highly efficient numerical tool for multiscale, multiphysics simulations, as an alternative to expensive, e.g., FE²-simulations [31,32], if the behavior on the micro- and mesoscopic scales is not essentially governed by their spatial resolutions.

Some Examples

Parameters involved in the simulations are transversally isotropic coefficients of elasticity, electric and/or magnetic permeability, thermal properties and field-coupling, electric/magnetic coercive fields and crystallographic properties in terms of lattice constants and dipole moment. Besides these unambiguous and well documented data, standard deviations of grain sizes or of activation fields, as well as the limiting factor of domain switching in a grain may be chosen within reasonable limits. A fitting of model and material parameters, which is a central issue of the philosophy of phenomenological constitutive models, is thus neither required, nor is it an option to bring results of a simulation in line with experimental data. Only if the above outlined extended hybrid model is employed, which is not the case in the following examples, rheological stiffness and damping parameters of the viscoelastic part must be adapted to experimental data. The computational cost of a polycrystalline calculation essentially depends on the number of grains involved in an MVE, and in case of a FEM-CM simulation, of course, on the complexity of the boundary value problem. Basically, using the CM for simulations on the mesoscale level saves a tremendous amount of CPU time, compared to established fully numerical approaches with spatial discretization.

In Fig.5, hysteresis loops of electric displacement versus externally applied electric field are depicted for a ferroelec-

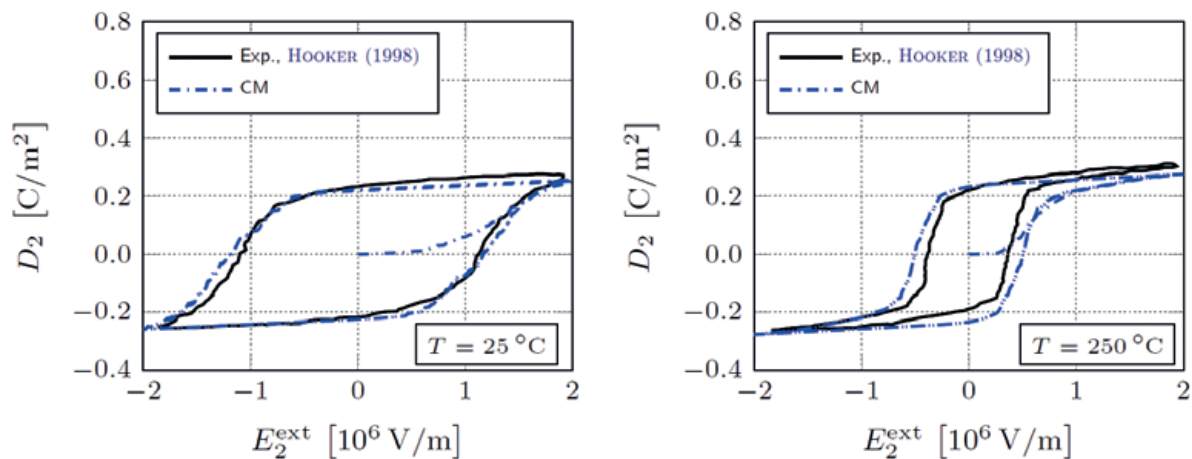


Fig. 5: Electric displacement vs. electric field at uniaxial bipolar electric loading of PZT-5 for two ambient temperatures [4]

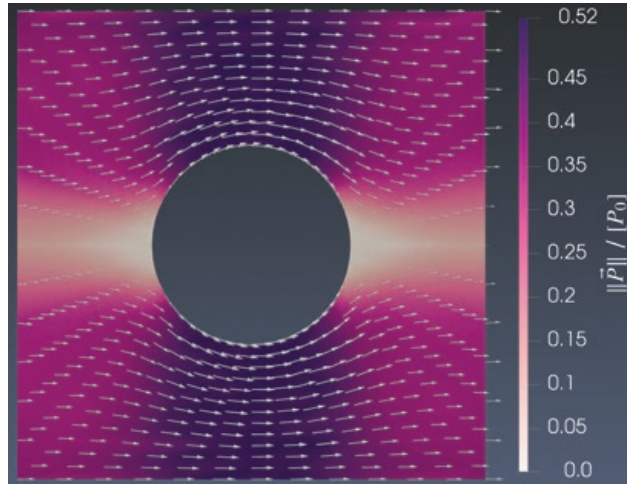


Fig. 6: Remanent polarization in a ferroelectric disk with a void after poling [34]

tric bulk specimen and two ambient temperatures. Experimental data have been extracted from Hooker et al. [33], calculations have been performed with the CM [4,15]. A FE simulation is not required here, since one single polycrystalline material point, in the model represented by one MVE with 60 grains, fully reflects the behavior of a cylindrical bulk sample. The decrease in hysteresis area at higher temperatures is primarily attributable to the lattice constants. Approaching the Curie temperature, the unit cells transition into a cubic shape and lose their piezoelectric properties.

Fig. 6 shows the polarization of a disk made of BT with a circular dielectric void in the middle. The white arrows indicate normalized vectors of remanent polarization, after removal of an electric poling field, imposed in horizontal

direction. The starting point is an unpolarized state of randomly oriented grains and ferroelectric domains, in which the material is non-piezoelectric on the macroscopic scale. The polarization essentially follows the electric field, which circumvents the void, due to a ratio of dielectric permeabilities of three orders of magnitude. It is most pronounced above and below the upper and lower vertices, where the notch factor of the electric field is two. The magnitude of polarization in this area, however, amounts to not more than roughly half of the spontaneous polarization of the lattice P_0 , evoked by misalignments of domains due to crystallographic constraints within a grain, as well as residual fields, induced during the process of polarization.

Fig. 7 illustrates the model of a simple piezoelectric (BT) actuator. Imposing a negative electric potential as boundary condition, the rectangular notch in the middle takes the role of a negative electrode, whereas tips of positive top and bottom electrodes are indicated indirectly by the local mesh refinements. The white arrows denote directions and magnitudes of the local electric field during the polarization process. The remanent polarization is aligned accordingly, if the provided energy is sufficient for domain switching. Piezoelectric coupling, exploited for actuation, will thus scarcely prevail in the darker areas. Electric field concentrations at the electrode edges are obvious and give rise to mechanical stress fields with magnitudes of maximum principal stress exceeding 200 MPa. Consequently, cracking in stack actuators is observed already at the inevitable poling process and will proceed during operation.

The same applies to multi-component systems due to the mismatch of strain between the constituents. An RVE with periodic boundary conditions of a multiferroic composite is depicted in Fig. 8, where a hard ferromagnetic elliptic par-

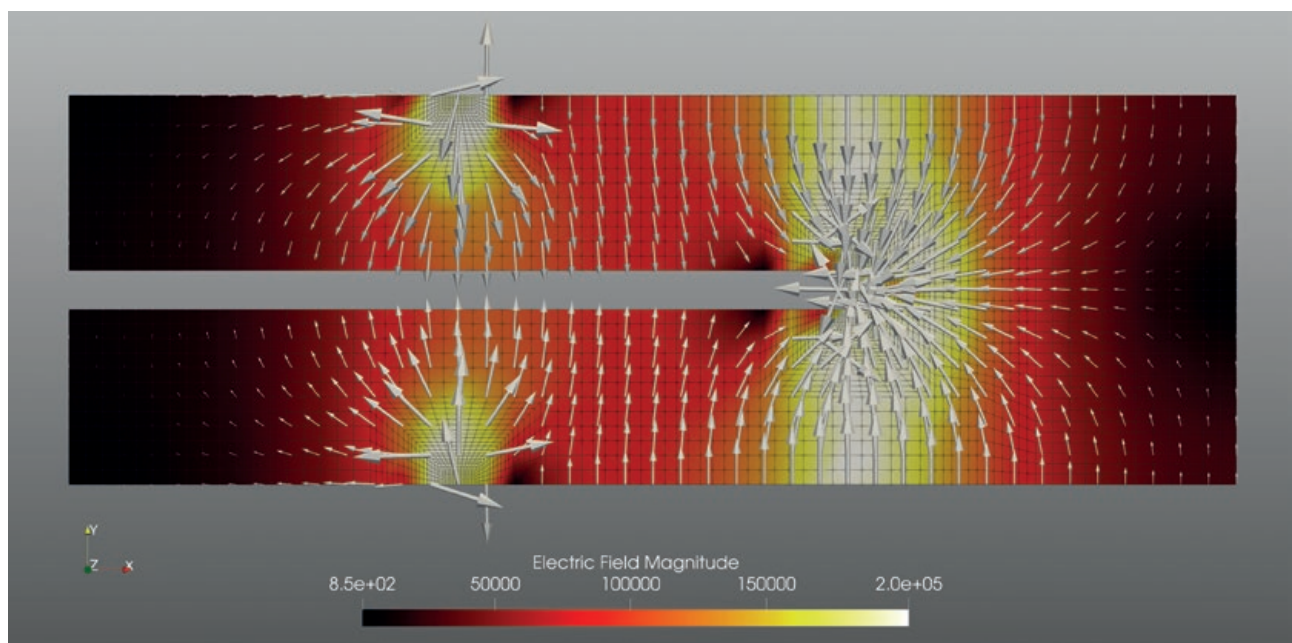


Fig. 7: Actuator model (barium titanate) with vectors of the electric field [34]

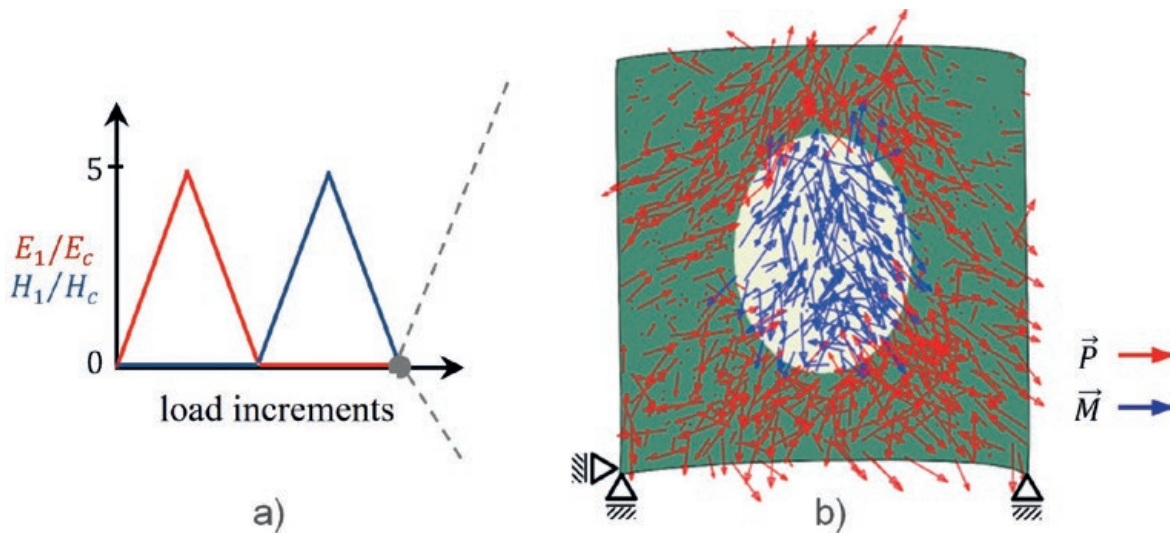


Fig. 8: Magnetolectric composite with ferromagnetic (20% AlNiCo 35/5) particles in a ferroelectric (80% BT) matrix: (a) poling sequence, (b) vectors of remanent polarization and magnetization

ticle is embedded in a ferroelectric matrix. The goal is to convert electrical energy directly into magnetic energy and vice versa by exploiting the interaction of piezoelectric and magnetostrictive effects [12,16,31]. The calculations were performed using pure FEM (no FEM-CM), with switching (ferroelectric) and Barkhausen jumping (ferromagnetic) occurring at the integration points [16]. The result of an electric poling and subsequent magnetization cycle is illustrated in the right picture in terms of vector arrows of remanent polarization (red) and magnetization (blue) of matrix and particle, respectively. For the selected load sequence, the desired homogeneous horizontal alignment in favor of optimal energy conversion is far from perfect. Once again, residual stress plays an essential role here, leading to depolarization and demagnetization upon load removal and also to crack initiation.

Besides functional issues, the prediction and improvement of the lifetime of smart actuators are thus of central importance. Due to the brittleness, inherent to most piezoelectric and ferromagnetic materials, microcrack growth governs the process of damage evolution, and constitutes the basis of our micromechanically motivated continuum damage models. Homogenization of elastic, dielectric, magnetostrictive etc. properties of multi-crack systems [35,36] and a deep knowledge of crack tip loading under multiphysical conditions are prerequisite for an appropriate modeling approach. The crack density takes the role of an internal damage variable, and the evolution equation is based on the understanding of crack growth in ferroelectric or ferromagnetic materials [10,16].

In Fig. 9 an infinite dielectric disk with an elliptic void is considered, the latter exhibiting dielectric properties of vacuum and, respectively, air. An inclined electric

field E^∞ is imposed, causing mechanical tractions t^{EL} at the surface, as well as body forces f^{EL} , indicated by unit vectors. The Maxwell stress tensor according to Einstein and Laub [25] has been employed for the calculations. In contrast to other established Maxwell stress models, solely the Einstein-Laub tensor yields body forces in the case of an isotropic dielectric, while surface tractions persist for all models, albeit to varying degrees. Fig. 9 is built on an analytical solution of the underlying boundary value problem [2], that is very well suited for investigating cracks in cases where the minor axis of the ellip-

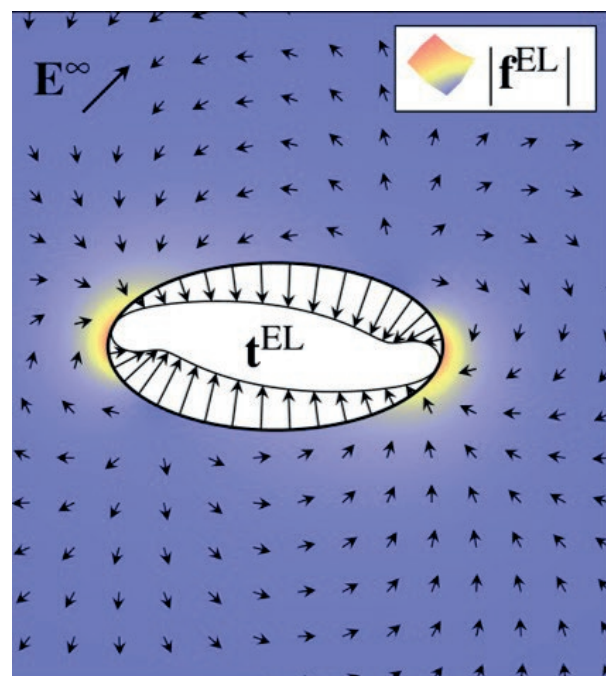


Fig. 9: Electrostatic tractions and body forces due to electric load in an infinite isotropic dielectric disk with dielectric elliptic void from closed-form solution based on the Einstein-Laub model

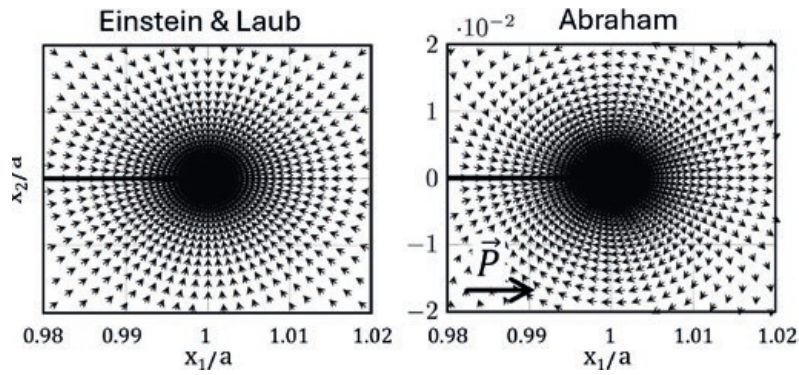


Fig. 10: Unit vectors of the body force near a crack tip from Maxwell stress models according to Einstein-Laub and Abraham

se approaches zero. It could be shown that the body force, whose magnitude increases significantly near the vertices, induces a strong singularity at a crack tip, dominating over the $\sqrt{r}$ -singularity of classical fracture mechanics. Body forces and crack surface tractions prove to be essential in terms of effective properties and evolution laws of damage models, as well as of macro crack growth in smart materials [37–39], although not yet considered in these contexts.

The knowledge of the correct formulation of the Maxwell stress tensor is prerequisite in this regard, however, related experiments are not ultimately conclusive to date. Contradictive predictions of crack tip loading, in conjunction with experimental findings of crack growth in electromechanically loaded dielectric specimens, might close this gap in the future. Fig. 10 illustrates unit vectors of electrostatic body forces in a transversally isotropic dielectric disk with an impermeable center crack of length $2a$ in the plane $x_2=0$, subject to an electric load perpendicular to the transversal or poling axis x_1 . The figure shows excerpts at the right crack tip, and the FE-code FEniCS has been employed for calculation [28]. While the Einstein-Laub (EL) model does not account for dielectric anisotropy, the Abraham (A) model [40] is sensitive to the poling direction. Forces predicted from both approaches differ even qualitatively.

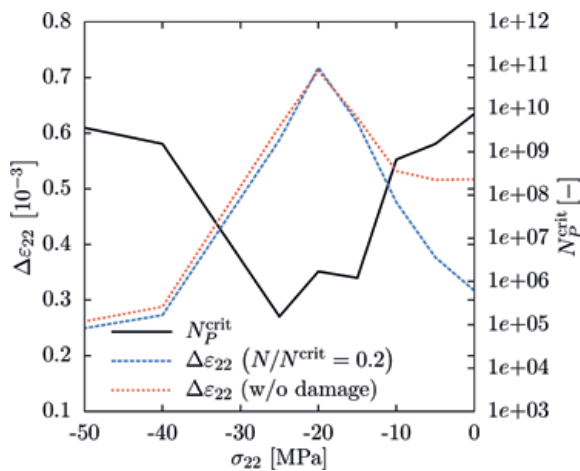


Fig. 11: Strain $\Delta\epsilon_{22}$ and number of bearable electric load cycles N_p^{crit} vs. compressive pre-stress for a ferroelectric (BT) actuator

For the chosen transversal axis, the EL model yields compressive stress on the ligament in front of the crack tip, whereas the A model predicts tensile stress.

In Fig. 11 lifetime and strain are investigated for an electromechanically loaded sample with the material data of BT. Based on the real-life example of a stack actuator, a constant compressive pre-stress is superimposed on the unipolar cyclic electric load (2kV/mm), with the aim of suppressing crack growth and thus improving the durability of the smart device. The CM is applied for the calculations [10], accounting for the outlined continuum damage model. The initial damage, in terms of a crack density inherent to the material prior to loading, thus comes into play as an additional parameter. In Fig. 11 $f_0=0,5\%$ has been chosen as initial damage variable. A FE simulation in the style of Fig. 7 is not required at this point, since basic insights derived from a bulk material model are readily transferable to more complex geometries of a stack actuator.

Obviously, lifetime is considerably reduced at low and medium compressive stress. Recovery ultimately occurs for absolute values above 25 MPa. The minimum of critical load cycles can be explained by increased 90° -domain switching activity and thus residual stress on the meso-scale, whereby moderate compression activates the ferroelastic effect and aligns dipoles predominantly perpendicular to the external electric field. However, if the pressure further increases, the domains are clamped, and switching is inhibited. The minimum of bearable load cycles, on the other hand, comes along with a maximum of actuation strain. The discrepancy between the blue and red curves illustrates the impact of damage and aging, respectively, on strain. Without pre-stress there is already a significant reduction in the actuator performance after just 20% of the lifetime, essentially due to reduced effective piezoelectric coefficients. Above 15 MPa of compressive stress, however, the strain remains almost unchanged throughout most of the actuator's life span.

Based on the simulation of damage evolution in a polycrystalline MVE, a Wöhler-type diagram is readily elaborated, which is depicted in Fig. 12. The normalized amplitude of a unipolar cyclic electric load is plotted versus the number of

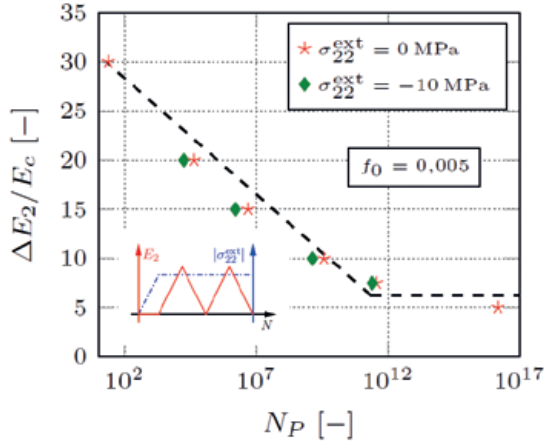


Fig. 12: Wöhler-type diagram of barium titanate for cyclic unipolar electric and constant compressive pre-load with 0.5% initial crack density

bearable load cycles until fracture. It should be noted that functional degradation, e.g., as outlined in Fig. 11 by means of the actuation strain, could alternatively be chosen as conservative failure criterion. Since the coercive field E_c of BT is comparatively low, 10 to 15 times larger electric fields may be imposed on bulk and even more on thin film specimens. While six amplitudes have been employed for the simulations, a linear trend, including a fatigue resistance below 5–7 E_c (approx. 1–1.4 kV/mm), is indicated in the logarithmic representation, as known from classical Wöhler diagrams. A moderate compressive pre-load of -10 MPa apparently reduces the life span, being consistent with the findings in Fig. 11. The initial damage f_0 , of course, has an impact on lifetime, just as bipolar electric loading consi-

derably reduces the number of bearable cycles. To reduce the computational cost of simulating a massive amount of cycles, a technique for homogenization in time was elaborated [10].

The final example addresses an innovative concept of energy harvesting, where mechanical energy is converted into electrical energy. In contrast to classical piezoelectric harvesting concepts, where the efficiency factor is close to one due to avoiding domain switching as dissipative source, it is precisely this latter aspect that is being exploited to maximize the electric output, with the reduction in efficiency being accepted as a necessary trade-off. The basic idea is that the mechanical work associated with the ferroelastic effect and inelastic strain, respectively, is much larger than the linear elastic work typically exploited in a piezoelectric harvesting device. The efficiency of energy conversion is not relevant, as the mechanical energy is supposed to be available for free. Electric energy is generated by mechanically induced depolarization against an electric harvesting field, whereas repolarization, supported by a small electric bias field and residual fields, closes the harvesting cycle [41,42].

Fig. 13 shows two pareto-optimal cycles, obtained from a total of approximately 10^4 simulations with variations of process parameters in terms of stress and electric field. The high efficiency of the CM enables such an optimization with reasonable computational cost, however, disables the potential of including geometrical aspects of a ferroelectric structure. The blue lines represent optimal stress curves, which are essentially in the compressive regime

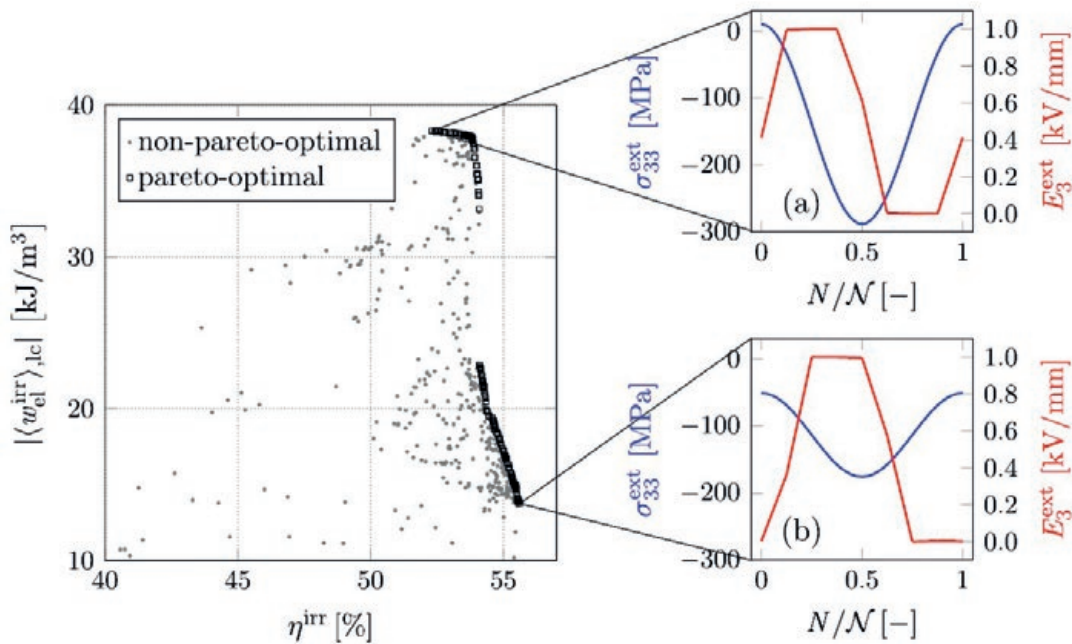


Fig. 13: Pareto-optimization of a cyclic process for ferroelectric energy harvesting with electric energy output vs. efficiency as competing figures of merit [42]

for durability reasons, while the red lines represent the optimal electric process control. Along the pareto front, the two configurations with the highest electric energy output and, respectively, the best efficiency have been chosen [42]. Against the background of the idea behind this ferroelectric harvesting concept, the upper process cycle is favorable, whereby even a modest increase in efficiency leads to a significant decrease in electric output. The optimal control of the electric field, as response to the mechanical input, must be taken into account in the design of the electric circuit, where the ferroelectric device is embedded into. Electrotechnical-continuum electromechanical co-simulations are work in progress.

Conclusion

Modeling and simulation of ferroics, i.e., ferroelectric, ferromagnetic and multiferroic materials and compounds, is a challenging and, in light of their wide range of applications in smart systems technology, contemporary task. Mutual interactions of several scales involved, the interconnection of various physical branches, in particular electrodynamics, mechanics and thermodynamics, and eventually the reduction of complexity against the background of feasible computing times, are issues to cope with. In this context, we elaborated semi-analytical approaches for the constitutive behaviors, incorporating interactions on micro- and mesoscales as well as damage and phase transition, and integrated them into a FE environment. From a physical point of view, the action of force under electromagnetic load is still completely unclear, and related stress is highly relevant at field concentrators such as sharp notches and cracks.

Acknowledgements

Many thanks to the contributing members of my group over the past few years, in particular (in alphabetic order) Artjom Avakian, Lennart Behlen, Roman Gellmann, Stephan Lange, Eugen Merkel, Alexander Schlosser, Philip Uckermann, Reschad Wakili, Zhibin Wang, Andreas Warkentin and Marius Wingen. Further thanks go to, inter alia, the DFG and the University of Kassel within the project BiT-Werk for their financial support.

References

- [1] J.C. Maxwell: A treatise on electricity and magnetism: 2. Clarendon Press Series. Oxford, UK: Clarendon Press, 1873.
- [2] L. Behlen, D. Wallenta, A. Ricoeur: On the manifold effects of Maxwell stress in dielectrics and consequences of the Einstein–Laub tensor for crack problems. *Proceedings of the Royal Society A* 481 (2025), 20250117.
- [3] S.C. Hwang, C.S. Lynch, R.M. McMeeking: Ferroelectric/ferroelastic interactions and a polarization switching model. *Acta Metallurgica et Materialia* 43 (1995), 2073–2084.
- [4] A. Warkentin: Integrierter Modellrahmen zur konstitutiven Beschreibung der gekoppelten visko-ferroelektrischen Dissipation sowie Identifikation und Analyse von Kreisprozessen zur effizienten Energiewandlung. Dissertation Universität Kassel, Institut für Mechanik, 2024.
- [5] W.J. Merz: Domain formulation and domain wall motions in ferroelectric BaTiO₃ single crystals. *Physical Review* 95 (1954), 690–698.
- [6] W.L. Tan, D.M. Kochmann: An effective constitutive model for polycrystalline ferroelectric ceramics: Theoretical framework and numerical examples. *Computational Materials Science* 136 (2017), 223–237.
- [7] S. Lange, A. Ricoeur: A condensed microelectromechanical approach for modeling tetragonal ferroelectrics. *International Journal of Solids and Structures* 54 (2015), 100–110.
- [8] J.E. Huber, N.A. Fleck, C.M. Landis, R.M. McMeeking: A constitutive model for ferroelectric polycrystals. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids* 47 (1999), 1663–1697.
- [9] A. Warkentin, A. Ricoeur: Hybrid modeling of viscoelastic and switching-induced heating in ferroelectrics. *Proceedings of Applied Mathematics and Mechanics* 22 (2022), e202200212.
- [10] S. Lange, A. Ricoeur: High cycle fatigue damage and life time prediction for tetragonal ferroelectrics under electromechanical loading. *International Journal of Solids and Structures* 80 (2016), 181–192.
- [11] P. Uckermann, S. Lange, A. Ricoeur: Modeling of electromechanically induced phase transitions in lead zirconate titanate (PZT) based on the condensed method. *Proceedings of Applied Mathematics and Mechanics* 18 (2018), e201800117.
- [12] A. Ricoeur, S. Lange: Constitutive modeling of polycrystalline multiconstituent and multiphase ferroic materials based on a condensed approach. *Archive of Applied Mechanics* 89 (2019), 973–994.
- [13] S. Lange, A. Ricoeur: Multiscale modeling of ferroelectrics with stochastic grain size distribution. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures* 33 (2022), 1773–1786.
- [14] S. Lange, A. Warkentin, A. Ricoeur: Scale transition and residual fields in modeling of polycrystalline ferroelectrics based on the internal energy potential and a Voigt-Reuss approximation. *European Journal of Mechanics / A Solids* 103 (2024), 105161.
- [15] A. Warkentin, A. Ricoeur: A semi-analytical scale-bridging approach towards polycrystalline ferroelectrics with mutual nonlinear caloric-electromechanical couplings. *International Journal of Solids and Structures* 200–201 (2020), 286–296.
- [16] A. Avakian, A. Ricoeur: Numerical simulation of multiferroic composites: prediction of magnetoelectric coupling and damage. *Continuum Mechanics and Thermodynamics* 32 (2020), 1455–1472.
- [17] A. Ricoeur, M. Wingen: A monolithic approach toward coupled electrodynamic-thermomechanical problems with regard to weak formulations. *Acta Mechanica* 234 (2023), 3–16.
- [18] A. Schlosser: Beanspruchung und Wachstum von Rissen in elastischen Kompositen mit magnetoelektrischer Kopplung. Dissertation Universität Kassel, Institut für Mechanik, 2023.
- [19] A. Schlosser, A. Ricoeur: Simulation of delamination in ferromagnetic-ferroelectric laminate composites. *Proceedings of the 8th GACM Colloquium on Computational Mechanics*, T. Gleim, S. Lange (Eds.), Kassel (2019), 179–182.
- [20] G. Kemmer, H. Balke: Kraftwirkung auf die Flanken nichtleitender Risse in Piezoelektrika. In: *GAMM 98, Short Communications in Mathematics and Mechanics*, ZAMM 79 (1999).
- [21] C.M. Landis: Energetically consistent boundary conditions for electromechanical fracture. *International Journal of Solids and Structures* 41 (2004), 6291–6315.
- [22] R. Gellmann, A. Ricoeur: Some new aspects of boundary conditions at cracks in piezoelectrics. *Archive of Applied Mechanics* 82 (2012), 841–852.
- [23] I.A. Anderson, T.A. Gisby, T.G. McKay, B.M. O'Brien, E.P. Calius: Multi-functional dielectric elastomer artificial muscles for soft and smart machines. *Journal of Applied Physics* 112 (2012), 041101.
- [24] Y. Guo, L. Liu, Y. Liu, J. Leng: Review of dielectric elastomer actuators and their applications in soft robots. *Advanced Intelligent Systems* 3 (2021), 2000282.

- [25] A. Einstein, J. Laub: Über die im elektromagnetischen Felde auf ruhende Körper ausgeübten ponderomotorischen Kräfte. *Annalen der Physik* 331 (1908), 541-550.
- [26] H. Lorentz: The theory of electrons and its applications to the phenomena of light and radiant heat. Dover books on physics, Dover Publications (2003).
- [27] H. Minkowski: Die Grundgleichungen für die elektromagnetischen Vorgänge in bewegten Körpern. *Mathematische Annalen* 68 (1910), 472-525.
- [28] A. Schlosser, L. Behlen, A. Ricoeur: Electrostatic body forces in cracked dielectrics and their implication on Maxwell stress tensors. *Continuum Mechanics and Thermodynamics* 36 (2024), 877-890.
- [29] L. Behlen, D. Wallenta, A. Ricoeur: Does the capacitor analogy model in fracture mechanics of elastic dielectrics constitute an appropriate approximation? *Mathematics and Mechanics of Solids* 29 (2024), 2316-2347.
- [30] R. Wakili, S. Lange, A. Ricoeur: FEM-CM as a hybrid approach for multiscale modeling and simulation of ferroelectric boundary value problems. *Computational Mechanics* 72 (2023), 1295-1313.
- [31] J. Schröder, M. Labusch, M.-A. Keip: Algorithmic two-scale transition for magneto-electro-mechanically coupled problems: FE2-scheme: Localization and homogenization. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 302 (2016), 253-280.
- [32] N. Lange, G. Hütter, B. Kiefer: An efficient monolithic solution scheme for FE2 problems. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 382 (2021), 113886.
- [33] M. Hooker: Properties of PZT-based piezoelectric ceramics between -150°C and 250°C. Technical Report; Lockheed Martin Engineering & Sciences Co., Hampton, Virginia, 1998.
- [34] R. Wakili, S. Lange, A. Ricoeur: FEM-CM: An efficient approach for multiscale simulations of ferroic materials. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, submitted 2026.
- [35] Q.-H. Qin, Y.-W. Mai, S.-W. Yu: Effective moduli for thermopiezoelectric materials with microcracks. *International Journal of Fracture* 91 (1998), 359-371.
- [36] E. Merkel, A. Ricoeur: Effective properties of cracked piezoelectrics with non-trivial crack face boundary conditions. *Archive of Applied Mechanics* 86 (2016), 1325-1340.
- [37] L. Janski, M. Kuna: Adaptive finite element modeling of stationary and propagating cracks in piezoelectric structures. *Archives of Mechanics* 63 (2011), 599-619.
- [38] Z. Wang, A. Ricoeur: The influence of electric loading on crack paths in ferroelectrics. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids* 142 (2020), 104043.
- [39] Z. Wang, A. Ricoeur: Prediction of crack paths in ferroelectrics with anisotropic fracture toughness. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics* 114 (2021), 103031.
- [40] M. Abraham: Zur Elektrodynamik bewegter Körper. *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo* (1884-1940) 28 (1909), 1-28.
- [41] L. Behlen, A. Warkentin, A. Ricoeur: Exploiting ferroelectric and ferroelastic effects in piezoelectric energy harvesting: theoretical studies and parameter optimization. *Smart Materials and Structures* 30 (2021), 035031.
- [42] A. Warkentin, L. Behlen, A. Ricoeur: Model-based investigations of ferroelectric energy harvesting with regard to an improvement of life span and operability. *Smart Materials and Structures* 32 (2023), 035028.



Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Ricoeur leitet seit 2009 das Fachgebiet Technische Mechanik / Kontinuumsmechanik am Institut für Mechanik des Fachbereichs Maschinenbau der Universität Kassel. Von 1998 bis 2009 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Mechanik und Fluidodynamik der TU Bergakademie Freiberg beschäftigt, wo er sich 2007 in der Festkörper- und Kontinuumsmechanik habilitierte. Sein Studium des Maschinenwesens mit der Ausrichtung Physikingenieurwesen absolvierte Andreas Ricoeur ab 1988 an der Universität Stuttgart, wo er 1994 als Dipl.-Ing. und 1999 am Institut A für Mechanik der Fakultät Verfahrenstechnik und Technische Kybernetik als Dr.-Ing. abschloss. Seine Forschungsaktivitäten adressieren Fragestellungen der analytischen, experimentellen und numerischen Bruchmechanik, der Simulation von Risswachstum unter nichttrivialen Bedingungen, moderne Diskretisierungsverfahren, insbesondere VEM, sowie experimentelle und theoretische Arbeiten zur Elektromechanik und zu Multifunktionswerkstoffen.

SIAM leads the way in Data Science

Data science is a fast-moving and rapidly expanding research area, and SIAM is dedicated to providing ways to get involved.

Here's how:

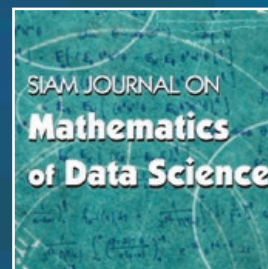


Conference on Mathematics of Data Science

The next **SIAM Conference on Mathematics of Data Science** is planned for 2026. Visit siam.org/conferences for more information. SIAM members with a research interest in data science can also join the **SIAM Activity Group on Data Science (SIAG/DATA)** when they renew their SIAM membership at my.siam.org.

SIAM Journal on Mathematics of Data Science

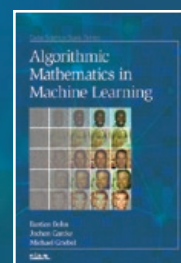
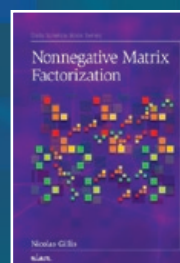
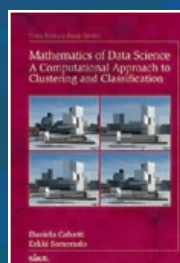
This leading journal publishes work that advances mathematical, statistical, and computational methods in the context of data and information sciences. We invite papers that present significant advances in this context, including applications to science, engineering, business, and medicine.



Data Science Book Series

This SIAM book series covers the mathematical, computational, and scientific aspects of data science, and will publish high-impact research monographs, in-depth essays on emerging trends, tutorials with a broad reach, state-of-the-art surveys, scholarly research retrospectives, and textbooks.

The series is seeking proposals for new books—contact SIAM's acquisitions department to discuss your ideas.



Learn more about data science and how you can get involved:

www.siam.org

siam | Society for Industrial and
Applied Mathematics

PD Dr.-Ing. habil. Tobias Kaiser studierte Maschinenbau mit Schwerpunkt Modellierung und Simulation in der Mechanik an der Technischen Universität Dortmund. Nach Abschluss seines Masterstudiums im Jahr 2015 arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter unter der Leitung von Prof. Andreas Menzel am Institut für Mechanik und promovierte dort 2019 mit Auszeichnung. Im Anschluss an seine Promotion setzte er seine Forschungstätigkeit zu generalisierten Kontinuumstheorien mit einem Aufenthalt am Mines ParisTech bei Prof. Samuel Forest fort und spezialisierte sich fortan auf die skalenübergreifende Beschreibung gekoppelten Materialverhaltens. Einem zweijährigen Gastaufenthalt bei Prof. Marc Geers an der TU Eindhoven folgte 2023 schließlich die Habilitation für Festkörpermechanik an der TU Dortmund, wo er seitdem als Privatdozent tätig ist. Von 2019 bis 2022 war er Mitglied der GAMM Junioren, 2024 Co-Organisator der Section 8: Multiscales and Homogenization auf der GAMM Jahrestagung und seit 2024 ist er als Gasteditor des Sonderbands *Frontiers in Multiscale Modeling* der GAMM-Mitteilungen tätig.

Aufgrund der hierarchischen Struktur von Materialien, die sich über mehrere Größenordnungen von atomaren Bindungsmechanismen bis hin zu makroskopischen Bauteildimensionen erstreckt, sind einskalige Modellierungsansätze zumeist unzureichend, um ein genaues Verständnis komplexen Materialverhaltens zu erlangen. Mehrskalenmethoden ermöglichen es, die auf unterschiedlichen Längenskalen wirksamen Mechanismen konsistent zu erfassen und in einem gemeinsamen Rahmen abzubilden. Auf diese Weise können hochgenaue Modelle, die auf der Grundlage von Mikroskalen-Experimenten entwickelt wurden, verwendet werden, um Makroskalenexperimente zu verstehen. Diese skalenübergreifende Verknüpfung von Experiment und Modellierung fasziniert Tobias Kaiser und prägt seine wissenschaftliche Arbeitsweise:

Als Projektleiter im SFB TRR188 forscht er mit seinem Team seit 2019 in enger Zusammenarbeit mit Kolleg*innen der Fertigungstechnologien und Materialwissenschaften an „Schädigungskontrollierten Umformprozessen“. Hierbei stehen insbesondere zerstörungsfreie Prüfverfahren und damit einhergehend die Auswirkung von Mikroskalendefekten auf effektive elektro-mechanische Materialeigenschaften im Fokus. Grundlage dieser Arbeit sind klassische computergestützte Mehrskalenmethoden für thermo-elektro-mechanisch gekoppelte Probleme. Diese ermöglichen es, den Einfluss mechanisch-induzierter Schädigungsvorgänge bei infinitesimalen [1] und finiten Deformationen [2] auf effektive elektrische Eigenschaften zu analysieren. Die so ermittelten Mikrostruktur-Eigenschafts-Beziehungen tragen zu einem grundlegenden Verständnis mehrskaliger experimenteller Analysen bei. In enger Zusammenarbeit mit Prof. Christoph Krichlechner (Karlsruher Institut für Technologie), Prof. Gerhard Dehm (Max-Planck-Institut für Nachhaltige Materialien) und Dr. Hanna Bishara (Universität Tel Aviv) wurde dies zunächst exemplarisch für synthetische Mikrostrukturen mit geometrisch wohldefinierten Defekten

STECKBRIEF



in Form von Mikroporen gezeigt [3]. In einem zweiten Schritt wurde der klassische Mehrskalenansatz generalisiert, um die Auswirkung resistiver Korn- und Phasengrenzen berücksichtigen zu können. Im Allgemeinen unterscheiden sich diese sowohl in ihrer atomaren Struktur als auch in ihrer chemischen Zusammensetzung von den angrenzenden kristallinen Phasen. Um den Einfluss der hierdurch bedingten, niederdimensionalen Störzonen möglichst akkurat in Simulationen abbilden zu können, wurde eine elektro-mechanisch gekoppelte Grenzflächenformulierung etabliert [4] und in einen energiebasierten Mehrskalenansatz eingebettet [5]. Letzterer ermöglicht es, die effektive Leitfähigkeit von polykristallinen und mehrphasigen Materialien unter Berücksichtigung der spezifischen Korngren-

zeigenschaften vorherzusagen (Abb. 1) und, in gleicher Weise, „lokale“ und „globale“ experimentelle Analysen der Grenzflächeneigenschaften zueinander in Bezug zu setzen. In der experimentell-simulativen Arbeit [6] wurde dies am Beispiel elektrischer Korngrenzwiderstände in Polykristallen gezeigt und eine theoretische Grundlage für die in den Materialwissenschaften seit den 60er Jahren verwendete Andrews Methode geschaffen.

Ergänzend zu seinen Arbeiten an resistiven Grenzflächen forscht Tobias Kaiser mit seinem Team im Rahmen der DFG-Sachbeihilfe „Multiscale Modelling of Electrically Conducting Generalised Interfaces“ (Projekt-Nr. 556523284) an Mehrskalenansätzen für generalisierte Grenzflächenformulierungen. Diese vereinheitlichten Grenzflächenbeschreibungen umfassen sowohl resistive als auch hochgradig leitfähige Grenzflächen, die durch den signifikanten Fortschritt im Korngrenzen-Engineering der vergangenen Jahre im Fokus aktueller Entwicklungen der Materialwissenschaften stehen. Neben der Homogenisierung von Mikrostrukturen mit generalisierten Grenzflächen werden insbesondere die Eigenschaften von makroskopischen Komposit-Grenzflächen, wie elektrisch leitfähigen Klebstoffen,

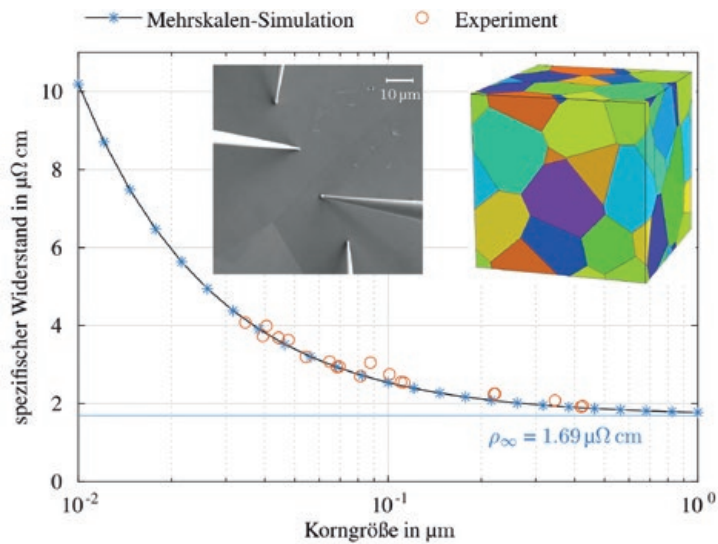


Abb. 1: Experimentelle Messung von Korngrenz Widerständen (mit freundlicher Genehmigung von Dr. Hanna Bishara, Universität Tel Aviv) und simulations-basierte Vorhersage des spezifischen elektrischen Widerstands von Polykristallen als Funktion der Korngröße mit experimentellen Daten aus Sun, T., et al. „Surface and grain-boundary scattering in nanometric Cu films“, *Physical Review B* 81 (2010), 155454

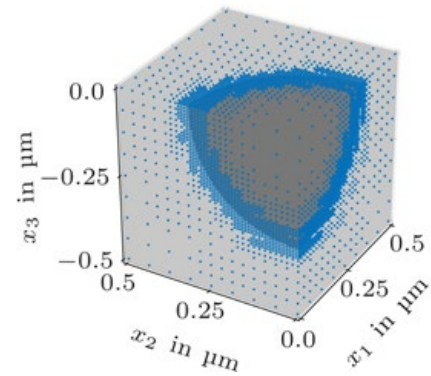


Abb. 2: Typische Aktivierung von Gitterpunkten in adaptiven Wavelet-FFT-Hybridverfahren für ein klassisches Eshelby-Problem

im Rahmen dieses Projektes analysiert. In ersten Arbeiten hierzu konnte exemplarisch gezeigt werden, wie solche generalisierten Homogenisierungsansätze für Grenzflächen verwendet werden können, um effektive elektro-mechanisch gekoppelte Kohesivzonenmodelle ausgehend von der Grenzflächenmorphologie herzuleiten [7].

Mit zunehmender Komplexität der betrachteten Mikrostrukturen und der auf der Mikroskala berücksichtigten Phänomene steigen Rechenzeit und Speicherbedarf signifikant an. Vor diesem Hintergrund und basierend auf seinen Forschungsaktivitäten (2021-2023) in der Gruppe von Prof. Marc Geers an der TU Eindhoven beschäftigt sich Tobias Kaiser mit seinem Team im Rahmen der DFG-Sachbeihilfe „Wavelet-FFT-based Multiscale Mechanics“ (Projekt-Nr. 548608747) mit der Entwicklung schneller, adaptiver Lösungsverfahren für Mehrskalprobleme. Die Kernidee des Projekts besteht darin, die natürliche Adaptivität Wavelet-basierter Verfahren mit der Effizienz dem Stand der Technik entsprechender FFT-basierter Spektrallöser zu kombinieren. Diese neuartigen Hybridverfahren adressieren ein

zentrales Problem klassischer FFT-basierter Spektrallöser, indem sie Berechnungen auf adaptiven Gittern ermöglichen (Abb. 2), [8]. Darüber hinaus erlauben sie auf natürliche Weise, Felddaten in komprimierter Form darzustellen und somit die Speicheranforderungen von Mehrskalensimulationen signifikant zu reduzieren.

Als unmittelbare Fortführung seiner Forschungsaktivitäten im Rahmen der Dissertation arbeitet Tobias Kaiser mit seinem Team zudem an generalisierten Kontinuums-theorien. Dies umfasst sowohl die Entwicklung neuartiger Theorien, wie der Spannungsgradiententheorie [9], an deren Entwicklung er während seiner Zeit am Mines ParisTech bei Prof. Samuel Forest (2020) mitwirken konnte, als auch die konsistente Erweiterung und stringente Analyse bestehender Theorien. So konnte beispielsweise in der jüngsten Arbeit [10] gezeigt werden, wie klassische mikromorphe Kontinuums-theorien konsistent um dynamische Effekte erweitert und für explizite Lösungsverfahren zugänglich gemacht werden können.

Literatur

- [1] T. Kaiser, A. Menzel. „An electro-mechanically coupled multiscale formulation for electrical conductors“. *Archive of Applied Mechanics* 91 (2021), 1509–1526.
- [2] T. Kaiser, A. Menzel. „A finite deformation electro-mechanically coupled multiscale formulation for electrical conductors“. *Acta Mechanica* 232(10) (2021), 3939–3956.
- [3] T. Kaiser, G. Dehm, C. Kirchlechner, A. Menzel, H. Bishara. „Probing porosity in metals by electrical conductivity: Nanoscale experiments and multiscale simulations“. *European Journal of Mechanics A/Solids* 97 (2023), 104777.
- [4] T. Kaiser, A. Menzel. „Fundamentals of electro-mechanically coupled cohesive zone formulations for electrical conductors“. *Computational Mechanics* 68 (2021), 51–67.
- [5] D. Güzel, T. Kaiser, A. Menzel. „A computational multiscale approach towards the modelling of microstructures with material interfaces in electrical conductors“. *Mathematics and Mechanics of Solids* 30(2) (2025), 247–266.
- [6] D. Güzel, T. Kaiser, H. Bishara, G. Dehm, A. Menzel. „Revisiting Andrews method and grain boundary resistivity from a computational multiscale perspective“. *Mechanics of Materials* 198 (2024), 105115.
- [7] T. Kaiser, N. von der Höh, A. Menzel. „Computational multiscale modeling of material interfaces in electrical conductors“. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 186 (2024), 105601.
- [8] T. Kaiser, T. Raasch, J. J. C. Remmers, M. G. D. Geers. „A wavelet-enhanced adaptive hierarchical FFT-based approach for the efficient solution of microscale boundary value problems“. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 409 (2023), 115959.
- [9] T. Kaiser, S. Forest, A. Menzel. „A finite element implementation of the stress gradient theory“. *Meccanica* 56(5) (2021), 1109–1128.
- [10] L. Sobisch, T. Kaiser, A. Menzel. „The non-stationary micromorphic approach to gradient-damage: On time and length scales, stable time increments and micromorphic damping“. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, in press, doi: 10.1016/j.cma.2025.118478.

Kontakt

PD Dr.-Ing. habil. Tobias Kaiser
Institut für Mechanik
Fakultät Maschinenbau
Technische Universität Dortmund
Leonhard-Euler-Straße 5
44227 Dortmund
tobias.kaiser@tu-dortmund.de

Dr. Aaron Brunk studierte Mathematik an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz und promovierte dort 2022 bei Mária Lukáčová-Medvidová zur Wohlgestelltheit und strukturerhaltenden Approximation im Kontext viskoelastischer Phasenseparation. Seitdem ist er dort als Postdoktorand tätig und baut eine eigene Arbeitsgruppe auf. Im Wintersemester 2025/2026 übernimmt er eine Vertretungsprofessur an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Sein Forschungsgebiet befindet sich an der Schnittstelle von Modellierung, mathematischer Analysis und der Entwicklung zuverlässiger numerischer Verfahren, mit besonderem Fokus auf kontinuumsmechanische Systeme in der Strömungsmechanik sowie der Materialsimulation von Mehrkomponentensystemen.

Für den sinnvollen Einsatz mathematischer Modelle ist es entscheidend, deren Herkunft und den zu beschreibenden Sachverhalt zu verstehen sowie relevante Effekte anschließend zu verifizieren. In diesem Forschungsfeld sind Modellbildung, mathematische Analyse und numerische Simulation eng miteinander verknüpft. Zahlreiche Eigenschaften wie grundlegende physikalische Prinzipien der Erhaltung von Masse, Impuls und Energie sowie die Entropieproduktion können direkt analytisch überprüft werden. Andere Effekte, etwa Instabilitäten und Netzwerkbildungen, können hingegen häufig nur durch numerische Simulationen nachgewiesen werden. Herr Brunk untersucht in seiner Forschung diese Fragestellungen.

In zahlreichen Anwendungen bestehen die resultierenden Modelle aus Systemen nichtlinearer partieller Differentialgleichungen, die zusätzliche strukturelle Eigenschaften aufweisen. Durch geeignete Manipulation der Gleichungen können verschiedene grundlegende Prinzipien der Modellierung identifiziert werden. Bei der numerischen Approximation gehen jedoch viele dieser Strukturen verloren, da die zuvor möglichen Manipulationen nicht mehr zulässig sind. Daher ist es wesentlich, diese Strukturen zu identifizieren und numerische Verfahren so zu entwickeln, dass sie erhalten bleiben. Viele Modelle können zudem in eine Hierarchie eingeordnet werden, etwa durch Modellreduktionen wie asymptotische Grenzwerte oder durch das Auslassen zusätzlicher Effekte wie Temperatureinfluss oder Vereinfachung wie identische Massendichte.

Daraus ergeben sich weitere Fragestellungen: Unter welchen Bedingungen ist welches Modell anwendbar, und lassen sich geeignete Approximationen oder allgemeine Approximationsprinzipien für die gesamte Modellhierarchie entwickeln?

Während seiner Promotion beschäftigte er sich mit der mathematischen Beschreibung des Separationsverhaltens von Mischungen mit viskoelastischen Effekten.

Diese treten beispielsweise bei der Entmischung von Po-

STECKBRIEF



lymerlösungen auf, da die elastischen Effekte der Polymere auf ganz anderen Zeitskalen wirken als die Entmischung. Diese führt zu interessanten Phänomenen wie dynamischer Netzwerkbildung und deutlich langsamem Entmischen. Für diese Modelle betrachtete er zunächst die Wohlgestelltheit der phänomenologischen Modelle und zeigte, dass in vielen relevanten Anwendungsfällen das Gleichungssystem überhaupt Lösungen besitzt [1]. Anschließend konstruierten er und Koautoren zuverlässige numerische Verfahren, welche die relevanten Strukturen, hier Massenerhaltung und Energiedissipation, erhalten, und bewiesen sogar Fehlerabschätzungen [2], also Aussagen, wie weit die Approximation von der

echten Lösung entfernt ist. In diesem Fall waren es algebraische Fehlerraten in der Raum- und Zeitdiskretisierung. Schließlich ließ sich die erwartete Netzwerkbildung numerisch verifizieren. Ein Vergleich findet sich in Abbildung 1 und man kann direkt erkennen, dass im viskoelastischen Fall eine ganz andere Dynamik auftritt als im viskosen Fall. Die Fehler bei der strukturerhaltung findet man in Abbildung 2 und sind nahe der Maschinengenauigkeit.

Aktuell arbeitet Herr Brunk an einer rigorosen Herleitung der Modelle aus mikroskopischen Beschreibungen der Mischung.

In den letzten Jahren hat sich der Fokus jedoch auf Modelle mit vielen Komponenten erweitert.

In einem Teilprojekt des SPP2256 Variationsmethoden für die quantitative Phasenfeld-Modellierung und Simulation von pulverbasierten additiven Fertigungsverfahren beschäftigt sich Aaron Brunk in Kooperation mit Prof. Dr. Bai-Xiang Xu mit der Konstruktion effizienter und stabiler Verfahren für Modelle im Kontext der pulverbasierten additiven Fertigung.

Das Pulver, typischerweise Metall wird mittels Phasenfeldern beschrieben und dann durch Laser geschmolzen und induzierte temperaturgetriebene Effekte entlang diverser Materialoberflächen.

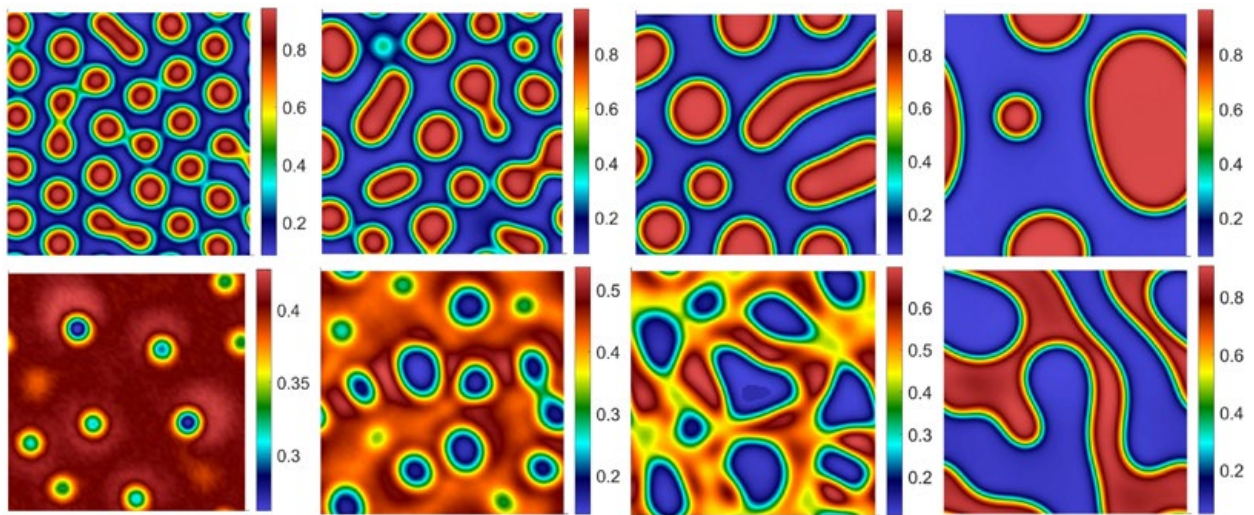


Abb. 1: Oben: Viskose Entmischung an den Zeiten 0.1, 0.3, 1, 12. Unten: Viskoelastische Entmischung zu den Zeiten 1, 3, 5, 12

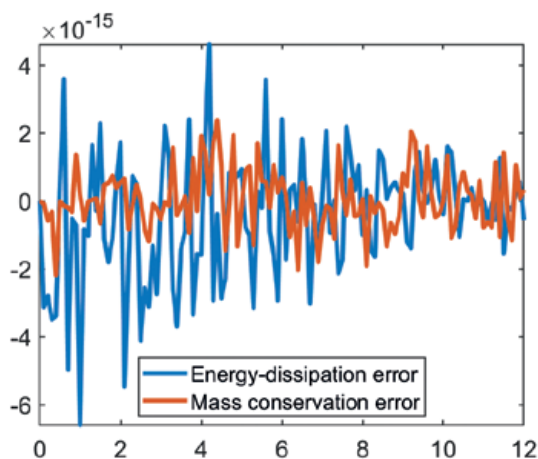


Abb. 2: Fehler in Massenerhaltung und Energiedissipation für die viskoelastische Entmischung

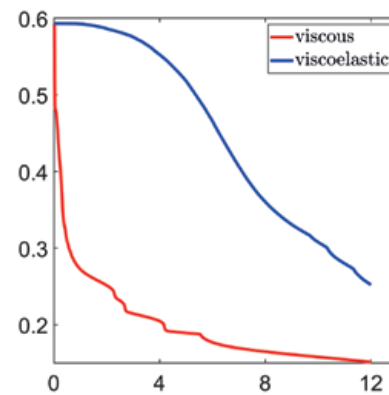


Abb. 3: Zeitliche Evolution der Energie für viskose und viskoelastische Entmischung

Auf der Modellierungsebene benötigt man Modelle für das temperaturabhängige Schmelzen und Wiederverfestigen und das Strömungsverhalten der induzierten Schmelze. Um die relevanten Strukturen, Erhaltung von Masse, Impuls und Energie sowie Entropieproduktion auf die Approximation zu übertragen, gibt es zwei Optionen. Man beschreibt die Evolution der Temperatur mittels der Entropiegleichung [3] oder man verwendet als Variable die inverse Temperatur und arbeitet in der Energiegleichung [4].

Literatur

- [1] Brunk A., Lukáčová-Medvidová M.: Global existence of weak solutions to viscoelastic phase separation: Part I Regular Case. *Nonlinearity* 2022, 10.1088/1361-6544/ac5920.
- [2] Brunk A., Egger H., Habrich O., Lukáčová-Medvidová M.: Error analysis for a second order approximation of a viscoelastic phase separation model. *Numerische Mathematik* 2025, 10.1007/s00211-025-01488-1.

- [3] Brunk A., Lukáčová-Medvidová M., Schumann D.: Structure-preserving approximation of the non-isothermal Cahn-Hilliard system. *arXiv* 2025, <https://arxiv.org/abs/2506.23933>.
- [4] Brunk A., Habrich O., Oyediji T. D., Yang Y., Xu B.-X.: Variational approximation for a non-isothermal coupled phase-field system: Structure-preservation & Nonlinear stability, *Computational Methods in Applied Mathematics*, 2024, 10.1515/cmam-2023-0274

Kontakt

Dr. Aaron Brunk
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Institut für Mathematik
Staudinger Weg 9, 55291 Mainz
abrunk@uni-mainz.de
<https://aaronbrunk1.github.io/>

Upcoming events from

Society for Industrial and Applied Mathematics

2026

SIAM Conference on Parallel Processing for Scientific Computing (PP26)

March 3–6, 2026
Berlin, Germany

Register
Now

SIAM International Meshing Roundtable Workshop 2026 (IMR26)

March 3–6, 2026
Berlin, Germany

Register
Now

SIAM Conference on Uncertainty Quantification (UQ26)

March 22–25, 2026
Minneapolis, Minnesota, U.S.

SIAM Conference on Nonlinear Waves and Coherent Structures (NWCS26)

May 26–29, 2026
Montréal, Québec, Canada

SIAM Conference on Optimization (OP26)

June 2–5, 2026
Edinburgh, United Kingdom

SIAM Conference on Discrete Mathematics (DM26)

June 22–25, 2026
San Diego, California, U.S.

SIAM Annual Meeting (AN26)

July 6–10, 2026
Cleveland, Ohio, U.S.

SIAM Conference on the Life Sciences (LS26)

July 6–9, 2026
Cleveland, Ohio, U.S.

SIAM Conference on Mathematics of Planet Earth (MPE26)

July 6–8, 2026
Cleveland, Ohio, U.S.

SIAM Conference on Applied Mathematics Education (ED26)

July 9–10, 2026
Cleveland, Ohio, U.S.

SIAM Conference on Mathematics of Data Science (MDS26)

November 16–20, 2026
Salt Lake City, Utah, U.S.

SIAM Conference on Imaging Science (IS26)

November 16–19, 2026
Salt Lake City, Utah, U.S.

SIAM International Conference on Data Mining (SDM26)

November 19–20, 2026
Salt Lake City, Utah, U.S.

2027

Algorithm Engineering and Experiments (ALENEX27)

January 24–25, 2027
Philadelphia, Pennsylvania, U.S.

ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA27)

January 24–27, 2027
Philadelphia, Pennsylvania, U.S.

SIAM Symposium on Simplicity in Algorithms (SOSA27)

January 25–26, 2027
Philadelphia, Pennsylvania, U.S.

SIAM Conference on Computational Science and Engineering (CSE27)

February 22–26, 2027
Pittsburgh, Pennsylvania, U.S.



Society for Industrial and
Applied Mathematics

For more information visit siam.org/conferences

This information is current as of November 2025.

GAMM JUNIORS FALL MEETING 2025

BY MIGUEL ANGEL MORENO-MATEOS



GAMM Juniors in Erlangen

This year's GAMM Juniors Fall Meeting brought together young researchers for an inspiring and collaborative few days at FAU Erlangen-Nürnberg. Organized by Miguel Angel Moreno-Mateos and Giuseppe Capobianco, the event encouraged lively discussions led by the GAMM Juniors on new ideas and projects, strengthened connections with the GAMM Board and invited experts, and included engaging social activities in Erlangen and Nürnberg.

The scientific program featured presentations by Mischa Blaszczyk, Emil Løvbak, and Andreas Warkentin, who shared their latest research on topics across computational and applied mechanics, including bone mechanics, stochastic simulations, and multiscale modelling. Their contributions sparked stimulating discussions and constructive feedback within the group.

Organisational topics were also addressed. New IT managers were appointed to support our Discord channel, an essential platform for daily communication and subgroup discussions on the individual GAMM Juniors projects, as well as to manage our institutional email and data platforms. It was also decided that the Fall Meeting will become a standalone project in future years.

A Q&A session with Prof. Claudia Schillings, member of the GAMM Board, offered participants insights into ongoing GAMM initiatives and perspectives on supporting early-career researchers. It was also an excellent opportunity to

convey the concerns of the GAMM Juniors to the Board. A highlight of the meeting was the visit by Prof. Silvia Buday, who shared valuable perspectives on academic career development, work-life balance, and application to funding schemes.

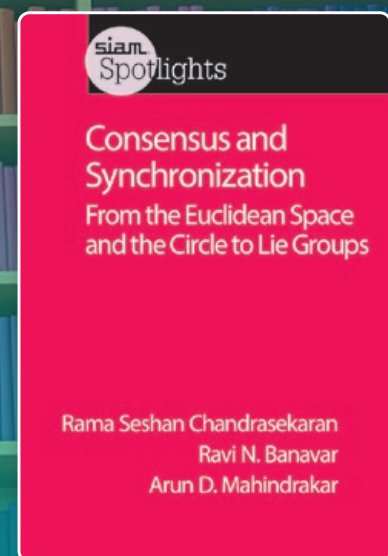
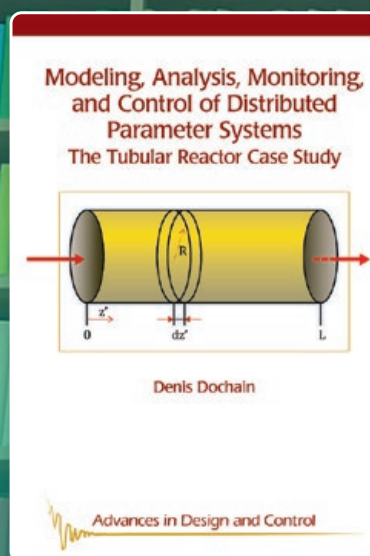
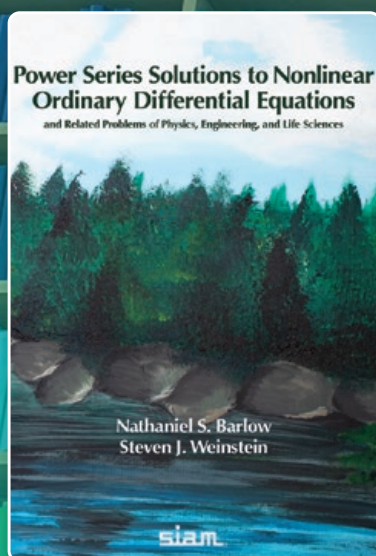
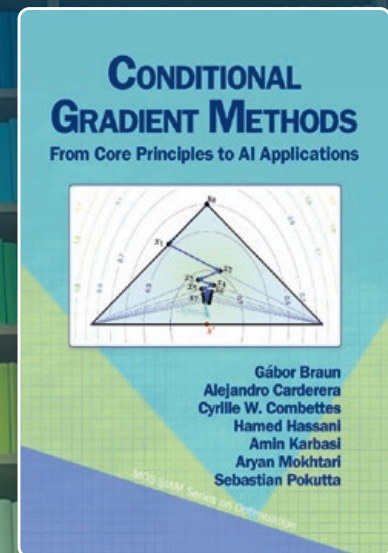
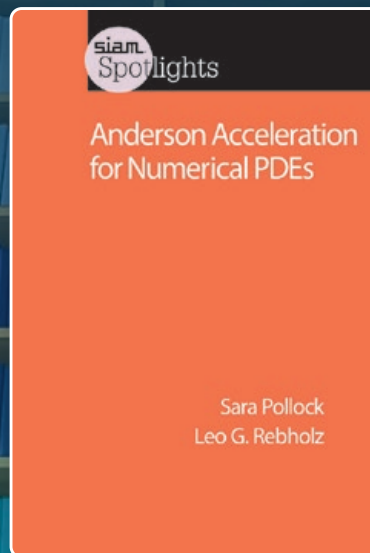
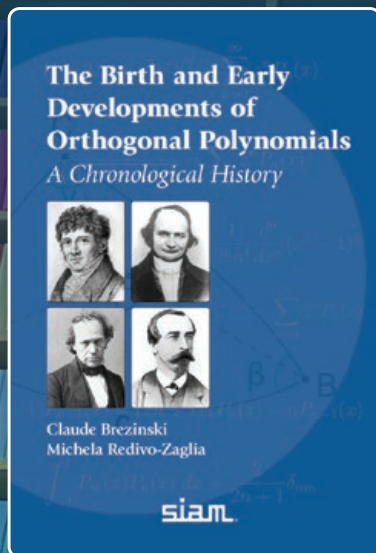
Beyond the formal program, participants enjoyed several social activities, including a visit to the Botanical Garden in Erlangen, a trip to Nürnberg, and shared dinners, providing a relaxed setting for networking and informal exchange.

Overall, the GAMM Juniors Fall Meeting 2025 offered a successful mix of scientific exchange, career insights, and community building, reinforcing the strong spirit of collaboration within the GAMM Juniors network



Rundbrief Readers

Save up to 30% on these titles & more!



To order, visit bookstore.siam.org

Use code **BKGM26** to get a 20% discount. SIAM members automatically receive 30% off.

siam | Society for Industrial and Applied Mathematics
BOOKSTORE



γ GAMM Archive for Students

An Open-Access Online Journal run by the GAMM Juniors

STUDY

DISCOVER

PUBLISH RESULTS



Submission of student research results at
www.gamm-ev.de ► Publications ► GAMMAS

GAM
Juniors

SAMM 2025

BY MARTHA KALINA



The Summer Schools organised by the GAMM Juniors (SAMM) have become an institution, bringing together young researchers from mathematics and mechanics. SAMM 2025 took place at TU Dresden, offering a deep dive into the topic of Model Order Reduction (MOR).

Four experts on MOR covered a wide range from mathematical foundations to applications in science and engineering. Forty-five attendees from nine different countries, including the Netherlands, Latvia, Switzerland, and Italy participated, with balanced numbers from mathematics and mechanics. The week commenced with TT-Prof. Benjamin Unger from Karlsruhe Institute of Technology, who gave an introduction to Interpolatory model reduction for dynamical systems. Prof. Peter Benner from the Max Planck Institute for Dynamics of Complex Technical Systems in Magdeburg continued with lectures on Non-intrusive Model Order Reduction and Machine Learning. Hands-on examples were presented by Yevgeniya Filanova from the same group.

On Wednesday, Dr. Paolo Tiso from ETH Zürich approached the topic of model order reduction from the mechanical engineering perspective and spoke about Reduction of Nonlinear Dynamical Systems. The series of experts was completed by Dr. Margarita Chasapi from RWTH Aachen who gave in-depth lectures on Reduced Basis Methods in Computational Mechanics.

Introductory lectures were complemented by hands-on sessions, allowing participants to put their newly acquired

knowledge and skills to the test. In addition to the scientific program, attendees had the opportunity to explore the city of Dresden and its surroundings, the latter on a hike through the Elbe Sandstone Mountains.

Organizers of SAMM 2025:

Katharina Klioba (TU Delft)
 Richard Schussnig (Ruhr-U. Bochum)
 Martha Kalina (TU Dresden)
 Kai Partmann (U. Siegen)
 Jonas Heinzmann (ETH Zürich)
 Georgia Kikis (U. Duisburg-Essen)
 Dominik Klein (TU Darmstadt)



MINI-WORKSHOPS IN OBERWOLFACH

Neben den traditionellen großen Workshops mit bis zu 48 Teilnehmerinnen und Teilnehmern bietet das Mathematische Forschungsinstitut Oberwolfach (MFO) die Möglichkeit, Mini-Workshops zu veranstalten. Diese bringen bis zu 16 Personen (einschließlich der Organisatoren) für eine Woche in Oberwolfach zusammen. In der Regel finden 2-3 Mini-Workshops parallel in einer Woche statt. Diese Woche kann durch die Gruppe auf verschiedene Weise genutzt werden: Ein Mini-Workshop kann sich auf ein bestimmtes Problem konzentrieren, mit dem Ziel, durch intensive Zusammenarbeit einen wesentlichen Fortschritt zu erreichen, oder er kann dem gemeinsamen Einarbeiten in interessante

neue Entwicklungen dienen. Das zentrale Ziel des Programms ist die Anregung neuer Forschung, wofür kleinere, thematisch fokussierte Gruppen besonders geeignet sind. Ein Schwerpunkt des Programms liegt darauf, auch Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern die Teilnahme und sogar die Organisation eines Mini-Workshops zu ermöglichen. Feste Wochen und Bewerbungsfristen sind auf der Webseite des MFO veröffentlicht. Die nächste Bewerbungsfrist (für Mini-Workshops im August 2026) endet am 31.01.26. Über die Anträge wird etwa 3 Wochen nach Ablauf der Frist entschieden.

OBERWOLFACH RESEARCH FELLOWS/ OBERWOLFACH LEIBNIZ FELLOWS

Das Programm der Oberwolfach Research Fellows (OWRF) richtet sich an kleine Gruppen von 2-4 Personen, die für einen längeren Zeitraum (2-4 Wochen) nach Oberwolfach kommen möchten, um in der inspirierenden Atmosphäre des MFO gemeinsam zu forschen. Promovierte Nachwuchswissenschaftlerinnen- und wissenschaftler haben zusätzlich die Möglichkeit, sich für eine Oberwolfach Leibniz Fellowship (OWLF) zu bewerben. Diese erlaubt einen Forschungsaufenthalt von 1-3 Monaten und beinhaltet die Option einer finanziellen Förderung. Das OWLF-Programm

bietet insbesondere auch Einzelpersonen die Gelegenheit zur Bewerbung.

Projekte aus allen Bereichen der Mathematik können durch OWRF und OWLF gefördert werden; insbesondere interdisziplinäre Forschung und Kooperationen werden unterstützt. Bewerbungen sind jederzeit möglich.

Die Entscheidung über einen Antrag wird in der Regel zügig innerhalb von 6-8 Wochen entschieden.

Weitere Informationen zu den Programmen des MFO finden Sie auf der Webseite www.mfo.de

STIFTUNG MATHEMATIK UND UMWELT – Stiftung

1. WORKSHOP 2026 IN HANNOVER

**Mathematik
und Umwelt**

Der Klimawandel stellt uns alle vor große Herausforderungen: Wetterphänomene wie Starkregen, Hitzerekorde, Dürre und deren Auswirkungen wie Anstieg des Meeresspiegels, Überschwemmungen, Waldbrände und Auftauen des Permafrostes, Gletscherschmelze etc. Bei der Bewältigung dieser Herausforderungen kann die Mathematik viel leisten.

Ziel der 2025 gegründeten, gemeinnützigen Stiftung Mathematik und Umwelt ist es, die Möglichkeiten der mathematischen Forschung zur Lösung von Umweltfragen auch in Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen herauszustellen und transparenter zu machen. Damit sollen auch junge Menschen für Mathematik begeistert werden, und so der mathematische Nachwuchs gesichert werden.

Der französische Philosoph Voltaire hat gesagt: Wir sind nicht nur verantwortlich für das, was wir tun, sondern auch für das, was wir nicht tun.

Inspirieren, sichtbar machen und auszeichnen sind die Ziele dieser Stiftung. Diese zeichnet Mathematiker*innen und Teams aus, die mit mathematischen Methoden zu Umweltthemen forschen. Die ausgezeichneten Arbeiten können Masterarbeiten, Dissertationen und besondere

Publikationen sein.

Die Stiftung beabsichtigt einmal jährlich (erstmalig 2026) eine Auszeichnung vorzunehmen. Diese Auszeichnung ist mit 5 000 Euro dotiert. Werden mehrere Arbeiten ausgezeichnet (bis zu drei), wird die Dotierung je 2 000 Euro betragen.

Die 1. Auszeichnung ist auf dem Workshop Mathematik und Umwelt der Leibniz Universität Hannover im Juni 2026 vorgesehen. Nominierungen (Deadline: 28.02.2026) sind einzureichen an: nominierung@math4nature.foundation. Modalitäten für die Nominierung siehe Webpage der Stiftung www.math4nature.foundation

Der Workshop Mathematik und Umwelt (12.6.-13.6.2026 in Hannover) wird veranstaltet vom Institut für Angewandte Mathematik der LUH.

Neben den Hauptvorträgen sind auch Impulsvorträge geplant, und es wird auch genügend Zeit für wissenschaftliche Diskussionen in kleinen und größeren Runden geben.

Prof. Dr. Ernst P. Stephan

Vorsitzender der Stiftung Mathematik und Umwelt

WISSENSCHAFTLICHE VERANSTALTUNGEN

GAMM

Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik
<http://www.gamm.org>

Tagungsjahr 2026

96. GAMM Jahrestagung Stuttgart

16. - 20. März 2026
www.jahrestagung.gamm.org

Angewandte Operatortheorie

<https://www.mat.tuhh.de/gamm-ot/index.html>

■ GAMM Jahrestagung Stuttgart;
 16.-20. März 2026, Organisation: Andre Schlichting
 (Universität Ulm), Olaf Post (Universität Trier)

■ Walkshop on Mathematical Physics, Kassel,
 25.-26. Juni 2026, Organisation: Amru Hussein
 (Universität Kassel)

Dynamik und Regelungstheorie

<https://ifatwww.et.uni-magdeburg.de/syst/GAMMFA/gammfa.shtml>

■ Workshop 22.-23 April 2026;
 TU Hamburg (Organisation T. Faulwasser, R. Seifried).

■ Workshop mit Fachausschüssen der
 Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik; wird im September 2026;
 in Anif bei Salzburg stattfinden

Analysis von Mikrostrukturen

<https://www.iam.uni-bonn.de/aaa2/gamm-fa/>

Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen

<https://www.gamm.optpde.net>

Computational Science and Engineering (CSE)

<https://www.mb.uni-siegen.de/nm/gamm-cse/>

Mathematische Signal- und Bildverarbeitung

<https://www.uos.de/fb6/msip>

■ Flows on Measure Spaces and Applications
 in Machine Learning, 23. - 27. März 2026,
 Oberwolfach, Organization: G. Savare, G. Steidl, P.
 Rigollet, F.-X. Vialard

■ Inverse Imaging Problems and Generative
 Models, 04. - 07. Mai 2026, ICMS Workshop
 Edinburgh, Organizers: J. Delon, A. Repetti, C.-B.
 Schönlieb, G. Steidl

■ Tomography across Scales, 08. - 12. Juni 2026,
 ESI Workshop Wien, Organizers: W. Drexler, P.
 Elbau, R. Ramlau, M. Ritsch-Marte, G. Schütz, O.
 Scherzer, G. Steidl, G. van de Ven

■ Inverse Problems, 29. September - 01. Oktober
 2026 IPJA Workshop, Berlin, Organizers: T. Jahn,
 G. Steidl

Uncertainty Quantification

<http://www.tu-chemnitz.de/gamm-uq>

■ GAMM-Jahrestagung 2026 in Stuttgart:
 Die Sektion S15 wird von Laura Scarabosio
 (Radboud University) und Björn Sprungk (TU
 Freiberg) organisiert.

SIAM UQ

22.-25. März 2026;
 Minneapolis (USA)
 Diese internationale Konferenz findet in
 Kooperation mit der GAMM FA UQ statt.

■ FrontUQ Workshop 2026
 voraussichtlich TU München

Phasenfeldmodellierung

https://www.mv.uni-kl.de/lm/forschung/GAMM-FA_PFM

■ 11th GAMM Workshop on Phase Field
 Modeling.
 25.-27. Februar 2026, Freiberg

Computational Biomechanics

<https://www.isd.uni-stuttgart.de/fabiomech>

■ GAMM-Jahrestagung (16.-20.03.2026): Der SPP
 2311 ist mit der Session PP04 vertreten

■ SPP-Jahrestreffen (07.-08. Mai 2026, Leipzig)

■ WCCM-ECCOMAS 2026 (19.-24. Juli 2026,
 München): Der Fachausschuss organisiert
 das Minisymposium MS 295 „Continuum
 Biomechanics of Living Active Systems –
 Computational Modeling & Experimental
 Validation“.

Modeling, Analysis and Simulation of Molecular Systems

<https://moansi.wixsite.com/gamm>

**Data-driven Modeling and Numerical
 Simulation for Microstructured Materials**
<http://www.mechbau.uni-stuttgart.de/EMMA/ag-data>

Angewandte und Numerische Lineare Algebra
<https://gammanla.wordpress.com/>

■ 26. GAMM-ANLA-Workshop;
 4.-5. September 2026;
 MPI Magdeburg (Organisation: Eda Oktay,
 Jens Saak und Peter Benner)

Analysis partieller Differentialgleichungen

<https://www.uni-regensburg.de/mathematics/partial-differential-equations/index.html>

■ 2. Jahrestreffen
 5. bis 7. Oktober 2026, Universität Augsburg,
 Organisation: Malte Peter and Jan-Frederik
 Pietschmann

Experimentelle Festkörpermechanik

<https://www.itm.tu-clausthal.de/institut/abteilungen/abteilung-festkoerpermechanik/gamm-fa-experimental-solid-mechanics/home/>

■ MS „Experimental Solid Mechanics“, GAMM
 Jahrestagung Stuttgart; 16.-20. März 2026

Numerische Analysis

https://www.igpm.rwth-aachen.de/gamm_numerical_analysis

Computational and Mathematical Methods in Data Science

<https://www.tu-chemnitz.de/mathematik/wire/cominds>

Moderne Lehre und Didaktik in der Mathematik und Mechanik

<https://im.mb.tu-dortmund.de/gamm/gamm-fa-didaktik/>

Inverse Probleme

https://inverseprobleme.de/?page_id=1440

■ Sektion Inverse Probleme bei der GAMM
 Jahrestagung in Stuttgart (16.-20. März 2026)
 organisiert durch Prof. Jan-Frederik Pietschmann
 (Universität Augsburg) und Prof. Frank Werner
 (Universität Würzburg)

■ Jahresworkshop des Fachausschusses Inverse
 Probleme (zugleich Jahrestagung der GIP) an
 der TU Berlin organisiert durch Dr. Tim Jahn (TU
 Berlin)

Research Software Engineering and Research Data Management in Mathematics and Mechanics

<https://gamm-ag-rse-rdm.github.io>

Grenzflächen- und Mehrphasenströmung

<https://www.uni-regensburg.de/mathematics/mathematics-abels/further-activities/gamm-activity-group-interfacial-and-multiphase-flow/index.html>

Workshop des FA Grenzflächen- und
 Mehrphasenströmung (5.-6. März 2026) an der TU
 Darmstadt (https://www.mechanik.tu-darmstadt.de/forschung_mech/gamm_workshop/gamm_workshop.en.jsp)

Weitere Tagungen sind auf der GAMM-Homepage
<https://www.gamm.org> einzusehen.

IUTAM

International Union of Theoretical and Applied
 Mechanics
<http://www.iutam.net>

ECCOMAS

European Community on Computational Methods
 in Applied Sciences
<http://www.cimne.com/eccomas>

EUROMECH

European Mechanics Society
<http://www.euromech.org>

EMS

European Mathematical Society
<http://www.euro-math-soc.eu/>

MFO

Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach
<http://www.mfo.de>

CISM

International Centre for Mechanical Sciences
<http://www.cism.it>

Weitere interessante wissenschaftliche
 Veranstaltungen können Sie auf den Links der
 einzelnen Organisationen einsehen.



GAMM-MITGLIEDERVERSAMMLUNG (AUCH) AUF ENGLISCH?

VON KARSTEN URBAN

Es gibt gute Gründe, unsere Mitgliederversammlung auf Englisch abzuhalten:

- Die GAMM hat zahlreiche (junge und ältere) Mitglieder, die nicht oder wenig Deutsch sprechen und sich so nicht an der demokratischen Meinungsbildung der GAMM in der Mitgliederversammlung beteiligen können. Das betrifft zum Einen unsere nationalen Sektionen, z.B. in Polen. Die dortigen Kolleg*innen sind teils seit Jahrzehnten Mitglied in der GAMM. Es betrifft aber auch unsere Juniors, die ihre Kommunikation längst auf Englisch umgestellt haben.
- Seit ihrer Gründung trägt die GAMM den englischsprachigen Titel „International“ *Association for Applied Mathematics and Mechanics*. Auch wenn die GAMM eine in Deutschland basierte Gesellschaft ist und bleibt, diesem Anspruch sollten wir entweder gerecht werden - oder ihn explizit aufgeben.
- Es wirkt auf viele nicht mehr zeitgemäß, dass unsere Jahrestagung komplett auf Englisch durchgeführt wird, nur die Mitgliederversammlung auf Deutsch.
- Das Meinungsbild bei der Mitgliederversammlung 2025 in Poznan zu diesem Thema war mehr als eindeutig und war ein klarer Auftrag an den Vorstand, die Sprache in der Mitgliederversammlung zu verändern.

Nun wird immer wieder vorgebracht, dass die Mitgliederversammlung aufgrund vereinsrechtlicher Vorgaben auf Deutsch abgehalten werden müsse. Das stimmt nicht!

Wir haben sowohl diese Frage als auch unsere Satzung vom zuständigen Amtsgericht in Dresden prüfen lassen. Die Antwort lautet: „Sowohl die Mitgliederversammlung als auch das Protokoll zur entsprechenden Mitgliederversammlung kann in englischer Sprache abgehalten werden bzw. abgefasst sein. Wie bereits in der gerichtlichen Verfügung vom 30.01.2025 mitgeteilt, ist für das Registergericht entscheidend, dass alle erforderlichen Unterlagen zur Vereinsregisteranmeldung hier in deutscher Sprache vorgelegt werden.“

Es sind also lediglich das Ergebnis der Wahl der/des Präsidentin/en (nur Präsident/in und Vize-Präsident/in sind im Vereinsregister als Vorstand der GAMM eingetragen) und Entscheidungen über Satzungsänderungen dem Amtsgericht in deutscher Sprache vorzulegen.

Wir schlagen daher der Mitgliederversammlung vor, dass diese zukünftig in englischer Sprache abgehalten wird, Meinungsäußerungen auf Deutsch aber auch weiterhin möglich sein sollen (diese können vor Ort sicher leicht übersetzt werden). Wir („alter“ und „neuer“ Vorstand) sind davon überzeugt, dass dies ein richtiger Weg zum respektvollen Umgang miteinander ist - unabhängig von der jeweiligen Sprache

Karsten Urban

AUSSCHREIBUNG DES RICHARD-VON-MISES-PREISES DER GAMM 2027

CALL FOR NOMINATIONS FOR THE RICHARD VON MISES PRIZE OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF APPLIED MATHEMATICS AND MECHANICS (GAMM) 2027

Seit dem Jahr 1989 verleiht die GAMM jährlich den Richard-von-Mises-Preis für hervorragende wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet der Angewandten Mathematik und Mechanik. Traditionsgemäß erfolgt die Verleihung dieses Preises im Rahmen der Eröffnungsveranstaltung der Jahrestagung der GAMM.

Der Preisträger oder die Preisträgerin wird dazu seine/ihre Forschungsergebnisse in einem Hauptvortrag präsentieren. Der Preis dient der Förderung jüngerer Wissenschaftler/-innen, deren Forschungsarbeiten wesentliche Fortschritte im Bereich der Angewandten Mathematik und Mechanik darstellen. Der Preis beinhaltet eine Urkunde, eine kostenlose 2jährige Mitgliedschaft sowie ein Preisgeld in Höhe von 2000 Euro. Um die Breite des Bereichs der Angewandten Mathematik und Mechanik gerecht zu werden, kann das Preiskomitee eine Aufspaltung des Preises (und damit des Preisgeldes) zu gleichen Teilen auf zwei Personen beschließen. Der oder die Preisträger/-in soll zum Zeitpunkt der Nominierung weder eine Lebenszeitprofessur bekleiden noch einen Ruf auf eine solche vorliegen haben und nicht älter als 36 Jahre sein. Abweichungen von dem genannten Zeitrahmen infolge von Ausfallzeiten z.B. aus familiären Gründen oder aufgrund einer Behinderung oder Krankheit werden angerechnet. Die GAMM strebt an, dass unter den Richard-von-Mises-PreisträgerInnen die beiden Fachrichtungen Angewandte Mathematik und Mechanik gleichmäßig vertreten sind. Zudem wird eine angemessene Geschlechterverteilung angestrebt. Vorschlagsberechtigt sind Hochschullehrer/-innen und Personen in entsprechenden Stellungen in der Forschung. Auch die Möglichkeit der eigenen Bewerbung ist gegeben. Vorschläge bzw. Bewerbungen sollten ein Begründungsschreiben und folgende Unterlagen des Kandidaten/ der Kandidatin enthalten:

- Lebenslauf,
- Publikationsliste,
- Kopien der wichtigsten wissenschaftlichen Arbeiten (max. 4).

Die Nominierungen sind an die Geschäftsstelle der GAMM in Dresden, vorzugsweise in elektronischer Form, zu schicken.

Der Einreichungstermin ist der **30. September 2026**.

Die Präsidentin der GAMM führt den Vorsitz des Richard-von-Mises-Preiskomitees, das folgende Mitglieder hat:

T. Böhlke, Karlsruhe	(2025 – 2028)
C. Tretter, Bern	(2026 – 2028)
A. Klawonn, Köln	(2026 – 2028)
M. Behr, Aachen	(2025 – 2027)

Präsidentin der GAMM Kerstin Weinberg, Siegen (Vorsitz)	(2026 – 2028)
---	---------------

Since 1989, the Richard-von-Mises Prize is awarded every year by GAMM to a scientist for exceptional scientific achievements in the field of Applied Mathematics and Mechanics.

Traditionally, GAMM will present the prize during the opening ceremony of the GAMM Annual Meeting and the prize winner will present her/his research in a plenary talk.

The aim of the prize is to reward and encourage young scientists whose research represents a major advancement in the field of Applied Mathematics and Mechanics.

The winner should not be older than 36 years, neither hold a lifetime professorship nor have a call on such a position the time of nomination. Deviations from this time frame as a consequence of inactive periods due to sickness or maternity leaves will be taken into account. The GAMM aims at a well-balanced representation of the two fields Applied Mathematics and Mechanics among the Richard-von-Mises award winners as well as at a well-balanced gender distribution.

Nominations can be made by university professors or academic persons in similar positions. Self nomination is accepted.

Nominations should contain a justification letter by the nominating persons and the following material concerning the nominee:

- curriculum vitae,
- list of publications,
- copies of the most important articles (at most 4).

Nominations should be sent to Geschäftsstelle der GAMM in Dresden, preferably in electronic form.

The deadline for nomination is

September 30th, 2026.

The Richard-von-Mises Prize committee has the following members:

Geschäftsstelle der GAMM
Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Kaliske
Institut für Statik und Dynamik der Tragwerke
Fakultät Bauingenieurwesen
01062 Dresden

Telefon: +49(0) 351-463-33448
Telefax: +49(0) 351-463-37086
E-Mail: info@gamm.org

JAHRESBERICHT 2025 DES
GAMM-FACHAUSSCHUSSESANGEWANDTE
OPERATORTHEORIE

Martin Grothaus



Amru Hussein



Christian Seifert



Christiane Tretter

Viele mathematische Modelle der Natur- und Ingenieurwissenschaften lassen sich operatortheoretisch beschreiben. Dies ermöglicht einen Zugang zur strukturellen Analyse der zugrunde liegenden Problemstellungen. Der Fachausschuss Angewandte Operatortheorie fördert die Kommunikation und Zusammenarbeit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, deren Arbeitsgebiet in der Theorie und Anwendung von operatortheoretischen Methoden liegt. Hauptanliegen sind sowohl die Weiterentwicklung der Techniken, als auch deren effiziente Umsetzung in konkreten Anwendungen, zum Beispiel bei zeitabhängigen partiellen Differentialgleichungen, in der mathematischen Systemtheorie, sowie bei Approximationsverfahren und dem Langzeitverhalten von Lösungen zu partiellen und stochastischen Differentialgleichungen.

Aktivitäten des Fachausschusses 2025:

- Workshop „Spectral Theory and Applications in Mathematical Physics“, Bern, Schweiz, 2.-5. Juni 2025, <https://christianetretter.github.io/STAMP/Content/programme.html>
- Minisymposium „Angewandte Operatortheorie“ bei der ÖMG-DMV Jahrestagung, Linz, Österreich, 1.- 5. September 2025, Organisation: Patricia Alonso Ruiz (Friedrich-Schiller-Universität Jena), Noema Nicolussi (TU Graz), Delio Mugnolo (FernUniversität Hagen), Amru Hussein (Universität Kassel), <http://www.algebra.uni-linz.ac.at/oemgdmv25/program.php?xtag=M04>
- Konferenz „Evolution Equations, Operator Semigroups and Beyond“, Stellenbosch, Südafrika, 13.-17. Oktober 2025, Organisation: Christian Budde (University of the Free State, Bloemfontein), Retha Heymann (Stellenbosch University), <https://sites.google.com/view/eeosb2025/home>

Geplante Aktivitäten des Fachausschusses 2026:

- Sektion S23 „Angewandte Operatortheorie“, Jahrestagung der GAMM 2026 in Stuttgart, 16.-20. März 2026, Organisation: Andre Schlichting (Universität Ulm), Olaf Post (Universität Trier), <https://jahrestagung.gamm.org/annual-meeting-2026/program-2/sections-2/>
- Workshop on Mathematical Physics, Kassel, 25.-26. Juni 2026, Organisation: Amru Hussein (Universität Kassel), <https://www.uni-kassel.de/fb10/institute/institute/mathematik/arbeitsgruppen/analysis-und-angewandtemathematik/prof-dr-amru-hussein/tagungen/workshop-on-mathematical-physics.html>

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

ANALYSIS PARTIELLER DIFFERENTIALGLEICHUNGEN UND VARIATIONSRECHNUNG



Helmut Abels



Dorothee Knees



Carolin Kreisbeck

Der Fachausschuss „Analysis partieller Differentialgleichungen und Variationsrechnung“ fördert den wissenschaftlichen Austausch von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die in unterschiedlichen Bereichen der Analysis partieller Differentialgleichungen und Variationsrechnung arbeiten, verstärkt und koordiniert diesen. Insbesondere soll die Interaktion zwischen unterschiedlichen Forschungsgemeinschaften und Anwendungsgebieten intensiviert werden und damit ein wichtiger Wissenstransfer geschaffen werden. Der Fachausschuss ist der Nachfolger des Ende 2024 beendeten Fachausschusses „Analysis partieller Differentialgleichungen“ und hat im Vergleich zu diesem inhaltlich eine leicht neue Ausrichtung. Der Vorstand besteht bis Ende 2025 aus: Dorothee Knees (Vorsitzende), Helmut Abels (stellvertretender Vorsitzender), Carolin Kreisbeck (stellvertretende Vorsitzende), Karoline Disser, Julian Fischer, Martin Kružík, Matthias Röger, Marita Thomas und Mathias Wilke.

Der Fachausschuss hat die erfreuliche Entwicklung bezüglich der Mitgliederzahlen weiter fortgesetzt, und zählt nach der Neugründung 100 Mitglieder, darunter zahlreiche Postdocs und NachwuchswissenschaftlerInnen. Anträge auf Aufnahme in den Fachausschuss können jeder Zeit an die Vorsitzende (Dorothee Knees, e-mail: gammanapde@mathematik.uni-kassel.de) gestellt werden. Genauere Informationen findet man auf der WWW-Seite des Fachausschusses (<http://www.uni-regensburg.de/mathematics/partial-differential-equations/index.html>).

Im vergangenen akademischen Jahr waren unsere Mitglieder bei der Organisation diverser Konferenzen, Workshops und Schulen aktiv: Vom 22. bis 24. September 2025 fand das durch Stefan Neukamm und Markus Schmidtchen organisierte erste Jahrestreffen des Fachausschusses an der TU Dresden statt. Es waren ca. 60 Teilnehmende vor Ort. Das Programm umfasste 9 eingeladene und 16 weitere wissenschaftliche Vorträge, die ein breites Themenspektrum

abdeckten, darunter zum Beispiel Musterformung, Homogenisierung, Dimensionsreduktion, Regularitätstheorie für monotone Operatoren und asymptotisches Verhalten bei Phasenseparation. Auf der GAMM-Jahrestagung 2025 in Posen wurde die Sektion „Applied Analysis“ von Katharina Hopf, Sebastian Hensel und Tomasz Dębiec organisiert. Vom 23. bis 27. Juni fand die Special Topic School: „Particles in Flow“ am HSM der Universität Bonn statt (Organisation: Dimitri Cobb, David Gérard-Varet, Amina Mecherbet, Richard Schubert). Die Konferenz „Mathematical Analysis of Fluid Flows by Variational Methods“, 29. September bis 1. Oktober, 2025, wurde von Thomas Eiter, Robert Lasarzik und László Székelyhidi am WIAS in Berlin organisiert.

Für das nächste Jahr sind bereits verschiedene Aktivitäten mit Beteiligung von Mitgliedern des Fachausschusses geplant. Besonders hervorheben möchten wir das zweite Jahrestreffen des Fachausschusses, das für den 5. bis 7. Oktober 2026 in Augsburg (Organisation: Malte Peter and Jan-Frederik Pietschmann) geplant ist. Die Konferenz „Mathematical Fluid Mechanics and Related Topics“ wird vom 9. bis 13. März an der Universität Regensburg stattfinden und von Helmut Abels, Richard Höfer, Amru Hussein, Anca Matic, Jonas Sauer und Patrick Tolksdorf organisiert.

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

MATHEMATISCHE SIGNAL-
UND BILDVERARBEITUNG (MSIP)

Gabriele Steidl



Felix Krahmer



Stefan Kunis

Der Fachausschuss MSIP wurde im April 2012 ins Leben gerufen und hat zur Zeit etwa 200 Mitglieder aus ca. 25 Ländern. Er dient der Förderung des Gebietes der “Mathematischen Signal- und Bildverarbeitung”, zur Unterstützung von Nachwuchswissenschaftler*innen und zur Verbesserung von interdisziplinärer Forschung. Dabei stellt der zunehmende Einfluss KI gestützter Methoden auf diesem Gebiet besondere Herausforderungen an den Fachausschuss.

Nähere Informationen, Workshop-Ankündigungen und Job-Angebote sind zu finden auf unserer Webseite, unserem Mastodon Feed und per email-Verteiler

<https://www.uos.de/fb6/msip>
<https://mastodon.world/@msip>
math-gamm.msip.news@lists.lrz.de

Bei Interesse laden wir jeden herzlich ein, Mitglied des Fachausschusses zu werden.

Bei der Jahrestagung der GAMM in Poznan, 11.04.2025, haben wir die Sektion “Mathematical Signal and Image Processing” organisiert, Organisation: O. Melnyk (Berlin/München), S. Petra (Augsburg).

Vom 12.-14. März 2025 hat sich der Fachausschuss zum jährlichen Workshop in Mathematical Signal and Image Analysis (MSIA2025) im TUM Science and Study Center Raitenhaslach getroffen. Organisation: B. Forster-Heinlein (Passau), F. Krahmer (München), S. Kunis (Osnabrück), G. Steidl (Berlin).

<https://www.math.cit.tum.de/math/forschung/gruppen/data-science/events/mathematical-signal-and-image-analysis/>

Weiterhin waren Mitglieder des Fachausschusses bei der Organisation folgender Veranstaltungen beteiligt:

- Mathematics and Image Analysis (MIA2025), 13.-15.01.2025, Paris, Organisation: L. Bungert (Würzburg), J. Delon (Paris), N. Papadakis (Bordeaux), G. Steidl (Berlin), P. Tan (Paris), S. Vaiter (Nizza)
- Approximation Theory and Fast Algorithms, 07.-11.04.2025, Hasenwinkel, Organisation: F. Filbir (München), S. Kunis (Osnabrück), D. Potts (Chemnitz), T. Ullrich (Chemnitz)

- Image Processing and Machine Learning, 04.-06.10. Shenzhen (China) Organisation: J.-M. Morel, C.-B. Schönlieb, G. Steidl, X.G. Tai, R. Chan, Ch. Wang

Auch für das Jahr 2026 sind eine Reihe von Aktivitäten geplant, unter anderem folgende Workshops und Tagungen:

- Flows on Measure Spaces and Applications in Machine Learning, 23.3.-27.3.2026, Oberwolfach, Organisation: G. Savare, G. Steidl, P. Rigollet, F.-X. Vialard
- Inverse Imaging Problems and Generative Models, 4.05.-7.05.2026, ICMS Workshop Edinburgh, Organisation: J. Delon, A. Repetti, C.-B. Schönlieb, G. Steidl
- Tomography across Scales, 8.06.-12.06.2026, ESI Workshop Wien, Organisation: W. Drexler, P. Elbau, R. Ramlau, M. Ritsch-Marte, G. Schütz, O. Scherzer, G. Steidl, G. van de Ven
- Inverse Problems, 29.09.-1.10.2026 7th GIP Annual Meeting, PTB Berlin, Organisation: A. Kofler, T. Jahn, G. Steidl

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES DYNAMIK UND REGELUNGSTHEORIE



Timm Faulwasser



Kathrin Flaßkamp



Merten Stender



Abb. 1: Die Teilnehmenden des Workshops „Dynamics and control in the age of data“ (Foto: M. Hoffmann)

Dynamik und Regelungstheorie ist ein interdisziplinäres Gebiet, welches dank stetig steigender Automatisierung und dem zunehmenden Einsatz autonomer Systeme in vielen Bereichen an Bedeutung gewinnt. Der Fachausschuss ist interdisziplinär ausgerichtet: Regelungstheorie, mathematische Systemtheorie, Mehrkörper- und nichtlineare Dynamik sowie Maschinelles Lernen dynamischer Systeme. Zudem zeichnet sich der Fachausschuss durch eine enorme Breite bzgl. seiner Anwendungsfelder aus, u.a. Mechatronik, Energietechnik, Robotik, autonomes Fahren. Alle Mitglieder vereint das Interesse am tiefen Verständnis dynamischer Systeme und dem Entwurf von Steuerungen und Regelungen.

Im Jahr 2025 wurden zwei Workshops in Präsenz abgehalten. Im März 2025 traf sich der Fachausschuss zu einem zweitägigen Workshop an der TU Chemnitz (Organisatoren: Stefan Streif und Manuel Schaller). Im November führte der Fachausschuss einen Doppelworkshop an der der Universität des Saarlandes durch. Lukas Lanza und Amine Othmane sowie Kathrin Flaßkamp, Timm Faulwasser, Anton Schiela und Karl Worthmann organisierten mit Hilfe einer Förderung durch die GAMM den Workshop „Dynamics and control in the Age of Data“. In diesem Workshop trugen unter anderem Boumediene Hamzi (Caltech), Sébastien Gros (NTNU), Lalo Magni (Pavia) und andere eingeladene internationale SprecherInnen zum Gelingen des Workshops bei. Direkt im Anschluss hielt der Fachausschuss sein zweites Treffen im Jahr 2025 ab. Dieses Treffen wurde durch Kathrin Flaßkamp, Amine Othmane, Abdurrahman Irscheid und Joachim Rudolph organisiert. Diese Aktivitäten unterstreichen den breitge-

fächerten interdisziplinären und aktiv gelebten Diskurs im Fachausschuss.

Im März 2025 wurde Merten Stender (TU Berlin) als Nachfolger für Robert Seifried (TU Hamburg) als Vorsitzender des Fachausschuss gewählt. Im November 2025 wurde mit Kathrin Flaßkamp (Universität des Saarlandes) eine neue Vorsitzende und Nachfolgerin für Karl Worthmann gewählt. Seit Dezember 2017, beziehungsweise seit September 2019, gestalteten Karl Worthmann und Robert Seifried mit großem Engagement die aktive Kultur des Fachausschusses.

Am neu von der DFG an der Universität Wuppertal eingerichteten Sonderforschungsbereich SFB 1701 „Port-Hamiltonische Systeme“ (Sprecherin Birgit Jacob) sind mehrere Mitglieder des Fachausschusses beteiligt, ebenso wie an der von der DFG bewilligten Forschungsgruppe FOR 5785 „Active Learning in Systems and Control (ALeSCo)“. Am 29. Oktober 2025 erhielt der Mathematiker Andrii Mironchenko den Van Kaven-Ehrenpreis der DFG für seine herausragenden Forschungsarbeiten im Bereich der Systemtheorie. Bei der GAMM Jahrestagung organisierten und leiteten Fachausschussmitglieder wieder die Sektionen S1: Multibody Dynamics and Robotics, S5: Nonlinear Oscillations und S20: Dynamics and Control.

Für 2026 sind momentan zwei Workshops geplant. Der nächste Workshop findet am 21. April an der TU Hamburg statt (Organisation T. Faulwasser, R. Seifried). Im September 2026 wird ein gemeinsamer Workshop mit Fachausschüssen der Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik in Anif bei Salzburg stattfinden.

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

ANALYSIS VON MIKROSTRUKTUREN



Kerstin Weinberg



Ben Schweizer

Der Fachausschuss „Analysis von Mikrostrukturen“ hat im Jahr 2025 eine Erneuerung erfahren: Der bis in dieses Jahr existierende Fachausschuss ist ausgelaufen, ein neuer Fachausschuss gleichen Namens ist beantragt und genehmigt worden. Antragstellende für den neuen Fachausschuss waren D. Kochmann, J. Mosler und B. Zwicknagl. Auf der konstituierenden Sitzung des neuen Fachausschusses am 27.11.2025 wurde J. Mosler zum Vorsitzenden und B. Zwicknagl zur stellvertretenden Vorsitzenden gewählt.

Personell hat sich in diesem Prozess der Fachausschuss verändert, es kann aber erfreulicherweise auch festgestellt werden, dass die Mehrzahl der Mitglieder des alten Fachausschusses auch im neuen aktiv bleiben wird.

Inhaltlich bleibt der Fachausschuss fokussiert auf die mathematische Untersuchung von Mikrostrukturen. Die Mikrostrukturen können dabei durch die Problemstellung vorgegeben sein oder spontan entstehen, von Interesse ist sowohl die mathematische Analyse als auch die numerische Simulation. Die Wechselwirkung von Mechanismen auf unterschiedlichen Skalen erfordert eine Zusammenarbeit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in den angrenzenden Disziplinen der Ingenieur- und Naturwissenschaften sowie der Mathematik, da einerseits viele Fragen der Modellierung nicht geklärt sind und andererseits moderne mathematische Methoden wie Homogenisierung, Relaxierung und nichtlokale Modellierung Potential für weitere Anwendungen haben.

Auch wenn die Weiterentwicklung von Mikrostrukturmodellen und ihre effiziente numerische Umsetzung im Zentrum der Arbeit des Fachausschusses steht, suchen wir auch den Vergleich unserer Ergebnisse mit experimentellen Befunden. In diesem Sinne wird sowohl durch koordinierte Forschungsplanung als auch durch Seminare und

Tagungen die Thematik „Mikrostrukturen“ vorangetrieben. Das Forschungsfeld des Fachausschusses kann seit dem Jahr 2020 auch im Verbund mit weiteren Wissenschaftlern in einem Schwerpunktprogramms der DFG bearbeitet werden. Der SPP 2256 „Variationelle Methoden zur Vorhersage komplexer Phänomene in Strukturen und Materialien der Ingenieurwissenschaften“ ist personell verzahnt mit dem Fachausschuss. Im Jahr 2025 fand das Jahrestreffen des Schwerpunktprogramms vom 17. bis zum 19. September in Augsburg statt, in diesem Jahr kombiniert mit einem Workshop zu Softwareentwicklung, der ebenfalls von Mitgliedern des Fachausschusses organisiert wurde.

Treffen des Fachausschusses:

- Das 24. GAMM-Seminar on Microstructures wurde in Berlin am 30. und 31. Januar 2025 abgehalten, es wurde von B. Zwicknagl von der HU Berlin organisiert. In bewährter Weise wurde am Vormittag des ersten Tages ein Young Researchers Meeting abgehalten, danach die Fachtagung mit Hauptvorträgen von A. Pandolfi und B. Wirth
- Das 25. GAMM-Seminar on Microstructures fand am 27. und 28. November 2025 in Dortmund statt, organisiert von J. Mosler, mit Hauptvorträgen von M. Ortiz und A. Mielke.

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

MODERNE LEHRE
UND DIDAKTIK

Thorsten Bartel

2025 war für unseren Fachausschuss ein ereignisreiches und wegweisendes Jahr. Mit der Einrichtung einer neuen Sektion ist es ab der 95. GAMM-Jahrestagung in Posen möglich, Beiträge zum Themenfeld Didaktik und Lehre einzureichen. Der Auftakt war ein voller Erfolg: 18 Beiträge, darunter Keynotes von Moritz Sattler (TU München), Christina Völlmecke (TU Berlin), Detlef Kuhl (Universität Kassel) und Michael-David Fischer (TU Dortmund), füllten insgesamt vier Sessions. Die Resonanz war überaus positiv – ein starker Start, der uns mit Zuversicht und Motivation auf die kommenden Tagungen blicken lässt. Am 01./02.07. führten wir den Workshop „How Learning Works (Best)“ für Angehörige des DFG-Schwerpunktprogramms SPP 2256 durch. Im Fokus standen Grundlagen der Psychologie des Lernens und deren Konsequenzen für die Hochschullehre sowie Einblicke in die Cognitive Load Theory (Chandler/Swel-

ler) und konstruktivistische Ansätze nach Vygotsky und von Glasersfeld. Dank der finanziellen Unterstützung der GAMM konnten wir einen weiteren Workshop realisieren: „Next Level Engineering Education“ am 30.09./01.10. an der Universität Kassel. Im Mittelpunkt stand die Frage, wie Serious Games die Lehre bereichern können. Besonders eindrucksvoll waren die Beiträge von Maria Freese (OVGU Magdeburg), Birgit Zürn (DHBW Stuttgart), Christina Völlmecke (TU Berlin) und Julia Richter (Universität Kassel). Aus dem Workshop ergaben sich zudem wertvolle Kooperationsperspektiven, u. a. mit dem SAGSAGA e. V. Wir blicken optimistisch nach vorn – mit dem Ziel, die Hochschulausbildung weiterhin zeitgemäß und kompetenzorientiert zu gestalten.

<https://im.mb.tu-dortmund.de/gamm/gamm-fa-didaktik/>

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

MODELLIERUNG, ANALYSIS
UND SIMULATION
MOLEKULARER SYSTEME

Benjamin Stamm



Gero Frießecke



Reinhold Schneider

Im Jahr 2025 konnte der Fachausschuss Modellierung, Analyse und Simulation molekularer Systeme (MOANSI) seine Arbeit weiter konsolidieren. Dabei lag ein besonderer Fokus auf der Förderung des interdisziplinären Austauschs sowie auf der internationalen Vernetzung. Drei zentrale Veranstaltungen prägten das Jahr:

- **Oberwolfach Workshop on Mathematical Methods in Quantum Chemistry**
Im März fand der Workshop zu mathematischen Methoden in der Quantenchemie am renommierten Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach, organisiert durch Geneviève Dusson, Michael Herbst und Benjamin Stamm, statt. Viele spannende Beiträge aus der Analysis, Numerik, wissenschaftlichem Rechnen und der Quantenchemie boten Grundlage für viele interdisziplinäre Diskussionen und Austausch.
- **GAMM-Jahrestagung 2025 in Pozen**
Im Rahmen der Sektion 26 nahm der Fachausschuss aktiv an der GAMM-Jahrestagung 2025 in Pozen teil und konnte neben den Keynote talks von Tony Lelievre (Ecole

des Ponts Paris Tech), Jiri Vanicek (EPFL) und Gero Frießecke (TU München) interessante und gut besuchte Vorträge präsentieren.

■ **MOANSI-Jahrestreffen in München**

Das MOANSI-Jahrestreffen fand im November 2025 an TU München statt. Organisiert von Gero Frießecke und Muhammad Hassan bot das Treffen eine inspirierende Atmosphäre für den Austausch zwischen jungen Forschenden und erfahrenen Wissenschaftler:innen. Wiederum konnten wir neue Doktorand:innen willkommen heißen. Die Veranstaltung unterstrich erneut die Bedeutung des Fachausschusses als Plattform für interdisziplinäre Zusammenarbeit und war international geprägt.

Voller Vorfreude blicken wir auf das Jahr 2026 mit der Jahrestagung in Stuttgart und weiteren spannenden Veranstaltungen, die bereits vorbereitet werden.

Detaillierte Informationen zu unseren Aktivitäten finden sich auf unserer Website:

<https://moansi.wixsite.com/gamm>.

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES PHASENFELDMODELLIERUNG



Axel Voigt



Bernd Markert

Der Fachausschuss Phasenfeldmodellierung ist eine interdisziplinäre Zusammensetzung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus den Bereichen Biologie, Mathematik, Materialwissenschaft, Mechanik und Physik. Das thematische Spektrum umfasst Formulierungen für Phasenübergänge mit Anwendungen in der Tumormodellierung, der Bildung von Kondensaten, der Mehrphasenströmungen, der Erstarrung, der Bruchmechanik, der Alterung und vieler weiterer Themen. Neben einem starken Anwendungsbezug sind die numerische Umsetzung und die mathematische Analyse zentrale Themen.

Der „10th GAMM Workshop on Phase Field Modeling“ wurde von Herrn Dr. Daniel Schneider und seinem Team

gemeinsam mit einem Workshop über „Materials/Microstructure modelling: Analytics & Benchmarks“ vom 12.-14.2.2025 in Karlsruhe durchgeführt. Der Fokus lag diesmal auf materialwissenschaftlichen Themen. Auch die Sommerschule zu „Phase-Field Models for the Evolution of Complex Structures“ fand vom 15.-26.9.2025 erneut in Peyresq (Frankreich) statt und hatte mit über 40 Teilnehmern einen neuen Teilnehmerrekord. Der Focus der Aktivitäten für 2026 liegt primär bei Anwendungen aus der Biologie.

■ 25.-27.2.2026, Freiberg, 11th GAMM Workshop on Phase Field Modeling.

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

COMPUTATIONAL AND MATHEMATICAL METHODS IN DATA SCIENCE



Axel Klawonn



Martin Stoll

Der Fachausschuss Computational and Mathematical Methods in Data Science (COMinDS) wurde im März 2019 ins Leben gerufen und hat zur Zeit nahezu 200 Mitglieder aus mehr als 20 verschiedenen Ländern.

Ein wichtiges erklärtes Ziel bleibt die Unterstützung von Nachwuchswissenschaftlern/-innen im Bereich und die bessere Vernetzung in vielfältige andere Forschungsbereiche. Dazu dient die Webseite des Fachausschusses (FA) als zentrale Kommunikationsplattform mit einem Job- und Konferenz-Forum, sowie der Email-Verteiler, welcher regelmäßig genutzt wird.

Im Jahr 2025 fand der jährliche Workshop an der TU Chemnitz statt. Für Hauptvorträge eingeladen waren Eleonora Arnone (Universita di Torino) Physics-informed spatial and functional data analysis, Jana de Wiljes (TU Ilmenau) Filtering with Randomised Observations: Sequential Learning of Relevant Subspace Properties and Accuracy Analysis, Sebastian Lerch (U Marburg) Uncertainty quantification for data-driven weather prediction: From probabilistic forecasts to fair model comparisons und Nils Thürey (TU Munich) Beyond Gradient-based Methods for AI-based PDE Solvers. Vor Ort wurde der Workshop von Martin Stoll organisiert. Es gab neben den Hauptvorträgen viele Präsentationen aus dem Bereich Scientific Machine Learning. Weiterhin ist auch der erste annual Workshop der

EMS TAG SciML zu erwähnen, die eng verwandt mit dem Fachausschuss COMINDs ist, der in Mailand stattfand.

Auf der GAMM-Jahrestagung in Poznan fand nun zum ersten Mal die Sektion 25 Machine Learning and Data Science in Applied Mathematics and Mechanics welche gemeinsam mit dem Fachausschuss Data-driven Modeling and Numerical Simulation for Microstructured Materials organisiert wurde, statt.

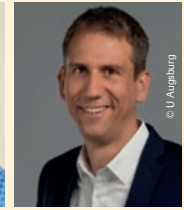
Für das Jahr 2026 sind weitere Aktivitäten geplant. Beispielsweise wird der jährliche Workshop an der Universität zu Köln stattfinden. Dieser wird gemeinsam mit der zweiten Jahrestagung der 2024 gegründeten Topical Activity Group Scientific Machine Learning der European Mathematical Society (EMS TAG SciML) stattfinden. Wir freuen uns auf eine aktive Sektion (Organisation: Felix Fritzen und Martin Stoll) gemeinsam mit der Mechanik auf der GAMM-Jahrestagung in Stuttgart.

Zusätzliche Informationen zu den Aktivitäten des FA sind auf der Seite www.tuchemnitz.de/mathematik/wire/cominds/ zu finden. Bei Interesse laden wir jeden herzlich dazu ein, Mitglied zu werden.

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES INVERSE PROBLEME



Thomas Schuster



Jan-F. Pietschmann



Der Fachausschuss Inverse Probleme wurde neu gegründet und startete seine Aktivitäten zum 1. Januar 2025. Er pflegt enge Verbindungen zur Gesellschaft für Inverse Probleme e.V. (GIP). Erwähnenswert ist dabei der Umstand, dass der Fachausschuss identisch ist mit der gleichnamigen Fachgruppe bei der DMV, wobei die Zusammenarbeit durch ein Kooperationsabkommen zwischen den Fachverbänden GAMM, DMV und GIP ratifiziert wurde. Das Fachgebiet Inverse Probleme beschäftigt sich mit der Rekonstruktion von Parametern eines mathematischen Modells aus gemessenen Daten. Beispiele sind unter anderem bildgebende Verfahren der Medizin, der Natur- und der Ingenieurwissenschaften wie etwa viele tomographische Techniken (z.B. Computertomographie, Magnetresonanztomographie, Elektronenmikroskopie, Terahertz-Tomographie, Elektrische Impedanz-Tomographie), seismische Bildgebungsverfahren oder optische Nanoskopie (etwa STED oder SMS). Inversen Problemen kommt schon aufgrund ihres breit gefächerten Anwendungsspektrums die Rolle eines zentralen, mathematischen Forschungsfeldes zu. Ziel des Fachausschusses ist es, analytische, numerische und anwendungstechnische Aspekte des Gebiets der Inversen Probleme in der Forschungslandschaft noch deutlicher sichtbar zu machen und seine intrinsische Interdisziplinarität auszunutzen, um Brücken in die Natur- und Ingenieurwissenschaften zu schlagen, aber auch Kooperationen mit Industriepartnern aufzubauen. Schon in seinem ersten Jahr des Bestehens kann der Fachausschuss auf zahlreiche Aktivitäten zurückblicken, die im Folgenden aufgelistet sind:

sität Göttingen) bei der Applied Inverse Problems Conference in Rio de Janeiro (28.07.-01.08.2025)

- Organisation der Sektion Inverse Probleme bei der ÖMG/DMV-Tagung in Linz (01.-05.09.2025) durch Prof. Barbara Kaltenbacher (Universität Klagenfurt) und Prof. Thomas Schuster (Universität des Saarlandes)
- Alps-Adriatic Inverse Problems Workshop (02.-03.10.2025) organisiert von Prof. Barbara Kaltenbacher und Prof. Elena Resmerita (beide Universität Klagenfurt)
- Organisation einer Sektion Inverse Probleme bei der European Conference on Computational Optimization (EUCCO) in Klagenfurt (29.09.-01.10.2025) durch Prof. Barbara Kaltenbacher und Prof. Elena Resmerita (beide Universität Klagenfurt)
- Jahresworkshop des Fachausschusses (gleichzeitig Jahrestagung der GIP) in Saarbrücken (08.-10.10.2025) organisiert von Prof. Thomas Schuster (Universität des Saarlandes)

Im Jahr 2026 sind bereits folgende Aktivitäten geplant:

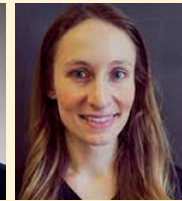
- Sektion Inverse Probleme bei der GAMM-Jahrestagung in Stuttgart (16.-20.03.2026) organisiert durch Prof. Jan-Frederik Pietschmann (Universität Augsburg) und Prof. Frank Werner (Universität Würzburg)
- Jahresworkshop des Fachausschusses Inverse Probleme (zugleich Jahrestagung der GIP) an der TU Berlin organisiert durch Dr. Tim Jahn (TU Berlin)

Sie wollen Mitglied werden im Fachausschuss Inverse Probleme? Dann schreiben Sie bitte einfach eine E-Mail an den Vorsitzenden Prof. Dr. Thomas Schuster (thomas.schuster@num.uni-sb.de).

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

ANGEWANDTE UND NUMERISCHE
LINEARE ALGEBRA (ANLA)

Melina Freitag



Erin Carson

Der Fachausschuss fördert die Kommunikation und Zusammenarbeit im Bereich der Angewandten und Numerischen Linearen Algebra. Er zählt derzeit 128 Mitglieder aus 40 Ländern. Neben seiner Webseite (gammanla.wordpress.com) betreibt der Fachausschuss auch einen LinkedIn-Account, auf dem unter anderem Konferenzenkündigungen, Fotos und Berichte über unsere Aktivitäten zu finden sind. Der Fachausschuss wurde im Jahr 2024 neu gegründet.

Der 25. jährliche GAMM-ANLA-Workshop fand am 23. und 24. Oktober 2025 in Bologna – und damit erstmals in Italien – statt. Er wurde von Valeria Simoncini und Davide Palitta organisiert. Das wissenschaftliche Programm deckte ein breites Spektrum aktueller Forschungsthemen der angewandten und numerischen linearen Algebra ab, darunter Krylov-Verfahren, randomisierte Algorithmen sowie Methoden mit gemischter Genauigkeit. Die eingeladenen Vorträge hielten Alice Cortinovis (Università di Pisa, Italien), Theo Mary (CNRS und Sorbonne Université, Paris, Frankreich) und André Uschmajew

(Universität Augsburg). Darüber hinaus wurden 45 weitere Vorträge präsentiert, bei insgesamt über 70 Teilnehmenden – damit war das Treffen das größte seit Beginn der Pandemie.

Wie üblich war die GAMM-ANLA auch an der Organisation der GAMM-Jahrestagung 2025 in Poznań beteiligt. Insbesondere organisierten Eda Oktay (MPI Magdeburg) und Kathryn Lund (RAL, Großbritannien) ein Young Researchers Minisymposium zum Thema „New Perspectives on Classical Iterative Solvers in Numerical Linear Algebra“. Die Vortragsreihe Angewandte und Numerische Lineare Algebra (S17) mit 16 Vorträgen wurde von Agnieszka Miedlar (Virginia Tech, USA), Michal Wojtylak (Jagiellonian University, Polen) und Michal Outrata (Charles University, Prag, Tschechien) organisiert.

Der 26. GAMM-ANLA-Workshop wird am 4. und 5. September 2026 am MPI Magdeburg stattfinden und von Eda Oktay, Jens Saak und Peter Benner organisiert.

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

OPTIMIERUNG MIT PARTIELLEN
DIFFERENTIALGLEICHUNGEN

Constantin Christof



Gerd Wachsmuth

Der Fachausschuss fördert die Kommunikation und Zusammenarbeit aller Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Industrievertreter, die an der Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen interessiert sind. Er vertritt außerdem das Fachgebiet innerhalb der GAMM.

Das Treffen des Fachausschusses fand am 29. September 2025 im Rahmen der EUCCO in Klagenfurt statt.

Mitglieder des Fachausschusses haben an zahlreichen Konferenzen und Workshops teilgenommen und ebensolche Veranstaltungen mitorganisiert. Zu nennen sind insbesondere

- EUCCO in Klagenfurt, Barbara Kaltenbacher
- ENUMATH in Heidelberg, Roland Herzog
- Chemnitz Finite Element Symposium in Mülheim an der Ruhr, Arnd Rösch
- Workshop „PDE Constrained Optimization“ in Essen, Christian Meyer und Arnd Rösch

- Organisation der Special Session „Recent progress in PDE constrained optimization“ auf der „Viennese Conference on Optimal Control and Dynamic Games“ in Wien, Arnd Rösch und Johannes Pfefferer
- Focus Sessions „Non-smooth optimization“ (Constantin Christof und Livia Betz), „Optimal and Feedback Control of PDEs“ (Manuel Schaller und Tobias Breiten) und „Optimization and Machine Learning“ (Evelyn Herberg und Anna Shalova) auf der EUCCO in Klagenfurt
- Sektion „Optimization and Control“ auf der ÖMG-DMV-Konferenz in Linz, Anton Schiela und Roland Herzog

Eine Liste von Veranstaltungen sowie bevorstehende Tagungsaktivitäten für 2026 werden über die Homepage des Fachausschusses <http://gamm.optpde.net> bekanntgegeben. Das nächste Jahrestreffen soll im Rahmen eines vom Fachausschuss organisierten Workshops in Würzburg stattfinden.

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES COMPUTATIONAL BIOMECHANICS



Tim Ricken



Silvia Budday



Oliver Röhrle

Der 2018 gegründete Fachausschuss hat das Ziel, die vielfältigen Aktivitäten im Bereich der rechnergestützten Biomechanik zu unterstützen und eine gemeinsame Plattform zu bieten. Hierzu zählen die Organisation von Minisymposien auf wissenschaftlichen Tagungen, die Unterstützung laufender oder geplanter strukturierter Forschungsinitiativen sowie die Bündelung und Verbreitung relevanter Inhalte. Ein zentrales Anliegen ist zudem, eine gemeinsame Definition und Abgrenzung der rechnergestützten Biomechanik zu erarbeiten sowie Chancen und Risiken für die Zukunft zu identifizieren.

Von den Mitgliedern des Ausschusses wurden im Jahr 2025 folgende Aktivitäten durchgeführt:

- SPP 2311: Die Jahrestagung des SPP 2311 (Robuste Kopplung kontinuumsbiomechanischer in-silico-Modelle für aktive biologische Systeme) fand am 6.–7. Mai 2025 in Stuttgart statt und wurde vom Institut für Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen (ISD) ausgerichtet. Ziel der Tagung war es, den Austausch von Ideen zu fördern, die Vernetzung zu stärken und Diskussionen über aktuelle Forschungsergebnisse anzuregen. Die Veranstaltung brachte Mitglieder aus dem gesamten Schwerpunktprogramm für zwei Tage voller Diskussionen, Inspiration und Zusammenarbeit zusammen. Es gab Führungen durch die Labore des ISD und des Instituts für Modellierung und Simulation biomechanischer Systeme (IMSB). Nach der offiziellen Begrüßung hatte jede Forschungsgruppe die Möglichkeit, über ihre Fortschritte zu berichten und aktuelle Herausforderungen zu diskutieren. Zudem bot das Programm Raum für vertiefende Gespräche und persönliches Networking.

- EBM Symposium 2025: Organisiert im Rahmen des Sonderforschungsbereichs CRC 1540 (Exploring Brain Mechanics) fand vom 30. September bis zum 1. Oktober 2025 das EBM Symposium 2025 in Erlangen statt. Es brachte führende Forscherinnen und Forscher aus aller Welt zusammen, um die neuesten Erkenntnisse zur Mechanik des Gehirns auszutauschen. Die zweitägige Veranstaltung war ein großer Erfolg und bot eine wertvolle Plattform für den interdisziplinären Austausch. Es wurden wichtige Vernetzungen geknüpft zwischen der Biomechanik, Biophysik, Neurowissenschaften, und klinischen Forschenden. Durch den starken Fokus auf Mentoring und den persönlichen Austausch profitierten besonders auch NachwuchswissenschaftlerInnen von der gelungenen Veranstaltung.



EBM Symposium in Erlangen



SPP 2311 Jahrestreffen in Stuttgart

Hinweise auf Veranstaltungen 2026:

- GAMM-Jahrestagung (16.–20.03.2026): Der SPP 2311 ist mit der Session PP04 vertreten. Zudem wird David Nordsletten von der University of Michigan (USA) einen Hauptvortrag zum Thema „Biomechanik im Herzen“ halten.
- SPP-Jahrestreffen (07.–08.05.2026, Leipzig): Gäste sind herzlich willkommen.
- WCCM-ECCOMAS 2026 (19.–24.07.2026, München): Der Fachausschuss organisiert das Minisymposium MS 295 „Continuum Biomechanics of Living Active Systems – Computational Modeling & Experimental Validation“. Abstracts sind bis 12.01.2026 einreichbar.

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES UNCERTAINTY QUANTIFICATION (UQ)



Andrea Barth



Lorenzo Tamellini

Der Fachausschuss Uncertainty Quantification (FA UQ) fördert den wissenschaftlichen Austausch zur Quantifizierung von Unsicherheiten in technisch-wissenschaftlichen Berechnungen und vertritt dieses Fachgebiet innerhalb der GAMM. Der FA UQ zählt derzeit 143 Mitglieder. Eine Mitgliedschaft kann jederzeit per E-Mail an gamm-uq@zib.de beantragt werden.

Aktuelle Informationen werden auf der Website <https://gamm-ag-uq.github.io> bereitgestellt und über den eigenen E-Mail-Verteiler an die Mitglieder kommuniziert. Zusätzlich finden zweimal jährlich Online-Treffen zum fachlichen Austausch statt.

Aktivitäten 2025:

Bei der GAMM-Jahrestagung 2025 in Poznań wurde die Sektion von Roland Pulch (Universität Greifswald), Ulrich Römer (TU Braunschweig) und Magdalena Lesecka-Plura (TU Poznań) organisiert. Das Programm umfasste insgesamt 22 Fachvorträge sowie drei Keynote-Vorträge von Hanno Gottschalk (TU Berlin), Laura Scarabosio (Radboud University) und Marcin Kaminski (TU Łódź).

In der Woche vom 20.–25. April 2025 fand der Workshop „Uncertainty Quantification“ (MFO Workshop 2517) im Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach statt. Der Workshop wurde von den ehemaligen Sprechern des Fachausschusses Oliver Ernst (TU Chemnitz), Fabio Nobile (EPFL), Claudia Schillings (FU Berlin) und Tim Sullivan (University of Warwick) organisiert. Mit 48 Teilnehmenden aus zehn Ländern war der Workshop international hervorragend besetzt.

Ein Folgeantrag, eingereicht von Andrea Barth (Universität Stuttgart), Youssef Marzouk (MIT), Lorenzo Tamellini (CNR-IMATI) und Tim Sullivan (University of Warwick), wurde vom Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach für das Jahr 2028 bereits positiv beschieden.

Ausblick auf 2026:

- GAMM-Jahrestagung 2026 in Stuttgart: Die Sektion S15 wird von Laura Scarabosio (Radboud University) und Björn Sprungk (TU Freiberg) organisiert. Der FA UQ hat außerdem zwei der Hauptvortragenden (Eleni Chatzi und Noemi Petra) sowie das Minisymposium „Large-Scale Bayesian Inference with a Machine Learning Twist“ (organisiert von Jana de Wiljes, TU Ilmenau, und Lassi Roininen, LUT University) vorgeschlagen.
- SIAM UQ 2026, 22.–25. März in Minneapolis (USA): Diese internationale Konferenz findet in Kooperation mit der GAMM FA UQ statt.
- FrontUQ Workshop 2026, voraussichtlich an der TU München.

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

EXPERIMENTELLE
FESTKÖRPERMECHANIK

Björn Kiefer



Thomas Lehmann



Steffen Gerke

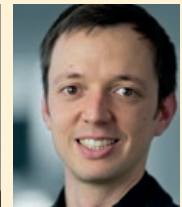
Ziele des Fachausschusses „Experimentelle Festkörpermechanik“ liegen in der Förderung der Kommunikation und des Austauschs innerhalb und außerhalb der deutschen Mechanik zu experimentellen Methoden sowie deren Auswertung zur Modellierung, Kalibrierung und Validierung von Materialeigenschaften fester Körper. Im Jahr 2025 gab es einen Wechsel in der Leitung des Fachausschusses. Prof. Björn Kiefer, Ph.D. (TU Bergakademie Freiberg) wurde zum Vorsitzenden ernannt, Dr. Steffen Gerke (UniBW München) und Dr. Thomas Lehmann (TU Chemnitz) sind stellvertretende Vorsitzende. Ein großer Dank geht an das bisherige Leitungsteam – Prof. Dr. Stefan Hartmann (TU Clausthal, ehemaliger Vorsitzender) und Prof. Dr. Stefan Diebels (Uni Saarland, ehemaliger stellvertretender Vorsitzender). Zu den Aktivitäten des Fachausschusses (2025) zählte u. a. ein Minisymposium „Experimental Solid Mechanics“ auf der GAMM-

Jahrestagung in Posen. Organisiert wurde dies von Prof. Dr. Stefan Hartmann und Prof. Dr. Zbigniew Kowalewski (Polish Academy of Sciences) mit fünf Beiträgen von deutschen und polnischen Vortragenden. Die jährliche Sitzung des Fachausschusses wurde auf Einladung von Dr. Steffen Gerke am 5. November 2025 an der UniBW München durchgeführt. Dabei konnte ein interessantes Vortragsprogramm mit acht Beiträgen zusammengestellt werden. Zudem wurden Biaxialversuche im Labor vorgeführt. 2026 wird auf der GAMM-Jahrestagung in Stuttgart wieder ein Minisymposium „Experimental Solid Mechanics“ mit fünf Vorträgen stattfinden. Die jährliche Sitzung des Fachausschusses ist für den Herbst 2026 geplant.

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

DATA-DRIVEN MODELING AND
NUMERICAL SIMULATION OF MICRO-
STRUCTURED MATERIALS (AG DATA)

Benjamin Klusemann



Felix Fritzen

Die GAMM AG Data war auch 2025 überaus aktiv. Im Februar 2025 fand der jährliche Workshop an der TU Darmstadt statt. Oliver Weeger und sein Team haben die lokale Organisation übernommen. Neben spannenden Fachvorträgen wurden beim diesjährigen Workshop auch gemeinsame Aktivitäten zu den Themen Software und Datenpublikation sowie Benchmark-Datensätze ausführlich diskutiert. Darauf aufbauend gab es mehrere Arbeitstreffen mit starker Beteiligung insbesondere der TU Dresden (Gruppe um Markus Kästner), der TU Darmstadt (Gruppe um Oliver Weeger) und der Universität Stuttgart (Gruppe um Felix Fritzen). Aktuell wird an einem Softwarerepositorium gearbeitet, mit dessen Hilfe wir die Vergleichbarkeit von maschinengelernten Konstitutivmodellen ermöglichen wollen. Bei der GAMM Jahrestagung 2025 in Posen wurde erstmals die Session „S25 Machine Learning and Data Science in Applied Mathematics and Mechanics“ mit der Unterstützung der AG (durch Benjamin Klusemann, Leuphana Universität Lüneburg) gemeinsam mit Martin

Stoll (TU Chemnitz, Fachausschuss „Computergestützte und Mathematische Methoden für Data Science“) organisiert, welche mit neun Sessions (47 Beiträge) überaus gut angenommen wurde. Auch auf der GAMM Jahrestagung in Stuttgart im März 2026 wird die Sektion S25 gemeinsam durch die AG (durch Felix Fritzen, Universität Stuttgart) und wieder Martin Stoll organisiert. Wir freuen uns auf viele passende Beiträge für diese Sektion. Zusätzlich wird am 11. und 12. Februar 2026 der nächste Workshop der AG DATA an der TU Braunschweig stattfinden. Die Organisation übernimmt Hennig Wessels (Link: <https://www.tu-braunschweig.de/iam/data-driven-modeling-of-mechanical-systems/gamm-ag-data-workshop-2026>). Wir freuen uns auch hier auf viele passende Beiträge und spannende Diskussionen.

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES

NUMERISCHE ANALYSIS



Robert Altmann



Fleurianne Bertrand



Thomas Wick

Mit der GAMM Jahrestagung 2025 in Posen (Polen) und der damit verbundenen positiven Evaluation des Fachausschusses wurde die Leitung an Robert Altmann (Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg), Fleurianne Bertrand (Technische Universität Chemnitz) und Thomas Wick (Leibniz Universität Hannover) übergeben. Die neue Leitung dankt ausdrücklich den bisherigen Leitern Daniel Peterseim (Universität Augsburg) und Lars Grasedyck (RWTH Aachen) für die professionelle Übergabe.

Gleich bleibt der inhaltliche Fokus: klassische numerische Analysis und numerische Modellierung mit einem besonderen Schwerpunkt auf numerischen Methoden für partielle Differentialgleichungen. Diese Methoden sind essenzielle Werkzeuge in der mathematischen Modellierung und Simulation und bilden eine solide Grundlage für zahlreiche ingenieurs- und naturwissenschaftliche Anwendungen. Ihre Weiterentwicklung bleibt ein zentrales Anliegen, insbesondere im Zusammenspiel mit modernen, datengetriebenen Ansätzen und den aktuellen Entwicklungen im Bereich der Künstlichen Intelligenz. Zudem soll auch weiterhin der wissenschaftliche Nachwuchs aktiv angesprochen werden. Grundlage hierfür ist die fruchtbare Zusammenarbeit mit den GAMM-Junioren und auch den lokalen GAMM Student Chapters.

Die Mitglieder des GAMM-FA Numerische Analysis sind weiterhin in vielfältige Aktivitäten involviert. Beispielsweise seien genannt:

- Organisation der Sektion S18 auf der GAMM (07.-11.04.2025, Posen)
- Plenarvortrag Thomas Wick auf der CIMAC (11.-15.08.2025, Puno in Peru)
- Vorträge und Organisation von Minisymposia auf der ENUMATH 2025 (01.-05.09.2025, Heidelberg)
- FEM-Symposium (15.-17.09.2025, Mülheim an der Ruhr), welches weiterhin u.a. von den Mitgliedern Fleurianne Bertrand und Sven Beuchler mitorganisiert wird
- Fachausschuss Jahrestreffen (20.-21.11.2025, Magdeburg)

Als Ausblick auf das Jahr 2026 sei die GAMM-Jahrestagung im März genannt, wo die S18 von Tim Haubold (Universität Göttingen) und Thomas Wick organisiert wird. Zudem haben Robert Altmann und Patrick Henning (Ruhr-Universität Bochum) erfolgreich ein Minisymposium zum Thema „Advances in the Numerical Treatment of Quantum Systems“ bewilligt bekommen.

Schließlich sei noch die diesjährige Stiftungsgründung „Mathematik und Umwelt“ von Ernst Peter Stephan (Leibniz Universität Hannover) erwähnt.

Ziel der Stiftung ist es, die Möglichkeiten der mathematischen Forschung zur Lösung von Umweltfragen auch in Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen herauszuarbeiten und transparenter zu machen. Neben der zukünftigen Organisation von Workshops zeichnet die Stiftung, verbunden mit einem Preisgeld, besondere mathematische Leistungen zu Umweltfragen von Wissenschaftlern und Teams in Deutschland aus. Ausgezeichnet werden können Masterarbeiten, Dissertationen und besondere Publikationen zur mathematischen Behandlung von Umweltthemen.

Dem Vorstand der gemeinnützigen Stiftung gehören neben den Stiftungsgründern Ernst Peter Stephan und Karin Sabine Stephan die Professoren Alexey Chernov (Carl von Ossietzky Universität Oldenburg), Thomas Hartmann (Technische Hochschule Ulm), Thomas Wick, und Heiko Gimperlein (Universität Innsbruck) an. Weitere Informationen sind auf der Webseite <https://www.ifam.uni-hannover.de/de/mathematics-and-environment> zu finden. Der erste Workshop wird vom 12.-13.06.2026 im Leibniz Haus in Hannover stattfinden.

Neue Webseite des Fachausschusses mit aktuellen Informationen:

<https://www.tu-chemnitz.de/mathematik/gamm-fa-na/index.php>

JAHRESBERICHT 2025 DES GAMM-FACHAUSSCHUSSES RESEARCH SOFTWARE ENGINEERING & RESEARCH DATA MANAGEMENT (RSE&RDM)



Robert Speck



Jan Philipp Thiele



Jens Saak



Der neue Fachausschuss GAMM FA RSE & RDM in Mathematik und Mechanik wurde im Rahmen der Jahrestagung der GAMM im April 2025 formal genehmigt – damit ist die institutionelle Verankerung des Themas Research Software Engineering (RSE) und Research Data Management (RDM) innerhalb der GAMM geschaffen. Ziel des Ausschusses ist es, den oftmals verstreuten Aktivitäten rund um Softwareentwicklung und Forschungsdaten in Mathematik und Mechanik eine gemeinsame Plattform zu geben, den Austausch zwischen Personen und Gruppen zu fördern sowie GAMM-spezifische Infrastruktur- und Unterstützungsbedarfe zu identifizieren und anzusprechen. Die dafür eingerichtete offizielle Webseite unter <https://gamm-ag-rse-rdm.github.io/> dient bereits als zentrale Anlaufstelle für Informationen und Koordination der Gemeinschaft.

Am 4. und 5. Dezember 2025 fand an der Technische Universität Braunschweig das Kickoff-Meeting des Fachausschusses statt – das erste große Zusammentreffen von Interessierten aus Mathematik, Mechanik, RSE und RDM. Rund 40 Teilnehmende aus verschiedenen Einrichtungen waren angereist, um in Keynotes, Vorträgen und offenen Diskussionen über die Anforderungen, Chancen und Herausforderungen nachhaltiger Forschungssoftware und datenbewusster Forschungsarbeit zu sprechen. Unter anderen hielten renommierte Sprecher – etwa Philipp Birken (University of Lund) und Jörg Unger (BAM) – ihre Beiträge, die wichtige Impulse für die Ausrichtung des Ausschusses gaben. Der konstruktive Austausch zeigte deutlich, dass Bedarf und Begeisterung vorhanden sind. Parallel zur Vorbereitung des Kickoff-Meetings wurde zudem ein Artikel für die vorliegende Ausgabe des Rundbriefs (S.4ff) erstellt, um für das Thema RSE Bewusstsein zu schaffen.

Damit ist ein vielversprechender Start des neuen Fachausschusses gelungen – mit klarer Struktur, ersten sichtbaren Ergebnissen und einer wachsenden Gemeinschaft engagierter Personen.

Für die kommenden Monate plant der Fachausschuss weitere Schritte: Ein zweites Annual Meeting soll gegen Ende des Jahres stattfinden, um die begonnenen Diskussionen fortzuführen und die nächsten Entwicklungen gemeinsam zu planen. Darüber hinaus möchten wir interaktive Formate wie World Cafés oder Appreciative Inquiries etablieren, um systematisch die Bedarfe der Community und relevanter Stakeholder zu ermitteln – etwa in Bezug auf Softwareinfrastruktur, Datenmanagement oder Schulungsangebote. Parallel soll der Aufbau dauerhafter Kommunikationskanäle vorangetrieben werden, z. B. Mailinglisten, Newsletter oder moderierte Foren, um Mitglieder und Interessierte regelmäßig zu vernetzen. Ein zentrales Ziel ist außerdem die Integration des Ausschusses in das überregionale RSE- und RDM-Ökosystem in Deutschland – wir streben Kooperationen und Verknüpfungen mit Initiativen wie der NFDI, der Community de-RSE und der RSE-Fachgruppe der Gesellschaft für Informatik (GI) an.

Mit diesem Fahrplan soll sichergestellt werden, dass der GAMM FA RSE & RDM nicht nur ein Symbol bleibt, sondern zu einem aktiven und nachhaltigen Motor für qualitativ hochwertige, reproduzierbare und gestaltbare Forschung in Mathematik und Mechanik wird – getragen von einer lebendigen Community.

Präsidentin: **Prof. Kerstin Weinberg**
Universität Siegen
Maschinenbau
Paul-Bonartz-Str. 9-11
57076 Siegen

Vizepräsident: **Prof. Karsten Urban**
Universität Ulm, Institut für
Numerische Mathematik
Helmholtzstraße 20
89081 Ulm

Sekretär: **Prof. Michael Kaliske**
Technische Universität Dresden,
Institut für Statik und Dynamik der
Tragwerke, Fakultät Bauingenieurwesen
01062 Dresden

Vizesekretärin: **Prof. Lisa Scheunemann**
RWTH Aachen University
Institute of Applied Mechanics
Mies-van-der-Rohe Str. 1
52074 Aachen

Schatzmeisterin: **Prof. Andrea Walther**
Humboldt-Universität zu Berlin,
Unter den Linden 6
10099 Berlin

Wiss. Nachwuchs: **Prof. Carmen Gräßle**
TU Braunschweig
Universitätsplatz 2
38106 Braunschweig

Weitere Mitglieder des Vorstandsrates

Prof. Dorothee Knees

Universität Kassel
Institut für Mathematik
Heinr.-Plett-Straße 40
34131 Kassel

Prof. Jörg Schumacher

Technische Universität Ilmenau
Fachgebiet Strömungsmechanik
Am Helmholtzring 1
98693 Ilmenau

Dr.-Ing. Andreas Warkentin

Fachbereich Maschinenbau
Universität Kassel
Mönchebergstr. 7 / Raum 2805
D-34109 Kassel

Prof. Heiko Schmidt

Institut für Verkehrstechnik, AZFD
BTU Cottbus - Senftenberg
Siemens-Halske-Ring 15a
03046 Cottbus

Prof. Kathrin Flaßkamp

Professur für Modellierung und Simulation technischer
Systeme, Fachrichtung Systems Engineering
Universität des Saarlandes
66123 Saarbrücken

Prof. Martin Stoll

Technische Universität Chemnitz
Professur Wissenschaftliches Rechnen
Reichenhainer Str. 41
09126 Chemnitz

Prof. Benjamin Stamm

Universität Stuttgart
Institute of Applied Analysis and Numerical Simulation
Pfaffenwaldring 57
70569 Stuttgart

Prof. Alexander Düster

TU Hamburg
Numerische Strukturanalyse
Am Schwarzenberg-Campus 4
21073 Hamburg

Dr. Evelyn Herberg

Universität Heidelberg
Interdisciplinary Center for Scientific Computing
Im Neuenheimer Feld 205
69120 Heidelberg

Prof. Philipp Junker

Leibniz Universität Hannover
Institut für Kontinuumsmechanik
An der Universität 1
30823 Garbsen

Prof. Hartmut Hetzler

Universität Kassel
Lehrstuhl für Technische Dynamik
Mönchebergstr. 7
34125 Kassel

Prof. Andrea Barth

Universität Stuttgart
Institute of Applied Analysis and Numerical Simulation
Allmandring 5b
70569 Stuttgart

Kassenprüfer

Prof. Michael Beitelschmidt

Technische Universität Dresden
Fakultät Maschinenwesen
Marschnerstraße 30
01307 Dresden

Prof. Stefan Neukamm

Technische Universität Dresden
Institut für Wissenschaftliches Rechnen
Zellescher Weg 12-14
01069 Dresden

EHRENMITGLIEDER DER GAMM

Ehrevorsitzender

Prof. Dr. Ludwig Prandtl (1950)
† 15. August 1953

Ehrenmitglieder

Prof. Dr. Theodor von Kármán (1956)
† 7. Mai 1963

Prof. Dr. Aurel Stodola
† 25. Dezember 1942

Prof. Dr. Henry Görtler (1980)
† 31. Dezember 1987

Prof. Dr. Felix Klein (1924)
† 22. Juni 1925

Prof. Dr. Lothar Collatz (1980)
† 26. September 1990

Prof. Dr. Eric Reissner (1992)
† 1. November 1996

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Wendland (2019)

Prof. Dr. Wolfgang Haack (1992)
† 28. November 1994

Prof. Dr. Klaus Kirchgässner (2011)
† 09. Juli 2011

Prof. Dr. Helmut Heinrich (1993)
† 14. Januar 1997

Prof. Dr.-Ing. Erwin Stein (2011)
† 19. Dezember 2018

Prof. Dr. Klaus Oswatitsch (1993)
† 1. August 1993

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Zierep (1999)
† 29. Juli 2021

Prof. Dr.-Ing. Oskar Mahrenholtz (1997)
† 6. April 2020

Prof. Dr. Kurt Magnus (1993)
† 15. Dezember 2003

PERSONALIA

Todesfälle, wir gedenken:

Prof. Dr.-Ing. Venkatesa I. Vasanta Ram, Bochum

GAMM MEMBERS:

SIAM membership includes 14,000+ applied mathematicians and computational and data scientists working in academia, industry, government, and labs.

As a SIAM member, you'll get:

- Subscriptions to *SIAM News*, *SIAM Review*, and *SIAM Unwrapped* e-newsletter
- Discounts on SIAM books, journals, and conferences
- Eligibility to join SIAM activity groups, vote for or become a SIAM leader, and nominate or be nominated as a SIAM Fellow
- The ability to nominate two students for free membership



You'll help SIAM to:

- Increase awareness of the importance of applied and industrial mathematics
 - Support outreach to students
 - Advocate for increased funding for research and education



You'll experience:

- Networking opportunities
- Access to cutting edge research
- Visibility in the applied mathematics and computational science communities
- Career resources



“SIAM has long been a bedrock for applied mathematicians, providing crucial support, recognition, and connections. As we confront new challenges—explosive growth in data science, shifts in computational science, and financial complexities—

I am committed to helping SIAM meet these challenges while maintaining its extremely high-quality and successful activities. With collective support, we'll navigate these changes and ensure that SIAM remains the go-to hub for applied mathematics by embracing excellence and fostering a welcoming community.”



— Carol S. Woodward, SIAM President, Lawrence Livermore National Laboratory

Join SIAM today at siam.org/joinsiam

GAMM members who live outside the U.S. get a reciprocal rate that is 30% less than the regular member rate, plus your GAMM dues are discounted to 65€.

