



LOEWE

ABSCHLUSSBERICHT



**LOEWE-Schwerpunkt
iNAPO – ionenleitende Nanoporen**

Inhalt

- 2 Statement der Koordinatoren
- 3 Projektinhalte
- 3 Wissenschaftlich-technische Ausgangslage
- 3 Im Rahmen des LOEWE-Projekts erreichte Erkenntnisse und getätigte Entwicklungen
- 7 Erreichte Strukturentwicklung
- 8 Erreichte Bedeutung/Stellung im Themen-/Forschungsfeld
- 9 Wichtigste Meilensteine des Projekts
- 11 Weitere Informationsmöglichkeiten
- 13 Zahlen und Fakten
- 14 Kurzvorstellung der beteiligten Hochschulen und Forschungsinstitute
- 15 Impressum

Das LOEWE-Programm des Landes Hessen bietet die idealen Rahmenbedingungen zur nachhaltigen Förderung von interdisziplinären und innovativen Forschungsvorhaben. So bündelt der LOEWE-Schwerpunkt iNAPO – ionenleitende Nanoporen fachbereichsübergreifend die Expertise der beteiligten Wissenschaftler*innen auf dem Gebiet der Nanoporen-Forschung und trägt seit der Gründung erfolgreich zur Profilbildung der Technischen Universität Darmstadt bei.

Nach dem Vorbild der Natur entwickeln die am Schwerpunkt beteiligten Forschenden neuartige Messinstrumente im Nanomaßstab, die künftig dabei helfen sollen, Krankheiten und Umweltgifte zu erkennen. Synthetische und natürliche Nanoporen werden kombiniert und so eine neue Generation besonders empfindlicher und damit leistungsstarker Nanosensoren geschaffen. Die winzig kleinen Nanoporen können kostengünstig und verlässlich dabei helfen, Erkrankungen zu diagnostizieren oder giftige Stoffe in Lebensmitteln aufzuspüren. Im Jahr 2016 wurde diesem neuartigen Konzept der Innovationspreis des bundesweiten Wettbewerbs „Ausgezeichnete Orte im Land der Ideen“ verliehen.

Im Rahmen des LOEWE-Schwerpunkts iNAPO ist es zudem gelungen, neue Strukturen zur Förderung exzellenter Nachwuchskräfte auf dem Gebiet der Nanoporen-Forschung zu schaffen. So wurden die drei Nachwuchsgruppen von Jun.-Prof. Dr. Annette Andrieu-Brunsen, Dr. Alesia Tietze und Dr.-Ing. Markus Gallei im Fachbereich Chemie mit je einer Doktorandenstelle gefördert sowie eine neue Juniorprofessur zum Thema „Protein Engineering von ionenleitenden Nanoporen“ mit Jun.-Prof. Dr. Viktor Stein besetzt.

Entsprechend der übergeordneten Zielsetzung des LOEWE-Programms wird im Anschluss an den LOEWE-Schwerpunkt mit dem *Centre for Synthetic Biology* im Rhein-Main-Verbund ein international sichtbares Zentrum für Spitzenforschung etabliert, welches den Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Hessen nachhaltig stärkt. Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Schwerpunkt iNAPO in Darmstadt mit dem GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH den idealen Partner hat und so eine nachhaltige Weichenstellung für die Nanoporen-Forschung im Rhein-Main-Gebiet vornimmt.

Dadurch stärkt das Programm die Innovationskraft Hessens zum Vorteil der Gesellschaft, aber auch zum Nutzen der regionalen Wirtschaft. Gerade die Bioökonomie gehört zu den bedeutendsten Wachstumsmärkten der Zukunft mit einer wachsenden Nachfrage nach innovativen wirksamen Sensoren in Form von Lab-on-Chip Systemen.

Prof. Dr. Wolfgang Ensinger

Prof. Dr. Bodo Laube

Koordination des LOEWE-Schwerpunkts iNAPO – ionenleitende Nanoporen
Technische Universität Darmstadt



Projekthalte

Wissenschaftlich-technische Ausgangslage

Natürlich vorkommende Zellmembranen enthalten Proteine, die sehr selektiv physikalische und chemische Signale wahrnehmen und in messbare bspw. elektrische Signale umwandeln können. Diese biologischen Nanoporen wurden in der Evolution für den Transport von Ionen in Zellen in Form von Ionen- und Rezeptorkanälen optimiert und stellen hocheffiziente biologische „Nano-Ionenleiter“ mit einer Leistungsfähigkeit dar, wie man sie technologisch bisher nicht erreicht. Im Zuge des LOEWE-Projekts „Ionenleitende Nanoporen (iNAPO)“ sollen sowohl Bau- wie auch Funktionsprinzipien biologischer Nanoporen verstanden werden. Diese hochselektiven und sensitiven Nanoporen sollen zukünftig analytisch, sensorisch und diagnostisch genutzt werden können, bisher stößt man aber bei der technologischen Anwendung an eine Grenze: Die mangelnde Robustheit der Nanoporen. Da diese evolutionär für zelluläre Systeme entwickelt wurden, funktionieren sie nur in Lipidmembranen, womit sie bisher nicht ausreichend robust für technische Anwendungen sind.

Synthetische Nanoporen werden seit Jahrzehnten in Silizium, Siliziumverbindungen sowie in verschiedenen Kunststoffen hergestellt; sie sind damit widerstandsfähig, lassen sich in Apparaturen einbauen und in industrieller oder klinischer Umgebung zuverlässig nutzen. Solche Nanoporen werden am Fachbereich Materialwissenschaft der TU Darmstadt in Zusam-

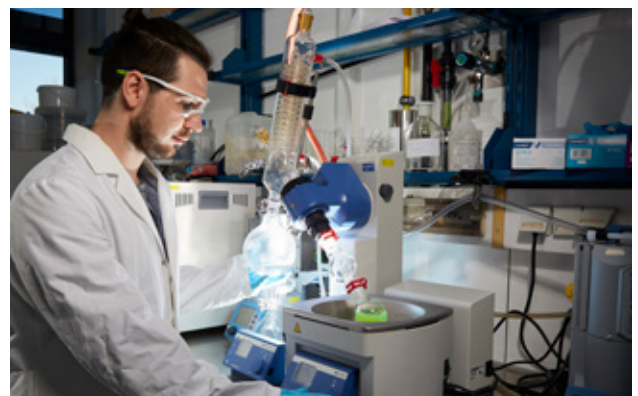
menarbeit mit dem GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung mit der Ionenspur-Ätzmethode als Einzelporen, eine derzeit nur in Darmstadt verfügbaren Technik, hergestellt. Ihre state-of-the-art Technik als Sensor bzw. für Analytik wurde bereits erfolgreich demonstriert. Als synthetische Poren bleiben sie aber in ihrer Leistungsfähigkeit in Bezug auf Selektivität und Sensitivität hinter denen der biologischen Nanoporen zurück. Die Kopplung biologischer Nanoporen mit synthetischen Kunststoff-Nanoporen als biotechnologisches Hybridsystem soll im Zuge des Verbundprojektes zu einer neuen Generation sensorischer Devices führen, für die eine bis dato unerreichte Leistungsfähigkeit zu erwarten ist und die in der Analytik und Biomedizin zum Einsatz kommen sollen.

Im Rahmen des LOEWE-Projekts erreichte Erkenntnisse und getätigte Entwicklungen

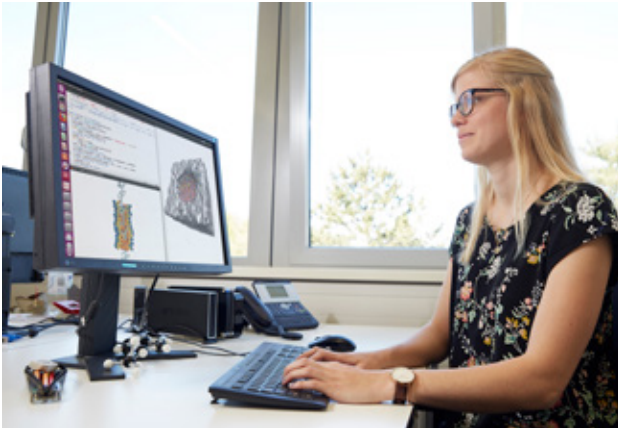
Durch iNAPO wurde die Vision einer neuen Generation von Nanosensoren, die die gewünschten positiven Eigenschaften synthetischer und biologischer Nanoporen vereinigt, innerhalb der Projektlaufzeit verwirklicht. Die Ergebnisse liefern vielversprechende Resultate, die in Folgeprojekten weiterentwickelt werden sollen. Auch konnten viele neue Entwicklungen umgesetzt werden und erste Patente dazu wurden bereits erteilt. Die experimentell Forschenden wurden sehr erfolgreich von theoretischen Arbeitsgruppen unterstützt und die erstellten Modelle konnten wichtige Grundlagen für die experimentellen Gruppen liefern.



Lena Müller bei der chemischen Synthese von schaltbaren Protein-basierten Nanoporen nach dem Vorbild biologischer Ionenkanäle.



Chemische Analyse des pH-Werts im Confinement von Nanoporen durch Robert Brilmayer am Fachbereich Chemie der TU Darmstadt.



Ellen Bruce bei der molekularen Simulation des Ionentransports in funktionalisierten Nanoporen am Fachbereich Chemie der TU Darmstadt.



Am Fachbereich Materialwissenschaft der TU Darmstadt analysiert Ivana Duznovic mit ihrer Studentin die synthetischen Nanoporen am Rasterelektronen-Mikroskop.



Am Fachbereich Chemie der TU Darmstadt arbeitet Mathias Diefenbach an der Modulation des Stofftransports durch Polymer-modifizierte und schaltbare Nanoporen.



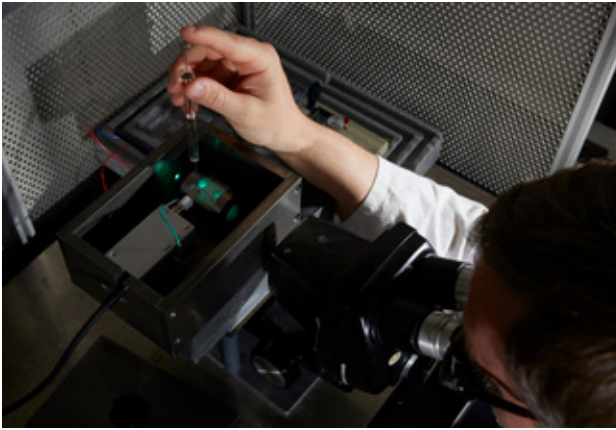
Sara Hadjali und Martin Brodrecht untersuchen gemeinsam die modifizierten Nanoporen am Fachbereich Chemie der TU Darmstadt.

Während der Laufzeit des Schwerpunkts wurde der iNAPO Workshop 2017 unter dem Motto „iNAPO for Sensors: Formation, Characterization and Modelling“ am 8. – 9. Juni 2017 im Georg-Christoph-Lichtenberg-Haus in Darmstadt durchgeführt. Geladene internationale Gäste sowie der wissenschaftliche Nachwuchs und Promovierende aus dem LOEWE-Schwerpunkt iNAPO stellten die neusten Ergebnisse und Techniken in der Nanoporen-Forschung vor. Insbesondere der wissenschaftliche Nachwuchs profitierte hiervon maßgeblich, indem sich die Teilnehmenden international präsentieren und mit wichtigen Größen der Nanoporen-Forschung vernetzen konnten.

Auch die regelmäßig stattfindenden Treffen der Promovierenden waren ein wichtiger Faktor, der zum engen Zusammenwachsen der Forschenden aus den verschiedenen interdisziplinären Fachrichtungen beitrug. Ein reger Austausch unter den Beteiligten fand zudem auf den jährlich ausgerichteten Retreats statt, zu denen die Nachwuchswissenschaftler*innen der einzelnen Projekte in zahlreichen Vorträgen einen Überblick über die bisher erreichten Forschungser-

gebnisse gaben. Zur intensiven Vorbereitung der Promovierenden auf ihre Karriere wurden gemeinsam mit dem LOEWE-Schwerpunkt CompuGene an der TU Darmstadt verschiedene, spezifisch auf die Bedürfnisse der Promovierenden zugeschnittene Workshops organisiert, welche stets äußerst positiven Anklang fanden. Mit dem Ziel, ingenieur- und naturwissenschaftliche Positionen zusammenzuführen, veranstaltete iNAPO eine Seminarreihe, zu der die beteiligten Wissenschaftler*innen regelmäßig internationale Vortragende einluden.

Auf dem Gebiet der Nachwuchsförderung gelang mit der Schaffung von drei zusätzlichen Promotionsstellen die erfolgreiche Integration innovativer Arbeitsgruppen. Im Zuge des LOEWE-Projekts iNAPO wurden die drei Nachwuchsgruppen von Jun.-Prof. Dr. Annette Andrieu-Brunsen, Dr. Alesia Tietze und Dr.-Ing. Markus Gallei im Fachbereich Chemie mit je einer Doktorandenstelle gefördert sowie eine neue Juniorprofessur zu dem Thema „Protein Engineering von ionenleitenden Nanoporen“ mit Prof. Dr. Viktor Stein besetzt. Alle vier Arbeitsgruppen konnten nicht



Elektrophysiologische Charakterisierung der synthetischen und biologischen Nanoporen durch Tobias Winterstein im Fachbereich Biologie der TU Darmstadt.



Mikroskopische Analyse der synthetischen und biologischen Nanoporen durch Wadim Weber am Fachbereich Biologie der TU Darmstadt.



Am Fachbereich Biologie der TU Darmstadt arbeiten Jan Ranglack und Alexander Gräwe an der Entwicklung membranständiger Nanosensoren.



Analyse von maßgeschneiderten biologischen Nanoporen durch Jan Ranglack am Fachbereich Biologie der TU Darmstadt.



Am Fachbereich Biologie der TU Darmstadt arbeitet Christine Groß am In-silico-Design und der Optimierung von Ionenkanälen.



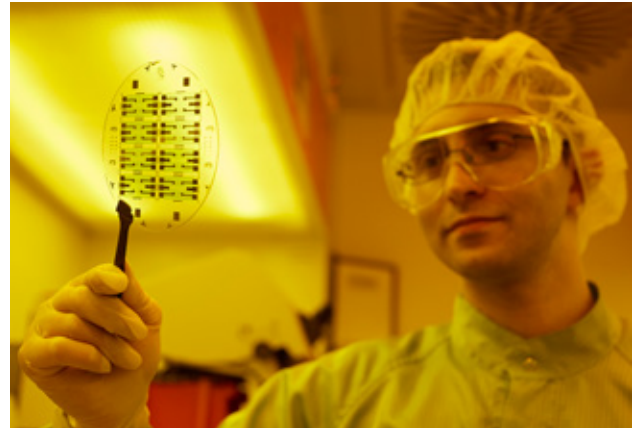
Durchführung von kernmagnetischen Resonanz-Messungen durch Sarah Schneider vom Fachbereich Physik der TU Darmstadt.

nur selbst von der Integration profitieren, sondern trugen auch entscheidend zum Gelingen des Projekts bei. Die Nachwuchswissenschaftlerin Dr. Alesia Tietze wurde zu einer von fünf Athene Young Investigators ernannt. Im hochkompetitiven Ernennungsverfahren attestierten ihr nationale und internationale Gutachter hohes Potenzial für Forschung und Lehre. Die im Jahr 2017 als Professorin in Darmstadt beru-

fene Professorin Dr. Annette Andrieu-Brunsen wurde mit dem Forschungsprojekt „3D-FNP Writing“ vom Europäischen Forschungsrat (ERC) für exzellente und innovative Grundlagen- und Pionierforschung mit einem ERC Starting Grant gefördert. Bis zum Ende der Laufzeit wurden zudem Dr. Alesia Tietze und Dr.-Ing. Markus Gallei auf Professuren in Schweden beziehungsweise Saarbrücken berufen. Die conse-



Analyse von kernmagnetischen Resonanz-Daten durch Sarah Schneider vom Fachbereich Physik der TU Darmstadt.



Herstellung der Lab-on-Chip Systeme durch Mario El Khoury im Reinraumlabor Mikrotechnik – FG Mikrotechnik und Elektromechanische Systeme der TU Darmstadt.



Gemeinsame Führung der iNAPO-Promovierenden durch die Beschleunigeranlage des GSI Helmholtzzentrums für Schwerionenforschung.



Prof. Dr. Wolfgang Ensinger diskutiert mit der Doktorandin Ivana Duznovic den Transport über Nanoporen in der Zellmembran.



Gruppenbild der iNAPO-Mitglieder zur Preisübergabe des Innovations-Wettbewerbs „Ausgezeichnete Orte im Land der Ideen“.



Bundesministerin Brigitte Zypries und der Präsident der TU Darmstadt Hans Jürgen Prömel gratulieren Wolfgang Ensinger während der Preisübergabe.

quente frühzeitige strukturierte Förderung hochtalentierter Nachwuchskräfte führte zu einer nachhaltigen Steigerung des Outputs an nutzbarem Know-how von iNAPO.

Der wissenschaftliche Beirat des LOEWE-Projekts iNAPO kam im März 2017 zu einem Treffen an der TU Darmstadt zusammen. Nach den Vorträgen der

iNAPO-Mitglieder gaben die Beiratsmitglieder in einer ausführlichen Diskussion Unterstützung zur weiteren Entwicklung des Forschungsvorhabens.

Mit einer Gesamtsumme von am LOEWE-Schwerpunkt iNAPO beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern bisher eingeworbenen Drittmitteln von über 10.863.672 Euro (DFG, BMBF, DAAD, Stif-



Filmdreh im iNAPO-Labor mit dem Team der Hessenschau.



Interessierte Besucher auf dem Hessentag erforschen die Welt der Nanoporen.



Bildausschnitt der Mediathek zur Hessenschau mit dem Beitrag über iNAPO.

tungen, EU- und Industriemittel) wurde das gesetzte Ziel weit übererfüllt. In den vier Jahren der Förderung sind 123 peer-reviewed Publikationen veröffentlicht worden. iNAPO-Mitglieder haben 173 Vorträge bei Fachtagungen gehalten und somit den Standort Hessen, die TU Darmstadt und die Forschungsleistung des LOEWE-Schwerpunkts repräsentiert.

Erreichte Strukturentwicklung

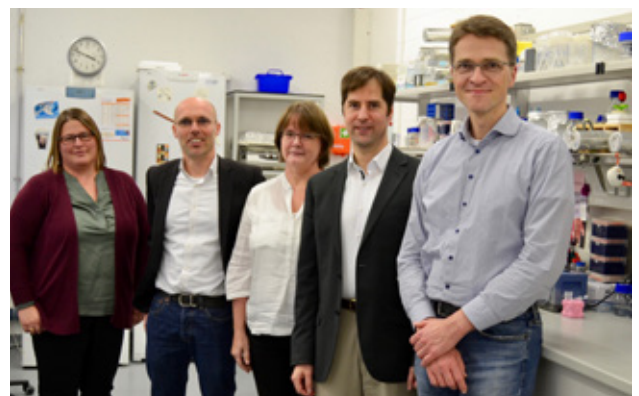
Im Rahmen der Arbeit des LOEWE-Schwerpunkts iNAPO konnte erfolgreich fachbereichsübergreifend die Expertise der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf dem Gebiet der ionenleitenden Nanoporen an der Technischen Universität Darmstadt und exzellenter nationaler sowie internationaler Kooperationspartner gebündelt werden und so seit der Gründung erfolgreich zur Profilbildung des Standorts Darmstadt beitragen.



Junge Gäste entdecken die Prinzipien biologischer Nanoporen auf dem Hessentag am Mikroskop.



Ellen Bruce von iNAPO erklärt die Prinzipien biologischer Nanoporen auf dem Hessentag.



Gründungsteam des Centre for Synthetic Biology.

Mit der Schaffung des Zentrums für Synthetische Biologie an der Technischen Universität Darmstadt konnte darüber hinaus eine interdisziplinäre Forschungseinrichtung in Hessen angesiedelt werden. Mit ihrem wissenschaftlichen Fokus und dem verfügbaren Methodenspektrum weist sie ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal auf. Die parallel dazu aufgebaute Graduiertenschule „Life Science Engineering“ ist für die interdisziplinäre Ausbildung und Vernetzung des wissenschaftlichen Nachwuchses des Zentrums zuständig. Insbesondere die erreichte enge Vernetzung der verschiedenen Fachbereiche an der TU Darmstadt innerhalb des LOEWE-Schwerpunkts und die verstärkten Bemühungen, eine gemeinsame Sprache zur Beschreibung und Lösung von Problemen zu finden, haben eine große strukturelle Bedeutung für die weitere Forschung auf dem Gebiet. Außerdem konnten wir durch vielfältige Formen der Wissenschaftskommunikation (z. B. auf dem Hessentag oder durch die Erstellung von Beiträgen in Fernsehen und Printmedien) eine wertvolle Expertise aufbauen, die auch weiterhin verstärkt genutzt werden soll.

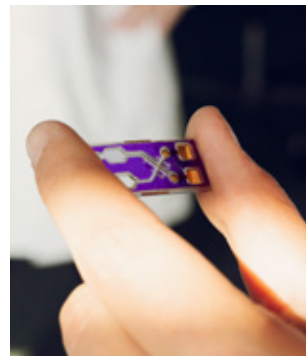
Erreichte Bedeutung/Stellung im Themen-/Forschungsfeld

Innerhalb des Förderzeitraums ist es gelungen, durch strategische, strukturelle und wissenschaftliche Leistungen in Darmstadt eine nachhaltige Profilbildung auf dem Gebiet der Nanoporen-Forschung zu erreichen. Die Kombination der Fachbereiche Biologie, Materialwissenschaften, Chemie, Physik und Ingenieurwissenschaften mit jeweils führenden Expertisen der beteiligten Gruppen schafft eine hohe internationale Sichtbarkeit mit einer sehr hohen Zahl an Veröffentlichungen in hochrangigen Zeitschriften. Die Sichtbarkeit des Standorts wird durch die Veranstaltung internationaler Symposien, Seminare sowie Fort- und Ausbildungsmaßnahmen weiter erhöht.

Die unmittelbare räumliche Nähe zum GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH – eine der größten und weltweit einmaligen Beschleunigeranlage für Ionen in Deutschland – und die enge Verzahnung zwischen innovativen Ingenieurwissenschaften und naturwissenschaftlich-orientierter Forschung



Junior-Professor Viktor Stein und sein Doktorand Wadim Weber erarbeiten neue Nanoporen.



Lab-on-Chip System mit eingebauter Nanoporenfolie.



Verschiedene Entwicklungsstufen der Messkammer, die die Miniaturisierung demonstrieren.

schaffen beste Voraussetzungen für die weitere erfolgreiche und nachhaltige Entwicklung des Schwerpunkts im Rahmen des Zentrums für Synthetische Biologie.

Die Bedeutung der Anwendung der in iNAPO erzielten Ergebnisse zeigt sich vor allem in der patentierten Entwicklung eines auf Nanoporen basierenden Sensors zur Erkennung von Prostata-Tumormarkern. Zudem soll in Zusammenarbeit mit dem DAAD ein weiteres Projekt der Trinkwasseranalyse in Entwicklungsländern koordiniert werden, wobei toxische Substanzen, wie Schwermetalle oder Pestizide, direkt vor Ort nachgewiesen werden können. Ziel des Vorhabens ist die Herstellung und Entwicklung von nanoporen-basierter Wasseranalytik für zukünftige tragbare (Kompakt-)Geräte.

Während sich die Forschung des iNAPO-Schwerpunkts vor allem auf nanoporen-basierte Sensorik von Biomolekülen konzentriert (zum Beispiel zur medizinischen Diagnostik), werden die Membranen mit Durchmessern im Nanometerbereich von der AG Ensinger auch zum Abtrennen und zur Sensorik von Viren in Wasserproben erprobt – in der aktuellen Situation z. B. von COVID-19-Viren in Abwässern.

Wichtigste Meilensteine des Projekts



Der LOEWE-Schwerpunkt iNAPO zählt zu den erfolgreichen Preisträgern 2016 im Innovations-Wettbewerb „Ausgezeichnete Orte im Land der Ideen“. Der im Rahmen des LOEWE-Exzellenzprogramms des Landes Hessen geförderte Schwerpunkt wurde von einer unabhängigen Expertenjury aus rund 1.000 Bewerbungen ausgewählt. Die Preisübergabe fand am 13. Juli 2016 mit der Parlamentarischen Staatssekretärin beim Bundesminister für Wirtschaft und Energie Brigitte Zypries statt.



Dr. Viktor Stein hat zum 1. August 2016 die Professur „Protein-Engineering von ionenleitenden Nanoporen“ im Rahmen des LOEWE-Forschungsschwerpunkts iNAPO angetreten.



Im Juni 2017 veranstaltete der LOEWE-Schwerpunkt iNAPO ein internationales dreitägiges Symposium im Georg-Christoph-Lichtenberg-Haus in Darmstadt.



Im Rahmen des LOEWE-Schwerpunkts iNAPO wurden die drei Nachwuchsgruppen von Jun.-Prof. Dr. Annette Andrieu-Brunsen, Dr. Alesia Tietze und Dr.-Ing. Markus Gallei im Fachbereich Chemie mit je einer Doktorandenstelle gefördert.



Unter dem Motto „Wie schafft es die Natur ...“ war der LOEWE-Schwerpunkt iNAPO insgesamt vier Jahre auf dem Hessentag am Stand von Hessen schafft Wissen vertreten. Hier ein Bild der iGEM-Teilnehmenden, die zur Unterstützung auf dem Hessentag in Rüsselsheim waren.



Am 24. Juli 2019 überreichte Frau Ministerin Angela Dorn in einer Feierstunde mit über 50 Teilnehmenden die Zertifikate für die Abschlussfinanzierung (2019) der beiden LOEWE-Schwerpunkte CompuGene und iNAPO an die jeweiligen Sprecher, Prof. Heinz Köppl und Prof. Bodo Laube. Beide gaben einen kurzen Bericht über den derzeitigen Stand und die erreichten Erfolge der beiden LOEWE-Schwerpunkte. Mario El Khoury (AG Schlaak) zeigte der Ministerin mithilfe eines Mikroskops die Wafer und Prof. Bodo Laube erklärte ihr die Anwendungsmöglichkeiten.

Weitere Informationsmöglichkeiten

- www.inapo.tu-darmstadt.de
Homepage des Loewe-Schwerpunkts iNAPO
- www.proloewe.de bzw. proloewe.de/de/loewe-vorhaben/nach-themen/inapo/
Homepage proLOEWE
- <https://proloewe.de/de/persoendlich/professorin-dr-annette-andrieu-brunsen/>
Die ProLOEWE News berichtet in ProLOEWE-persönlich, einem ausführlichen Interviewformat (Print und online) über Prof. Dr. Annette Andrieu-Brunsen, Mitglied des LOEWE-Schwerpunkts iNAPO.
- <https://proloewe.de/de/persoendlich/professor-dr-wolfgang-ensinger/>
Über den Koordinator des LOEWE-Schwerpunkts iNAPO Prof. Dr. Wolfgang Ensinger wird in der ProLOEWE News zu seiner Forschungsarbeit berichtet.
- Eine ausführliche Darstellung des LOEWE-Schwerpunkts iNAPO fand außerdem in der Sonderausgabe des LOEWE-Jahresberichts von ProLOEWE 2016/2017/2018 zum 10-jährigen Bestehen der LOEWE-Forschungsförderung statt
- Weiterhin gibt es im Sinne des Alumni Berichterstattung von ProLOEWE zu dem ehemaligen LOEWE-Schwerpunkt iNAPO bzw. dem Nachfolgeprojekt unter den oben genannten Quellen und seit Januar 2020 zudem auf TWITTER und seit Juni desselben Jahres im ProLOEWE-NEWSLETTER.
- www.tu-darmstadt.de/synbio/
Homepage des Centre for Synthetic Biology
- <https://land-der-ideen.de>
Homepage Land der Ideen
- www.land-der-ideen.de/projekt/forschungsprojekt-inapo-nanosensoren-fuer-medizin-und-umwelttechnologien-238
Über das LOEWE-Forschungsprojekt „iNAPO – Nanosensoren für Medizin- und Umwelttechnologien“ wird im Rahmen des Innovationswettbewerb „Ausgezeichnete Orte im Land der Ideen“ 2016 berichtet.

Pressemitteilungen

- <https://idw-online.de/de/news653392>
31.05.2016: Ausgezeichnet: Der LOEWE-Schwerpunkt „Nanosensoren für Medizin- und Umwelttechnologien (iNAPO)“ zählt zu den 100 erfolgreichen Preisträgern 2016 im Wettbewerb „Ausgezeichnete Orte im Land der Ideen“.
- <https://idw-online.de/de/news723664>
17.09.2019: Gründung der Graduiertenschule: Die TU Darmstadt startet zum Wintersemester 2019/2020 eine neue englischsprachige Graduiertenschule zu „Life Science Engineering“, die Natur- und Ingenieurwissenschaften breit verknüpfen.
- <https://idw-online.de/de/news724379>
27.09.2019: Sensoren aus bioinspirierten Nanoporen. Ein interdisziplinäres Team der TU Darmstadt entwickelt eine neue Generation von Sensoren: Das System basiert auf bioinspirierten Nanoporen.
- <https://idw-online.de/de/news730658>
29.01.2020: Gründung des Centre for Synthetic Biology: Die TU Darmstadt bündelt ihre Forschungskompetenz in Synthetischer Biologie in einem neuen Zentrum.

Hessenschau

- <https://www.hessenschau.de/tv-sendung/video-59164.html>

Unter dem Titel „Hessen forscht“ lief am 9. April 2018 ein Beitrag über das iNAPO Projekt in der Hessenschau (ebenfalls initiiert von ProLOEWE).

Hoch3

- https://issuu.com/tu_darmstadt/docs/hoch3-2016-4-web

Die im Zuge des LOEWE-Projekts iNAPO mit je einer Doktorandenstelle geförderten Nachwuchsgruppen von Jun.-Prof. Dr. Annette Andrieu-Brunsen und Dr.-Ing. Markus Gallei im Fachbereich Chemie entwickeln intelligente synthetische Materialien. In der Ausgabe **4/2016** der hoch3 FORSCHEN wird darüber berichtet.

- https://issuu.com/tu_darmstadt/docs/hoch3-2016-5-web/3

Das interdisziplinäre Forschungsprojekt „iNAPO – Nanosensoren für Medizin- und Umwelttechnologien“ ist beim bundesweiten Innovationswettbewerb „Ausgezeichnete Orte im Land der Ideen 2016“ ausgezeichnet worden. In der aktuellen Ausgabe **5/2016** der hoch3 wird darüber berichtet.

- https://issuu.com/tu_darmstadt/docs/web-hoch3-2017-4/23

Die im Zuge des LOEWE-Projekts iNAPO mit einer Doktorandenstelle geförderte Nachwuchswissenschaftlerin Dr. Alesia Tietze im Fachbereich Chemie wurde zu einer von fünf Athene Young Investigators ernannt. Im hochkompetitiven Ernennungsverfahren attestierten ihr nationale und internationale Gutachter hohes Potenzial für Forschung und Lehre. In der Ausgabe **4/2017** der hoch3 wird darüber berichtet.

- https://www.tu-darmstadt.de/universitaet/aktuelles_meldungen/english_publications/index_10752.de.jsp

Mediziner*innen und Umweltanalytiker*innen wünschen sich Mikrochips, die Substanzen direkt vor Ort messen. Wissenschaftler*innen der TU Darmstadt haben ein auf Nanoporen basiertes System mit breitem Potenzial entwickelt und patentiert. Der Bericht dazu befindet sich in der Ausgabe **3/2019** der hoch3 FORSCHEN.

- https://www.tu-darmstadt.de/media/daa_responsives_design/01_die_universitaet_medien/aktuelles_6/publikationen_km/hoch_forschen/2020_6/hoch3_forschen_2_2020.de.pdf

In der Ausgabe **2/2020** der hoch3 FORSCHEN wird über den Einsatz von Nanoporenmembranen als starke Waffe gegen COVID19-Viren berichtet.

Zahlen und Fakten¹

Förderzeitraum	01.01.2016 – 31.12.2019
Bewilligte LOEWE-Mittel in Euro	4.593.612
Verausgabte LOEWE-Mittel in Euro	4.593.612
Bewilligte Drittmittel in Euro	10.863.672
Beschäftigte insgesamt ²	52
darunter LOEWE-finanziert	11,5
Erfolgreich abgeschlossene Promotionen	10
Erfolgreich abgeschlossene Habilitationen	1
Wissenschaftliche Publikationen	258
Fachvorträge auf wissenschaftlichen Tagungen/Konferenzen	173
Angemeldete Patente	3
darunter bereits erteilt	1

¹ Die Angaben beziehen sich mit Ausnahme der Beschäftigten auf die gesamte Projektlaufzeit.

² Die Anzahl der Beschäftigten bezieht sich auf alle Beschäftigten, die an dem LOEWE-Projekt mitgearbeitet haben, in Vollzeitäquivalenten, unabhängig von ihrer Finanzierung, Stichtag 31.12. des letzten Förderjahres.

Kurzvorstellung der beteiligten Hochschulen und Forschungsinstitute

Technische Universität Darmstadt

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

Die TU Darmstadt zählt zu den führenden Technischen Universitäten in Deutschland. Sie verbindet vielfältige Wissenschaftskulturen zu einem charakteristischen Profil, das sich dynamisch weiterentwickelt. Ingenieur- und Naturwissenschaften bilden den Schwerpunkt und kooperieren eng mit prägnanten Geistes- und Sozialwissenschaften.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Seit der Gründung im Jahre 1877 zeichnet sich die TU Darmstadt durch besonderen Pioniergeist aus. Zu ihrem Selbstverständnis gehört es, diese Tradition der Innovation kontinuierlich fortzusetzen. Durch herausragende Leistungen in Forschung, Lehre und Transfer erschließt sie wichtige wissenschaftliche Zukunftsfelder und eröffnet kontinuierlich neue Chancen der gesellschaftlichen Gestaltung.

Weltweit steht die TU Darmstadt für herausragende Forschung in hoch relevanten und fokussierten Profil-Bereichen. Dabei entwickelt die TU Darmstadt ihr Portfolio in Forschung und Lehre, Innovation und Transfer dauerhaft und dynamisch weiter, um der Gesellschaft kontinuierlich wichtige Zukunftschancen zu eröffnen.

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH

<https://www.gsi.de/start/aktuelles.htm>

Das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH in Darmstadt betreibt eine große, weltweit einmalige Beschleunigeranlage für Ionen. Forscherinnen und Forscher aus aller Welt nutzen die Anlage für Experimente, um neue Erkenntnisse über den Aufbau der Materie und die Entwicklung des Universums zu gewinnen. Darüber hinaus entwickeln sie neuartige Anwendungen in Medizin und Technik.



HESSEN



Das Forschungsförderungsprogramm LOEWE ist eine Förderinitiative des Hessischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst.

Impressum

Herausgeber:

Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst
Rheinstraße 23 – 25
65185 Wiesbaden

Inhalt:

LOEWE-Schwerpunkt iNAPO – ionenleitende Nanoporen

Redaktion:

LOEWE-Geschäftsstelle im
Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst

Layout:

Christiane Freitag, Idstein

Fotos und Grafiken:

LOEWE-Schwerpunkt iNAPO – ionenleitende Nanoporen
Titel, S. 2, S. 3, S. 4, S. 5, S. 6 Abb. 1 und 2, S. 9 Abb. 2: © Mathias Daum;
S. 6 Abb. 3, S. 7 Abb. 2 bis 6, S. 10 Abb. 3: © Melanie Mikosch-Wersching;
S. 6 Abb. 4, S. 8: © Katrin Binner; S. 6 Abb. 5 und 6, S. 9 Abb. 1:
© Andreas Mann; S. 7 Abb. 1, S. 9 Abb. 3: © Mario El Khoury;
S. 10 Abb. 1: © Markus Biesalski; S. 10 Abb. 2: © Aleksej Obogrelov