

Beispiel für ein borhaltiges Polymer auf Furanbasis. (Bild: Maximilian Fest / Universität Würzburg)

Nachhaltige Chemie auf Basis von Holz

Materialien für Solarzellen, Leuchtdioden und andere Anwendungen der organischen Elektronik möglichst nachhaltig produzieren: Daran arbeitet ein Team der Würzburger Chemie.

Manche Wanderer tragen ein kleines Solarkraftwerk mit sich herum: An ihrem Rucksack ist eine Folie befestigt, die Sonnenlicht in Strom umwandelt. So können sie unterwegs ihr Handy aufladen. Flexible, dünne und leichte Solarpanels lassen sich auch auf Outdoor-Kleidung anbringen oder auf gewölbte Oberflächen kleben – etwa auf die Dächer von Wohnmobilen.

Derartige Solarzellen fangen die Energie der Sonne nicht mit kristallinem Silizium ein, sondern mit speziellen organischen Materialien. Leider werden diese Materialien bislang aus Erdöl oder Erdgas hergestellt – und das ist nicht im Sinne der Nachhaltigkeit.

Die Wissenschaft sucht darum nach Alternativen. Das Team um Chemieprofessor Holger Helten von der Julius-Maximilians-Universität (JMU) Würzburg hat dabei den nachwachsenden Rohstoff Holz im Blick. Aus Holz lassen sich Furane gewinnen, und diese ringförmigen Moleküle eignen sich sehr gut für die organische Elektronik: Sie kommen für Solarzellen, Leuchtdioden, Displays oder elektronische Schaltkreise in Frage.

Bor stabilisiert Polymere auf Furanbasis

Entscheidend ist, dass Materialien auf Furanbasis für viele Anwendungen wesentlich bessere Eigenschaften mitbringen als die meisten bislang in der organischen Elektronik verwendeten Materialien. Verglichen mit Standardmaterialien auf Thiophenbasis haben sie unter anderem eine stärkere Leuchtkraft und sind besser löslich – das vereinfacht ihre Verarbeitung und spart Lösungsmittel. Außerdem sind Furane biologisch abbaubar, weshalb sich solche Materialien vermutlich recyceln lassen.

Leider sind viele Materialien auf Furanbasis sehr labil; in Anwesenheit von Sauerstoff und Licht zerfallen sie schnell.

Doch sie lassen sich stabilisieren, wenn man sie mit dem Element Bor verknüpft. „Das ergibt Verbindungen, die bis zu 300 Grad Celsius aushalten und über Monate hinweg von Licht unbeschadet bleiben“, sagt der Würzburger Chemiker Maximilian Fest, der seine Doktorarbeit bei Professor Helten macht.

Umweltschonende Syntheseverfahren im Einsatz

Die Erforschung borhaltiger Polymere steht noch in den Anfängen. Der JMU-Doktorand synthetisiert verschiedene neue Varianten aus Bor und Furanen und charakterisiert ihre Eigenschaften. Dabei setzt er auf umweltfreundliche Synthesemethoden, die in der Arbeitsgruppe seines Professors entwickelt werden.

Holger Helten erklärt, warum diese Verfahren die Umwelt schonen: „Bei der Polymerisation von Bor und Furanen, aber auch bei der Synthese rein organischer Polymere, entstehen häufig sehr bedenkliche Abfallprodukte. Oft sind das organische Zinnverbindungen, die für Mensch und Umwelt hochtoxisch sind. Bei unserem Ansatz sind keine Metalle nötig und es entstehen keine toxischen Abfälle.“

Sein Team will diese Syntheseverfahren weiter verbessern, sie noch nachhaltiger machen. Ein Ziel dabei ist es, die Zahl der Reaktionsschritte zu verringern – das spart Energie und Reagenzien.

Gefördert von der Bundesstiftung Umwelt

Bei all diesen Pluspunkten in Sachen Nachhaltigkeit ist es nicht verwunderlich, dass die Deutsche Bundesstiftung Umwelt das Dissertationsprojekt von Maximilian Fest fördert: Sie gewährt ihm über 2,5 Jahre ein Stipendium von monatlich 1.500 Euro plus Sachmittel.

Der Einbau von Bor in furanbasierte Polymere eröffnet über die organische Elektronik hinaus viele weitere Möglichkeiten. „Wir können damit zum Beispiel Sensoren bauen, die toxische Amine und andere Stoffe nachweisen“, sagt Professor Helten. Auch als Katalysatoren für chemische Reaktionen oder als Elektrodenmaterialien für Lithium-Ionen-Akkus kommen diese Polymere in Frage.

Zur Person: Professor Holger Helten

Nachhaltigkeit in der Chemie und die Erforschung anorganisch-organischer Hybridmaterialien: Das sind zwei Schwerpunkte im Team von Holger Helten, der Chemie an der JMU studiert hat.



Doktorand Maximilian Fest und Professor Holger Helten im Labor. (Bild: Robert Emmerich / Universität Würzburg)

Nach Stationen an den Universitäten Bonn und Bristol (UK) ging Helten 2012 als Leiter einer Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe, gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), an die RWTH Aachen.

Dort leitete er später eine Heisenberg-Forschungsgruppe; 2019 wechselte er als Heisenberg-Professor an die JMU; hier leitet er den Lehrstuhl für Anorganische Chemie I. Mit den prestigereichen Heisenberg-Professuren fördert die DFG herausragende Forschende. Helten ist Mitglied der Fachgruppe „Nachhaltige Chemie“ in der Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh.

Kontakt

Prof. Dr. Holger Helten, Institut für Anorganische Chemie und Institut für nachhaltige Chemie und Katalyse mit Bor (ICB), Universität Würzburg, T +49 931 31-84086, holger.helten@uni-wuerzburg.de

Intelligenz: Eine Frage der Vernetzung

Intelligenz ist eng an Arbeitsstrukturen im Gehirn geknüpft: Je besser diese ausgebildet sind, desto leichter kann sich das Gehirn auf verschiedene Anforderungen einstellen. Das zeigt eine neue Studie der Universität Würzburg.

Man sitzt auf dem Sofa, döst gemütlich vor sich hin – plötzlich kommt der Sohn und bittet um Unterstützung bei den Mathe-Hausaufgaben. Für das Gehirn ist dieser Wechsel vom Ruhezustand in den Arbeitsmodus eine ziemliche Herausforderung. Je nachdem, um welche Art von Aufgabe es sich handelt, muss ein bestimmtes neuronales Netzwerk aktiviert werden; je nach Komplexität müssen eventuell auch verschiedene Netzwerke zusammen tätig werden. Das alles kostet Kraft und Energie.

Eine neue Studie, die soeben in der Fachzeitschrift Cerebral Cortex erschienen ist, legt nahe: Je höher die Intelligenz eines Menschen ist, desto leichter gelingt ihm der Wechsel zwischen Ruhezustand und verschiedenen Aufgabenzuständen. Die Grundlage dafür bilden bestimmte neuronale Netzwerke und deren Strukturen. „Die Netzwerkarchitektur im Gehirn von Personen mit höheren Intelligenzwerten ähnelt bereits im Grundzustand der Architektur, die für verschiedene kognitive Anforderungen erforderlich ist“, sagt Dr. Kirsten Hilger.

Forschung an den Grundlagen der menschlichen Intelligenz

Kirsten Hilger ist Akademische Rätin und Leiterin der Forschergruppe „Networks of Behavior and Cognition“ am Lehrstuhl für Psychologie I der Julius-Maximilians-Universität Würzburg (JMU). Die neuronalen Grundlagen der menschlichen Intelligenz bilden einen Schwerpunkt ihrer Forschung. Dabei interessiert sie sich vor allem für den Zusammenhang von funktionellen und strukturellen Gehirnetzwerken und deren Bedeutung für inter-individuelle Intelligenzunterschiede.



Der Informationsaustausch zwischen verschiedenen Hirnarealen gleicht dem Straßenverkehr: Die Autobahn entspricht strukturellen Gehirnverbindungen, funktionelle Verbindungen sind der Verkehr, der darauf abläuft. (Bild: nop-parit / istockphoto.com)

Gemeinsam mit ihrem Doktoranden Jonas A. Thiele und einem Team der Indiana University, Bloomington (USA) hat sie das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Projekt durchgeführt und die jetzt veröffentlichte Studie verfasst.

Funktionelle und strukturelle Gehirnetzwerke – um diesen Unterschied zu erklären, greift die Neurowissenschaftlerin auf ein einfaches Bild zurück: Setzt man den Austausch von Informationen zwischen verschiedenen Hirnarealen mit dem Transport einer Ware von München nach Hamburg gleich, entspricht die Autobahn den strukturellen Gehirnverbindungen – je besser die Autobahn ausgebaut ist, desto schneller fließt der Verkehr. Der Verkehr seinerseits entspricht der funktionellen Verbindung des Gehirns. Diese funktionellen Verbindungen standen im Zentrum der aktuellen Studie.

Untersuchungen an mehr als 800 Erwachsenen

Hierfür hat das Team auf die Daten von Untersuchungen an mehr als 800 Erwachsenen zugegriffen, die den Forschern im Rahmen von internationalen „Data-Sharing“ Initiativen zur Verfügung gestellt wurden. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer dieser Untersuchungen befanden sich entweder im Ruhezustand oder mussten verschiedene Aufgaben bearbeiten. Währenddessen wurde mit Hilfe der funktionellen Magnetresonanztomografie (fMRT) die Aktivität ihrer Gehirnareale erfasst.

Sieben Aufgabenarten galt es dabei zu bewältigen – jede von ihnen steht für einen anderen kognitiven Prozess. Um das Arbeitsgedächtnis zu aktivieren, mussten die Probanden beispielsweise entscheiden, ob in einer langen Bilderpräsentation das jeweils zuletzt gezeigte Bild einem vorherigen entsprach. Um die Sprachverarbeitung zu untersuchen, wurde ihnen eine Geschichte erzählt; anschließend mussten sie anhand zweier Alternativen entscheiden, was das Thema der Geschichte war. Für den Bereich der sozialen Kognition bekamen sie Video-Clips zu sehen, in denen sich geometrische Objekte bewegten. Die Aufgabe lautete dabei zu entscheiden, ob diese Objekte miteinander interagierten oder nicht.

Jede Anforderung zieht eine Anpassung im Gehirn nach sich

„Mit den Bildern aus dem Magnetresonanztomografen konnten wir unsere Hypothese testen, dass ein höheres Maß an allgemeiner Intelligenz mit einer geringeren Rekonfiguration der Gehirnetzwerke einhergeht“, erklärt Hilger. Rekonfiguration: Auch dieser Begriff lässt sich gut anhand des Vergleichs mit dem Straßenverkehr erläutern.

„Im Ruhezustand messen wir bei den Probanden sozusagen den Grundverkehr, der immer fließt“, erklärt Hilger. Eine externe kognitive Anforderung ist dann vergleichbar mit der Rush-hour, einem Ferienwochenende oder einem Autocorso nach dem Gewinn der Weltmeisterschaft – zu dem Grundverkehr kommt Anforderungs-spezifischer Verkehr hinzu, und je nach Anforderung sind unterschiedliche Anpassungen – oder Rekonfigurationen – erforderlich.

Intelligente brauchen weniger Anpassungen

Hilger und ihr Team haben die Vorgänge sowohl im gesamten Gehirn analysiert als auch begrenzt auf verschiedene funktionelle Gehirnetzwerke, von denen man weiß, dass sie mit bestimmten Gehirnfunktionen verbunden sind. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die funktionellen Netzwerke von Menschen mit einem höheren Intelligenzwert beim Wechsel zwischen verschiedenen kognitiven Zuständen eine geringere Anpassung erfordern – ihre Netzwerk-Architektur ist so gestaltet, dass der Wechsel beispielsweise vom Ruhe- in den Arbeitsmodus nur geringe Umstellungen erfordert. Oder – wiederum bildlich gesprochen: Der Grundverkehr fließt bei ihnen auf eine Art und Weise, dass diese Anpassungen weniger aufwendig sind und es trotzdem zu keinen Staus kommt.

Dieser Effekt trat unabhängig von der Art der hier zu bearbeitenden Aufgaben auf – also auch unabhängig von den verschiedenen zu bewältigenden kognitiven Anforderungen. Ihr relativer Beitrag zu dem beobachteten Effekt war nahezu identisch. Dieses Ergebnis lässt aus Sicht der Wissenschaftlerin den Schluss zu, dass Intelligenz eine Eigenschaft eines weit verteilten „Multitask-Gehirnetzwerks“ ist oder, anders ausgedrückt: „Intelligenz ist demnach ein Phänomen des gesamten Gehirns, sich an verschiedenen Anforderungen anzupassen“, so Hilger. Je intelligenter ein Mensch ist, desto besser ist also die Netzwerkarchitektur seines Gehirns dafür geeignet, verschiedene kognitive Anforderungen zu erfüllen.

Originalpublikation

Multitask Brain Network Reconfiguration Is Inversely Associated with Human Intelligence. Jonas A Thiele, Joshua Faskowitz, Olaf Sporns, Kirsten Hilger. Cerebral Cortex, 6 February 2022. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhab473>

Kontakt

Dr. Kirsten Hilger, Lehrstuhl für Psychologie I, T: + 49 160 3391686, kirsten.hilger@uni-wuerzburg.de

Meta-Stipendium für Erik Wolf

Erik Wolf aus dem Arbeitsbereich Human-Computer Interaction der Uni Würzburg wurde für das „Meta PhD Research Fellowship Program“ 2022 ausgewählt. Das US-Unternehmen unterstützt ihn damit bei seiner Dissertation.

Mehr als 2300 Bewerbungen, aber nur wenige ausgewählte Stipendiatinnen und Stipendiaten. Einer von ihnen ist Erik Wolf, Doktorand am Arbeitsbereich Human-Computer Interaction der Julius-Maximilians-Universität (JMU) Würzburg. Er ist einer von 37 herausragenden Doktorandinnen und Doktoranden, die nun im Rahmen des „Meta PhD Research Fellowship Program“ 2022 vom US-Unternehmen Meta (früher Facebook) gefördert werden.

Die renommierte Auszeichnung wurde nur sechs Teilnehmerinnen und Teilnehmern außerhalb der USA zuteil und stellt die Würzburger Forschung im Bereich Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) in eine Reihe mit herausragenden Forschungseinrichtungen und Standorten wie Berkeley, Carnegie Mellon, Cornell, ETH, MIT oder Stanford. Wolf erhält das Meta-Stipendium im Feld „AR/VR Future Technologies“ zur Unterstützung seiner Dissertation. Dabei untersucht er die individuellen sowie anwendungs- und systembezogenen Faktoren der Wahrnehmung von verkörperten Avataren in AR/VR.



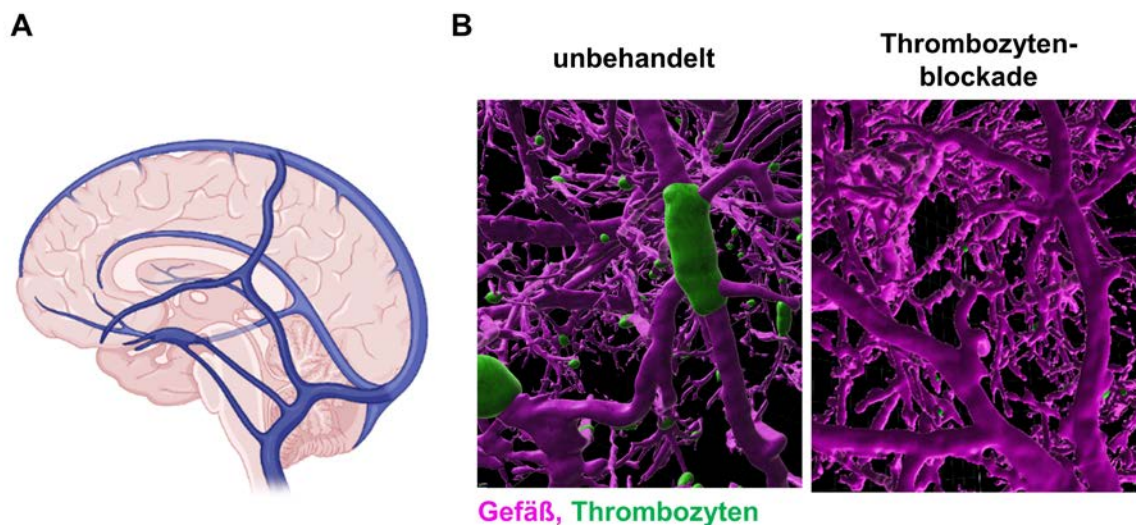
Erik Wolf erhält das renommierte Stipendium von Meta. (Bild: Jan Wolf)

Das Meta-Stipendium unterstützt herausragende Doktorandinnen und Doktoranden, die innovative Forschung in Zukunftsthemen der Informatik und des Ingenieurwesens betreiben. Dazu gehören KI-System-Hardware/Software-Ko-Design, Blockchain und Kryptoökonomie, Mensch-Computer-Interaktion, Programmiersprachen und AR/VR-Zukunftstechnologien. Die Förderung beinhaltet die Übernahme der Studien- und Universitätsgebühren für bis zu zwei Jahre sowie ein Stipendium in Höhe von 42.000 US-Dollar. Die Stipendiatinnen und Stipendiaten sind außerdem eingeladen, am virtuellen „Meta PhD Fellowship Summit“ teilzunehmen.

„Ich freue mich sehr, dass das Thema meiner Doktorarbeit und meine bisherigen Arbeiten auch bei einem internationalen Unternehmen mit großem Forschungsfokus im Bereich AR/VR hohe Anerkennung finden“, sagt Wolf. „Es ist eine große Ehre für mich im Rahmen meines Stipendiums die JMU auf Augenhöhen zu Doktoranden von so renommierten Universitäten vertreten zu dürfen. Die zusätzliche zweijährige Förderung bietet mir die Möglichkeit, meine aktuelle Forschung weiter zu vertiefen und meine Promotion erfolgreich zu beenden.“ Betreut wird die Doktorarbeit von Professor Marc Latoschick und Professorin Carolin Wienrich.

Kontakt

Erik Wolf M.Sc., Hman-Computer Interaction, Universität Würzburg, T. +49 931 – 31 89410, erik.wolf@uni-wuerzburg.de



A) Schematische Darstellung der großen Hirnvenen. B) Moderne Mikroskopieverfahren ermöglichen es, die Gerinnungsbildung in den Hirnvenen von Mäusen darzustellen. Im linken Bild sind Gefäße einer erkrankten Maus zu sehen, wohingegen die rechten Bilder aus Mäusen stammen, deren Thrombozyten gehemmt wurden. (Bild: RVZ / Universität Würzburg)

Wie Thrombosen der Hirnvenen entstehen

Hirnvenenthrombosen kommen selten vor, wurden aber durch die Covid-19-Pandemie stark in den öffentlichen Fokus gerückt. Eine Forschungsgruppe hat nun ihre molekularen Ursachen entschlüsselt.

Hirnvenenthrombosen sind eine seltene Form von Hirndurchblutungsstörungen, die im Gegensatz zum klassischen Schlaganfall häufiger auch jüngere Menschen betrifft. Aus weitgehend ungeklärter Ursache entstehen Blutgerinnsel (Thromben) in Hirnvenen, behindern den Blutabfluss und führen so zur Schädigung des Hirngewebes.

Im Frühjahr 2021 gelangten Thrombosen der Hirnvenen als sehr seltene Nebenwirkung einer Corona-Impfung mit vektorbasierten Impfstoffen ins öffentliche Bewusstsein. Mittlerweile belegen epidemiologische Studien für Patienten und Patientinnen, die an Covid-19 erkranken, ein vielfach erhöhtes Risiko für diese gravierende Komplikation.

Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen des Rudolf-Virchow-Zentrums RVZ – Center for Integrative and Translational Bioimaging der Universität Würzburg und des Universitätsklinikums Würzburg, die gemeinsam mit Kollegen und Kolleginnen aus Tübingen und Greifswald im Sonderforschungsbereich Transregio (SFB TR) 240 forschen, konnten jetzt erstmals zeigen: Die Aktivierung zweier spezifischer Rezeptoren auf der Oberfläche von Blutplättchen (Thrombozyten) führt zu Hirnvenenthrombosen.

„Diese überraschende Erkenntnis könnte Grundlage für eine neue, hochwirksame Therapie dieser seltenen, aber gravierenden Erkrankung sein“, erklärt der Leiter der Studie, Professor Bernhard Nieswandt vom Lehrstuhl für Experimentelle Biomedizin I, der auch Sprecher des SFB TR 240 ist.

Zwei Thrombozytenrezeptoren spielen zusammen

Bislang waren die molekularen Prozesse bei der Entstehung einer Hirnvenenthrombose weitestgehend unverstanden und es gab auch keine geeigneten Modelle zu ihrer Erforschung. Bekannt waren als Risikofaktoren das Wochenbett nach Entbindung, die orale Schwangerschaftsverhütung und Infektionen.

„Eigentlich wollten wir untersuchen, ob ein Antikörper gegen den Rezeptor CLEC-2 auf Thrombozyten bei Verabreichung in die Blutbahn die Blutungsneigung erhöht. Völlig unerwartet löste der Antikörper dann aber, neben einem Abfall der Thrombozytenzahl, Krampfanfälle und weitere neurologische Ausfälle bei den behandelten Tieren aus. Symptome, die denen von Patienten mit akuter Hirnvenenthrombose sehr ähnelten. Tatsächlich zeigten weitergehende Untersuchungen, dass die Tiere binnen weniger Minuten ausgeprägte Hirnvenenthrombosen entwickelt hatten, ohne dass es in anderen Organen zur Gerinnselbildung kam“, erklärt Professor David Stegner, Leiter der Arbeitsgruppe Vaskuläre Bildgebung am RVZ und einer der beiden Erstautoren der Studie.

„Wir vermuten, dass die Bindung des Antikörpers die Eigenschaften des Rezeptors CLEC-2 so verändert, dass er Signale in die Zelle weiterleitet. Dies aktiviert die Thrombozyten, sie verklumpen im venösen Gehirnkreislauf und lösen dadurch die Hirnvenenthrombosen aus. Ein Rätsel ist, warum nur die Hirnvenen betroffen sind“, ergänzt Stegner. Die Forschungsgruppe fand heraus, dass neben CLEC-2 auch noch ein zweiter Thrombozytenrezeptor, nämlich GPIIb/IIIa, an der Entstehung von Hirnvenenthrombosen beteiligt ist und nur das Zusammenwirken beider Rezeptoren zur Thrombenbildung im Gehirn führt.

Thrombozytenblockade als neuer Therapieansatz

Diese Erkenntnisse ermöglichten es nun, sehr gezielt nach Wirkstoffen zur Blockade so entstehender Hirnvenenthrombosen zu suchen. Ein Blutgerinnsel entsteht durch das Zusammenspiel zweier Prozesse: der plasmatischen Gerinnung und der Thrombozytenaktivierung. Bei der Behandlung venöser Thrombosen wird im Allgemeinen auf Heparin, als Hemmstoff der plasmatischen Gerinnung, gesetzt.

Bei den hier untersuchten Hirnvenenthrombosen im Tierexperiment hatte Heparin allerdings nur einen vergleichsweise geringen schützenden Effekt. Heparin ist aber das Standardmedikament bei der Akutbehandlung von Patienten mit Hirnvenenthrombosen, außer wenn diese als Komplikation im Zusammenhang mit einer Corona-Impfung auftreten.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler konzentrierten sich daraufhin auf die Thrombozytenrezeptoren. Wurden diese vorab blockiert, bildete sich keine Hirnvenenthrombose. „Das interessanteste Ergebnis war allerdings, dass eine Hemmung der Thrombozyten durch die Blockade des GPIIb/IIIa-Rezeptors, auch nach dem Einsetzen der neurologischen Symptome, also im akuten Krankheitsverlauf äußerst wirksam war“, sagt Vanessa Göb, ebenfalls Erstautorin der Studie.

Die Gruppe zeigte, dass die Rezeptorblockade das Wachstum der Blutgerinnsel in den Hirnvenen unmittelbar stoppte, die behandelten Tiere sich vollständig erholten und keine Blutungskomplikationen auftraten. Dies ist für eine mögliche Übertragung dieses Therapieansatzes auf Patienten von erheblicher Bedeutung.

Professor Guido Stoll von der Neurologischen Klinik ergänzt: „Diese Ergebnisse waren überraschend und könnten den Weg weisen für den Einsatz von GPIIb/IIIa-Blockern bei den Patienten, bei denen die Hirnvenenthrombosen trotz Heparinbehandlung fortschreiten, was häufig zum Tode führt. GPIIb/IIIa-Blocker sind für andere kardiovaskuläre Erkrankungen bereits zugelassen.“

Ein Schlüssel für den Erfolg dieses Projekts lag in der interdisziplinären Zusammenarbeit verschiedener Fachgebiete im Sonderforschungsbereich Transregio 240 „Thrombozyten – molekulare, zelluläre und systemische Funktionen unter physiologischen und pathologischen Bedingungen“ (Würzburg – Tübingen), der seit 2018 durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert wird.

Publikation

David Stegner, Vanessa Göb, Viola Krenzlin, Sarah Beck, Katherina Hemmen, Michael K. Schuhmann, Barbara F. Schörg, Christian Hackenbroch, Frauke May, Philipp Burkard, Jürgen Pinnecker, Alma Zerneck, Peter Rosenberger, Andreas Greinacher, Bernd J. Pichler, Katrin G. Heinze, Guido Stoll, and Bernhard Nieswandt: Foudroyant cerebral venous (sinus) thrombosis triggered through CLEC-2 and GPIIb/IIIa dependent platelet activation. Nature Cardiovascular Research (Februar 2022), DOI: 10.1038/s44161-021-00017-1

Kontakt

Prof. Dr. Bernhard Nieswandt (Rudolf-Virchow-Zentrum, Universität Würzburg), T + 49 931 31-80405, bernhard.nieswandt@virchow.uni-wuerzburg.de

Neuer Termin „Präsident im Dialog“

Universitätspräsident Paul Pauli sucht bei regelmäßigen Treffen das Gespräch mit Beschäftigten der Uni. Interessierte können sich ab sofort für den dritten Termin am 24. März anmelden.

Schon zwei Mal hat Universitätspräsident Paul Pauli das Kommunikationsformat „Präsident im Dialog“ angeboten. Dabei können Beschäftigte der Uni dem Präsidenten in einer vertraulichen Gesprächsrunde Fragen stellen – auch kritische. Die dritte Runde von „Präsident im Dialog“ findet statt am Donnerstag, 24. März 2022, um 10:00 Uhr in der Neubaukirche, Domerschulstraße 16. Wer dabei sein möchte, kann sich ab sofort per E-Mail dafür anmelden: praesident-im-dialog@uni-wuerzburg.de

Eine feste Tagesordnung gibt es nicht, ebenso wenig wie vorgegebene Themen. Bei „Präsident im Dialog“ geht es vielmehr darum, sich kennenzulernen und auf Augenhöhe ins Gespräch zu kommen. Dabei sein können zehn Beschäftigte. Eine vollständige Impfung oder ein aktueller negativer Corona-Test ist Voraussetzung.

Unterschiedlichste Themen diskutiert

Bei der Veranstaltung im Oktober 2021 kamen unter anderem diese Themen zur Sprache: Mit welchen Maßnahmen kann der Forschungsnachwuchs im MINT-Bereich erhöht werden? Welche Ideen gibt es für eine Begabtenförderung an der Schnittstelle von Schule und Universität? Wie kann das Verhältnis von Verwaltung und Wissenschaft an der JMU verbessert werden?

Darüber sprach Pauli mehr als zwei Stunden mit Promovierenden, Beschäftigten aus dem Mittelbau, Professorinnen und Professoren sowie mit Mitarbeitenden aus der Verwaltung.

Dem Präsidenten geht es bei dem Format nicht darum, alle Fragen sofort zu beantworten: „Mir ist es wichtig, direkte Rückmeldungen zu erhalten und zu erfahren, wie die Mitarbeitenden die Uni sehen. Die Fragen und Anregungen nehme ich mit, um sie in der Universitätsleitung oder mit den Abteilungsleitungen zu diskutieren.“

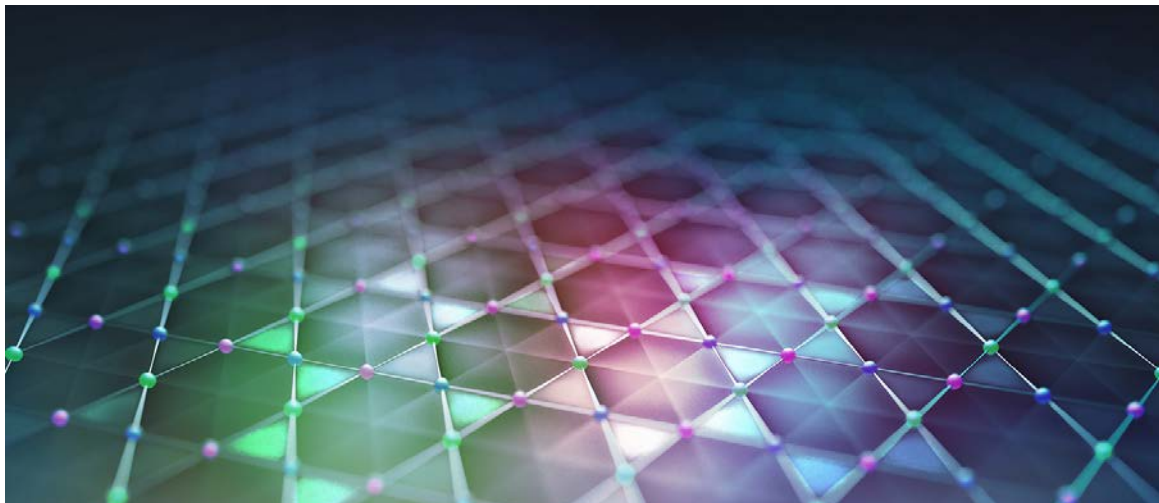
Kagome-Metall verblüfft Wissenschaft

Auf dem Weg zu einer neuen Art von Supraleitung: Internationales Physik-Team weist außergewöhnliche Kombination von herausragenden Quanteneigenschaften nach.

Auf dem Weg zu einer neuen Art von Supraleitung: Erst vor etwa vier Jahren haben Forschende herausgefunden, dass es Metalle gibt, in denen Atome wie in einem japanischem Flechtkorbmuster angeordnet sind – sogenannte Kagome-Metalle. Ein internationaler Forschungshype um die metallische Wunderwerkstoffklasse begann, der nun einen weiteren Meilenstein erreicht hat: Die Kagome-Struktur des Atomgitters führt zu einer außergewöhnlichen Kombination von herausragenden Quanteneigenschaften, die jetzt von einem internationalen Physiker-Team erstmals nachgewiesen wurden und eine ganz neue Art von Supraleitung ermöglichen könnten. Prof. Ronny Thomale, Forscher des Würzburg-Dresdner Exzellenzclusters ct.qmat, sagte solche Quanteneffekte bereits vor zehn Jahren theoretisch voraus. Heute unterstützen seine Ideen Forschende weltweit bei der Interpretation ihrer Messdaten. Die jüngsten experimentellen Nachweise wurden in der renommierten Fachzeitschrift Nature veröffentlicht.

Atome bilden Kagome-Muster

Ein Kagome-Muster besteht aus drei regelmäßigen, ineinander verschobenen Dreiecksgittern. Im Ergebnis erscheint die Struktur wie eine endlose Aneinanderreihung von Davidsternen. In Japan ist Kagome ein traditionelles Korbflechtmotiv. Die Festkörperphysik erforscht die ungewöhnliche Atomgitterform seit den 1990er-Jahren. Bis 2018 nahm man jedoch an, dass Kagome-Materialien vor allem elektrische Isolatoren mit interessanten magnetischen Eigenschaften sein könnten. Dass es auch anders geht, sagte Ronny Thomale, Wissenschaftler des Würzburg-Dresdner Exzellenzclusters ct.qmat – Komplexität und Topologie in Quantenmaterialien, allerdings bereits 2012 vorher. Vor rund vier Jahren wurde dann das erste Metall mit Kagome-Struktur realisiert, bestehend aus einer Eisen-Zinn-Verbindung.



Das Kagome-Gitter wird aus drei ineinandergeschobenen Dreiecksgittern aufgebaut. Jedes davon besteht entweder aus roten, blauen oder grünen Vanadium-Atomen. Daraus ergibt sich eine Struktur, wie sie japanische Korbflechter nutzen. In Kagome-Metallen wie Kalium-Vanadium-Antimon (KV_3Sb_5) führt dieses Gefüge zu besonderen Quanteneffekten, die nur durch die außergewöhnliche Struktur kombiniert auftreten und unter anderem zu einer ganz neuen Art von Supraleitung führen können. (Bild: Pixelwg Jörg Bandmann / ct.qmat)

„Seitdem sind Kagome-Metalle im experimentellen Bereich angekommen und lösten einen echten Forschungshype aus. Weltweit ist man auf der Suche nach Kagome-Metallen, die außergewöhnliche Quantenphänomene zeigen. Ziel ist, auf ein Material zu stoßen, das zum Beispiel eine ganz neue Art von Supraleitung ermöglichen könnte“, erklärt der theoretische Physiker Ronny Thomale.

Verblüffende Ergebnisse

Einer internationalen Forschungs Kooperation unter Leitung des Schweizer Paul Scherrer Instituts ist nun ein weiterer Fortschritt gelungen: Im Kagome-Metall Kalium-Vanadium-Antimon (KV_3Sb_5) konnten erstmals mehrere außergewöhnliche Quantenphänomene gleichzeitig experimentell nachgewiesen werden. Hierfür wurde das Kagome-Metall KV_3Sb_5 so tiefgekühlt, bis es supraleitend wurde, also den Strom verlustfrei leitet. In dieser Phase wurden eindeutige Hinweise auf eine Brechung der Zeitumkehrsymmetrie gefunden.

„Wenn die Zeitumkehrsymmetrie in einem nichtmagnetischen System gebrochen ist, klingeln bei uns Physikern alle Alarmglocken“, sagt Thomale. „Nur etwa ein Prozent aller Supraleiter zeigt das Phänomen, dass ‚vorwärts‘ und ‚rückwärts‘ auf der Ebene der Elementarteilchen überhaupt eine Rolle spielen. Besonders verblüffend war, dass dies schon bei verhältnismäßig hohen Temperaturen um -190 Grad Celsius eingesetzt hat. Im Kagome-Metall kann das passieren, weil sich die Elektronen auf dieser außergewöhnlichen Gitterstruktur auch außergewöhnlich verhalten: Sie ordnen sich wellenartig an, sodass mal mehr und mal weniger Elektronen auf den einzelnen Kagome-Atomgitterplätzen vorkommen. Durch diese Wellen, die wir Ladungsdichtewellen nennen, können die Elektronen zudem in eine bestimmte Richtung fließen und so Orbitalströme bilden. Bei der Bewegung in eine bestimmte Richtung werden ‚vorwärts‘ und ‚rückwärts‘ unterscheidbar und damit die Zeitumkehrsymmetrie gebrochen. Das hat die weltweite Forschungscommunity sehr erstaunt.“

Forschungshype vorhergesagt

Nachdem 2018 das erste Metall mit einer Kagome-Atomgitterstruktur realisiert werden konnte, wurde die spontane ladungswellenartige Anordnung der Elektronen im Kagome-Atomgitter 2020 experimentell nachgewiesen. Mit den vorliegenden Forschungsergebnissen kommt jetzt der erste experimentelle Nachweis der Zeitumkehrsymmetrie-Brechung hinzu. Als Höhepunkt dieser Quanteneffekte wurde erstmals eine neue, unkonventionelle Art von Supraleitung nachgewiesen.

„Der Nachweis dieser neuen Art von Supraleitung in den Kagome-Metallen wird den weltweiten Forschungsboom in der Quantenphysik weiter befeuern“, prognostiziert der Dresdner Sprecher der Forschungsallianz ct.qmat, Prof. Matthias Vojta. „Im Würzburg-Dresdner Exzellenzcluster ct.qmat erforschen wir die neue Kagome-Materialklasse mit verschiedenen experimentellen Methoden und sind besonders stolz, dass unser Gründungsmitglied Ronny Thomale hierfür entscheidende Vorarbeiten geleistet hat.“

Professor Ronny Thomale (39) hat seit Oktober 2016 den Lehrstuhl für Theoretische Physik I an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg inne und gehört zu den 25 Gründungsmitgliedern des Exzellenzclusters ct.qmat. 2012 entwickelte er – parallel zur Forschungsgruppe von Prof. Qianghua Wang der Nanjing University – eine Theorie, die als entscheidende Grundlage für das Verständnis der neuen experimentellen Resultate von Kagome-Metallen gilt.

Ausblick

Mit dem Nachweis der Zeitumkehrsymmetrie-Brechung ist die Hoffnung auf eine neue Form verlustfreier Stromleitung verbunden, die als sogenannte Hochtemperatursupraleitung idealerweise bei Raumtemperatur funktionieren könnte. Forschende weltweit werden die zielgerichtete Suche nach Materialkombinationen für Kagome-Metalle fortsetzen und intensivieren. Aus experimenteller Sicht fehlt noch der hochkomplexe, unmittelbare Nachweis orbitaler Ströme, die bisher nur indirekt gemessen werden konnten. Gelingt es, die orbitalen Ströme in einem Kagome-Metall direkt zu zeigen, wird ein weiterer Meilenstein erreicht sein.

Publikation

Mielke, C., Das, D., Yin, JX. et al. Time-reversal symmetry-breaking charge order in a kagome superconductor. Nature 602, 245–250 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04327-z>

Kontakt

Prof. Ronny Thomale, Lehrstuhl für Theoretische Physik I, Universität Würzburg, Tel: +49 931 31-86225, rthomale@physik.uni-wuerzburg.de

Katja Lesser, Referentin für Öffentlichkeitsarbeit Exzellenzcluster ct.qmat, Tel: +49 351 463 33496, katja.lessertu-dresden.de



Den Stein im Blick: Bei der flexiblen Harnleiter- und Nieren Spiegelung (URS) kann der Operateur mittels Röntgen (linker Bildschirm) und hochauflösender Kamera (rechter Bildschirm) im Operationsfeld genau navigieren, um auch schwierig gelegene Nierensteine aufzuspüren. (Bild: Robert Woidich / Uniklinikum Würzburg)

Laser löst Nierensteine auf

Ein Holmium-Laser der neuesten Generation hat an der Urologischen Klinik des Uniklinikums Würzburg bei der minimal-invasiven, gleichzeitig effektiven wie schonenden Therapie von Nierensteinen Einzug gehalten und sich bewährt.

Seit rund zwei Jahren verfügt die Klinik und Poliklinik für Urologie und Kinderurologie des Uniklinikums Würzburg (UKW) über ein Hochleistungs-Holmium-Lasersystem der neuesten Generation. Zu dessen wesentlichen Einsatzgebieten zählt – neben der schonenden Behandlung der gutartigen Prostatavergrößerung – die Lithotripsie, also das Zertrümmern oder Auflösen von Blasen-, Harnleiter- und Nierensteinen.

„Bekanntermaßen bilden sich die Steine aus Mineralsalzen im Urin und sind ein immer häufiger auftretendes Phänomen, sodass man mittlerweile fast schon von einer Volkskrankheit sprechen kann“, berichtet Dr. Charis Kalogirou. Der Oberarzt der Urologischen Klinik des UKW fährt fort: „Je nach Größe und Position können sie das Nierenbecken, den Harnleiter oder den Blaseneingang blockieren und zu starken bis stärksten kolikartigen Schmerzen führen.“

Ist ein Stein bereits zu groß, um mit hoher Wahrscheinlichkeit von selbst abzugehen, muss er entfernt werden, um die Koliken zu beenden, einen normalen Urinfluss sicherzustellen und Infektionen zu vermeiden. Vor der Intervention ist es nötig, die genaue Position und Größe des Störenfrieds zu bestimmen.

Dazu kooperieren die Urologinnen und Urologen mit den Expertinnen und Experten vom Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des UKW. Diese fahren bei Bedarf ein sogenanntes Steinsuche-Programm mittels Low-Dose-CT, also eine Computertomographie (CT) mit vergleichsweise sehr geringer und schonender Strahlungs-dosis.

URS: Zugang über den Harnleiter

„Um beim Eingriff die Laserfaser an die Harnsteine heranzuführen, nutzen wir fallabhängig unterschiedliche, minimal-invasive Zugangswege“, schildert Andreas Henning, der als Facharzt der Urologischen Klinik des UKW schon hunderte Lithotripsien durchgeführt hat. Eine Möglichkeit dabei ist der Harnleiter. „Bei der endoskopischen Harnleiter- und Nierenspiegelung – Ureterorenoskopie, kurz URS – führen wir ein starres oder flexibles Endoskop über die Harnröhre in die Harnblase und dann weiter in den Harnleiter oder die Niere ein“, beschreibt Henning. Im Inneren des hohlen Endoskops liegt die Laserfaser, die mit diesem direkt zu den Nierensteinen gesteuert werden kann. Für die Navigation und eine detailgenaue Sicht auf das OP-Gebiet ist das Endoskop an seiner Spitze mit einer hochauflösenden Miniaturkamera ausgestattet.

Mini-PNL: miniaturisierter und minimal-invasiver Zugang von außen

Für die Entfernung großer Nierensteine mit Durchmessern über 1,5 cm bietet es sich an, anstatt der URS, die eine natürliche Körperöffnung nutzt, einen künstlichen, aber ebenfalls minimal-invasiven Zugangsweg zu schaffen. Bei der Perkutanen Nephrolitholapaxie (PNL) wird von außen über die Flanke zunächst mit einer dünnen Hohnadel das Nierenbecken angestochen. Über diese schiebt der Urologe einen dünnen Führungsdraht vor, der anschließend dabei hilft, ein Metallröhrchen präzise bis in das Nierenbecken und somit zum Stein vorzuschieben. Durch diesen Kanal wird dann das Endoskop mit der Laserfaser eingeschoben und der Stein zertrümmert.

Bei diesem Verfahren greift die Klinik für Urologie und Kinderurologie auf miniaturisiertes Instrumentarium der neuesten Generation zurück. Wiesen die oben beschriebenen Metallröhrchen noch vor wenigen Jahren einen Durchmesser von gut einem Zentimeter auf, konnte durch die stete Weiterentwicklung der Lasertechnik und die Instrumenten-Miniaturisierung mittlerweile ein Durchmesser von knapp sechs Millimetern erreicht werden – man spricht in diesen Fällen von einer Mini-PNL. Kalogirou erläutert: „Diese Entwicklung ist erfreulich für die Patientinnen und Patienten, da die Mini-PNL mit einem geringeren Blutverlust und weniger postoperativen Schmerzen im Vergleich zur konventionellen PNL vergesellschaftet ist.“

Laser liefert hochgenaue Energieimpulse

Sobald die Spitze des Instruments per URS oder Mini-PNL direkt am Stein ist, kann das Auflösen beginnen. Über die Laserfaser sendet der Operateur weniger als einen Millimeter weit reichende Energieimpulse, die auf dem Weg durch das Wasser zum Stein eine Stoßwelle erzeugen. Die resultierenden Druck-, Zug- und Scherkräfte zerstören auch härtere Steine, die anderen Behandlungen widerstehen würden. Dieser Effekt ist räumlich so stark begrenzt, dass das umliegende Gewebe nicht geschädigt wird.

„Wir können bei den Laserimpulsen unter zwei unterschiedlichen Modi wählen: Desintegrieren oder Pulverisieren“, sagt Andreas Henning. Beim Desintegrieren zerbricht der Stein in kleinere Bruchstücke, die dann per Schlinge oder Körbchen über den Harnleiter geborgen werden können. Im Pulverisierungsmodus zerkleinern die Impulse den Stein schichtweise zu Staub. Das so entstandene Steinmehl wird mit der Spülflüssigkeit entfernt – eine extra schonende Methode, da keine Steinfragmente durch den Harnleiter gezogen werden müssen.

Eine Besonderheit der am UKW eingesetzten Technologie im Vergleich zu Vorgängermodellen ist die Pulsmodulation des Holmiumlasers. Das bedeutet, dass der Laser statt bislang einen zwei Energieimpulse kurz hintereinander abgibt. „Bei den Modellen mit einfachem Laserimpuls konnte der sogenannte Retropulsionseffekt dazu führen, dass der Stein rotiert, zurückweicht oder an einen schlecht zugänglichen Ort geschleudert wird. Der doppelte Impuls unseres Systems reduziert die Retropulsionskräfte und damit die Operationszeit deutlich“, erläutert Henning.

ECIRS: Bei hoher Steinlast zweiseitiges Vorgehen

Bei einer sehr hohen Steinlast können als vergleichsweise neuer Therapieansatz URS und PNL auch kombiniert werden. Man spricht dann von „Endoscopic Combined Intrarenal Surgery“, abgekürzt ECIRS. Über die beiden Zugänge sind zwei Operateure mit ihrem Instrumentarium gleichzeitig „vor Ort“ und können einander effektiv zuarbeiten. „Beispielsweise kann einer der Operateure über den Harnleiterzugang mit einem flexiblen Endoskop Steine aus schlecht erreichbaren Nierenkelchen holen und im Nierenbecken abwerfen, wo sie der andere Operateur mit der von außen eingeführten Mini-PNL zerkleinert und entfernt“, so der leitende Oberarzt Professor Georgios Gakis, der diese Operationsmethode am Würzburger Uniklinikum etabliert hat.

Ob bei URS, PNL oder ECIRS – generell profitieren die Patientinnen und Patienten von einer verkürzten Eingriffsdauer mit gleichzeitig hoher Steinfreiheitsrate. Die minimal-invasiven Operationen sorgen dafür, dass der stationäre Aufenthalt im Normalfall nur ein bis zwei Tage dauert.

„Die Lithotripsie mit dem Holmium-Laser hat sich in den vergangenen beiden Jahren bestens bewährt und ist mittlerweile der Goldstandard an unserer Klinik. Im Schnitt führen wir monatlich 40 bis 50 solcher Eingriffe durch“, fasst Kalogirou zusammen.

Digitaler Alumni-Einblick

125 Jahre Institut für Psychologie: Am Mittwoch, 23. Februar, spricht Professor Armin Stock ab 19 Uhr über die digitale Ausstellung zum Jubiläum der Würzburger Psychologie.

Weblink zu sämtlichen Informationen der Veranstaltung:

<https://www.uni-wuerzburg.de/alumni/veranstaltungen/veranstaltungen-single/news/digitaler-einblick-zum-adolf-wuerth-zentrum-mit-armin-stock/>

Personalia vom 15. Februar 2022

Hier lesen Sie Neuigkeiten aus dem Bereich Personal: Neueinstellungen, Dienstjubiläen, Forschungsfreisemester und mehr.

Dr. **F. Sebastian Bergeret**, Theoretische Physik der kondensierten Materie, Donostia International Physics Center, San Sebastian, Spanien, kommt mit einem Friedrich Wilhelm Bessel-Forschungspreis der Alexander-von-Humboldt-Stiftung an die Fakultät für Physik und Astronomie. Sein Gastgeber ist Prof. Dr. Björn Trauzettel.

Prof. Dr. **Matthias Gamer**, Institut für Psychologie, Fakultät für Humanwissenschaften, bekam mit Wirkung vom 02.02.2022 die Zweitmitgliedschaft in der Medizinischen Fakultät verliehen.

Dr. **Konstantin Horas**, Facharzt, Orthopädische Klinik König-Ludwig-Haus, wurde mit Wirkung vom 08.02.2022 die Lehrbefugnis für das Fachgebiet „Orthopädie und Unfallchirurgie“ erteilt.

Dr. **Sharvan Kumar**, Anorganische Molekülchemie, Kyoto University, Japan, hat ein Humboldt-Forschungsstipendium für Postdocs erhalten. Er kommt damit ans Institut für Anorganische Chemie zu Prof. Dr. Todd Marder.

Dienstjubiläen 40 Jahre:

Gerhard Walter, Pathologisches Institut, am 13.02.2022

Dienstjubiläen 25 Jahre:

Michaela Hartmann, Pathologisches Institut, am 14.02.2022