



Jede Menge Emotionen sind hier gezeigt. Daniel Caspar von Lohenstein: Sophonisbe. Trauerspiel.  
(Bild: Breßlau: Fellgibel 1689)

## Emotionen im Drama auf der Spur

**Einen Algorithmus entwickeln, mit dem sich Emotionen in Dramentexten analysieren lassen: Daran arbeitet eine Würzburger Literaturwissenschaftlerin mit Medieninformatikern aus Regensburg. Für das Projekt bekommen sie 620.000 Euro.**

Wurden im 17. Jahrhundert Tragödien oder Komödien auf die Bühne gebracht, war das bei den Theaterleuten mit regen Diskussionen verbunden. Da ging es um Fragen wie: Welche Gefühle dürfen wir auf der Bühne zeigen? Wie stark darf die Darstellung von Liebe, Hass und anderen Emotionen sein?

Für diese Überlegungen gab es einen guten Grund: „Das Theater wollte damals auch gesellschaftlich etwas bewirken. Die Zuschauer sollten die Vorstellung als ‚bessere Menschen‘ verlassen“, sagt Privatdozentin Dr. Katrin Dennerlein, Literaturwissenschaftlerin von der Julius-Maximilians-Universität (JMU) Würzburg. „Ein positiver Blick auf Figuren, die Rachegedanken verfolgen, hätte dazu nicht gepasst.“

Emotionen auf der Bühne darstellen, Emotionen beim Publikum auslösen: Beides gehört seit Aristoteles zu den grundlegenden Charakteristika von Dramen. Die Literaturwissenschaft hat sich damit bisher nur in Einzelstudien zu kanonischen Texten beschäftigt.

Das ändert sich nun mit dem Projekt „Emotions in Drama“, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert wird. Der Begriff „Drama“ wird in diesem Zusammenhang in seinem ursprünglichen Sinn verstanden: als Bühnenstück mit einem Text für verteilte Rollen – sei es nun Komödie oder Tragödie, Sprechtheater oder Oper.

### 620.000 Euro von der DFG

Projektpartner sind Katrin Dennerlein vom Institut für Deutsche Philologie der JMU und Professor Christian Wolff, Leiter des Lehrstuhls für Medieninformatik der Universität Regensburg, mit seinem Doktoranden Thomas Schmidt. An die JMU fließen für das Projekt 320.000 Euro DFG-Fördermittel, nach Regensburg 300.000 Euro.

Das Forschungsteam wird in den kommenden drei Jahren ergründen, wie Emotionen wie Angst, Leid, Freude und Liebe bei Figuren in verschiedenen Dramen auftauchen. Der Schwerpunkt liegt auf Tragödien und Komödien aus der Zeit von 1650 bis 1815; Opern werden ebenfalls betrachtet.

„Als Ergebnis für die Literaturwissenschaft sollte es am Ende möglich sein, in den einzelnen Werken Pathos-Strategien zu identifizieren“, erklärt Dennerlein. Dabei sollen Algorithmen der Künstlichen Intelligenz eingesetzt werden, um die Analyse von Emotionen in sehr großen Textmengen dieser Zeit zu ermöglichen und somit Literaturwissenschaftlern einen globalen Blick auf Emotionsentwicklungen und -Verteilungen in diesen Epochen zu geben.



Eine Schauspielerin stellt Freude dar. (Bild: Johann Jacob Engel: Ideen zu einer Mimik. Berlin: Mylius 1804, S. 170)

### Dramenbestand von TextGrid aufgestockt

Bei dieser Arbeit gibt es einige Besonderheiten zu beachten. Das Wort „blöd“ zum Beispiel wurde im 18. Jahrhundert nicht negativ, sondern neutral verwendet. Man benutzte es, um eine Person als „nicht gebildet“ oder „einfach“ zu bezeichnen. Mit einem „blöden Mädchen“ etwa konnte einfach auch nur ein „junges Mädchen“ gemeint sein.

Dieses Beispiel zeigt: Emotionen und ihre Darstellung im Drama hängen stark von kulturellen und historischen Faktoren ab. Darum konzentriert sich das Forschungsteam zunächst auf eine gut definierte Grundlage: auf das deutschsprachige Drama von 1650 bis 1815, vom Ende des Dreißigjährigen Krieges bis zum Anfang der Restaurationsepoche. „Dieser Zeitraum bietet sich an, weil sich das deutschsprachige Drama damals etablierte“, so Dennerlein.

Das Augenmerk der Forscher liegt auf digitalisierten Texten aus dem Archiv von TextGrid – das ist eine virtuelle Forschungsumgebung für die Geistes- und Kulturwissenschaften.

Um für die Erforschung der Emotionen eine größere Datengrundlage zu haben, wurde der Dramenbestand von TextGrid aufgestockt. Neu aufgenommen wurden 25 Texte von Stücken der Hamburger Gänsemarktoper aus der Zeit von 1678 bis 1730, 20 Singspieltexte aus der Zeit um 1800 und 20 Texte von Wanderbühnenstücken, auch um einen Blick auf die nichtkanonische und dennoch bedeutende Dramenliteratur dieser Zeit zu werfen.

Insgesamt handelt es sich um mehr als 500 Dramentexte, die jedoch konstant erweitert werden sollen. Eine Menge an Texten, die für einen einzelnen Literaturwissenschaftler schwer

im Detail zu erschließen sind. Aus diesem Grund soll die Medieninformatik hier mit modernen Algorithmen helfen, die es ermöglichen, große Mengen an Texten automatisch bezüglich Emotionen zu analysieren.

### **Textanalyse mit neuem IT-Tool**

Dennerlein, Wolff und Schmidt wollen für die beschriebene Textgrundlage ein digitales Tool entwickeln, das Emotionen in Texten automatisiert erkennt und auch feststellt, ob es sich jeweils um positive oder negative Emotionen handelt. Das soll sowohl für ganze Texte als auch separat für Elemente realisiert werden, in denen Emotionen besonders häufig vorkommen: in Bühnenanweisungen, Monologen, Arientexten und Dramenausgängen.

Computer-Tools für die Emotionsanalyse, die „Sentiment Analysis“, gibt es bereits. Sie werden zum Beispiel von Unternehmen eingesetzt, die wissen wollen, mit welcher Tendenz Kunden das Unternehmen und seine Produkte im Internet bewerten.

Ein solcher Algorithmus soll nun im DFG-Projekt speziell für die Anwendung auf fiktionale historische Texte weiterentwickelt und trainiert werden. Eine große Herausforderung ist dabei die alte und an Metaphern reiche Sprache solcher Texte, die sich natürlich stark von der heutigen Internet-Sprache unterscheidet.

Um sich diesem Problem anzunähern, werden State-of-the-art-Algorithmen für maschinelles Lernen mit Texten sowie neuronale Netze und Word Embeddings eingesetzt. In einem ersten Schritt werden dazu zahlreiche Dramen-Textstellen von Literaturwissenschaftlern und Studierenden mit Emotionsinformationen ausgezeichnet – eine Tätigkeit, die man als „Annotieren“ bezeichnet. Anhand dieser Annotationen können Algorithmen lernen, die möglichen Emotionen in anderen Dramentexten automatisch vorherzusagen.

Durch eine konstante Evaluation der Vorhersage mit der literaturwissenschaftlichen Interpretation sollen die Algorithmen optimiert werden. „Dabei soll es nicht bei der reinen Entwicklung von Algorithmen bleiben“, so Professor Wolff. „Im Sinne der Medieninformatik sollen auch nutzerfreundliche Tools entstehen, die den einfachen Zugang zu diesen Methoden ermöglichen und die Literaturwissenschaft in ihrer Forschung unterstützen“.

### **DFG-Programm: Computational Literary Studies**

Das Forschungsprojekt ist Teil des Schwerpunktprogramms „Computational Literary Studies“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Das Programm vereint neun literaturwissenschaftliche Projekte, die mit digitalen Methoden arbeiten. Es verfolgt das Ziel, neu digitalisierte Texte, Metadaten und Forschungsdaten in einem gemeinsamen Archiv zu veröffentlichen.

Programmkoordinator ist Professor Fotis Jannidis, Leiter des Lehrstuhls für Computerphilologie und Neuere deutsche Literaturgeschichte an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Er verfolgt in diesem Kontext gemeinsam mit Professorin Simone Winko (Universität Göttingen, Literaturwissenschaft) ebenfalls ein Projekt: „The beginnings of modern poetry – modeling literary history with text similarities“.

**Kontakt**

PD Dr. Katrin Dennerlein, Lehrstuhl für Computerphilologie und Neuere deutsche Literaturgeschichte, Universität Würzburg, T +49 931 31-80239, [katrin.dennerlein@uni-wuerzburg.de](mailto:katrin.dennerlein@uni-wuerzburg.de)

Prof. Dr. Christian Wolff, Lehrstuhl für Medieninformatik, Universität Regensburg, T +49 941 943-3386, [christian.wolff@ur.de](mailto:christian.wolff@ur.de)

## Nano-Röntgentomograph für Industrie und Forschung

**Mit einem verbesserten System der Röntgentomographie lassen sich Objekte der Mikroelektronik und Mikromechanik jetzt deutlich schneller bis in ihre Nanodimensionen abbilden. Ein Team aus der Physik hat daran mitgewirkt.**

Vor 125 Jahren entdeckte Wilhelm Conrad Röntgen an der Universität Würzburg die nach ihm benannten Strahlen. Schon sehr bald wurde klar, dass die neue Art von Strahlen nicht nur für Fortschritte in der Medizin sorgen sollte.

Mit Röntgenstrahlen können heute auch der Aufbau und die Qualität von technischen Konstruktionen und Werkstoffen bis in den Nanometerbereich beurteilt werden, ohne dass die Proben dafür zerstört werden müssen. Mit röntgentomographischen Verfahren werden zum Beispiel kleinste Risse in Lithium-Elektroden sichtbar. Auch die komplexen inneren Strukturen von modernen Werkstoffen und Mikrochips lassen sich bis in Nanodimensionen hinein abbilden.

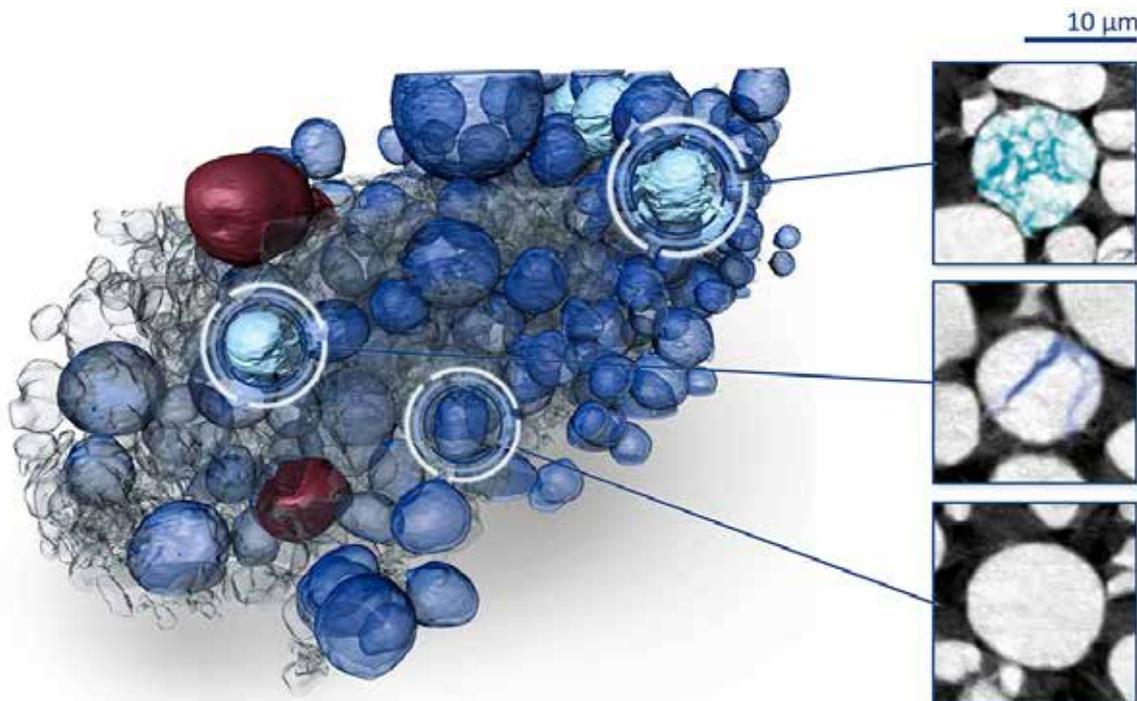
**Messzeiten der NanoCT deutlich verkürzt**

Passend zum Röntgen-Jubiläumsjahr 2020 stellt das Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik (EZRT) des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen (IIS) eine Neuerung in der Röntgentomographie vor: Das NanoCT-System ntCT wurde derart weiterentwickelt, dass es bei deutlich verkürzten Messzeiten gleichbleibend gute Ergebnisse liefert. Das System eignet sich für die mikroskopisch feine Untersuchung von Objektproben mit einer Auflösung von bis zu 150 Nanometern.

Solche Diagnosesysteme werden immer wichtiger, weil die Mikroelektronik zum Beispiel in Halbleiterspeichern zunehmend komplexer, kompakter und dreidimensionaler wird. „Nach Jahrzehnten erfolgreicher Miniaturisierung produziert die Industrie heute Strukturen, die für die Untersuchung mit gewöhnlichen Röntgen-Systemen oft zu fein sind“, schreibt das Fraunhofer IIS in einer Pressemitteilung.

**Kooperation mit dem Lehrstuhl für Röntgenmikroskopie**

An dem NanoCT-System arbeitet das EZRT seit Anfang eng mit der Julius-Maximilians-Universität (JMU) Würzburg zusammen. Der Kooperationspartner ist der Lehrstuhl für Röntgenmikroskopie unter Leitung von Professor Randolph Hanke; der Lehrstuhl gehört zur Fakultät für Physik und Astronomie.



Schadensanalyse mit NanoCT an der Lithium-Elektrode eines Akkus: Oben ein stark gealterter und schwer beschädigter Partikel aus der porösen Elektrode, in der Mitte ein leicht gebrochener und unten ein unversehrter Partikel. (Bild: Dominik Müller / Universität Würzburg)

Dr. Christian Fella hat in seiner Zeit als Doktorand an der JMU den Grundstein für das Gerät gelegt. Nach der Promotion übernahm er beim Fraunhofer EZRT als Gruppenleiter die weitere Entwicklung des NanoCT-Systems.

Für die Weiterentwicklung der NanoCT-Techniken am Lehrstuhl ist neben anderen aktuell Doktorand Dominik Müller zuständig. „Wir können hier am Hubland das neueste ntCT-Gerät nutzen“, freut sich der Materialwissenschaftler. Das sei einmalig im Laborumfeld, denn die ntCT sei den üblichen kommerziell verfügbaren Geräten dieser Art um eine Generation voraus. Davon profitieren auch viele andere Forschungsgruppen der JMU, die bei Müller ihre neu entwickelten Halbleiterelemente oder Funktionsmaterialien mittels NanoCT analysieren lassen.

### Röntgenröhre der neuesten Generation

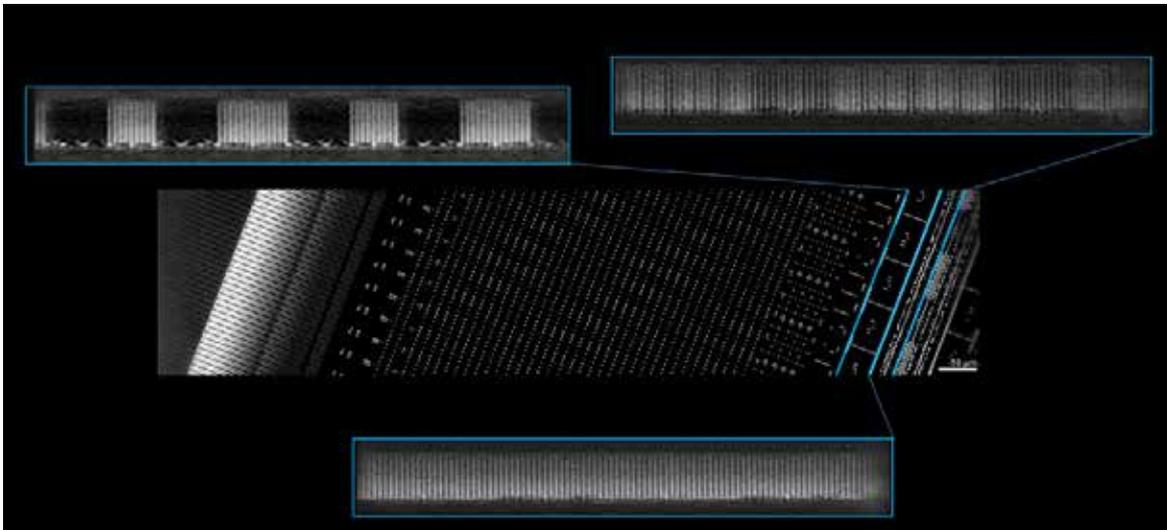
2018 hat das Fraunhofer EZRT die ntCT der ersten Generation vorgestellt. In Kooperation mit der schwedischen Firma Excillum AB konnte jetzt die Röntgenquelle, eine der Kernkomponenten des Systems, nochmals verbessert werden: Das System ist nun in der Lage, Messzeiten von nur wenigen Stunden für einen kompletten CT-Scan mit einer Auflösung unter 200 Nanometern zu realisieren. Zuvor dauerten die Messzeiten fast vier Mal so lange.

Damit eignet sich die Nanoskalentomographie nun auch für die Integration in Produktionsumgebungen. Neben einem hochautomatisierten Betrieb für die meisten Anwendungen können die Nutzerinnen und Nutzer in einem erweiterten Betriebsmodus auf alle Einstellparameter und Rohdaten zugreifen. Für Objekte aus der Mikroelektronik, die den Einsatz einer höheren Röntgenenergie erfordern, kann das System in einer 110-Kilovolt-Variante ausgeliefert werden.

„Das ntCT-System bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten für nahezu alle Bereiche, in denen eine zerstörungsfreie 3D-Analyse mit höchster Auflösung erforderlich ist. Das System besteht nicht nur aus der Hardware, es ist eine komplette Analyseumgebung, die die Anwenderin oder den Anwender vom Einlegen der Proben bis hin zu den rekonstruierten Daten begleitet«, sagt Dr. Christian Fella.

### Upgradesystem kommerziell verfügbar

Die neue Version der ntCT ist ab sofort in der Produktreihe „ProCon CT-Alpha“ über die Firma ProCon XRay GmbH kommerziell verfügbar. Laut Fraunhofer IIS ermöglicht die Zusammenarbeit zwischen dem Fraunhofer EZRT als forschungsorientiertem Entwickler und der ProCon X-Ray GmbH als Systemintegrator eine wesentlich schnellere Umsetzung neuester technologischer Entwicklungen in einsatzbereite Produkte.



NanoCT-Aufnahmen von den internen Strukturen einer SD-Speicherkarte.

(Bild: Dominik Müller / Universität Würzburg)



Kompaktes Stand-alone-Design für die einfache Integration in eine Laborumgebung. Das ntCT-System bietet hochauflösende Messungen, die anderen industriellen Mikro-CT-Scannern um eine Generation voraus sind.

(Bild: Fraunhofer IIS)



Im Masterstudium der Ethnomusikologie befasst man sich mit Musik aus aller Welt.

(Bild: Lehrstuhl für Ethnomusikologie)

## Die Musik der Welt erkunden

**Der Masterstudiengang Ethnomusikologie an der Universität Würzburg geht mit grundlegend überarbeiteten Inhalten neu an den Start. Bewerbungen für das Wintersemester 2020/21 sind bis 15. Juli 2020 möglich.**

Sind Sie interessiert an der sozialen Bedeutung von Musik? An der Frage, wie Globalisierung, Medien, Migration, Politik und Religion das Musizieren beeinflussen? Wie Menschen in verschiedenen Kulturen Musik erlernen, schaffen und sich in unterschiedlichen Formen musikalisch ausdrücken?

Reizt Sie auch der Gedanke, ein eigenes Feldforschungsprojekt zu verwirklichen? Ton- und Videoaufnahmen zu machen, mit Musikerinnen, Musikern sowie Communities zu arbeiten und sich mit internationalen Fachleuten zu vernetzen?

Dann dürften Sie im Masterstudiengang Ethnomusikologie der Julius-Maximilians-Universität (JMU) Würzburg genau richtig sein. Professorin Juniper Hill, Leiterin des JMU-Lehrstuhls für Ethnomusikologie, und ihr Team haben das Studienangebot grundlegend überarbeitet.

### Fränkisch, afrikanisch, arabisch, amerikanisch ...

„Das Studienprogramm dauert vier Semester und richtet sich an Studierende, die ihren Bachelor in einem kultur- oder musikbezogenen Fach abgeschlossen haben“, sagt Professorin Hill.

Es beinhaltet Theorie, Methodenlehre, praktisches Musizieren und Feldforschung. Ob fränkische Volksmusik, US-amerikanisches Shapenote-Singing, Percussion aus West- und Zentralafrika oder klassische arabische Musik: Das Studium ist international, mehrsprachig und interdisziplinär ausgerichtet. Die Studierenden müssen darum sowohl die englische als auch die deutsche Sprache in Wort und Schrift gut beherrschen.

Ein wichtiger Bestandteil des Studiums ist das Training in individueller ethnographischer Feldforschung und in „Applied Ethnomusicology“, das schließlich als Vorbereitung auf die Masterarbeit dienen kann. Für diese ist vorgesehen, dass die Studierenden ein betreutes, unabhängiges Forschungsprojekt konzipieren und durchführen, dessen Ergebnisse auch in Form von

illustrativem Material wie Abbildungen, Musiknotation, Tonaufnahmen und Videoaufnahmen ihre Darstellung finden können.

Der Master lässt sich als 120-ECTS- und als 45 ECTS-Punkte-Programm belegen. In letzterem Fall können die Studierenden bis zur Hälfte der Punkte aus einer anderen Disziplin einbringen, zum Beispiel aus Musikwissenschaft, Musikpädagogik, Europäischer Ethnologie/Volkskunde, Religionswissenschaften, Museologie, Germanistik, Anglistik, Indologie oder Sinologie.

### **Tonstudio und Instrumentensammlung**

Der Ethnomusikologie-Master ist am JMU-Institut für Musikforschung angesiedelt, dem größten universitären Musikforschungsinstitut in Deutschland. Es besitzt unter anderem ein ethnomusikologisches Tonstudio und die Studiensammlung „Musikinstrumente & Medien“. In der Sammlung finden sich auch historische und zeitgenössische Instrumente aus aller Welt.

Online bewerben bis 15. Juli 2020 für das Wintersemester 2020/21 und bis 15. Januar 2021 für das Sommersemester 2021.

## **Women's Leadership Program**

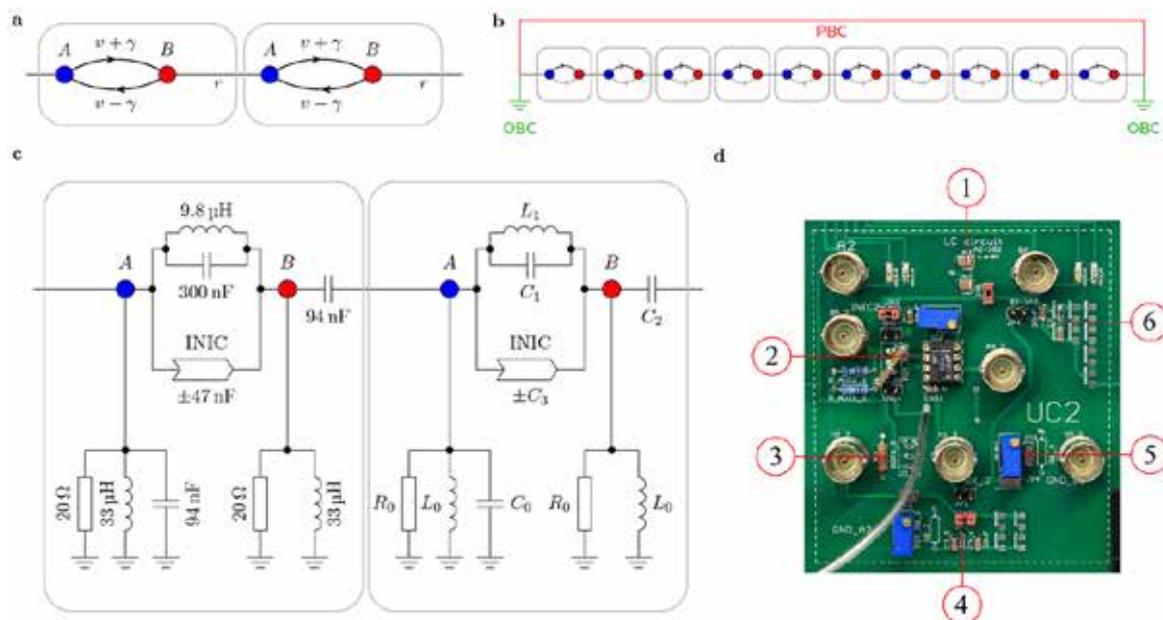
**Juniorprofessorinnen, Professorinnen und erfahrene Arbeitsgruppenleiterinnen der Universität Würzburg können sich bis 10. Juli für die Teilnahme am Women's Leadership Program bewerben.**

Für Wissenschaftlerinnen der Universität Würzburg, die sich in einer verantwortungsvollen Position befinden und ihre individuellen Kompetenzen als Führungskraft erweitern und stärken wollen, gibt es ein spezielles Qualifizierungsprogramm. Im Fokus stehen die individuelle Entwicklung jeder Teilnehmerin und die Vernetzung innerhalb der Gruppe.

Das Women's Leadership Program wird im Rahmen des Professorinnenprogramms III nun erneut ausgeschrieben und gefördert. Koordiniert wird es innerhalb der Gender Equality Academy unter Leitung der Universitätsfrauenbeauftragten; die Programmlaufzeit ist September 2020 bis Juli 2021.

Der Kern des Programms: Fünf Workshops liefern Input zu Führungsthemen. In die eigene Praxis übersetzt werden diese Themen im zweiten Teil. Dann erhalten die Teilnehmerinnen ein Einzelcoaching im Umfang von bis zu fünf Sitzungen inklusive einer individuellen Führungsstilanalyse. Die Erkenntnisse aus beiden Sequenzen werden in einem weiteren Workshop zusammengeführt.

Bewerbungen müssen bis 10. Juli 2020 per E-Mail bei der Universitätsfrauenbeauftragten eingereicht werden, Prof. Dr. Marie-Christine Dabauvalle, [wlp@uni-wuerzburg.de](mailto:wlp@uni-wuerzburg.de)



Rechts eine Einheitszelle des Schaltkreises, mit dem der nicht-Hermitesche Skin-Effekt nachgewiesen wurde. Bei (a) das zugrundeliegende theoretische nicht-Hermitesche Modell, das die Kopplungen zwischen den Knotenpunkten beschreibt. (b) Schematische Darstellung einer Schaltkreis-Kette mit 20 Einheitszellen, die entweder periodisch (ohne Rand) oder offen mit jeweils einem Randpunkt an jedem Ende angeordnet sind. (c) Schematische Repräsentation der Komponenten einer Einheitszelle mit zwei Knotenpunkten des Schaltkreises, die sich periodisch wiederholt. (Bild: Lehrstuhl für Theoretische Physik I / Universität Würzburg)

## Physikalische Theorie durch Metamaterial bestätigt

**Ein Forschungsteam der Würzburger Physik hat einen richtungsweisenden Effekt mithilfe topologischer Metamaterialien erstmals experimentell nachgewiesen. Die Ergebnisse sind im Journal „Nature Physics“ veröffentlicht.**

Topologische Metamaterialien werden als eine neuartige Plattform eingesetzt, um außergewöhnliche Effekte zu erforschen. Anstatt auf natureigene Materialien zurückzugreifen, arrangieren Forscher die Bestandteile eines topologischen Metamaterials künstlich zu einer regelmäßigen Struktur. Diese Anordnung steht in Analogie zu einem Festkörper, bei dem die Atome ein Kristallgitter formen. Ziel der Metamaterialien ist es oft, besondere Eigenschaften von Festkörpern zu simulieren und experimentell fokussiert zugänglich zu machen.

Physiker der Julius-Maximilians-Universität (JMU) Würzburg forschen genau an diesen topologischen Metamaterialien, unter anderem im Rahmen des Würzburg-Dresden Exzellenzclusters ct.qmat – Komplexität und Topologie in Quantenmaterialien.

Neuartige topologische Phänomene im Blick

Innerhalb der Würzburger Festkörperphysik liegt ein Schwerpunkt auf der Entdeckung und Charakterisierung neuartiger topologischer Phänomene. Beispielweise werden Festkörper untersucht, die im Inneren Isolatoren sind, aber mit leitfähigen Randzuständen einen elektrischen Strom über ihre Oberfläche leiten können. Weltweit werden diese sogenannten topolo-

gischen Isolatoren intensiv erforscht, weil sie interessante physikalische Phänomene zeigen. Womöglich werden sie sogar einmal für Fortschritte in der Halbleitertechnologie und anderen Gebieten sorgen.

Im Journal Nature Physics stellen die Forscher der JMU nun neue Ergebnisse vor. Während topologische Isolatoren üblicherweise als abgeschlossene (Hermitesche) Systeme betrachtet werden, ist es den Wissenschaftlern in topologischen Metamaterialien gelungen, den Energieaustausch mit der Umgebung einzubeziehen. Durch diese Wechselwirkungen wird das Verhalten des Systems von außen beeinflusst, so wie es auch bei Reibungseffekten der Fall wäre. Auf diese Weise konnten sie den in der Theorie vorhergesagten nicht-Hermiteschen Skin-Effekt (NHSE) erstmals experimentell bestätigen.

### **Alle Zustände lokalisieren am Rand**

Der NHSE besteht darin, dass im Gegensatz zu einem gewöhnlichen topologischen Isolator nicht nur ein Anteil, sondern alle Zustände im Material an dessen Rand auftreten, also dort lokalisiert werden. Anschaulich kann man sich die Teilchen im Material wie Autos vorstellen, die auf einer Straße entlangfahren. Der Einfluss der Umgebung führt dazu, dass in die eine Richtung mehr Spuren vorhanden sind als in die andere, weshalb sich die Autos an einem Ende stauen. Das erklären Tobias Helbig und Tobias Hofmann, die gemeinsamen Erstautoren der Publikation. Beide sind Doktoranden in der Arbeitsgruppe von Professor Ronny Thomale, Leiter des JMU-Lehrstuhls für Theoretische Physik I.

„Unsere Forschungsarbeit zeigt unter anderem, dass die physikalischen Prinzipien, die aus abgeschlossenen Festkörpersystemen bekannt sind, mithilfe neuer Theorien für den nicht-Hermiteschen Fall grundlegend ergänzt werden müssen“, so die Doktoranden. Einen direkten Anwendungsbezug hätten die neuen Erkenntnisse noch nicht. Sie bergen aber das Potenzial, um zum Beispiel hochempfindliche optische Detektoren zu verbessern.

### **Elektrische Schaltkreise als Innovationsbasis der Grundlagenforschung**

Die Experimente, die zu den neuen Erkenntnissen führten, wurden mit der Arbeitsgruppe von Dr. Tobias Kießling sowie dem JMU-Lehrstuhl für Experimentelle Physik III umgesetzt. Darüber hinaus flossen Impulse und Beiträge von Professor Alexander Szameit von der Universität Rostock in die Arbeit ein. Mit der Arbeitsgruppe von Szameit kooperiert die Physik in Würzburg im Rahmen des Exzellenzclusters ct.qmat auf dem Gebiet der topologischen Photonik.

Um den nicht-Hermiteschen Skin-Effekt experimentell nachzuweisen, hat das JMU-Team elektrische Schaltkreise mit periodisch angeordneten Schaltelementen verwendet. Aufgrund der Ähnlichkeit zur regelmäßigen Kristallstruktur eines Festkörpers werden diese zur Klasse der Metamaterialien gezählt.

### **Anwendungen topologischer Materie in Sicht**

Als nächstes will das Forschungsteam das Zusammenspiel zwischen topologischen Zuständen und nicht-Hermitescher Physik weiter untersuchen. Ein Schwerpunkt wird auf der Frage liegen, inwieweit der Schutz der Zustände durch die Topologie bei Wechselwirkungen mit der Umgebung intakt bleibt.

Mittel- bis langfristig will das Team in Richtung Quanten-Hybrid-Schaltkreise gehen, in die es supraleitende oder andere quantenmechanische Schaltkreis-Elemente einbetten wird. Solche Schaltkreise bieten eine vielseitige Plattform, um neuartige Phänomene zu entdecken.

„Wir wollen außerdem die Erkenntnisse, die wir mit der Plattform der periodischen Schaltkreise erhalten haben, auf andere Plattformen übertragen“, resümiert Professor Thomale. Dazu gehören auch optische Systeme wie photonische Wellenleiter. Dort könnten topologisch geschützte Zustände in nicht-Hermiteschen Systemen perspektivisch für verbesserte Signalverarbeitung und Detektoren sowie für die Konstruktion photonischer Quantencomputer relevant werden. Schlussendlich ist die Rückführung neuartiger Effekte auf tatsächliche Festkörper ein wesentlicher Bestandteil der Forschung an topologischen Metamaterialien.

### Publikation

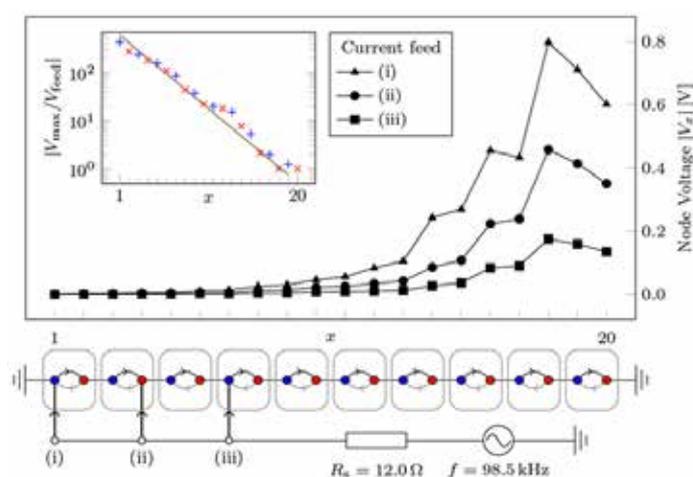
*Generalized bulk–boundary correspondence in non-Hermitian topoelectrical circuits.* Tobias Helbig, Tobias Hofmann, Stefan Imhof, Mohamed Abdelghany, Tobias Kiessling, Laurens W. Molenkamp, Ching Hua Lee, Alexander Szameit, Martin Greiter, Ronny Thomale. *Nature Physics*, 1. Juni 2020, DOI: 10.1038/s41567-020-0922-9

### Förderer

Die beschriebenen Arbeiten wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Sonderforschungsbereich SFB-1170 Tocotronics und im Rahmen der Exzellenzstrategie im Exzellenzcluster ct.qmat (Würzburg-Dresden) finanziell gefördert.

### Kontakt

Prof. Dr. Ronny Thomale, Lehrstuhl für Theoretische Physik I, Universität Würzburg, T +49 931 31-86225, ronny.thomale@physik.uni-wuerzburg.de



Spannungsverteilung in einem Schaltkreis mit 20 Einheitszellen bei einer Anregung durch eine externe Stromquelle auf der linken Seite des Systems. Anhand der Lokalisation aller Zustände des Systems am rechten Rand kann man unabhängig vom Ort der Anregung feststellen, dass das Spannungsprofil ebenfalls dort lokalisiert und zum linken Rand hin exponentiell abfällt. Dies belegt die Randlokalisation aller Zustände. (Bild: Lehrstuhl für Theoretische Physik I / Universität Würzburg)

## Der Stipendiengreifer

**Die Graduiertenschule für die Geisteswissenschaften lädt zu einer Informationsveranstaltung ein. Es gibt dort hilfreiche Tipps für die Stipendienbewerbung. Anmeldungen sind bis 23. Juni möglich.**

Noch kein Stipendium für die Promotion? Hier hilft die Info-Veranstaltung „Der Stipendiengreifer“: Sie findet am Montag, 29. Juni 2020, um 14:15 Uhr statt. Referent ist Dr. Thomas Schmid, Geschäftsführer der Graduiertenschule für die Geisteswissenschaften (GSH). Er gibt Informationen, Tipps und Tricks zur Stipendienbewerbung.

Die Veranstaltung steht offen für Promovierende der GSH und fortgeschrittene Studierende der Geisteswissenschaften, die eine Promotion planen und bislang noch kein Promotionsstipendium haben. Teilnehmende können dadurch ihre Chancen auf ein Stipendium deutlich erhöhen.

Rund eineinhalb Stunden gibt Schmid hilfreiche Tipps zur Stipendienbewerbung, einen Überblick über wichtige Stipendien in den Geisteswissenschaften und über Web-Informationseiten.

Verbindliche Anmeldungen sind mit Angabe des Studienfachs bis spätestens 23. Juni 2020 möglich bei [t.schmid@uni-wuerzburg.de](mailto:t.schmid@uni-wuerzburg.de). Die Teilnehmerzahl ist auf 15 beschränkt. Die Veranstaltung findet voraussichtlich als Webinar via Zoom statt.

## Personalia vom 16. Juni 2020

Prof. Dr. **Björn Alpermann**, Institut für Kulturwissenschaften Ost- und Südasiens, hat einen Ruf an die Universität Aarhus abgelehnt.

Prof. Dr. **Georg Krausch**, Präsident der Universität Mainz, übernimmt ab 1. September 2020 den Vorstandsvorsitz von German U15. Zu seinem Stellvertreter wurde Prof. Dr. **Günter M. Ziegler** gewählt, Präsident der Freien Universität Berlin. Die Amtszeit des neuen Vorstands dauert satzungsgemäß zwei Jahre. Die Universität Würzburg ist Mitglied von German U15, der strategischen Interessenvertretung forschungsstarker und international sichtbarer deutscher Universitäten. Die U15-Universitäten bilden fast ein Drittel aller Studierenden in Deutschland aus und betreuen die Hälfte aller in Deutschland abgeschlossenen Promotionsvorhaben.

Prof. Dr. **Ronny Thomale**, Institut für Theoretische Physik und Astrophysik, hat einen Ruf an die Universität Augsburg abgelehnt.