



Universität  
Basel

Swiss Nanoscience Institute

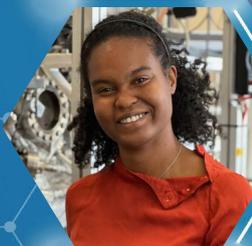


Swiss Nanoscience Institute  
Exzellenzzentrum  
der Universität Basel und  
des Kantons Aargau

# SNI INSight

Einblicke in Forschung und Aktivitäten  
am Swiss Nanoscience Institute

**Dezember 2022**



## Verschränkt

Nobelpreiswürdig und  
aktuelles Thema im SNI-  
Netzwerk

## Ausgezeichnet

Exzellente Arbeiten von  
jungen Forschenden

## Geehrt

Christian Schönenberger  
wird SNI-Ehrenmitglied

## Erzählt

Nicolai Jung berichtet über  
seine Zeit an der Harvard  
University

# Inhalt

- 3**            **Editorial**
- 4**            **Verschränkung**  
Nobelpreiswürdig und ein spannendes Forschungsthema im SNI-Netzwerk
- 11**          **Neues Ehrenmitglied Christian Schönenberger**  
Immer auf der Suche nach Antworten
- 14**          **Swiss Nanotechnology PhD Award**
- 15**          **Bestimmtes Signal für eine bessere Aufnahme**  
Claudia Lotter erhält für ihre Arbeit den vom HTZ gestifteten  
Swiss Nanotechnology PhD Award
- 17**          **Neues Prinzip für Antikörpertests**  
Thomas Mortelmans bekommt den von Sensirion gesponsorten  
Swiss Nanotechnology PhD Award
- 19**          **Ein schönes Highlight am Ende der Doktorarbeit**  
Alexina Ollier wurde für ihre Arbeit ausgezeichnet
- 21**          **Medizinische Nanowissenschaften**  
Eine echte Bereicherung des Nanostudiums
- 23**          **Nano sichtbar machen**  
INASCON findet 2023 wieder in Basel statt
- 24**          **Gastbeitrag von Nicolai Jung**  
Ein unvergessliches Jahr an der Harvard University
- 21**          **Veranstaltungen**  
Annual Event  
Nano-Tech Apéro  
Wasserexperimente, glitzernde Schokolade und vieles mehr
- 29**          **Nano Image Award 2022**
- 30**          **Neuigkeiten aus dem SNI-Netzwerk**

# Editorial



Liebe Kolleginnen und Kollegen, liebe Nano-Interessierte

Seit August 2022 leite ich als Nachfolger von Christian Schönenberger das Swiss Nanoscience Institute und habe nun schon einige spannende Wochen hinter mir.

Als eine meiner ersten Amtshandlungen durfte ich im Rahmen unseres Annual Events meinen Vorgänger Christian Schönenberger mit der SNI-Ehrenmitgliedschaft auszeichnen. Christian hat sich in den letzten sechzehn Jahren wie kein anderer für das SNI engagiert und es zu dem gemacht, was es heute ist – ein anerkanntes interdisziplinäres Exzellenzzentrum für Nanowissenschaften und Nanotechnologie. In einem Portrait werfen wir in dieser Ausgabe von «SNI INSight» noch einmal einen Blick zurück auf seine Karriere als Wissenschaftler und SNI-Direktor.

Ihr werdet wahrscheinlich verfolgt haben, dass der diesjährige Nobelpreis für Physik an drei Experimentalphysiker ging, die mit verschränkten Photonen gearbeitet haben. Verschränkung steht auch bei einigen Teams aus dem SNI-Netzwerk im Fokus. Wir haben daher einige Beispiele für das Phänomen beschrieben, das Albert Einstein «spukhafte Fernwirkung» genannt hat und das in unseren Laboren untersucht wird.

Wir berichten zudem über die Arbeit einiger junger Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler aus unserem Netzwerk, die im letzten halben Jahr mit verschiedenen Preisen ausgezeichnet wurden. Neu nehmen wir ab dieser Ausgabe jeweils einen Gastbeitrag von Studierenden der Nanowissenschaften in «SNI INSight» auf. Dieses Mal berichtet Nicolas Jung von seinem Aufenthalt an der Harvard University.

Wie engagiert unsere Doktorierenden und Studierenden sind, zeigt auch die Tatsache, dass einige gerade eine internationale Konferenz für Studierende der Nanowissenschaften (INASCON) planen, die nächstes Jahr in Basel stattfinden wird. Es freut mich auch, dass unsere Anstrengungen den Nanostudiengang immer attraktiver zu machen, erfolgreich sind. Die Befragung einiger Studierender zeigte, dass die neue Vertiefungsrichtung Medizinische Nanowissenschaften eine echte Bereicherung des Masterstudiums in Nanowissenschaften ist.

In den letzten Monaten haben viele von uns es auch sehr genossen, sich wieder zu Konferenzen und Meetings in grösseren Gruppen treffen zu können. Auch am SNI konnten wir einen wunderbaren Annual Event abhalten, uns zu einem Nano-Tech Apéro mit Industrievertreterinnen und -vertretern treffen und auch zahlreiche Outreach-Veranstaltungen abhalten, mit denen das SNI die spannende Welt des Nanowissenschaften einem breiten Publikum näherbringt.

Zurzeit lerne ich in meiner neuen Rolle ständig dazu. Es macht mir Spass tiefer in die Organisation unseres einzigartigen Netzwerks einzutauchen und ich freue mich auf die Zusammenarbeit mit euch in den nächsten Jahren.

Zunächst wünsche ich aber allen ein paar erholsame Feiertage und einen guten Start in ein gesundes, friedliches und erfolgreiches neues Jahr.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'M. Poggio'.

Prof. Dr. Martino Poggio  
SNI-Direktor

# Verschränkung

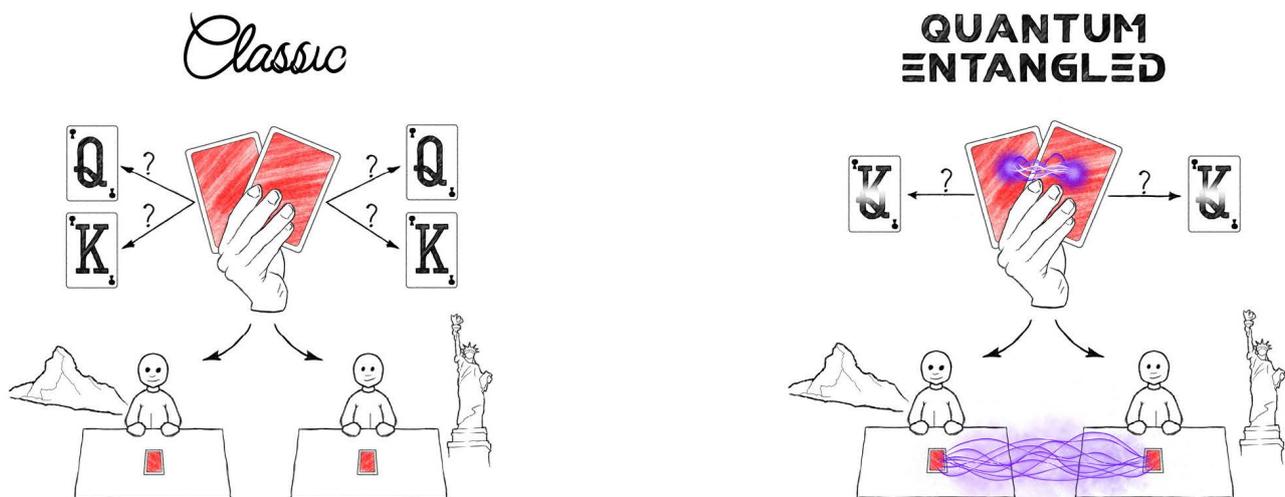
## Nobelpreiswürdig und ein spannendes Forschungsthema im SNI-Netzwerk

Im Oktober hat das Nobelpreis-Komitee bekannt gegeben, dass die Professoren Alain Aspect, John Clauser und Anton Zeilinger den diesjährigen Physik-Nobelpreis bekommen werden. Die drei Physiker haben mit ihren bahnbrechenden Experimenten mit verschränkten Lichtteilchen (Photonen) die Grundlage für unterschiedliche Anwendungen der Quantenphysik gelegt. Auch innerhalb des SNI-Netzwerks beschäftigen sich verschiedene Forschungsgruppen mit der experimentellen Untersuchung der Verschränkung und haben dabei auch konkrete Anwendungen im Visier. Anhand einiger Beispiele zeigen wir, wie die Forschenden am Departement Physik der Universität Basel dieses quantenmechanische Phänomen untersuchen, das sich so schwer mit unseren Erfahrungen aus der Makrowelt vereinbaren lässt.

### Enge Verbindung auch über grosse Distanzen

Bei dem quantenphysikalischen Phänomen der Verschränkung sind bestimmte Eigenschaften von Teilchen eng miteinander verbunden. Auch wenn sie Tausende von Kilometern voneinander getrennt werden – solange die Teilchen nicht gestört werden, bleibt diese Beziehung zueinander bestehen. Dabei können beispielsweise die Wellenlänge von Lichtteilchen oder die Orientierung des magnetischen Moments (Spin) von Teilchen miteinander verschränkt sein.

Mit unseren Erfahrungen aus der Makrowelt lässt es sich nicht vereinbaren, dass es eine derartige enge Verbindung gibt, ohne dass irgendeine Art der Kommunikation dahintersteckt. Auch Albert Einstein hat sich mit dem Phänomen der Verschränkung beschäftigt. Er lehnte es ab, dass diese starke Korrelation zwischen zwei Teilchen so existiert und ging davon aus, dass sie auf noch unbekannten Mechanismen basiert. Er bezeichnete das Phänomen daher als «spukhafte Fernwirkung».



Um eine Annäherung an die komplexe Quantenwelt und die Verschränkung zu bekommen, stellen wir uns vor, dass zwei Personen, die weit voneinander entfernt wohnen, je eine Spielkarte (Dame (Q) oder König (K)) bekommen und diese genau zur gleichen Zeit umdrehen. In der klassischen Welt bekommt eine der Personen eine Dame, die andere Person einen König und schon beim Verteilen steht fest, wer welche Karte bekommen hat. In der Quantenwelt können die Spielkarten beim Verteilen aber sowohl Dame wie auch König sein – eine quantenmechanische Überlagerung. Erst beim Aufdecken dieser «magischen» Karten entscheidet sich per Zufall, ob es sich um eine Dame oder einen König handelt. Wurden diese magischen Karten vor dem Verteilen auch noch verschränkt, besteht zwischen ihnen eine enge Verbindung, die auch über die Distanz bestehen bleibt. Wenn eine Person eine Dame aufdeckt, besitzt die andere Person immer einen König – und das, obwohl sich bei beiden Karten erst im Augenblick des Aufdeckens entscheidet, ob sie Dame oder König sind und beide Karten die Fähigkeit hätten Dame oder König zu sein. (Bild: SNI und Scixel)

## Weitere Informationen:

### Forschungsgruppe Philipp Treutlein

<https://atom.physik.unibas.ch/en/>

### Uni News

<https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-Research/Einstein-Podolsky-Rosen-Paradoxon-erstmals-in-Vielteilchensystem-beobachtet.html>

### Uni News

<https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-Research/Verschr-nkte-Atome--berwinden-Grenzen-der-Messgenauigkeit.html>

## Korrelationen experimentell nachgewiesen

Die drei Nobelpreisträger haben aber experimentell nachgewiesen, dass es diese Verschränkung tatsächlich gibt – zumindest in der Quanten- und Nanowelt. Eine Basis für ihre Untersuchungen sind sogenannte Bell-Tests. Dabei gehen die Forschenden zunächst davon aus, dass die Eigenschaften von Teilchen unabhängig voneinander und an einem bestimmten Ort existieren. Eine Messung des einen Teilchens sollte dementsprechend keinen Einfluss auf die eines anderen Teilchens haben – das Aufdecken der einen Karte also unabhängig vom Aufdecken der anderen Karte sein – so wie wir es in der uns vertrauten Welt erleben. Aus solchen Überlegungen lässt sich eine Ungleichung herleiten, die die Messergebnisse erfüllen müssten.

Die Experimente der Nobelpreisträger mit verschränkten Lichtteilchen (Photonen), die an zwei räumlich voneinander getrennte Messstationen geschickt wurden, haben aber gezeigt, dass diese sogenannte Bell-Ungleichung verletzt werden kann. Das bedeutet dann, dass die Eigenschaften der Photonen in den Experimenten voneinander abhängen – also eine sogenannte Bell-Korrelation zwischen ihnen existiert. Dabei bekommen die Teilchen ihre Eigenschaften erst durch eine Messung – was ebenfalls unseren Erfahrungen aus der Makrowelt widerspricht, denn wenn wir unser Gedankenexperiment

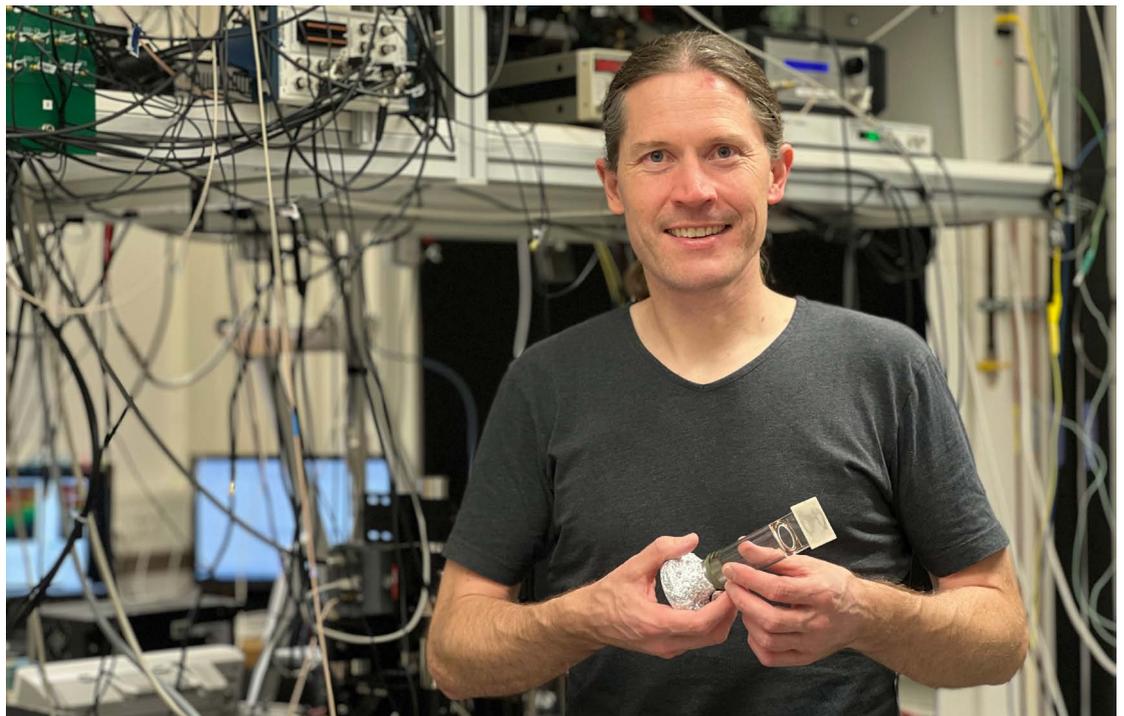
betrachten (siehe Abbildung), war die ausgewählte Karte auch vorher schon Dame oder König.

Mit diesen spannenden Phänomenen beschäftigen sich auch einige Arbeitsgruppen am Departement Physik der Universität Basel, die zum Netzwerk des SNI gehören. Die verschiedenen Teams haben dabei ganz unterschiedliche Strategien, verschränkte Teilchen zu erzeugen und zu untersuchen – und verfolgen auch unterschiedliche Ziele mit ihrer Forschung. Allen gemeinsam ist die Neugier und das Interesse daran, die Gesetze der Quantenwelt zu verstehen und damit Möglichkeiten für verschiedene Anwendungen zu eröffnen.

## Hört die Quantenmechanik irgendwo auf?

Ähnlich wie die drei Nobelpreisträger untersucht auch Professor Philipp Treutlein mit seinem Team grundlagenwissenschaftliche quantenmechanische Phänomene – jedoch nicht anhand einzelner Photonen, sondern in Vielteilchen-Systemen, die über tausend Atome enthalten.

«Die elementare Frage hinter unserer Forschung ist, ob es eine fundamentale Größengrenze für diese quantenmechanischen Phänomene gibt und die Makrowelt den klassischen Gesetzen folgt, die wir aus unserer Alltagswelt kennen – denn im Allgemeinen verschwinden die Quantenphänomene



Philipp Treutlein untersucht das Phänomen der Verschränkung in Vielteilchensystemen, die über tausend Atome enthalten.

in grossen Systemen. Oder ob die Quantengesetze, die Phänomene wie Verschränkung beinhalten, auch in der Makrowelt gelten und deren Nachweis nur eine Frage des Aufwandes und der angewandten Techniken ist», erklärt Philipp Treutlein. «Wir untersuchen diese Frage, indem wir Verschränkung und Bell-Korrelationen in immer grösseren Systemen mit immer mehr Teilchen nachweisen».

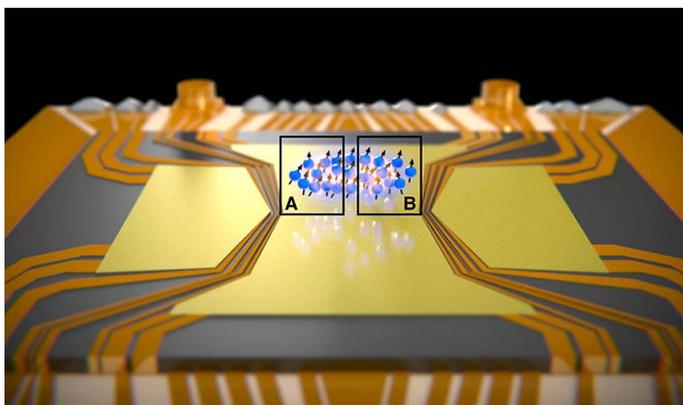
### Experimente mit ultrakalten Atomwolken

Für ihre Untersuchungen produzieren die Forschenden eine Wolke aus ultrakalten Atomen, die durch Laserlicht auf Temperaturen von wenigen milliardstel Grad über dem absoluten Nullpunkt gekühlt werden. In dieser Wolke kommt es dauernd zu Zusammenstössen der Atome – was wiederum bewirkt, dass sich die magnetischen Momente (Spins) aller Atome miteinander verschränken. «Betrachten wir dann zwei beliebige Atome der Wolke, bilden diese ein Paar: hat eines der Atome einen eher nach oben gerichteten Spin, ist der des anderen automatisch eher nach unten gerichtet», erklärt Philipp Treutlein. Die Richtung wird jedoch erst festgelegt, wenn das magnetische Moment gemessen wird – auch das ist ja eine der Besonderheiten in der Quantenwelt.

In der Wolke mit den ultrakalten verschränkten Atomen können die Forschenden räumlich getrennte Bereiche untersuchen. Sie messen die Korrelation der Spins in den getrennten Bereichen und bestimmen die genaue Position der Atome. Auf Grundlage der Messungen in einem bestimmten Bereich kann das Treutlein-Team dann auch die Ergebnisse in einem anderen Bereich vorhersagen. «Kürzlich ist es uns sogar gelungen, die Wolke zu teilen und räumlich zu trennen», berichtet Philipp. «Auch hier lässt sich anhand der Messungen belegen, dass die Spins der beiden Wolken miteinander verschränkt sind. Die Messung des Spins in der einen Wolke beeinflusst das Ergebnis der Messung in der anderen Wolke – genau wie bei der «spukhaften Fernwirkung», die Einstein beschrieben hat.»

### Reduktion des Quantenrauschens

Mit diesen Experimenten zeigen die Forschenden nicht



Eine Wolke aus Atomen wird von elektromagnetischen Feldern über einem Chip gehalten. Zwischen den räumlich getrennten Regionen A und B konnte das Treutlein-Team die Verschränkung nachweisen. (Illustration: Universität Basel, Departement Physik)

nur, dass die Gesetze der Quantenmechanik auch in dem untersuchten Vielteilchensystem gelten. Sie bieten auch Potenzial für verschiedene Anwendungen.

Mögliche Anwendungen sind präzisere Sensoren und Abbildungsmethoden. Interessanterweise lässt sich mithilfe der Verschränkung der Zustand eines Teilchens über die Messung des anderen Teilchens bestimmen und auch modifizieren. Das Treutlein-Team nutzt dies aus, um die Messgenauigkeit von Atominterferometern zu verbessern. Die Geräte gehören zu den präzisesten Instrumenten, um Gravitation, elektromagnetische Felder und andere fundamentale Grössen zu vermessen.

Das Atominterferometer mittelt bei der Bestimmung eines elektromagnetischen Feldes die Messergebnisse einer grossen Zahl von Atomen. Da die Messergebnisse der einzelnen Atome in der Quantenwelt jedoch zufällig sind, kommt es zu Schwankungen der Messwerte. Diese werden zwar durch die Mittelung reduziert, aber es verbleibt immer noch ein sogenanntes «Quantenrauschen». Durch die Verschränkung sind die Teilchen aber nicht mehr unabhängig voneinander, sondern verhalten sich wie eine Einheit. Das Quantenrauschen der einzelnen Atome ist korreliert und durch eine geschickte Wahl des Messverfahrens lässt sich die Präzision der Messung deutlich verbessern.

### Sichere Kommunikation

«Über die Verschränkung lässt sich theoretisch auch eine sichere Kommunikation realisieren», erklärt Philipp Treutlein. Dabei würde der Schlüssel für die auszutauschende Information auf verschränkten Quantensystemen, in der Regel Photonen, basieren. Wenn jemand diesen Schlüssel abhört, merken Sender und Empfänger dies sofort an dem Zustand des Partnerphotons. Wenn aber niemand in das System eingedrungen ist, kann die eigentliche Nachricht verschlüsselt und versendet werden.

### Verschränkung für bessere Sensoren

Auch Professor Patrick Maletinsky sieht Vorteile für seine Forschungsziele in der Nutzung der Verschränkung. Er entwickelt zum einen empfindliche Sensoren für winzige magnetische und elektrische Felder, zum anderen beschäftigt er sich in Zusammenarbeit mit Professor Richard Warburton auch mit der Quantenkommunikation.

«In unserer Forschung nutzen wir Stickstoff-Vakanzzentren in Diamanten. In den Vakanzzentren kreisen einzelne Elektronen, deren Spin sich verändert, wenn sie einem elektrischen oder magnetischen Feld ausgesetzt sind. Die Elektronen können angeregt werden und senden dann einzelne Photonen aus, die dann Information über den Zustand des Spins liefern. Auf diese Art und Weise bekommen wir Information über die Änderung einzelner Spins basierend auf den untersuchten Feldern», erklärt Patrick Maletinsky das Prinzip seines Forschungsansatzes.

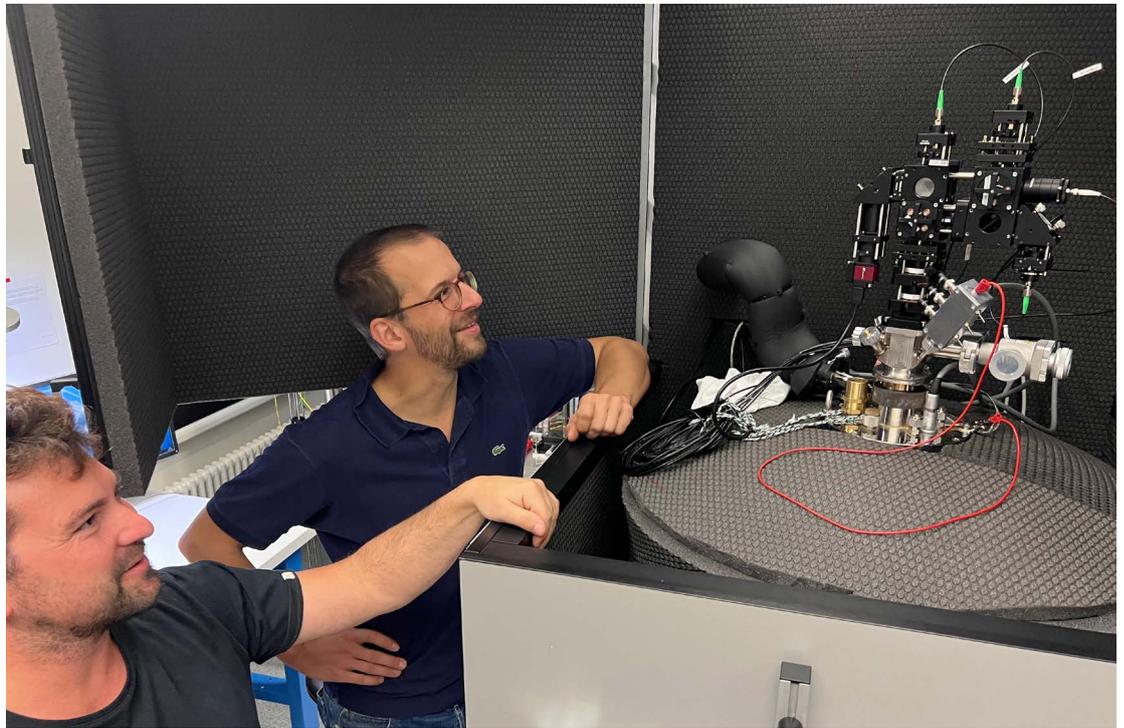
## Weitere Informationen:

### Forschungsgruppe Patrick Maletinsky

<https://quantum-sensing.physik.unibas.ch/en/>

### SNI-Mitteilung

<https://nanoscience.ch/de/2022/10/24/laserlicht-beliebiger-wellenlaenge/>



Patrick Maletinsky untersucht mit seinem Team Möglichkeiten, um seine Sensoren, die auf Stickstoff-Vakanzzentren in Diamanten basieren, mithilfe verschränkter Spins noch besser zu machen. Die Messungen werden bei sehr tiefen Temperaturen in einem Kryostaten durchgeführt.

### Forschungsgruppe Richard Warburton

<https://nano-photonics.unibas.ch>

### Uni News

<https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-Research/Photonenzwillinge-ungleicher-Herkunft.html>

### Uni News

<https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-Research/Physiker-entwickeln-rekordverdaechtige-Quelle-fuer-Einzelphtonen.html>

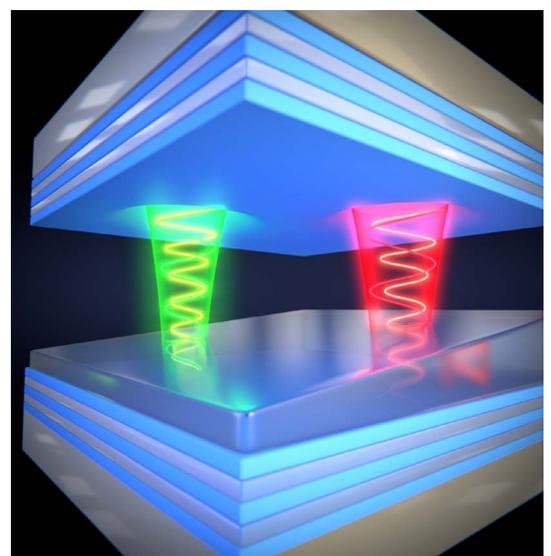
Er sucht mit seinem Team Möglichkeiten, um die Messungen noch weiter zu präzisieren, indem er die Zahl der Sensoren erhöht und die Messergebnisse mittelt, ähnlich wie bei den Atomen im Atominterferometer. Um eine zehnfach genauere Messung zu erhalten, muss er die Zahl der Sensoren von eins auf hundert erhöhen. Wären die Spins der Sensoren jedoch alle miteinander verschränkt, würde theoretisch eine Verzehnfachung der Sensorenzahl ausreichen, um eine zehnmal genauere Messung zu erzielen. «Problematisch ist bei unseren Experimenten im Moment noch, dass wir zu viel Zeit benötigen, um die Spins zu verschränken und dann zu wenig Zeit für die Messung bleibt. Das müssen wir lösen, bevor wir die Verschränkung bei unseren Sensoren auch praktisch nutzen können», beschreibt Patrick Maletinsky.

### Spiegelsysteme für bessere Kommunikation

In Zusammenarbeit mit dem Warburton-Team möchte die Gruppe von Patrick Maletinskys Quantum Sensing Lab die Verschränkung der Elektronen in den Diamantsensoren auch zur Quantenkommunikation zu nutzen.

Um verschränkte Spins zu erzeugen, nutzen die Forschenden winzige Vertiefungen, sogenannte Kavitäten, in denen zwei parallel

angeordnete Spiegel dafür sorgen, dass ein Photon nicht verloren geht, sondern hin und her gespiegelt wird und mit Quantensystemen dazwischen interagieren kann. In einer solchen Kavität kann ein Photon zwei Quantensysteme, beispielsweise Elektronen, miteinander koppeln und deren magnetisches Moment (Spin) verschränken. Eine andere Möglichkeit ist es, mehrere Kavitäten mit je einem Quantensystem auszustatten. In jeder Kavität lässt sich dann zum Beispiel der Spin eines Elektrons mit dem Photon ver-



In den Kavitäten gehen die Photonen nicht verloren, sondern werden hin und her gespiegelt. (Bild: Flägan, Riedel und Scixel)

schränken. Die Photonen der verschiedenen Kavitäten lassen sich mit einem geeigneten Versuchsaufbau zur Interferenz bringen, wodurch es zu einer sogenannten «Remote-Verschränkung» zwischen den getrennten Spins kommt. Noch arbeiten die Forschenden daran, diese Art der Verschränkung in ihrem System zu realisieren, um später die Effizienz des Ansatzes weiter zu erhöhen.

### Quantenpunkte als Quelle für Quantenlicht

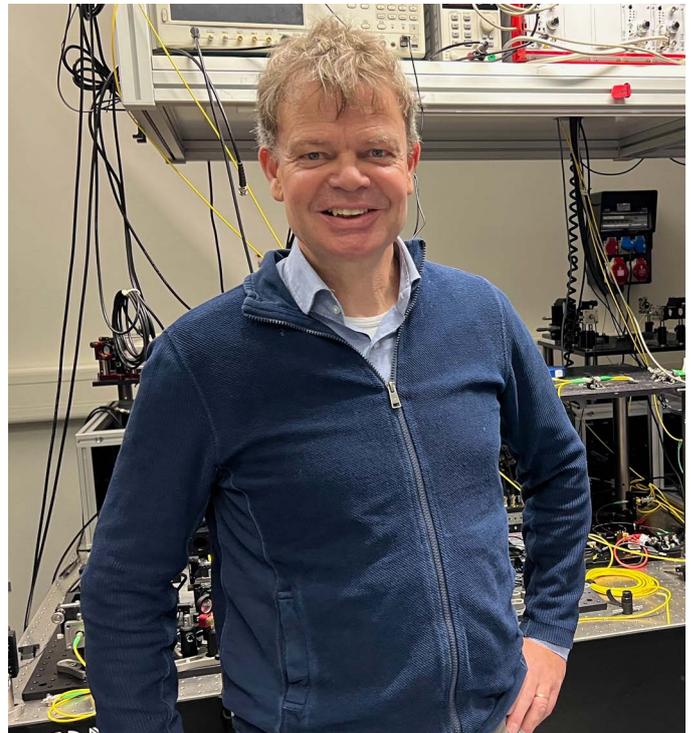
Bei anderen Ansätzen arbeitet Richard Warburton nicht mit den Stickstoff-Vakanzzentren wie in der Zusammenarbeit mit Patrick Maletinsky, sondern mit sogenannten Quantenpunkten. Das sind winzige, nanometerkleine Strukturen in Halbleitermaterialien, in denen Elektronen «gefangen» sind, die nur ganz bestimmte Energieniveaus annehmen. Mit einem Laserpuls kann dann ein Elektron vom niedrigsten Energieniveau auf ein höheres befördert werden. Wenn das Elektron wieder nach unten fällt, wird ein einzelnes Lichtteilchen (Photon) erzeugt.

Kürzlich ist es dem Warburton-Team auf diese Weise gelungen, mit zwei getrennten Quantenpunkten fast vollkommen übereinstimmende Photonen herzustellen. Wenn diese dann auf einen halbdurchlässigen Spiegel treffen, kommt es zu einer Verschränkung der Lichtteilchen und sie reagieren immer als Paar – so wie das auch bei der oben beschriebenen Remote-Verschränkung passiert. Die Lichtteilchen passieren dann den Spiegel entweder zusammen oder sie werden beide reflektiert. In der uns viel vertrauteren Makrowelt gäbe es für zwei Photonen auch noch die Möglichkeit, dass eines der Photonen reflektiert wird, das andere aber den Spiegel passiert. Bei identischen Photonen passiert dies jedoch nicht.

### Kette und Gitter als Ziel

«Wir arbeiten vor allem daran, nicht nur ein verschränktes Photonenpaar herzustellen, sondern eine ganze Kette verschränkter Photonen (cluster states) und später dann auch komplexere Gitter (graph states) mit verschränkten Photonen», beschreibt Richard Warburton. «Solche größeren Strukturen mit mehreren verschränkten Photonen könnten in der Quantenkommunikation oder auch in einem Quantencomputer eingesetzt werden.»

Das Herstellungsprinzip für diese größeren verschränkten Strukturen hört sich in der Theorie gar nicht so schwierig an, in der Praxis ist es aber eine enorme Herausforderung mehr als ein verschränktes Photonenpaar herzustellen. Die Forschenden verwenden bei diesem Ansatz einen Quantenpunkt mit einem einzigen Elektron. Sie regen das Elektron an und dieses sendet ein einzelnes Photon aus, das sich dann mit dem Spin des Elektrons verschränkt. Da sich Licht bekanntlich sehr schnell fortbewegt, verschwindet das Lichtteilchen sofort nachdem es ausgesendet wurde. Die Verschränkung mit dem Elektron bleibt aber bestehen. Das Elektron wird dann ein zweites Mal angeregt, es entsteht wieder ein Photon,



Richard Warburton und sein Team nutzen Quantenpunkte als Quelle für Quantenlicht.

das sich dann aber mit dem ersten Photon verschränkt. «Wenn der Prozess zum dritten Mal stattfindet, kann eine kurze Kette mit drei verschränkten Photonen entstehen, die wir dann noch weiter verlängern würden. Und obwohl die Lichtteilchen sich inzwischen an einem ganz anderen Ort befänden, bliebe ihre enge Verbindung bestehen», beschreibt Richard Warburton den von seinem Team gewählten Ansatz. «Ein Gitter mit verschränkten Photonen ist allerdings noch Zukunftsmusik.»

### Verschränkte Paare gratis

Während es für manche Forschungsansätze sehr aufwendig ist, Photonen oder Elektronen miteinander zu verschränken, bekommt das Team von Professor Christian Schönberger und Dr. Andreas Baumgartner verschränkte Elektronenpaare «gratis». Die Forschenden von der Quantum- und Nanoelectronics-Gruppe nutzen nämlich Supraleiter als natürliche Quelle, da in einem Supraleiter Elektronen immer paarweise verschränkt auftreten.

Bereits vor einiger Zeit haben die Forschenden erfolgreich ein Bauteil entwickelt, mit dem sich diese verschränkten Elektronenpaare, Cooper-Paare genannt, entnehmen und danach räumlich trennen lassen. Die Trennung erfolgt in zwei räumlich getrennten Fallen, sogenannten Quantenpunkten, in denen die Elektronen für kurze Zeit festgehalten werden. Erst kürzlich konnten die Forschenden dann zeigen, dass zwischen den Spins der beiden getrennten Partner eines Paares eine negative Korrelation existiert – also immer ein Partner einen nach oben gerichteten und der andere Partner einen nach unten gerichteten Spin besitzt. Die Forschenden verwenden dazu zwei Spinfilter,

**Weitere Informationen:**

**Forschungsgruppe Christian Schönenberger**  
<https://nanoelectronics.unibas.ch/people/christian-schoenenberger/>

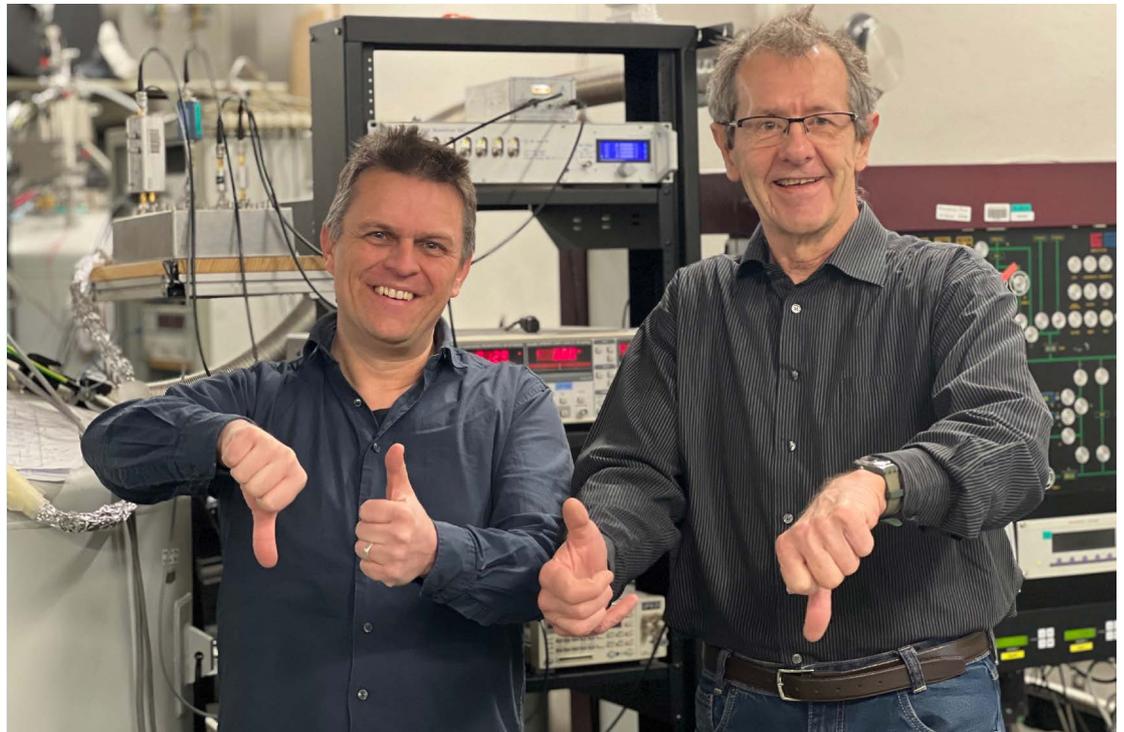
**Uni News**  
<https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-Research/Spin-Korrelation-zwischen-gepaarten-Elektronen-nachgewiesen.html>

**Nature**  
<https://www.nature.com/articles/s41586-022-05436-z>

**Forschungsgruppe Dominik Zumbühl**  
<https://zumbuhllab.unibas.ch/en/>

**Uni News**  
<https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-Research/Elektrisch-schaltbares-Qubit-ermoglicht-Wechsel-zwischen-schnellem-Rechnen-und-Speichern.html>

**Uni News**  
<https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-Research/Heisse-Spin-Quantenbits-in-Siliziumtransistoren.html>

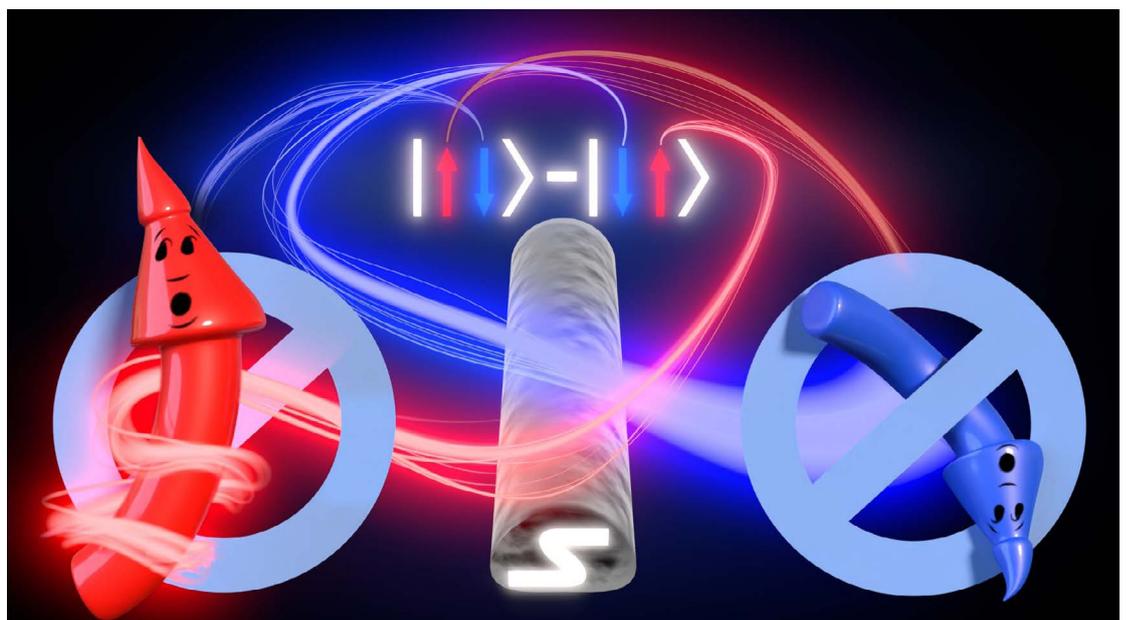


Spin down/Spin up und Spin up/Spin down – Andreas Baumgartner und Christian Schönenberger nutzen Supraleiter als natürliche Quelle für verschränkte Elektronen.

die so eingestellt werden können, dass sie vor allem Elektronen mit einer bestimmten Spinrichtung durchlassen. Wenn beide Spinfilter so eingestellt sind, dass beispielsweise nur Elektronen mit Spin nach oben passieren können, wird der Stromfluss unterdrückt. Wenn aber die beiden Spinfilter in entgegengesetzte Richtungen zeigen, fließt ein elektrischer Strom.

«Die Elektronen der Cooper-Paare sind jedoch räumlich nicht weit genug voneinander getrennt, sodass das Experiment nicht als Bell-Test mit Elektronen gewertet werden kann. Aber daran arbeiten wir noch», berichtet Andreas Baumgartner.

«Nutzen liessen sich derartige verschränkte Elektronen bei der Realisierung des Quanten-



Elektronen verlassen einen Supraleiter nur als Paare mit jeweils entgegengesetztem Spin. Werden beide Wege der Elektronen für eine Spinart durch parallele Spinfilter blockiert, sind gepaarte Elektronen aus dem Supraleiter blockiert – der Stromfluss nimmt ab. (Bild: SNI und Scixel)



Dominik Zumbühl erforscht mit seinem Team die Grundlagen für einen spinbasierten Quantencomputer. Dieser setzt verschränkte Qubits voraus.

computers», erklärt Christian Schönenberger. «So könnte ein Supraleiter zwischen zwei Speichereinheiten (Qubits) des Quantencomputers platziert werden und über die verschränkten Cooper-Paare die beiden Qubits verbinden. Bisher funktionieren die erforderlichen Wechselwirkungen zwischen zwei Qubits nämlich nur, wenn diese sehr nahe beieinander sind – was aber für die Realisierung eines grösseren Systems nicht ideal ist.»

### Elementar für Quantencomputing

Für die Entwicklung eines spinbasierten Quantencomputers, zu dessen Entwicklung die Gruppe von Professor Dominik Zumbühl beiträgt, ist die Verschränkung mehrerer Spins eine Grundvoraussetzung.

Ein Quantencomputer arbeitet nicht mit Bits wie ein herkömmlicher Computer, sondern mit quantenmechanischen Zuständen geeigneter Systeme, sogenannten Qubits. Weltweit werden verschiedene Möglichkeiten zur Realisierung von Qubits diskutiert. In Basel wird der Ansatz verfolgt, ein Qubit durch das magnetische Moment (Spin) eines Elektrons zu realisieren. Anders als ein Bit bei einem konventionellen Computer, kann der Spin eines Elektrons nicht nur zwei Zustände (0 und 1) annehmen, sondern kann gleichzeitig nach oben, unten und in zahlreiche andere Richtungen zeigen. Diese verschiedenen Zustände des Spins sind überlagert und stehen erst bei der Messung fest – was zu der viel höheren Rechenleistung eines Quantencomputers im Vergleich zu einem konventionellen Computer führt.

Das Zumbühl-Team untersucht Methoden, um so einen spinbasierten Computer in Halbleitern zu realisieren. Schwierig ist dabei den Elektronenspin stabil zu halten und zu steuern. Den Forschenden gelingt dies bei einzelnen Elektronen über angelegte elektrische Felder schon recht gut. Zusätzlich müssen aber auch mehrere Spins miteinander gekoppelt werden – was in der Quantenwelt über die Verschränkung erfolgt.

Den Forschenden aus dem Quantum Coherence Lab von Dominik Zumbühl ist es kürzlich gelungen, zwei Qubits herzustellen, deren Spins sich beliebig steuern lassen und die miteinander verschränkt sind. «Die beiden Quantensysteme sind dann nicht mehr unabhängig voneinander, sondern reagieren als Einheit», erklärt Dominik Zumbühl. «Bei zwei Qubits führt dies noch nicht zu einer drastischen Beschleunigung der Rechenleistung. Wenn die Zahl der Qubits aber erhöht wird, macht das einen gravierenden Unterschied, da die Rechenoperationen bei verschränkten Qubits nicht nacheinander, sondern parallel ausgeführt werden können.»

### Zusammenarbeit ist der Schlüssel zum Erfolg

Beteiligt an den beschriebenen Projekten sind immer ganze Teams – nicht nur von der Universität Basel, sondern von Forschungseinrichtungen aus der ganzen Welt. Enorm wichtig ist auch die enge Zusammenarbeit mit theoretischen Physikerinnen und Physikern. Gerade in Basel gibt es mit den Gruppen der Professoren Christoph Bruder, Jelena Klinovaja, Daniel Loss und Patrick Potts exzellente theoretische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die eng mit den Forschenden der Experimentalphysik zusammenarbeiten und Impulse für neuartige Anwendungen liefern.

Die Verleihung des Nobelpreises an die drei Quantenforscher Alain Aspect, John Clauser und Anton Zeilinger hat sicher dazu beigetragen, dass Quantenforschung noch mehr in den Fokus der Öffentlichkeit rückt. Nach wie vor ist es zwar für Nicht-Experten schwierig, sich vorzustellen wie das Phänomen der Verschränkung zwischen den Teilchen funktioniert. Aber die beschriebenen Beispiele zeigen, dass diese quantenmechanische Kopplung ein spannendes Forschungsfeld ist und zahlreiche Möglichkeiten für Anwendungen eröffnet. Alle erwähnten Ansätze unterscheiden sich und tragen dazu bei, die Gesetze der Quantenmechanik besser zu verstehen und zu lernen, die enormen technischen Hürden zu überwinden. Obwohl die Quantenforschung in den letzten Jahren enorme Fortschritte gemacht hat, gibt es noch viele Fragezeichen und Herausforderungen bei der technischen Bewältigung der Kontrolle einzelner Teilchen und der winzigen Strukturen.

# Neues Ehrenmitglied Christian Schönenberger

## Immer auf der Suche nach Antworten

Professor Christian Schönenberger wurde im September 2022 für sein ausserordentliches Engagement als SNI-Direktor mit der SNI-Ehrenmitgliedschaft ausgezeichnet. Viele von uns wissen, was das SNI ihm zu verdanken hat, welche Aspekte ihm am SNI wichtig waren und wo seine wissenschaftlichen Interessen liegen. Beim Interview erzählt er jetzt auch ein paar Details über seine Karriere, die sicher manchem von uns nicht bekannt waren.

Sechzehn Jahr lange war Professor Christian Schönenberger Direktor des SNI. Zusammen mit verschiedenen Kolleginnen und Kollegen aus der Physik, Chemie und Biologie hat er das SNI aufgebaut und zu dem gemacht, was es heute ist – ein anerkanntes Exzellenzzentrum für Nanowissenschaften und Nanotechnologie. Am Anfang seiner beruflichen Laufbahn hat er sich diesen und andere seiner Erfolge jedoch sicher noch nicht vorstellen können.

### Mehrere Stationen der Ausbildung

Als er 1972 die Sekundarschule verliess, standen Matura und Studium nämlich gar nicht auf seinem Plan. Stattdessen entschied er sich für eine Lehre als Elektroniker. Vier Jahre lang lernte er in einer kleinen Firma und entwickelte automatische Foto-Entwicklungsmaschinen. Aber schon damals wollte er möglichst alle Zusammenhänge verstehen und Antworten auf zahlreiche Fragen bekommen. Um weiter zu lernen begann er daraufhin 1976 eine dreijährige Ausbildung als Elektronik-Ingenieur am Technikum in Winterthur.

Anschliessend trat er eine Stelle als Technischer Assistent an der ETH Zürich an. Er arbeitete in der molekularen Spektroskopie am Bau eines UV-Lasers für die Anregung von Molekülen und hatte so zum ersten Mal Kontakt mit der Quantenphysik. «Ich habe dabei vor allem mit zwei Doktoranden zusammengearbeitet und gemerkt, dass ich auch gerne tiefer in die Materie einsteigen wollte», erinnert sich Christian. Er entschied sich daher noch einmal von vorne zu beginnen und an der ETH Zürich Physik zu studieren. «Das war allerdings gar nicht so einfach, da ich ja keine Matura hatte», erzählt er. So musste Christian deutsche Literatur büffeln, um neben einer Englischprüfung auch eine schriftliche und mündliche Prüfung in Deutsch zu überstehen, bevor es losgehen konnte.

### Spannendes Studium und Karrierestart bei IBM

Das Studium gefiel Christian sehr gut. Aber auch nach dem Diplom war sein Bedürfnis tiefer in ein Themengebiet einzutauchen nicht komplett erfüllt und er suchte ein Thema für eine Doktorarbeit. Ihn zog es dazu ins



Im Rahmen des Annual Events 2022 wurde Christian Schönenberger mit der SNI-Ehrenmitgliedschaft ausgezeichnet.

IBM Forschungslabor – zum einen, da es im Labor von Professor Heinrich Rohrer spannende Projekte gab, zum anderen, da Industrienerfahrung bei der späteren Jobsuche förderlich ist und daher etwas mehr Sicherheit gibt. Das war Christian wichtig, da er inzwischen zum ersten Mal Vater geworden war.

In seiner Doktorarbeit baute Christian ein magnetisches Rasterkraftmikroskop. Er teilte sein Labor und auch zahlreiche Erfahrungen und Experimente mit Christoph Gerber, mit dem er dann Jahre später in Basel auch wieder eng zusammenarbeitete. Nach der Promotion wechselte Christian 1990 zu Philips Research nach Eindhoven (Niederlande), das damals eines der renommiertesten Industrieforschungslabore war. Thematisch fokussierte er sich auf Tieftemperatur-Rastertunnelmikroskopie und auf Sensoren, mit denen magnetische Information in Speichermedien ausgelesen werden können.

«Es war eine tolle Zeit bei Philips» erinnert sich Christian. «Dann drohten aber Restrukturierungen und einige

sehr gute und ambitionierte Kollegen kündigten, um eine Professur anzutreten.» Auch Christian orientierte sich neu, stellte beim Nationalfond einen Antrag für eine Assistenzprofessur und bekam diese auch bewilligt. Er hatte vor, in das Team von Professor Hans-Joachim Güntherodt an die Universität Basel zu wechseln, da dessen Gruppe sich inzwischen als die Nummer 1 in der Rastersondenmikroskopie entwickelt hatte. Bevor Christian als Assistenzprofessor starten konnte, empfahl ihm jedoch Hans-Joachim Güntherodt sich gleich auf die neu ausgeschriebene Professur für kondensierte Materie zu bewerben – die Christian Schönenberger dann bekam und 1995 antrat.

### Erfolgreicher Wechsel des Forschungsgebiets

Hans-Joachim Güntherodt hatte wohl erwartet, einen Kollegen in der Rastersondenmikroskopie zu bekom-

einen zweiten Berufungskredit bekam. «Für meinen Forschungsansatz gab es hier am Anfang keine Infrastruktur und ich musste das nach und nach aufbauen», berichtet Christian. «Mit der Zeit und weiteren Kolleginnen und Kollegen, die ähnliche Ausstattung benötigten, wurde das einfacher, da wir dann grössere Anschaffungen zusammen tätigen konnten.»

So begann Christian Schönenbergers Karriere an der Universität Basel. Über die Jahre wuchs das Departement Physik und auch sein Quantum and Nanoelectronics Lab. Er hat seither mehr als 230 Publikationen veröffentlicht, bekam zahlreiche Auszeichnungen und hat insgesamt Drittmittel von über 18 Millionen Schweizer Franken eingeworben. Wichtig ist für Christian Schönenberger seit jeher auch die Ausbildung exzellenter junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Er hat sich von Be-



Die Gruppe von Hans-Joachim Güntherodt an der Universität Basel war führend in der Rastersondenmikroskopie und daher attraktiv für Christian Schönenberger als er aus den Niederlanden zurück in die Schweiz kam.

men. Christian überlegte sich allerdings bei seinem Start in Basel, dass er lieber etwas ganz Neues starten wollte. Das Ziel sollten keine neuen Mikroskope sein, sondern elektronische Bauteile, mit denen elektrisches Rauschen untersucht und reduziert werden kann.

Sein Kollege Güntherodt, der damals der einzige andere Professor für experimentelle kondensierte Materie in Basel war, unterstützte auch diesen Ansatz. Er setzte sich im Rektorat für Christian ein und ermöglichte, dass dieser



In Basel fokussierte sich Christian Schönenberger zunächst auf die Entwicklung und Untersuchung von Bauteilen zur Reduzierung des elektrischen Rauschens.

ginn an für die Gründung des schweizweit einzigartigen Bachelor- und Master-Studiengangs Nanowissenschaften an der Universität Basel eingesetzt und dessen Weiterentwicklung immer gefördert. Insgesamt hat Christian in seiner Laufbahn 72 Doktorierende betreut, von denen noch einige an ihrer Promotion sitzen. Und auch für Outreach-Aktivitäten des SNI mit Kindern und Jugendlichen hat er immer wieder Platz in seinem übervollen Kalender geschaffen.

## Immer wieder neue Themen

Gefragt nach seinen wissenschaftlichen Highlights erwähnt er ein in «Science» veröffentlichtes Hanbury-Brown- und Twiss-Experiment mit Elektronen auf einem Chip. Er konnte zusammen mit seinem Team zeigen, dass sich die Elektronen wie Fermionen verhalten und sich gegenseitig ausschliessen. Als zweites Highlight nennt er die Extraktion und Trennung verschränkter Elektronenpaare (Cooper-Paare) in einem Supraleiter. Diese Arbeiten, die in «Nature» veröffentlicht wurden, legten die Grundlage für weitere Experimente mit verschränkten Elektronen aus Supraleitern (siehe auch weiterführender Artikel zur experimentellen Untersuchung von Verschränkung in diesem SNI INSight).



Junge Menschen für die Naturwissenschaften zu begeistern ist ein Anliegen von Christian Schönenberger.

Betrachtet man die eindrucksvolle Publikationsliste von Christian Schönenberger gibt es noch viel mehr Ansätze und Ergebnisse, die in der Wissenschaftswelt Beachtung gefunden haben. Es fällt aber auch auf, dass sich die Themengebiete im Laufe der Zeit immer wieder verändert haben. So begann Christian mit dem Start des Nationalen Forschungsschwerpunkts Nanowissenschaften 2001 ein ganz neues Kapitel rund um Nanoelektronik.

«Als Hans-Joachim Güntherodt damals zu mir kam, mit der Idee, dass wir zusammen mit der Biologie und Chemie einen NCCR beantragen sollten, war für mich gleich klar, dass ich die interdisziplinären Arbeiten unterstützen wollte», erklärt Christian Schönenberger. «Über Hans-Werner Fink vom IBM Forschungszentrum, der damals in meinem Labor arbeitete, kam ich mit dem Chemiker Bernd Giese hier in Basel in Kontakt, der mit chemischen Elektroden die Leitfähigkeit von DNA untersuchte. Dadurch entstand zusammen mit Michel Calame die Idee, kleinere Moleküle in elektronischen Schaltkreisen einzusetzen und zu untersuchen.» Michel Calame, der viele Jahre lang im Schönenberger-Team arbeitete, setzt diesen Forschungs-



Christian Schönenberger freut sich bald mal wieder selbst im Labor aktiv zu werden.

zweig seit einigen Jahren als Gruppenleiter an der Empa erfolgreich fort.

Im Labor von Christian Schönenberger folgten dann die physikalische Untersuchung von zweidimensionalen Elektronengasen, metallischen Nanodrähten und Kohlenstoff-Nanoröhrchen. «Bei einem Besuch von Konstantin Novoselov in Basel, der zusammen mit Andre Geim den Nobelpreis für die Her-

## Weitere Informationen:

### Forschungsgruppe Christian Schönenberger

<https://nanoelectronics.unibas.ch/people/christian-schonenberger/>

## Erwähnte Veröffentlichungen

### Science

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.284.5412.296>

### Nature

<https://www.nature.com/articles/nature08432>

stellung von Graphen bekommen hatte, habe ich mich dann auch von der Faszination für Graphen anstecken lassen und Forschung auf diesem Gebiet begonnen», erinnert sich Christian. Von Graphen war dann der Schritt zu anderen zweidimensionalen und zu van der Waals-Heterostrukturen nicht weit, die ihn bis heute in seiner Forschung beschäftigen.

### Grosses Engagement für das Netzwerk

Neben der Wissenschaft hat sich Christian Schönenberger zusammen mit Hans-Joachim Güntherodt und anderen Kollegen in der Endphase des NCCRs enorm engagiert, um eine Weiterführung des aufgebauten interdisziplinären Netzwerks und des wissenschaftlichen Austauschs über Institutionsgrenzen hinweg auch für die Zukunft sicher zu stellen. Dank der Unterstützung des Kantons Aargau und der Universität Basel waren diese Anstrengungen erfolgreich und führten 2006 zur Gründung des SNI.

Danach gefragt, was rückblickend in der SNI-Zeit ein Highlight war, antwortet Christian: «Es freut mich sehr, dass sich das von uns damals ausgearbeitete Konzept bewährt hat. Das heisst, dass wir die drei Säulen Ausbildung, Grundlagenforschung und angewandte Forschung mit Knowhow-Transfer in die Industrie verwirklichen und den Kanton Aargau dabei gut einbinden konnten. Über die Zeit hat sich mit dem Nano Imaging Lab dann auch

der Bereich der Dienstleistungen etabliert und konnte jetzt mit Gründung des Nano Fabrication Labs sogar noch ausgebaut werden. Das war anfänglich nicht absehbar, hat aber das SNI nochmal gestärkt.»

### Noch keine Lücken im Terminkalender

Vom SNI hat sich Christian Schönenberger beim letzten Annual Event schon ein bisschen verabschiedet – obwohl er als Ehrenmitglied natürlich bei jedem SNI-Event immer herzlich willkommen ist – von der Forschung allerdings noch nicht. Er wird noch bis Sommer 2024 seine Gruppe führen und freut sich schon jetzt darauf, auch mal wieder selbst im Labor tätig zu werden, wenn seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ihre Arbeiten abschliessen und das Labor nach und nach leerer wird.

Obwohl er jetzt nicht mehr mit administrativen Aufgaben für das SNI beschäftigt ist, ist sein Terminkalender nicht leerer geworden. Da warten etliche Doktorarbeiten, die gelesen werden wollen, Mitarbeitende möchten ihre Arbeiten besprechen, Anfragen kommen per Mail und Vieles mehr. Ab und zu bleibt aber natürlich etwas Luft, um aufs Mountainbike zu steigen und sich auszupowern.

Auf jeden Fall ist klar, dass sich Christian Schönenberger, wenn er dann 2024 emeritiert wird, eine spannende neue Aufgabe suchen wird, die er dann – so wie wir ihn kennen – mit viel Einsatz und Elan erfüllen wird.

## Swiss Nanotechnology PhD Award

Das Swiss Micro- and Nanotechnology Network (Swiss MNT Network) hat den Swiss Nanotechnology PhD Award ins Leben gerufen. Er wird jeweils im Rahmen der Swiss NanoConvention an Doktorandinnen oder Doktoranden, die an Schweizer Forschungsinstitutionen tätig sind, für exzellente Publikation als Erstautor vergeben. Jedes Jahr stiften verschiedene Firmen fünf dieser Preise.

Claudia Lotter, ehemalige Nano-Studentin, hat den Award vom Hightech Zentrum Aargau erhalten. Thomas Mortelmans, ehemaliger SNI-Doktorand, bekam den Preis von der Firma Sensirion und Simon Geyer aus dem Team von SNI-Mitglied Professor Richard Warburton vom IBM Forschungszentrum.



# Bestimmtes Signal für eine bessere Aufnahme

## Claudia Lotter erhält für ihre Arbeit den vom HTZ gestifteten Swiss Nanotechnology PhD Award

Die ehemalige Nanowissenschafts-Studentin Claudia Lotter hat bei der Swiss NanoConvention 2022 den vom Hightech Zentrum Aargau gesponsorten PhD Award für eine Publikation in der Wissenschaftszeitschrift «European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics» erhalten. In dieser Veröffentlichung beschreibt sie als Erstautorin wie sich Lipid-Nanopartikel, die für die Gentherapie entwickelt werden, durch die Zusammensetzung der Lipide optimieren lassen.

Lipid-Nanopartikel, wie sie beispielsweise auch bei den m-RNA-Impfstoffen gegen SARS-CoV-2 verwendet werden, wurden ursprünglich vor allem für einen Einsatz in der Gentherapie untersucht. Sowohl als Impfstoff als auch bei einer gentherapeutischen Anwendung ist es eine Grundvoraussetzung, dass die Lipid-Nanopartikel, in denen genetisches Material verpackt wird, von der Wirtszelle gut aufgenommen werden. Um eine effektive Aufnahme in die Wirtszellen zu gewährleisten, optimieren Forschende am Departement Pharmazeutische Wissenschaften der Universität Basel die Zusammensetzung der Lipidhüllen.

### Die Natur bietet Lösungen

Wie so oft in der Nanotechnologie bietet die Natur Ideen, wie dies zu bewerkstelligen ist. So gibt es beispielsweise auf sterbenden Zellen Verbindungen, die Nachbarzellen signalisieren, die Bestandteile der sterbenden Zellen aufzunehmen. Das Phospholipid Phosphatidylserin ist ein solches Signalmolekül. In einer gesunden Zelle wird es aktiv im Zellinneren gehalten, bei einer sterbenden Zelle ist es dann auf der Oberfläche zu finden und kommt so zum Einsatz. Auch Viren haben Phosphatidylserin-Moleküle auf ihrer Oberfläche und gelangen damit in die Wirtszelle, die nach der Aufnahme beginnt die Virenbestandteile zu produzieren.

Basierend auf diesen Vorgängen in der Natur kam Dr. Tomaž Einfalt (ehemals SNI-Doktorand in den Gruppen der Professoren Palivan und Huwyler und jetzt Laborleiter bei Novartis) auf die Idee, Phosphatidylserin in Lipid-Nanopartikel zu integrieren und so den Transport von genetischem Material in die Zielzelle zu verbessern. Claudia Lotter, die an der Universität Basel Nanowissenschaften studiert hat, verwirklichte diesen Ansatz in ihrer Masterarbeit. Sie beendete die Untersuchungen in ihrem ersten Jahr der Doktorarbeit und bekam jetzt für die daraus entstandene Publikation im «European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics» den Swiss Nanotechnology PhD Award 2022 verliehen.



Marcus Morstein übergab im Namen des Hightech Zentrums Aargau den Swiss Nanotechnology PhD Award an Claudia Lotter. (Bild: T. Byrne)

### Ideale Konzentration gefunden

In dieser Arbeit zeigte Claudia, dass die Integration von Phosphatidylserin in die Lipidhülle der Nanopartikel die Übertragung von RNA und DNA in Zellkulturen um das 10-fache steigern kann. «Dabei liegt die optimale Konzentration des Phosphatidylserins bei 2 – 7% in Bezug auf die Gesamtlipidkonzentration», erklärt Claudia. «Steigt die Konzentration des integrierten Phosphatidylserins, verringert sich der positive Aufnahmeeffekt wieder.»

Mit der Arbeit konnten Claudia und ihre Co-Autoren zeigen, dass der Einbau definierter Mengen an Phosphatidylserin in Lipid-Nanopartikel neue Wege für eine effiziente Gentherapie aufzeigt, die auf andere therapeutische Systeme ausgeweitet werden können.

### Spezifische Aufnahme

In ihrer Doktorarbeit befasst sich Claudia inzwischen mit einem weiteren Aspekt der Gentherapie – dem sogenannten Targeting. Hier ist das Ziel bestimmte Marker auf der Oberfläche der Nanopartikel zu platzieren, damit die Partikel nur von ganz bestimmten Zellen aufgenommen werden. «Im Fokus stehen dabei bestimmte Brustkrebszellen, die in grossem Masse den humanen epidermalen Wachstumsfaktor 2 (HER2) besitzen», beschreibt sie. «Gelänge eine selektive Aufnahme von genetischem Material dieser Krebszellen, wäre eine Gentherapie für diese Brustkrebsart denkbar. Und auch das ist ein Ansatz, der sich für andere bösartige Tumore anwenden liesse.»

Bis dahin ist es allerdings noch ein langer Weg. Wenn Claudia ihre Doktorarbeit abgeschlossen hat, möchte sie gerne so eine Entwicklung bis zum Ziel weiterverfolgen. «Ich kann mir gut vorstellen, in einem Start-up oder in der Industrie an der Entwicklung von Gentherapien mitzuwirken», sagt sie.

### Interdisziplinäre Ausbildung

Mit ihrem Hintergrund als Nanowissenschaftlerin ist sie sicher bestens geeignet für einen derartigen Schritt. Im interdisziplinären Nanowissenschafts-Studium an der Universität Basel hat sie eine breite naturwissenschaftliche Grundlage erhalten und gelernt mit Forschenden verschiedener Disziplinen zu interagieren. Jetzt während ihrer Doktorarbeit bekommt sie das notwendige pharmazeutische Wissen.

Für Claudia war das Studium eine anstrengende aber sehr wertvolle Zeit. «Die viele Arbeit war es wert», erzählt sie im Interview. «Der Zusammenhalt unter den Nano-Studierenden war wirklich sehr gut und ich habe gelernt, dass man nicht alles alleine schaffen muss, sondern im Team sehr viel mehr erreichen kann.»

Nach dem Bachelor-Studium hatte sie lange Zeit überlegt an die ETH nach Zürich zu wechseln, sich dann aber doch für den Master in Nanowissenschaften mit dem Schwerpunkt Molekularbiologie entschieden. Sie bereut ihre Entscheidung nicht, da sie während ihres Studiums nicht nur viel gelernt, sondern auch Freunde fürs Leben gefunden hat.

«Bei der Erforschung und Entwicklung von Medikamenten spielt die Nanotechnologie eine zunehmend wichtige Rolle. Im Zentrum des Projektes von Claudia Lotter stehen deshalb neuartige Wirkstoffträger, die für eine Gentherapie eingesetzt werden können. Claudia hat im Rahmen ihrer Doktorarbeit eindrücklich gezeigt, dass die Lipidzusammensetzungen dieser Nanomaterialien die Interaktion mit biologischen Systemen massgeblich beeinflusst. Wir sind so in der Lage neue Strategien für eine Gentherapie zu entwickeln.»

**Professor Dr. Jörg Huwyler,  
Departement Pharmazeutische  
Wissenschaften, Universität Basel**

### Weitere Informationen:

#### Forschungsgruppe Jörg Huwyler

<https://pharma.unibas.ch/de/research/research-groups/pharmaceutical-technology-2253/>

#### Publikation in European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0939641122000285>

# Neues Prinzip für Antikörpertests

## Thomas Mortelmans bekommt den von Sensirion gesponsorten Swiss Nanotechnology PhD Award

Der ehemalige Doktorand der SNI-Doktorandenschule Dr. Thomas Mortelmans hat im Rahmen der Swiss NanoConvention 2022 einen der fünf PhD Awards verliehen bekommen. Er erhielt diese von Sensirion gestiftete Auszeichnung für eine Publikation als Erstautor in dem Wissenschaftsjournal «ACS Applied Nanomaterials». Thomas beschreibt in diesem Paper die Entwicklung eines neuartigen Funktionsprinzips für COVID-19-Schnelltests, mit dem sich auch andere Viren wie Influenza A nachweisen lassen oder der Status der Krankheit bestimmt werden kann.

In den letzten Jahren haben fast alle von uns immer wieder Schnelltest durchgeführt, um herauszufinden, ob wir uns mit SARS-CoV-2 infiziert haben. Die auf dem Markt erhältlichen Antigen-Schnelltests sind jedoch nicht immer zuverlässig und zeigen selbst bei einer hoher Viruslast manchmal kein positives Ergebnis, wie eine Studie des Paul-Ehrlich-Instituts in Deutschland belegt hat. Zudem ist die Aussage dieser Tests immer nur ein Ja oder Nein und liefert keine Information über den Status oder den Verlauf der Erkrankung.

Der von Thomas Mortelmans im Rahmen seiner Doktorarbeit an der SNI-Doktorandenschule entwickelte Test funktioniert nach einem anderen Prinzip. Er detektiert nicht bestimmte Virusbestandteile, sondern Antikörper, die das menschliche Immunsystem als Folge einer Infektion mit dem Virus bildet. Da sich die Antikörper im Laufe der Infektion verändern und auch ihre Zahl vom Krankheitsverlauf abhängig ist, liefert der Test weitere nützliche Information. Zudem lassen sich mit dem von Thomas entwickelten Testprinzip auch Antikörper gegen andere Erkrankungen nachweisen.

### Sensitiv und ohne grossen technischen Aufwand durchzuführen

«Der Test könnte theoretisch in einer Arztpraxis ohne grossen technischen Aufwand durchgeführt werden», erläutert Thomas Mortelmans. «Benötigt wird nur ein Tropfen Blut des Patienten. Die Blutprobe wird mit einer speziell hergestellten Flüssigkeit vermischt. Sie enthält zum einen Nanopartikel, deren Oberflächen denen der Corona-Viren stark ähneln, zum anderen noch kleinere fluoreszierende Partikel, die selektiv an die Antikörper der Patienten binden.»

Wenn die Blutprobe COVID-19-spezifische Antikörper enthält, erkennen diese die ähnliche Oberfläche auf der Oberseite der Nanopartikel und binden daran. Diese



Thomas Mortelmans bekam den Swiss Nanotechnology PhD Award von Michel Despont (VP CSEM) verliehen. (Bild: T. Byrne)

Anhaftung wird mit Hilfe der fluoreszierenden Partikel sichtbar gemacht, die spezifisch an die Patienten-Antikörper binden.

Die so aufgearbeitete Blutprobe wird anschliessend auf eine Plexiglasscheibe getropft, in die nach einem ausgeklügelten Schema vorab Nanokanäle geätzt wurden. Die Kanäle haben in ihrem Verlauf einige sehr enge Stellen und besitzen aufgrund der speziell entwickelten Form einen starken Kapillareffekt, der dafür sorgt, dass die Probe ohne technische Hilfsmittel vom Anfang bis zum Ende gezogen wird. «Bei der Passage durch die Nanokanäle bleiben die Antikörper-Nanopartikel-Aggregate an besonders engen Stellen hängen», erklärt Thomas. «Dank der fluoreszierenden Anhängsel könnte ein Arzt dies



Thomas Mortelmans hat inzwischen seine Doktorarbeit an der SNI-Doktorandenschule abgeschlossen. Er würde jederzeit wieder nach Basel kommen, wie er in einem kurzen Video erzählt. (Bild: T. Mortelmans)

unter einem Mikroskop beobachten und auf diese Weise einen sensitiven Nachweis der Infektion erhalten.»

«Anhand der Signalstärke lässt sich dann noch erkennen, ob das Immunsystem gut reagiert, ein milder oder schwerer Verlauf zu erwarten ist», fügt Dr. Yasin Ekinici, Leiter des Labors für Röntgen-Nanowissenschaften und -Technologien am Paul Scherrer Institut (PSI), der das Projekt mitbetreut hat, hinzu.

### Prinzip auf andere Tests anwendbar

Bei diesem Testprinzip liessen sich auch Nanopartikel hinzufügen, die an andere Antikörper binden und sich in der Grösse unterscheiden. «Sie bleiben dann an einer anderen Stelle der Kapillare «stecken» und wir können so eine weitere Erkrankung mit derselben Probe nachweisen», beschreibt Thomas. In der prämierten Publikation in «ACS Applied Nanomaterials» hat Thomas mit Influenza A-Viren gezeigt, dass solch eine Kombination von Tests möglich ist.

Trotz der positiven Ergebnisse sieht es im Augenblick so aus, als ob das System als Corona-Test wegen fehlender Erstattung durch die Krankenkassen nicht weiterentwickelt wird.

«Wichtig ist aber, dass wir mit unserer Arbeit belegen konnten, dass diese Art von Tests funktioniert, um verschiedene Krankheiten zu untersuchen. Ohne Probleme liessen sich zehn verschiedene Erkrankungen gleichzeitig testen und durch verschiedene Farben schnell und zuverlässig nachweisen», führt Thomas aus.

### Ursprünglich für Mitochondrien gedacht

Als Thomas 2018 mit seiner Dissertation an der SNI-Doktorandenschule begonnen hat, lag der Fokus zunächst noch nicht auf dem Nachweis von SARS-CoV-2. Die beiden Projektleiter Dr. Yasin Ekinici (PSI) und Professor Dr. Henning Stahlberg (damals Universität Basel, heute EPFL) hatten im Rahmen der SNI-Doktorandenschule einen Projektantrag eingereicht, mit dem Ziel eine diagnostische Mikrofluidik-Methode für die Parkinson'sche Krankheit zu entwickeln. Dabei ging es ihnen um die Quantifizierung und Grössenbestimmung von Mitochondrien, da es einen engen Zusammenhang zwischen dieser neurodegenerativen Erkrankung und der Grösse und Zahl von Mitochondrien in den betroffenen Zellen gibt.

Ungefähr zur gleichen Zeit war Thomas Mortelmans in Belgien auf der Suche nach einer Anstellung als Doktorand im Bereich Biomedizin. «Ich hatte gerade meine Masterarbeit an der Hasselt University (Belgien) abgeschlossen und war offen für eine neue Herausforderung», erinnert er sich. «Bei meiner Internetsuche nach einer interdisziplinären Doktorarbeit erschien ganz oben die SNI-Doktorandenschule mit diesem Projekt», fügt er hinzu. «Ich war gleich sehr angetan von der Beschreibung, bewarb mich und bekam auch bald eine Zusage.»

Die Ausrichtung des Testsystems auf SARS-CoV-2 kam dann im Verlauf der Arbeit Anfang 2020, als Hennig Stahlberg die Universität Basel verlassen hatte und aus China die ersten Corona-Fälle bekannt wurden. «Zwar habe ich dadurch ein paar Monate verloren, aber es war doch auch sehr spannend an einem so aktuellen Thema zu arbeiten», erzählt Thomas.

### Nächster Karriereschritt in der Pharmaindustrie

Im Juli 2022 erhielt Thomas dann den von der Firma Sensirion gestifteten Swiss Nanotechnology PhD Award für die Publikation, in der er als Erstautor das Testsystem beschrieben

### Weitere Informationen:

#### Medienmitteilung über Publikation in ACS Applied Nanomaterials:

<https://nanoscience.ch/de/2022/01/24/neuer-schnelltest-koennte-parallel-corona-und-grippe-nachweisen/>

#### Video über die Publikation

<https://youtu.be/7VKskNZCoMc>

#### Publikation in ACS Applied Nanomaterials:

<https://doi.org/10.1021/acsanm.1c03309>

#### Video mit Thomas Mortelmans über die SNI-Doktorandenschule:

[https://youtu.be/9dqX\\_vimmcY](https://youtu.be/9dqX_vimmcY)

hat. Fast zeitgleich schloss er auch seine Dissertation mit der Bestnote ab. Seit September 2022 arbeitet er nun als Trainee bei Johnson & Johnson in Schaffhausen und lernt gerade die verschiedenen Bereiche eines globalen Pharmaunternehmens kennen.

In seiner jetzigen Rolle als StepIn Trainee wird er in drei verschiedenen Abteilungen des J&J-Standorts in Schaffhausen arbeiten. Zurzeit unterstützt er das Operational Support Team der Abteilung Optical Inspection, Device Assembly and Packaging bei verschiedenen Aufgaben, die von der Datenanalyse über die Risikobewertung bis hin zur Projektentwicklung reichen. Im Rahmen dieses Rotationsprogramms lernt er eine Menge neuer Technologien und Methoden kennen. «Das setzt voraus, dass ich mich in der Kommunikation mit Menschen unterschiedlichen Bildungshintergrunds wohlfühle. Und das ist vergleichbar

mit der Arbeit als Doktorand am SNI, wo wir im Rahmen eines interdisziplinären Projekts eine Brücke zwischen verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen schlagen», berichtet Thomas.

### **Eine wertvolle Zeit**

Rückblickend hatte Thomas eine tolle Zeit am Paul Scherrer Institut und in der SNI-Doktorandenschule. «Ich habe die interdisziplinäre Zusammenarbeit sehr genossen. Die Events wie die Winter School und der Annual Event des SNI waren wirkliche Highlights, bei denen ich viel über andere Themengebiete gelernt habe und dadurch nun in der Lage bin, Probleme aus verschiedenen Richtungen zu betrachten», berichtet er. Und auch die Zugehörigkeit zu zwei Institutionen und zwei Arbeitsgruppen am PSI und an der Universität Basel war für ihn kein Problem, sondern eher Bereicherung.

## **Ein schönes Highlight am Ende der Doktorarbeit** **Alexina Ollier wurde für ihre Arbeit ausgezeichnet**

Die ehemalige SNI-Doktorandin Alexina Ollier hat beim International Vacuum Congress 2022 in Sapporo (Japan) einen Young Researcher Award verliehen bekommen. Sie erhielt diese von der Canon Anelva Corporation gestiftete Auszeichnung für ihren Vortrag über elektronische Eigenschaften von einlagigem, freiem Graphen. Im Rahmen ihrer vom SNI unterstützten Doktorarbeit arbeitete sie mit derartigen atomaren Verbindungen und untersuchte Energieverluste in verschiedenen zweidimensionalen Materialien.



Alexina Ollier hat beim International Vacuum Congress 2022 in Sapporo (Japan) einen Young Researcher Award verliehen bekommen.

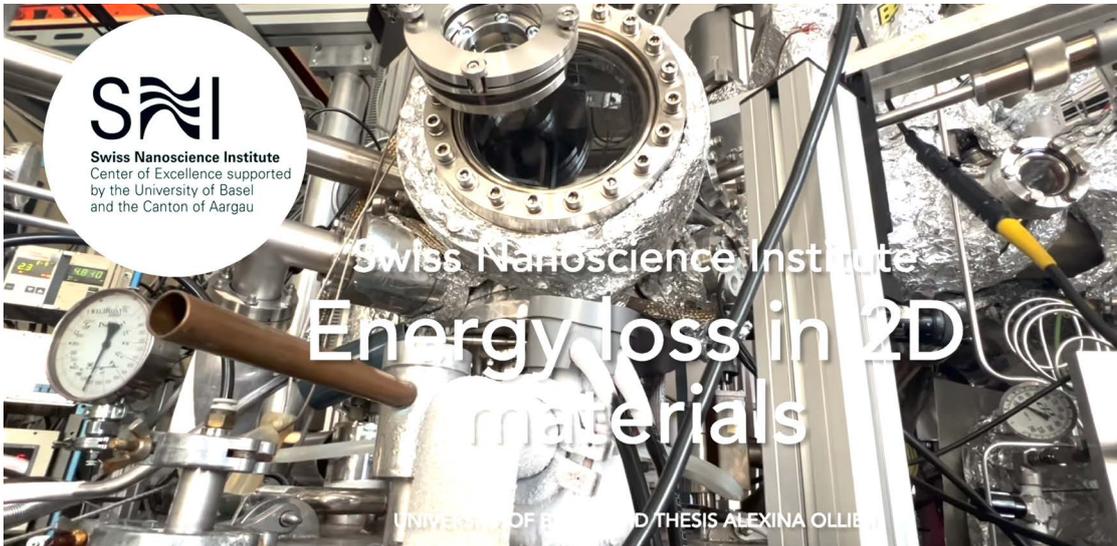
### **2D anders als 3D**

Mit zweidimensionalen Materialien wie Graphen oder Molybdädisulfid beschäftigen sich zahlreiche Forschende weltweit. Auch im SNI-Netzwerk untersuchen verschiedene Gruppen die Besonderheiten der 2D-Materialien. Diese aus einzelnen atomaren Lagen bestehenden kristallinen Materialien besitzen nämlich ganz andere physikalische Eigenschaften als ein dreidimensionaler Kristall desselben Materials. 2D-Materialien sind daher von grossem Interesse für ganz unterschiedliche Anwendungen, beispielsweise in der Elektronik oder Computertechnologie.

Auch Alexina Ollier hat sich in den letzten vier Jahren intensiv mit zweidimensionalen Materialien beschäftigt. Im Rahmen ihrer Doktorarbeit in der SNI-Doktorandenschule hat sie Energieverluste und Quanteneffekte in solchen 2D-Materialien untersucht.

### **Im Pendelmodus**

Alexina verwendete für diese Untersuchungen ein ganz spezielles Rasterkraftmikroskop (AFM für Atomic Force Microscope), das in ihrer Arbeitsgruppe bei Professor



**Weitere  
Informationen:**

**Forschungsgruppe  
Ernst Meyer**

<https://nanolino.unibas.ch/pages/intro.htm>

**Video mit  
Alexina Ollier**

<https://youtu.be/gzIXDVMMDd0>

In einem kurzen Video erklärt Alexina, wie sie in ihrer Doktorarbeit in der SNI-Doktorandenschule den Energieverlust bei zweidimensionalen Materialien untersucht hat.

Ernst Meyer am Departement Physik der Universität Basel entwickelt worden ist.

Bei diesem AFM fungiert der abtastende Federbalken (Cantilever) als winziges hin und her schwingendes Pendel. Für die Messung bei tiefen Temperaturen platzieren die Forschenden dieses oszillierende Pendel senkrecht zur Probe und bringen dann Probe und Pendel sehr nahe aneinander. Wenn an die Probe ein elektrisches Feld angelegt wird, interagieren bei einem Energieverlust Probe und Cantilever miteinander und die Schwingung des Cantilevers verringert sich. In dem AFM lässt sich diese reduzierte Oszillation durch eine energetische Anregung kompensieren. Dabei korrelieren die benötigte Anregung und der Energieverlust in der Probe, sodass sich dieser dann berechnen lässt.

### **Energieverlust und Quanteneffekte**

Da diese Methode so sensitiv ist, lässt sich damit der Energieverlust, auch Dissipation genannt, in verschiedenen zweidimensionalen Proben untersuchen. Zudem können die Forschenden auch Quanteneffekte darstellen und damit wichtige Information zum Verständnis der 2D-Materialien liefern.

In dem prämierten Vortrag, den Alexina Ollier im Rahmen des International Vacuum Congress 2022 in Sapporo (Japan) gehalten hat, präsentierte sie vor allem die Eigenschaften von einlagigem freiem Graphen.

In ihrer Doktorarbeit hat Alexina daneben auch Molybdändisulfid und eine besondere Graphen-Doppelschicht untersucht. Dieses sogenannte «Twisted Bilayer Graphen» besteht aus zwei Graphenlagen, die um den «magischen Winkel» von  $1.1^\circ$  gegeneinander verdreht sind. Dieses Twisted Bilayer Graphen ist so besonders, da es verschiedene quantenmechanische Phänomene zeigt, wie etwa Supraleitung, wo elektrischer Strom verlustfrei fließen kann.

Mit ihren AFM-Untersuchungen konnte Alexina zeigen, dass sich die drei verschiedenen 2D-Materialien sowohl betreffend des Energieverlusts wie auch hinsichtlich ihrer quantenmechanischen Effekte stark unterscheiden.

Das freischwebende einlagige Graphen verhielt sich dabei ähnlich wie Quantenpunkte. Dies bedeutet, dass die Elektronen in ihrer Be-

«Alexina Ollier ist es gelungen, spannende Fragestellungen von zwei-dimensionalen Materialien mittels Pendel-AFM zu untersuchen. Sie hat dabei neuartige physikalische Phänomene entdeckt. Mich hat beeindruckt, dass es ihr gelungen ist, verschiedene Kontakte innerhalb des SNI-Netzwerkes zu knüpfen, was schliesslich zum Erfolg geführt hat.»

**Professor Dr. Ernst Meyer, Departement Physik Universität Basel**

weglichkeit enorm eingeschränkt sind und ihre Energie keine kontinuierlichen, sondern nur noch diskrete Werte annehmen kann. Im Twisted Bilayer Graphen beobachtete Alexina Oszillationen der Energieverluste als Funktion des äusseren Magnetfeldes, was wahrscheinlich mit quantenmechanischen Interferenzeffekten zusammenhängt. In einer Atomlage von Molybdändisulfid stellte sie dann einen Phasenübergang zwischen Ferromagnetismus und Paramagnetismus fest. Beim Paramagnetismus kommt es nur bei Anwesenheit eines äusseren Magnetfeldes zu einer Magnetisierung während beim Ferromagnetismus die Magnetisierung auch ohne äusseren Magneten noch eine Weile anhält.

### **Viel gelernt und Sicherheit gewonnen**

Inzwischen hat Alexina ihre Doktorarbeit erfolgreich verteidigt. Die junge Wissenschaftlerin möchte ihre Forschungstätigkeit gerne als Postdoc in einem anderen Labor fortsetzen. Dabei reizt es sie, noch mal ein anderes Land und eine andere Kultur kennen zu lernen.

«Ich konnte schon eine ganze Menge Unterschiede feststellen, als ich nach meinem Master von Frankreich in

die Schweiz gekommen bin», erzählt Alexina. «In Basel habe ich die Freiheit genossen, die ich für meine Arbeit bekommen habe und die Tatsache, dass meine Meinung wirklich zählte.»

Insgesamt war es für Alexina eine tolle Zeit in dem Team von Ernst Meyer und in der SNI-Doktorandenschule. Sie hat die zahlreichen Gelegenheiten geschätzt bei der Winterschule «Nanoscience in the Snow» und beim Annual Event ihre Arbeit zu präsentieren und darüber zu diskutieren. Auch bei den Workshops wie dem Rhetorikkurs hat sie viel gelernt, wie sie berichtet. «Da wir untereinander ein so gutes Verhältnis haben, konnten wir uns bei diesen Kursen auch ganz offen Feedback geben – was mir sehr geholfen hat, jetzt sicher und mit Selbstvertrauen meine Arbeit vorstellen zu können.»

Die jüngste Auszeichnung in Sapporo belegt, dass Alexina mit ihrer Einschätzung richtig liegt. Sie hat sich nicht nur interessante wissenschaftliche Ergebnisse in ihrer Doktorarbeit erarbeitet, sondern kann diese auch unterhaltsam und anschaulich präsentieren.

## **Medizinische Nanowissenschaften**

### **Eine echte Bereicherung des Nanostudiums**

Seit September 2021 können Studierende der Nanowissenschaften an der Universität Basel die neue Vertiefungsrichtung Medizinische Nanowissenschaften wählen.

Ihnen steht damit eine spannende Alternative zu den bisherigen Vertiefungsfächern Physik, Chemie und Molekularbiologie zur Verfügung. Wir haben einige Studierende gefragt, warum sie die Vertiefungsrichtung Medizinische Nanowissenschaften gewählt haben, was ihre ersten Erfahrungen sind und mit welchen Themengebieten sie sich im Rahmen ihres Masterstudiums beschäftigen.

### **Wechsel stand im Raum**

Alexa Dani und Tamara Utzinger hatten 2021 am Ende ihres Bachelorstudiums in Nanowissenschaften überlegt, in den Masterstudiengang Biomedical Engineering zu wechseln. Ihr Interesse lag bei biologisch-medizinischen Fragestellungen und sie wollten möglichst nah an einer Anwendung arbeiten. Als dann aber im September 2021 die Vertiefungsrichtung Medizinische Nanowissenschaften möglich wurde, war der Wechsel für beide keine Option mehr und sie blieben bei den Nanowissenschaften. «Wir haben uns auf jeden Fall richtig entschieden!», bestätigen die beiden jungen Frauen einstimmig. «In den Medizinischen Nanowissenschaften gibt es grosse Wahlmöglichkeiten. Wir können Vorlesungen in Biomedical Engineering und auch in Drug Sciences belegen. Durch

die Wahl unserer beiden Projektarbeiten und der Masterarbeit bekommen wir auch weiterhin einen Einblick in verschiedene Bereiche und können interdisziplinär forschen», fassen die beiden die Vorteile der Vertiefungsrichtung zusammen.

### **Forschung nah an der Anwendung**

Alexa Dani, die vor vier Jahren aus München zum Nanostudium nach Basel kam, hat die interdisziplinäre Arbeit an den Grenzen von Medizin, Biologie und Physik vor allem während einer ihrer Projektarbeiten bei dem Startup ARTIDIS erlebt. Ihr gefiel die Arbeit dort so gut, dass sie auch ihre Masterarbeit dort schreiben wird. «Ich leiste mit meiner Arbeit einen Beitrag zur Zulassung des ARTIDIS-Geräts, das eine schnelle Aussage über die Bös-



Tamara Utzinger, Michelle Arnet, Alexa Dani und Elaine Schneider sind froh, dass sie mit der neuen Vertiefungsrichtung Medizinische Nanowissenschaften Forschungsprojekte bearbeiten können, die nah an einer medizinischen Anwendung stehen.

artigkeit eines Tumors ermöglicht und bereits Daten für eine mögliche Behandlung liefert», berichtet sie. Neben diesem direkten Effekt, den ihre Arbeit hat, und der Interdisziplinarität ihrer Aufgabe, gefällt ihr auch die familiäre, gute Atmosphäre in dem Unternehmen – das seine Wurzeln in der Gruppe des Argovia-Professors Roderick Lim vom Biozentrum hat.

Auch Tamara Utzinger möchte mit ihrer Forschung konkret zu einer möglichen Anwendung beitragen. Die junge Aargauerin hat im Oktober 2022 ihre Masterarbeit an der University of California San Francisco in der Gruppe von Professor Andrew Yang begonnen. Sie untersucht dort, welche Immunzellen die Bluthirnschranke durchdringen und bei neurodegenerativen Erkrankungen im Gehirn Entzündungen auslösen können. Dieses Wissen kann in Zukunft helfen derartige Krankheiten zu behandeln.

### Zellen als Ausgangspunkt für Krankheiten

Erfahrung im Ausland zu sammeln fand auch der Masterstudent Philippe Van der Stappen attraktiv. Er forscht zurzeit im Team von Professor Alex de Marco an der Monash University (Australien).

Schon bei Beginn seines Nanostudiums war er begeistert von der Komplexität der Natur mit ihrer Vielzahl von «Nanomaschinen» wie den menschlichen Zellen. «Ihr Zusammenspiel ist exzellent aufeinander abgestimmt und funktioniert in den meisten Fällen perfekt. Aufgrund von Gesetzen der Physik und Chemie können aber kleinste Fehler dieser Maschinen die Ursache von Krankheiten sein. Es fasziniert mich, dass wir durch die genaue Untersuchung von Zellen die Entstehung von Krankheiten besser verstehen können», erklärt der junge Nachwuchsforscher aus dem Aargau seine Motivation die Vertiefungsrichtung Medizinische Nanowissenschaften gewählt zu haben.

Bereits bei seinen beiden Projektarbeiten war er begeistert davon Hightech-Geräte anzuwenden, um damit Zellbestandteile bis ins kleinste Detail zu untersuchen. Jetzt arbeitet er mit einem Plasma Focused Ion Beam-Mikroskop, mit dem sich sogar einzelne Zellregionen abtrennen lassen. Im Rahmen seiner Masterarbeit entwickelt er einen Arbeitsablauf, um damit genau die Zellregionen zu isolieren, die für die Bewegung von Zellen verantwortlich sind, um im Anschluss die Gesamtheit der Proteine in diesen Regionen zu analysieren. Relevant ist diese Forschung in der Erforschung von Krebs sowie degenerativen und entzündlichen Erkrankungen, da auch Tumor- und Immunzellen mobil sind. Philippe gefällt diese Art der Forschung sehr gut: «Meine Arbeit hier ist sehr spannend und vielfältig – von der Biologie, über Ingenieurswesen und Programmieren bis zur Datenanalyse ist alles dabei.»

Alexa, Tamara und Philippe fühlen sich durch ihre breite Ausbildung im Nanostudium und durch die Vorlesungen im Masterstudium sehr gut für diese anspruchsvollen Aufgaben vorbereitet und geniessen es immer wieder auf ihre interdisziplinäre Ausbildung zurückgreifen zu können.

### Vorlesungen dienen der Orientierung

Für Elaine Schneider und Michelle Arnet steht noch nicht fest, auf welches Gebiet sie sich bei ihrer Masterarbeit fokussieren möchten, da sie erst im September 2022 mit ihrem Masterstudium begonnen haben. Aber für beide war das Angebot der medizinischen Nanowissenschaften so attraktiv, dass es ihnen nicht schwerfiel, sich dafür zu entscheiden. Nun wollen sie sich zunächst einmal anhand von Vorlesungen orientieren und dann schauen, wo sie ihre Masterarbeit schreiben möchten.

Elaine hat mit ihrer ersten Projektarbeit schon begonnen. Sie hatte schon vor Beginn des Nanostudiums Interesse an den Neurowissenschaften und so arbeitet sie jetzt bei Professorin Anne Eckert am Departement für Klinische Forschung der Universität Basel. Dabei untersucht sie, wie sich die Bioenergetik von bestimmten Modellzellen für Nervenzellen unter dem Einfluss von Hormonen verändert.

Auf jeden Fall sind sich die fünf befragten Studierenden einig, dass die Medizinischen Nanowissenschaften eine bereichernde Erweiterung des Masterstudiums Nanowissenschaften darstellen. Dank dieser neuen Wahlmöglichkeit können sie im Rahmen der Nanowissenschaften an Forschungsprojekten arbeiten, für die sie sich begeistern und die teilweise recht nah an einer Anwendung sind.

### Weitere Informationen:

**Master-Programm Nanowissenschaften Universität Basel**

<https://nanoscience.ch/de/studium/masterstudium>

# Nano sichtbar machen

## INASCON findet 2023 wieder in Basel statt

Vom 22.–25. August 2023 findet an der Universität Basel die Internationale Nanoscience Student Conference (INASCON) statt. Ein Team von acht Studierenden und Doktorierenden der Nanowissenschaften in Basel organisiert diesen Anlass, zu dem etwa hundert Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus der ganzen Welt erwartet werden.

Eine Tagung von Studierenden für Studierende – das war die Idee bei der ersten INASCON (International Nanoscience Student Conference), die 2007 in Silkeborg (Dänemark) zum ersten Mal stattfand. Seither kamen Studierende der Nanowissenschaften aus Europa und Übersee achtzehn Mal in acht verschiedenen Ländern für diese Tagung zusammen. 2023 ist Basel zum dritten Mal Gastgeber der Konferenz, die unter dem Motto «Make Nano Visible» stehen wird.

«Dabei geht es uns nicht nur um die Darstellung von Nanostrukturen mit verschiedenen mikroskopischen Methoden», erläutert Alexa Dani, Masterstudentin in Basel und im Organisationsteam für Kommunikation zuständig. «Auch die Effekte und der Nutzen von Strukturen und Phänomen auf der Nanometerskala machen Nano ja sichtbar und darüber wollen wir bei der nächsten INASCON reden.»

Neben acht wissenschaftlichen Sessions, die ganz unterschiedliche Aspekte der Nanowissenschaften adressieren, wird es eine «Opportunity Fair» geben, bei der sich Firmen und akademische Institutionen vorstellen können. Desweiteren sind Exkursionen und gemeinsame Abend-

essen geplant, um den interdisziplinären Austausch und die Vernetzung aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer möglich zu machen.

Bis es aber soweit ist, dass sich im August interessierte Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler im Pharmazentrum der Universität Basel zum interdisziplinären Austausch treffen, gibt es für das Organisationsteam noch viel zu tun. Zurzeit treffen sich Valerie Bendel, Mathias Claus, Alexa Dani, Timon Flathmann, Luca Forrer, Rahel Kaiser, Elaine Schneider und Lukas Schneider einmal wöchentlich, um Details zu besprechen und Entscheidungen zu fällen. Zwischen diesen Meetings kümmern sich die Organisatorinnen und Organisatoren um das Programm, logistische Aspekte wie Unterkünfte und Verpflegung, Sponsoring und Finanzen sowie Kommunikation.

Das SNI-Team und Professor Christian Schönenberger unterstützen sie dabei und wir freuen uns schon sehr, viele engagierte junge Nanowissenschaftlerinnen und Nanowissenschaftler im Sommer hier in Basel begrüßen zu können.



Elaine Schneider, Lukas Schneider, Timon Flathmann, Alexa Dani, Luca Forrer, Rahel Kaier, Mathias Claus und Valerie Bendel organisieren die nächste INASCON. ([www.inascon.org](http://www.inascon.org))

«Das Organisieren einer Tagung ist ein Kraftakt. Dass ein Team von Studierenden und Doktorierenden aus den Nanowissenschaften sich genau dafür bei INASCON engagiert, ist nicht selbstverständlich. Das Team wird aber bald feststellen, dass die vertiefte Auseinandersetzung mit den Inhalten und den Sprechern sehr gewinnbringend ist.»

**Professor Dr. Christian Schönenberger**

# Gastbeitrag von Nicolai Jung

## Ein unvergessliches Jahr an der Harvard University

Seit Beginn meines Studiums hatte ich immer den Plan auch mal an einer anderen Universität im Ausland zu studieren, um meinen Horizont zu erweitern. Mit einem wundervollen Jahr an der Harvard University (Massachusetts, USA) habe ich diesen Traum verwirklicht. In dieser spannenden Zeit habe ich nicht nur wertvolle wissenschaftliche Erfahrung ausserhalb der Schweiz gesammelt, sondern auch viel über die Gründung eines Unternehmens gelernt, mein Netzwerk ausgebaut und Quidditch spielen gelernt.

### Masterarbeit ist ein guter Zeitpunkt

Das Bachelorstudium in Nanowissenschaften hat mit vielen Vorlesungen, Praktika und den Blockkursen einen sehr engen Zeitplan. Daher hatte ich mich entschieden, meinen Auslandsaufenthalt während des Masterstudiums einzuplanen. Das ging relativ einfach, da wir für eine Masterarbeit im Ausland nur eine Professorin oder einen Professor an der Universität Basel finden müssen, die oder der das Forschungsprojekt betreut.



Zusammen mit meinen beiden engsten Freunde aus meiner Zeit in Harvard vor der Harvard Medical School. (Bild: N. Jung, links)

Nach verschiedenen Praktika im Bachelor- und Masterstudium wusste ich, dass ich meine Masterarbeit im Bereich der Malariaforschung durchführen möchte. Ich suchte daher online ganz spezifisch nach Forschungsgruppen in diesem Bereich. Fünfzehn Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in den USA, UK und Australien schrieb ich an, worauf einige Vorstellungsgespräche folgten. Als ich dann von Professor Manoj Duraisingh an der Harvard University (Massachusetts, USA) – meiner ersten Wahl – eine Zusage bekam, war ich überglücklich. Ich fragte Professor Till Voss vom Schweizerischen Tropeninstitut

an der Universität Basel, ob er bereit wäre, die Arbeit zu betreuen. Und um den Aufenthalt in Boston zu finanzieren, bewarb ich mich für mehr als dreissig Schweizer Stipendien. Ich erhielt fünf Zusagen – darunter auch eine vom Swiss Nanoscience Institute für den Argovia Travel Grant.

### Anspruchsvolle Aufgabe

Die Ankunft in den USA war sehr aufregend und das Einleben sehr einfach, da die Harvard University einen gut strukturierten und organisierten Einschreibungsprozess für internationale Studierende etabliert hat. Im Labor wurde ich herzlich begrüsst und konnte schnell mit meinem Projekt beginnen. Meine Arbeit bestand darin, ein System für die Proteinexpression von Impfstoffkandidaten des Malariaerregers *Plasmodium vivax* zu entwickeln.

Der parasitäre eukaryotische Einzeller *Plasmodium vivax* kann bisher nicht *in vitro* kultiviert werden und die meisten seiner Proteine lassen sich nicht von anderen Organismen durch die Übertragung der Gene produzieren. Dies macht es sehr schwierig, Impfstoffe gegen diesen Parasiten zu entwickeln – eines der entscheidenden Ziele beim globalen Kampf gegen Malaria.

Mein Ziel war es daher, ein neuartiges Expressionssystem zu entwerfen, mit dem Gene, welche die Information für spezifische *Plasmodium vivax*-Proteine enthalten, in genetisch ähnlichen jedoch kultivierbaren Malariaparasiten übertragen werden. Diese Erreger produzieren dann die gewünschten Proteine, welche sich anschliessend auf Funktion, Bindungspartner und Struktur untersuchen lassen und als Grundlage für die Entwicklung eines Impfstoffs dienen. Ausserdem lassen sich durch die so produzierten Proteine sowohl therapeutisch einsetzbare Antikörper als auch Nanobodies herstellen.

Für mich war die Arbeit in mehrfacher Hinsicht eine Herausforderung. Zum einen war ich es nicht gewohnt, so viel intellektuelle Freiheit bei der Lösung eines konkreten Problems zu haben. Zum anderen hatte ich die alleinige Verantwortung für das Ergebnis. Ich habe



Unser Harvard-Quidditch-Team bei der nationalen Meisterschaft. (Bild: N. Jung)

mehrere Fehlschläge erlebt und musste das Projekt mehrfach anpassen. Am Ende habe ich dadurch aber sehr viel gelernt und eine Menge neuer Fähigkeiten erworben.

Der Aufenthalt in Harvard war für mich ein tolles Sprungbrett in die Forschungswelt. Seit November habe ich eine Anstellung am Walter and Eliza Hall Institute of Medical Research in Melbourne (Australien) – auch wieder im Bereich der Malariaforschung. Vielleicht kehre ich dann im nächsten Sommer für meine Doktorarbeit nach Boston zurück, da ich durchweg positive Erinnerungen an dieses Auslandsjahr habe.

### **Kulturelle Unterschiede erlebt**

Durch die langen Tage, Nächte und Wochenenden im Labor habe ich auch erlebt, wie unterschiedlich die amerikanische und die schweizerische Arbeitskultur sind, wenn es um die Vereinbarkeit von Beruf und Freizeit geht. Ein weiterer kultureller Unterschied ist das Engagement meiner Kolleginnen und Kollegen auch ausserhalb der Forschung. Die meisten Studierenden in meinem Umfeld engagierten sich gleich in mehreren Sozial- und Sportvereinen.

Auch ich engagierte mich ausserhalb des Labors. Zum einen trat ich dem Führungsteam von Nucleate Boston bei – einer Studierenden-Organisation, die Firmengründungen im Bereich der Life-Sciences unterstützt. Ich konnte dadurch enorm viel über Gründungsprozesse und unternehmerisches Denken lernen und mir zudem ein grosses globales Netzwerk aufbauen, da Nucleate mittlerwei-

le an über 18 Standorten in den USA und Europa vertreten ist.

### **Erst gelacht und dann geschwitzt**

Zum anderen wurde ich Mitglied des offiziellen Harvard-Quidditch-Teams. Ja, genau, Quidditch – das Spiel aus den Harry Potter Büchern. Die Spielerinnen und Spieler versuchen dabei einen Ball in Reifen zu werfen oder den «Schnatz» zu fangen – und das alles auf einem Besen reitend und mit Körperkontakt wie beim Rugby.

Als ich davon hörte, habe ich erst mal gelacht, es dann aber doch ausprobiert, weil ich eine für mich neue Sportart ausprobieren wollte. Es wurde dann ein ganz schön intensiver Einsatz mit dreimal Training pro Woche. Das anschliessende gemeinsame Frühstück oder Abendessen war aber eine gute Möglichkeit, Kontakte zu knüpfen, in Form zu bleiben und sich gesund zu ernähren. Zudem konnten wir als Team regionale und nationale Erfolge feiern.

### **Wertvolle Erfahrung**

Es ist unmöglich, ein ganzes Jahr voller Erfahrungen und Erkenntnisse auf 1–2 Seiten zusammenzufassen. Was mir jedoch am meisten in Erinnerung geblieben ist, sind die vielen talentierten Menschen, die ich kennengelernt habe, und wie dieses Jahr meine persönliche Entwicklung gefördert hat. Deshalb würde ich allen Studierenden raten, das Gleiche zu tun und auch einige Zeit im Ausland zu verbringen. Vielleicht ist es anfangs mit Zusatzarbeit verbunden, aber es lohnt sich auf jeden Fall!

### **Weitere Informationen:**

#### **Arbeitsgruppe Duraisingh:**

<https://sites.sph.harvard.edu/duraisingh-lab/>

#### **Nucleate Boston:**

<https://nucleate.xyz/locations/boston-ma/>

#### **Harvard Quidditch Team:**

<https://harvardquidditchclub.com>

#### **Walter and Eliza Hall Institute of Medical Research in Melbourne:**

<https://www.wehi.edu.au>

#### **Weitere Erfahrungsberichte von Nano-Studierenden**

<https://nanoscience.ch/de/studium/masterstudium/mobilitaet/>

# Veranstaltungen

Impressionen vom  
Beginn des Annual  
Events  
<https://youtu.be/4hBxGm0qSpM>

In den letzten Monaten konnten wir nachholen, was in den beiden letzten Jahren nicht immer möglich war: Veranstaltungen in grösserem Rahmen und ohne aufwendige Schutzkonzepte fanden intern wie auch mit externem Publikum wieder statt.

## Annual Event

Der diesjährige Annual Event war ein ganz besonderer. Zum einen war es einfach wunderbar mit den Kolleginnen und Kollegen wieder unbeschwert zusammen zu kommen, sich auszutauschen, Neues aus der Nanoforschung zu lernen und über die ganz unterschiedlichen Themen zu diskutieren. Zum anderen stand der Event aber auch für den Wechsel an der Spitze des SNI. Christian Schönenberger war zu Beginn des Meetings der Gastgeber, Martino Poggio übernahm diese Rolle am Ende des zweiten Tags. Martino nutzte diese Gelegenheit um Christian für seinen enormen Einsatz für das SNI in den letzten sechzehn Jahren zu danken und ihn zum Ehrenmitglied des SNI zu ernennen.

Auf Wunsch zahlreicher SNI-Mitglieder gab es in diesem Jahr etwas mehr Zeit für den Austausch untereinander – was ein ganz wichtiger Aspekt dieses jährlichen Treffens des interdisziplinären Netzwerks ist. Die besprochenen Themen waren dabei so vielfältig wie die spannenden Vorträge und Poster, die Doktorierende sowie Projektleiterinnen und Projektleiter präsentierten. Die Spanne der Themen reichte von Quantenkommunikation über Nanoelektronik bis zu molekularen

Nanomaschinen. Ein Highlight war die Late Night Lecture über Artificial Intelligence, die von Professor Tomaso Poggio (MIT, Massachusetts, USA) gehalten wurde sowie der Vortrag des langjährigen Argovia-Ausschuss Mitglieds Dr. Walter Riess (IBM Research, Zürich), der seine vielfältige Erfahrung aus der Forschungswelt teilte.

### Prämierte Doktorierende

Für den besten Vortrag unter den Doktorierenden erhielt Josh Zuber aus dem Quantum Sensing Lab von Professor Patrick Maletinsky einen Preis. Ajmal Roshan, der in den Gruppen von Professor Patrick Shahgaldian (FHNW) und Professor Jonathan de Roo (Departement Chemie) arbeitet, wurde für sein exzellentes Poster ausgezeichnet.

Der diesjährige Annual Event war vielleicht auch deshalb so besonders, da es die letzte Veranstaltung auf der Lenzerheide war. Nächstes Jahr trifft sich das SNI-Netzwerk im Kanton Aargau am Hallwilersee. Schon jetzt freuen wir uns, die Tradition eines Meetings, das im Zeichen des interdisziplinären Austauschs über die Grenzen von Institutionen hinweg steht, in neuer Umgebung fortzusetzen.



# Nano-Tech Apéro

Die Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) war in diesem Jahr Gastgeber eines gut besuchten Nano-Tech Apéros, zu dem mehr als sechzig Teilnehmerinnen und Teilnehmer von Forschungsinstitutionen und Industrie Ende Oktober zusammenkamen.

Ergebnisse aus aktuellen angewandten Forschungsprojekten in Zusammenarbeit mit Industriefirmen aus der Nordwestschweiz standen dabei im Vordergrund. Präsentationen und Poster von Projektleiterinnen und Projektleitern sowie Industriepartnern

zeigten die Vielfalt der vom SNI im Rahmen des Nano-Argovia-Programms geförderten Projekte. Interessant waren auch die Laborführungen durch vier Labore der FHNW Hochschule für Life Sciences.

Wir bedanken uns ganz herzlich bei der Fachhochschule und bei allen Sprecherinnen und Sprechern für die Einblicke in die vielfältige angewandte Forschung sowie bei allen, die uns die Führungen durch die eindrucksvollen Labore ermöglicht haben.



Der Nano-Tech Apéro bietet eine ideale Möglichkeit sich über laufende angewandte Projekte im Nano-Argovia-Programm zu informieren, Kontakte zu knüpfen und Ideen für neue Projekte zu entwickeln.

# Wassereperimente, glitzernde Schokolade und vieles mehr

In den letzten Monaten war das Outreach-Team des SNI so viel unterwegs wie nie zuvor. Es verging fast keine Woche, in der nicht eine Veranstaltung stattfand, auf der das SNI-Team anhand spannender Beispiele die Faszination für die Naturwissenschaften teilen konnte.

## Alles rund ums Wasser

So bot das SNI im Rahmen einer Zusammenarbeit mit dem Museum Burghalde in Lenzburg mehrere Workshops für Schulklassen an. Dabei konnten die Schülerinnen und Schüler viel Neues rund um Wasser lernen und vor allem die Besonderheiten von Wasser beim Experimentieren selbst erfahren.

Das Museum Burghalde hat zum Thema Energie und Wasser dieses Jahr eine Sonderausstellung eröffnet. Das SNI

hatte das darin integrierte Wasserlabor mit zahlreichen Experimenten konzipiert und mehrere Erklärvideos, welche die Besonderheiten von Wasser leicht verständlich präsentieren, zur Verfügung gestellt.

## Konzept mit verschiedenen Stationen

Auf den diesjährigen Science Days im Europa-Park Rust (Deutschland) lockte zunächst glitzernde Schokolade zahlreiche Besucherinnen und Besucher an den SNI-Stand. Mithilfe von Chocofoil produzierte das SNI-Team nämlich Basler Leckerli, die mit mikrostrukturierter und damit in Regenbogenfarben schillernder Schokolade überzogen waren.

Kinder, Jugendliche und Erwachsene konnten an verschiedenen Experimentierstationen dann noch mehr zu



Beim Rüeblimärt in Aarau konnten Besucher:innen des SNI-Stands nicht nur etwas gewinnen, sondern auch experimentieren und viel über die Aktivitäten des SNI erfahren. Bei der ECOC und bei den Science Days standen optische Experimente im Vordergrund, während die Schüler:innen beim Workshop im Museum Burghalde in Lenzburg anhand zahlreicher Experimente die spannenden Eigenschaften von Wasser erleben konnten.

Themen wie Nanostrukturen, Lotuseffekt und Ferrofluid erfahren sowie mit einem Quiz verschiedene Preise gewinnen.

### Verschiedene Zielgruppen

Das SNI hatte dieses Jahr auch wieder einen Stand beim Rüeblimärt in Aarau. Hier stand vor allem im Vordergrund Besucherinnen und Besucher des beliebten Markts ganz allgemein über Nanowissenschaften zu informieren und das Engagement des Kantons Aargau auf diesem Gebiet hervorzuheben.

Unterschiedliche Themen aus den Nanowissenschaften faszinierten auch zahlreiche Schülerinnen und Schüler bei Besuchen des SNI-Teams an Schulen. Dabei boten die beiden Outreach-Managerinnen Dr. Kerstin Beyer-Hans und Dr. Michèle Wegmann Kurse rund um Rasterkraftmikroskopie im Rahmen von Projekttagen an oder präsentierten unterschiedliche Themen aus den Nanowissenschaften bei den TecDays, die von der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW) organisiert werden. Einige Studierende der Nanowissenschaften an der

Universität Basel beteiligten sich an derartigen Schulbesuchen, stellten den Bachelor- und Masterstudiengang Nanowissenschaften sowie Forschungsarbeiten vor und standen zu allen Fragen rund ums Studium Rede und Antwort.

Auch Lehrpersonen profitierten von den unterschiedlichen Angeboten des SNI. So kamen beispielsweise Physik-Lehrerinnen und Lehrer aus Thun zu einer Fortbildung ans Swiss Nanoscience Institute der Universität Basel. Sie erhielten anhand von Vorträgen einen Einblick in die aktuelle Forschung im Bereich der Physik.

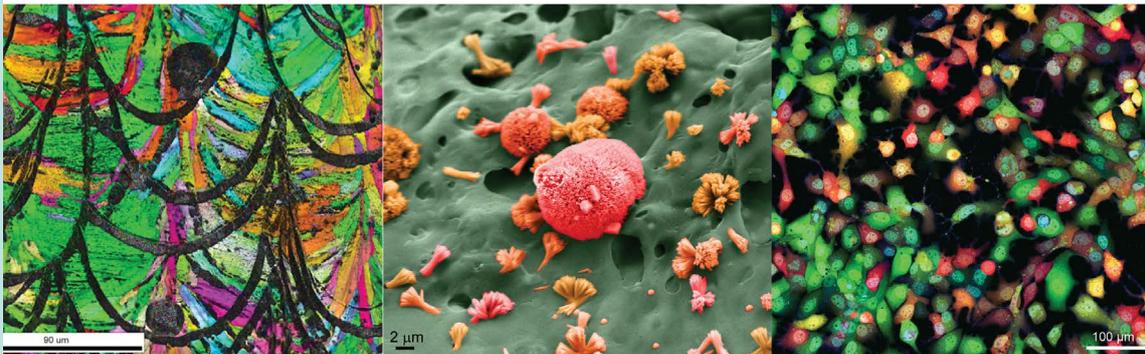
Das SNI-Angebot auf der European Conference on Optical Communication (ECOC) lieferte zahlreichen Schülern und Schülerinnen einen anderen Blickwinkel auf Optik.

Wenn auch Sie Interesse an einem Besuch des SNI-Teams an Ihrer Schule haben oder Sie Labore aus dem SNI-Netzwerk besuchen möchten, kontaktieren Sie uns unter:

[sni-outreach@unibas.ch](mailto:sni-outreach@unibas.ch).

## Nano Image Award 2022

Wir haben dieses Jahr besonders viele wunderschöne Bilder erhalten und danken allen, die sich an dem Wettbewerb beteiligt haben. Es war nicht einfach, die drei schönsten Bilder auszusuchen und wir werden versuchen möglichst viele Bilder in unseren Kommunikationsmaterialien zu verwenden, um so die Schönheit der Mikro- und Nanowelt mit einem breiten Publikum zu teilen.



### Additiver Konstruktivismus

Farbkristall-Orientierungskarte eines 3D-gedruckten (additiv hergestellten) Edelstahls nach dem Ätzen der Oberfläche, um die Spuren des Schmelzbades sichtbar zu machen.

Das Material ist porös (schwarze runde Kreise an den Spitzen der Schmelzbadspuren sind die Poren), wodurch das Wachstum der Kristallite im Material während der Erstarrung unterbrochen wird. Daher besteht jedes Schmelzbad aus mehreren kleinen Kristalliten mit unterschiedlicher Ausrichtung.

**Dr. Efthymios Polatidis und Christos Sofras**  
Laboratory for Neutron Scattering and Imaging (LNS), Paul Scherrer Institute

### Nanoblumen wie ein Schwamm

Gewachsene Kristalle aus Fluorapatit auf einer behandelten Zahnoberfläche.

Das Bild wurde in Vorbereitung auf eine Veröffentlichung gemacht, die auch Ergebnisse aus dem Nano-Argovia-Projekt NanoCure enthält.

**Dr. Lucy Kind**  
FHNW School of Life Sciences, Muttenz

### Lipid-Nanopartikel in transgenen Zellen

Analyse von menschlichen Zellen, die ein fluoreszierendes Protein nach einem Gentransfer exprimieren. Lipid-Nanopartikel (LNP) wurden dabei als Träger für genetisches Material verwendet. Gezeigt ist eine Analyse der Zellen mittels konfokaler Mikroskopie.

Hellgrüne Flecken: endosomale Freisetzung, grünes Signal: Galectin3-GFP, rotes Signal: Transgen RFP, cyanfarbenedes Signal: Zellkerne, blaues Signal: LNP

**Claudio Alter, SNI-Doktorandenschule, Departement für Pharmazeutische Wissenschaften, Universität Basel**

**Herzlichen Glückwunsch den Gewinnern!**

# Neuigkeiten aus dem SNI-Netzwerk

## SNI-Doktorand Mitchell Brüderlin im Portrait

Die Universität Basel hat kürzlich den SNI-Doktoranden Mitchell Brüderlin im Rahmen ihrer Sommerserien «Im Fokus» portraitiert.

Der Aargauer Mitchell Brüderlin hat an der Universität Basel Nanowissenschaften studiert und war dann von einem der PhD School-Projekte so begeistert, dass er nicht wie ursprünglich geplant ins Ausland gegangen, sondern in Basel geblieben ist. In dem Portrait berichtet er von seiner Arbeit am Biozentrum und erzählt wie er überhaupt zum Nanowissenschaftsstudium gekommen ist.

### Link zum Artikel «Mitchell Brüderlin bläst zum Kampf der Bakterien» (Universität Basel)

<https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-People/Im-Fokus-Mitchell-Bruederlin-blaest-zum-Kampf-der-Bakterien.html>



Mitchell Brüderlin bei der SNI Winter School "Nanoscience in the Snow" 2022, bei der er den Best Poster Award gewann.



Nadine Leisgang und Thomas Karg gewinnen SPS-Preise für ihre Doktorarbeiten.

## Nadine Leisgang und Thomas Karg gewinnen SPS-Preise für ihre Dissertationen

Die Schweizerische Physikalische Gesellschaft (SPS) vergibt Preise an junge Physikerinnen und Physiker für herausragende Forschungsarbeiten in der Anfangsphase ihrer Laufbahn. Im Jahr 2022 erhielten zwei ehemalige Doktorierende des Departements Physik und des Swiss Nanoscience Institute diese prestigeträchtige Auszeichnung.

### Link zum Artikel

<https://nanoscience.ch/de/2022/09/08/nadine-leisgang-und-thomas-karg-gewinnen-sps-preise-fuer-ihre-dissertationen/>

### Schweizerische Physikalische Gesellschaft

<https://www.sps.ch/preise/spg-preise/gewinner-2022>

### Uni News über Arbeit von Nadine Leisgang

<https://nanoscience.ch/de/2020/08/12/stark-lichtabsorbierendes-und-regelbares-material-entwickelt/>

### Uni News über Arbeit von Thomas Karg

<https://nanoscience.ch/de/2020/05/08/licht-schleife-koppelt-quantensysteme-ueber-distanz/>

## SNSF Starting Grant für Murielle Delley

Prof. Dr. Murielle Delley, seit 2021 Assistenzprofessorin am Departement Chemie der Universität Basel und Mitglied im SNI-Netzwerk, bekommt einen SNSF Starting Grant vom Schweizerische Nationalfonds (SNF).

Bevor Murielle Delley an die Universität Basel kam, forschte sie unter anderem an der Yale University, USA und der ETH Zürich. Mit ihrem SNF-Projekt möchte Delley eine nachhaltigere Produktion von Chemikalien ermöglichen. Dazu erforscht sie heteroatomare Defekte in Cobaltsulfiden und -oxiden, die der Schlüssel für eine effizientere Elektrokatalyse sein könnten.

### Uni News, Universität Basel

<https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-People/Sieben-SNSF-Starting-Grants-fuer-Forschende-der-Universitaet-Basel.html>



## Eine Ernennung und vier Beförderungen

Der Universitätsrat hat Prof. Dr. Murielle Delley zur Assistenzprofessorin für Anorganische Chemie ernannt. Ausserdem hat er vier Beförderungen in der Medizinischen und der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät ausgesprochen.

An der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät werden Professor Dr. Sebastian Hiller und Professor Dr. Timm Maier (beide Biozentrum) per 1. Februar 2023 zum Full Professor befördert. Professor Dr. Dominik Zumbühl wird zum Frühjahrssemester 2023 zum Full Professor am Departement Physik befördert.

### Uni News, Universität Basel

[https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-Info/Eine-Ernennung-und-vier-Befoerungen.html?mtm\\_campaign=UN\\_20221130\\_UR](https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-Info/Eine-Ernennung-und-vier-Befoerungen.html?mtm_campaign=UN_20221130_UR)



Prof. Dr. Murielle Delley. (Bild: Karissa Van Tassel)

## Abbildung von supraleitenden Qubit-Bauelementen mit scannendem SQUID

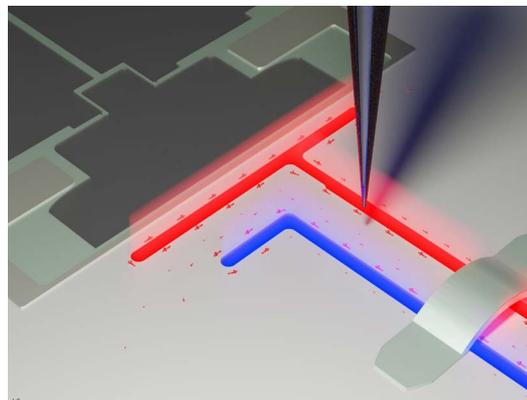
Physiker aus dem SNI-Netzwerk von der Universität Basel und der ETH Zürich haben ein supraleitendes Quanteninterferometer (scanning superconducting quantum interference device, SQUID) verwendet, um den Stromfluss eines für das Quantencomputing entwickelten supraleitenden Geräts abzubilden. Die Daten helfen, die Qubit-Steuerung zu optimieren. Der Artikel erschien in «Applied Physics» Letters.

### Originalpublication Applied Physics Letters

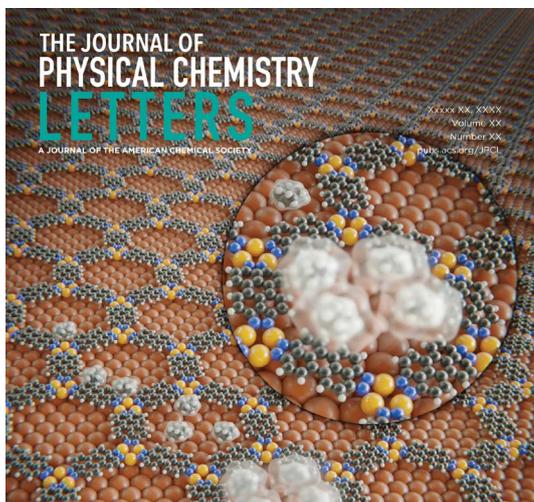
<https://aip.scitation.org/doi/10.1063/5.0103597>

### “Scilight“-Artikel, der die Arbeit zusammenfasst:

<https://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.5013509>



Karte des Magnetfelds, die den Fluss der Stromdichte innerhalb des Geräts zeigt. (Bild: Departement Physik, Universität Basel)



Die Cycloalkane passen ihre Form an, wenn sie in winzige Poren eingeschlossen werden, wie die Forschenden auf dem Titelblatt von «The Journal of Physical Chemistry Letters» zeigen. (Bild: Dep. Physik, Universität Basel)

## Tanzende Moleküle

Wenn Cycloalkane in nanometergrosse Poren eingeschlossen werden, passen sie ihre Form an – ähnlich wie beim induced fit concept aus der Biochemie beschrieben. Die Moleküle verhalten sich dabei nicht alle gleich. Bei zunehmendem Platzmangel und tiefen Temperaturen unter 5K beginnen sich die Moleküle in überraschender Weise zu bewegen.

Forschende aus dem SNI-Netzwerk um Professor Thomas Jung vom Departement Physik der Universität Basel und vom Paul Scherrer Institut haben dies anhand rastertunnelmikroskopischer Bilder belegt und ihre Ergebnisse in «The Journal of Physical Chemistry Letters» publiziert.

### Originalpublikation

<https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jpcclett.2c01592>

## Kopplung von Elektron-Loch-Paaren

Physikern der Universität Basel ist es erstmals gelungen, unterschiedliche Arten von Elektron-Loch-Paaren (Exzitonen) in dem van-der-Waals-Material Molybdändisulfid zu koppeln. Die Forschenden können dadurch die unterschiedlichen Eigenschaften der zwei Arten von Elektron-Loch-Paaren nutzen und regeln. Diese erfolgreiche Kopplung könnte dazu dienen eine neuartige Quelle für einzelne Lichtteilchen (Photonen) herzustellen. Zudem ist die Untersuchung und Modellierung der Exziton-Exziton-Kopplung für das Verständnis der fundamentalen Halbleiterphysik relevant. Die Forschenden veröffentlichten die Ergebnisse zusammen mit Kollegen der Universität Toulouse kürzlich in dem Wissenschaftsjournal «Physical Review Letters».

### Uni News, Universität Basel

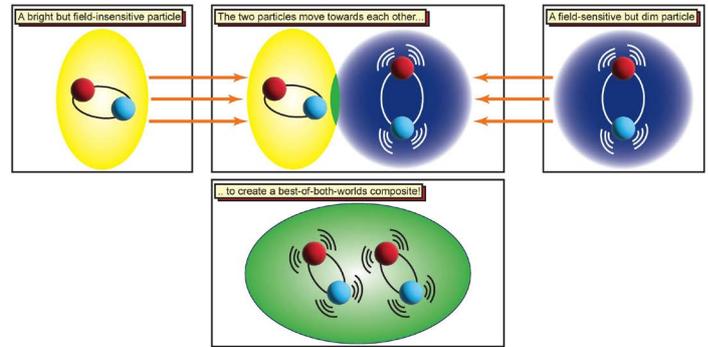
<https://nanoscience.ch/de/2022/09/05/kopplung-von-elektron-loch-paaren/>

### Video

[https://youtu.be/Sq\\_KVBM\\_WzI](https://youtu.be/Sq_KVBM_WzI)

### Originalpublikation

<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.129.107401>



Durch die Kopplung der beiden verschiedenen Elektron-Loch-Paare verschmelzen deren unterschiedliche Eigenschaften. (Bild: L. Sponfeldner, SNI und Departement Physik, Universität Basel)

## Ultrakalte Schaltkreise

Materialien extrem abzukühlen ist wichtig für die physikalische Grundlagenforschung und technische Anwendungen. Basler Forschern ist es nun gelungen, einen elektrischen Schaltkreis auf einem Chip durch Verbesserung eines speziellen Kühlschranks und eines Niedrigtemperatur-Thermometers auf 220 Mikrokkelvin zu kühlen – nahe dem absoluten Temperatur-Nullpunkt.

### Uni News, Universität Basel

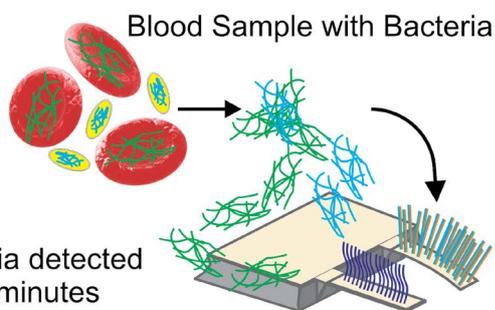
<https://nanoscience.ch/de/2022/09/22/ultrakalte-schaltkreise/>

### Originalpublikation

<https://journals.aps.org/prresearch/abstract/10.1103/PhysRevResearch.4.033225>



Der Kryostat, mit dem die Basler Physiker eine Rekordtemperatur von 220 Mikrokkelvin erreichten. In der Bildmitte ist das spezielle Thermometer inklusive Massstab zu sehen (goldenes Rechteck). (Bild: Universität Basel, Departement Physik)



Mit einem nanomechanischen Sensor lassen sich wenige Bakterien in einer Blutprobe nachweisen. (Bild: Departement Physik, Universität Basel)

## Zeitgewinn durch frühe Diagnose

Forschende aus dem SNI-Netzwerk haben gezeigt, dass sich nanomechanische Sensoren bestens eignen, um schon wenige Bakterienkeime im Blut schnell und zuverlässig nachzuweisen. Das interdisziplinäre Team beschreibt im Wissenschaftsjournal «Biosensors», dass sich mit der Methode eine Sepsis schon in einem frühen Stadium diagnostizieren lässt – was mehr Zeit für eine erfolgreiche Behandlung gibt.

### Originalpublikation

<https://www.mdpi.com/2079-6374/12/11/994>

## Laserlicht beliebiger Wellenlänge

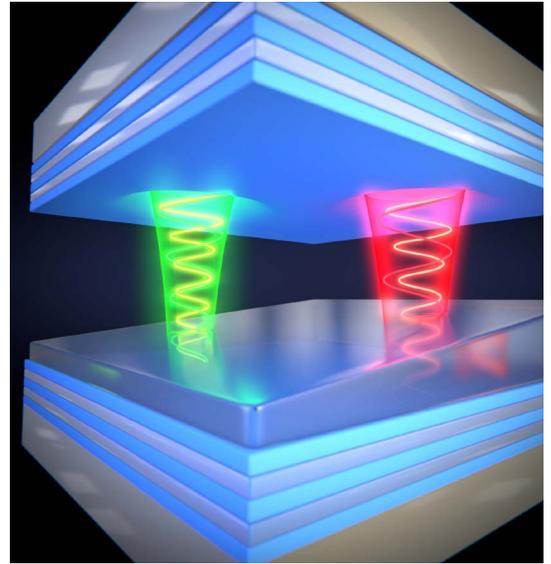
Forschende aus dem SNI-Netzwerk haben eine Plattform für resonante Verstärkung von sogenannten nichtlinearen optischen Prozessen entwickelt, die es ermöglichen könnte Laserlicht beliebiger Wellenlänge zu produzieren. Sie verbinden dabei eine keilförmige Diamantmembran mit zwei eng beieinander liegenden, stark reflektierenden Spiegeln (Fabry-Perot-Mikrokavität). Auf diese Weise können die Forschenden die Resonanzfrequenz der Kavität und damit die Wellenlänge des nichtlinearen Prozesses sowohl über den Abstand der Spiegel zueinander wie auch über die Dicke der Diamantmembran regulieren. In dem Wissenschaftsjournal «Optica» berichtet das Wissenschaftlerteam aus Stanford, Calgary und Basel, dass ihr Ansatz auf andere Materialsysteme und nichtlineare Prozesse übertragen werden kann und somit den Weg zu einem universellen Frequenzschieber für Laserlicht ebnet könnte.

### Link zum Artikel

<https://nanoscience.ch/de/2022/10/24/laserlicht-beliebiger-wellenlaenge/>

### Originalpublikation

<https://opg.optica.org/optica/fulltext.cfm?uri=optica-9-10-1197&id=511097>



Die Plattform mit zwei eng beieinander liegenden, stark reflektierenden Spiegeln und einer keilförmigen Diamantmembran ebnet den Weg für einen universellen, niedrigschwelligen Frequenzschieber für Laserlicht. Die Arbeit wurde auch auf dem Titelblatt des Journals gezeigt. (Bild: Flågan, Riedel und Scixel)

## Stabile Membran für therapeutische Transportvehikel

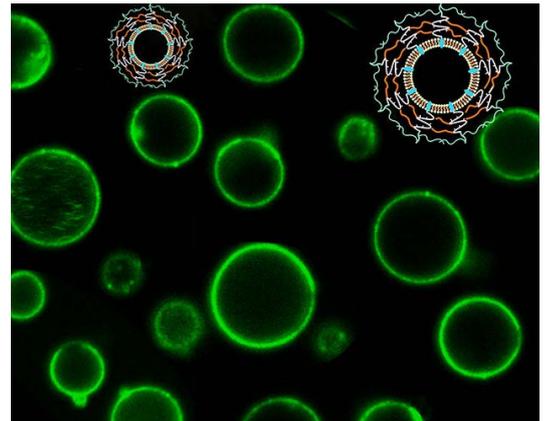
Zellen können als Antwort auf Veränderungen in ihrer Umwelt Vesikel bilden. Derartige zellabgeleitete Vesikel bieten zwar grosses Potenzial für biomedizinische Forschung, ihre Membran ist jedoch empfindlich und sie tendieren dazu, sich zu verklumpen. Forschende der Universität Basel haben eine Strategie zur Behebung dieser Probleme entwickelt, indem die vesikuläre Membran eine stabilisierende Hülle erhält.

### Uni News, Universität Basel

<https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-Research/Stabile-Membran-f-r-therapeutische-Transportvehikel.html>

### Originalpublikation

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adhm.202202100>



Giant Plasma Membrane Vesikel (GPMV) unter einem Laser-Scanning-Mikroskop. Die Membran ist grün eingefärbt. Das Schaubild zeigt die drei Domänen der vernetzten Copolymermembran. (Bild: Departement Chemie, Universität Basel)

## Zilien in 3D: Bahnhof in Minitaturformat entdeckt

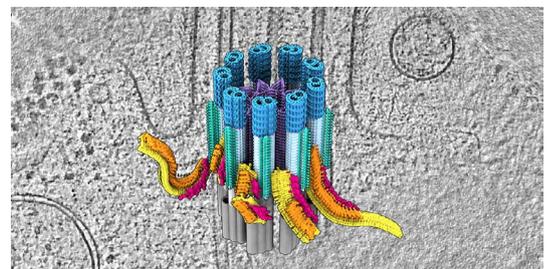
Zilien sind kleine haarähnliche Organellen an Zellen, die Funktionen wie Beweglichkeit und Signalübertragung übernehmen. Ein Forschungsteam hat nun entdeckt, dass die Basis von Zilien ein hochspezialisierter Transportknotenpunkt ist, an dem Züge und ihre Fracht für den Transport zusammengestellt werden. Defekte in diesem Transportsystem können etwa zu zystischen Nieren oder Erblindung führen. Die in «Science» veröffentlichten Ergebnisse liefern wichtige Einblicke in die molekularen Grundlagen für eine Vielzahl von Krankheiten.

### Uni News, Universität Basel

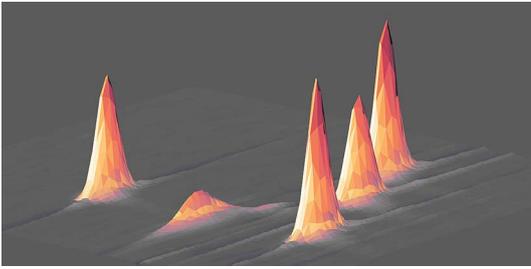
<https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-Research/Zilien-in-3D--Bahnhof-in-Minitaturformat-entdeckt.html>

### Originalpublikation

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.abm6704>



Zilien sind hochkomplexe Transportsysteme. Bei Defekten können Krankheiten wie z.B. zystische Nieren oder Blindheit die Folge sein. (Bild: Biozentrum, Universität Basel)



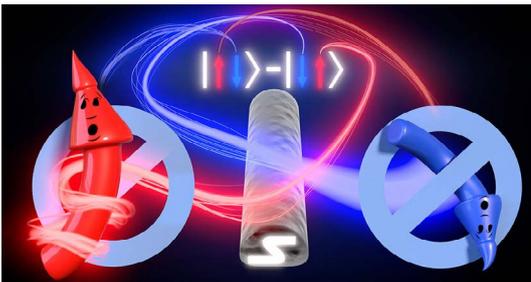
Ausschnitt aus einer dreidimensionalen Darstellung der NMR-Messung eines Proteins. (Bild: Universität Basel, Biozentrum)

## Neue Facility für Hochfeld-NMR-Spektroskopie eröffnet

Am 11. Oktober 2022 wurde die «Swiss High-field NMR Facility» mit einem wissenschaftlichen Symposium am Biozentrum der Universität Basel feierlich eingeweiht. Die neue Technologieplattform wird gemeinsam von den Universitäten Basel und Zürich sowie der ETH Zürich betrieben und bietet Forschenden schweizweit Zugang zu Spitzentechnologie im Bereich der Kernmagnetresonanz-Spektroskopie (NMR).

### Uni News, Universität Basel

<https://www.unibas.ch/de/Aktuell/News/Uni-Research/Neue-Facility-fuer-Hochfeld-NMR-Spektroskopie-eroeffnet.html>



Elektronen verlassen einen Supraleiter nur als Paare mit jeweils entgegengesetztem Spin. Werden beide Wege der Elektronen für eine Spinart durch parallele Spinfilter blockiert, sind gepaarte Elektronen aus dem Supraleiter blockiert – der Stromfluss nimmt ab. (Bild: Universität Basel, Departement Physik/Scixel)

## Spin-Korrelation zwischen gepaarten Elektronen nachgewiesen

Physiker der Universität Basel haben erstmals experimentell belegt, dass es eine negative Korrelation gibt zwischen den beiden Spins eines verschränkten Elektronenpaares aus einem Supraleiter. Für ihre Untersuchung verwendeten sie Spinfilter aus Nanomagnetten und Quantenpunkten, wie sie im Wissenschaftsjournal «Nature» berichten.

### Uni News, Universität Basel

<https://nanoscience.ch/de/2022/11/23/spin-korrelation-zwischen-gepaarten-elektronen-nachgewiesen/>

### Originalpublikation

<https://www.nature.com/articles/s41586-022-05436-z>

## Unerwartete geschwindigkeitsabhängige Reibung

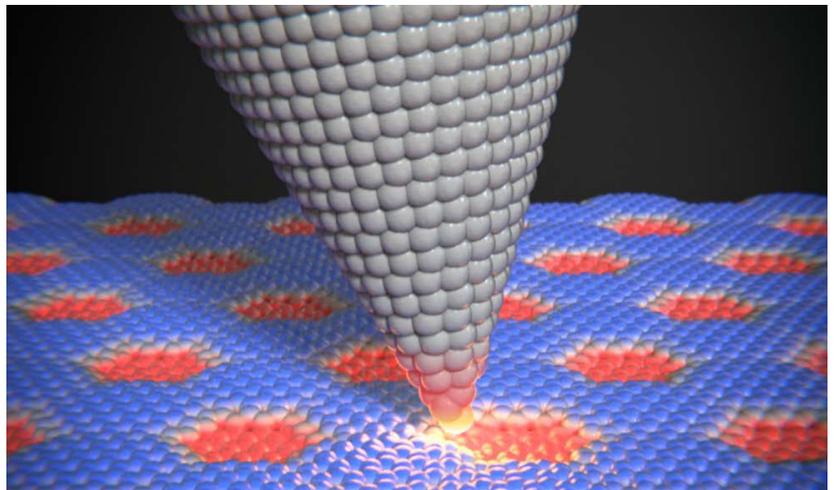
In der Makrowelt ist Reibung eigentlich nicht von der Geschwindigkeit abhängig, mit der sich zwei Flächen aneinander vorbei bewegen. Genau das haben nun jedoch Forschende aus Basel und Tel Aviv bei speziellen Strukturen von Graphen auf einer Platinoberfläche beobachtet.

### Uni News, University of Basel

<https://nanoscience.ch/en/2022/12/07/unexpected-speed-dependent-friction/>

### Originalpublication

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.nanolett.2c03667>



Die Reibung zwischen der Spitze eines Rasterkraftmikroskops und den Moiré-Überstrukturen ist überraschenderweise abhängig von der Geschwindigkeit, mit der die Spitze über die Oberfläche geführt wird. (Bild: Departement Physik und Scixel)

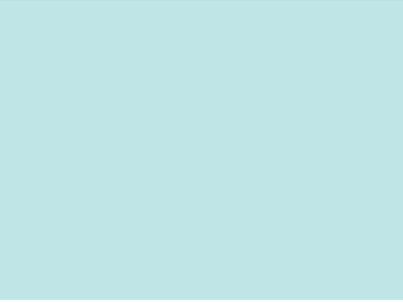
## SNI INSight – Einblicke in Forschung und Aktivitäten am Swiss Nanoscience Institute

Konzept, Text und Layout: C. Möller, M. Poggio

Korrektur: C. Wirth

Bilder: C. Möller und angegebene Quellen

© Swiss Nanoscience Institute, Dezember 2022



**Educating  
Talents**  
since 1460.

Universität Basel  
Petersplatz 1  
Postfach 2148  
4001 Basel  
Schweiz

[www.unibas.ch](http://www.unibas.ch)

Swiss Nanoscience Institute  
Universität Basel  
Klingelbergstrasse 82  
4056 Basel  
Schweiz

[www.nanoscience.ch](http://www.nanoscience.ch)