

Arbeitsgruppe Prof. Thomas Schimmel

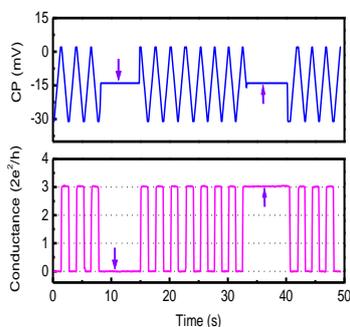
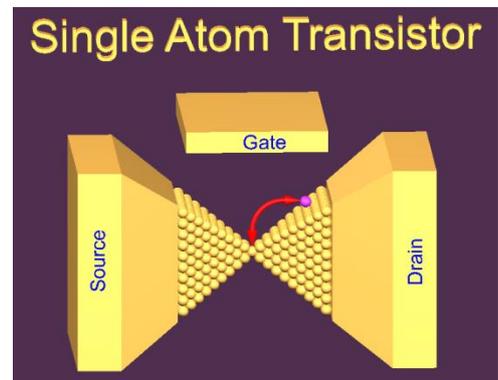
Institut für Angewandte Physik, MZE, INT & C.SAT

Vom weltweit kleinsten Transistor bis zu bionischen Schiffsbeschichtungen: Die spannende Welt der Nanotechnologie

Die Forschung unserer Arbeitsgruppe liegt auf dem Gebiet der Grundlagen und Anwendungen der Nanotechnologie. Entwickelt man hier ein physikalisches Verständnis der Funktion kleiner Strukturen und kann man solche Strukturen gezielt herstellen, eröffnet sich eine bemerkenswerte Vielfalt faszinierender Anwendungsgebiete, und es bietet sich die Möglichkeit, ganz neue Wege zu gehen, etwa mit extrem energiesparenden Transistoren ganz ohne Halbleiter, oder mit Schiffen, die aufgrund geeignet strukturierter Oberflächen reibungsarm in einer Hülle aus Luft gleiten, um nur zwei Beispiele zu nennen.

Die Forschung unserer Arbeitsgruppe unterteilt sich in vier Schwerpunkte, die trotz ihrer Verschiedenheit vom physikalischen Verständnis (Nanostrukturierung, Wechselwirkung, Grenzflächen) eng miteinander wechselwirken:

- **Technologien und Bauelemente auf der Skala einzelner Atome:** Hier bildet der von uns in Karlsruhe entwickelte **Einzelatomtransistor** die Basis: ein quantenelektronisches Bauelement, das es erlaubt, durch die kontrollierte Umlagerung eines einzelnen Atoms in einem Metallkontakt einen elektrischen Strom kontrolliert ein- und auszuschalten: Quantenelektronik bei Raumtemperatur. Das Bauelement stellt den kleinsten und mit Abstand energiesparendsten Transistor der Welt dar mit einem Energieverbrauch, der jetzt



schon um einen Faktor 10.000 unter dem konventioneller Halbleitertechnologie liegt.

Doch die Entwicklung geht weit über die Einzelatom-Elektronik hinaus: An dem neu gegründeten **Center for Single-Atom Technologies, C.SAT**, forschen wir auch an Einzelatom-Photonik und -Plasmonik, atomarer Mechanik sowie an atomarer Spintronik.

In einem von der Werner Siemens Stiftung geförderten gemeinsamen Zentrum des KIT mit der ETH Zürich soll nun die hier entwickelte Technologie gemeinsam gezielt weiterentwickelt werden.

- **Neuartige bionische Schiffsbeschichtungen**

auf der Basis strukturierter, unter Wasser Luft haltender Oberflächen: Auf der Basis des Salvinia-Effektes gelang es uns, erstmals Oberflächen zu entwickeln, die unter Wasser permanent von einer Luftschicht bedeckt sind und die somit unter Wasser trocken bleiben. Die zugrunde liegende Physik der Wechselwirkung, Benetzung und Strukturierung ist spannend – die sich daraus ergebenden Perspektiven für die Anwendung auch: Gelingt es, Schiffe mit einer solchen Hülle aus Luft zu umgeben, löst man gleich drei zentrale Probleme der Schifffahrt – und geht zugleich drängende Umweltprobleme an:



- (i) Gleitet ein Schiff in einer Hülle aus Luft, so lässt sich die Reibung drastisch reduzieren – und damit auch der Ausstoß von CO₂ und weiteren Schadstoffen (Stickoxide, Schwefeldioxid etc.).
- (ii) Eine Hülle aus Luft vermeidet Biofouling (Bewuchs) der Schiffe und verhindert die Abgabe von Gift aus toxischen Schiffslacken.
- (iii) Und schließlich wird auch Korrosion vermieden, wenn das Schiff nicht mehr mit dem salzhaltigen Meerwasser in Berührung kommt.

Die Technologie wurde nun mit dem **Validierungspreis des Bundesministeriums** (1. Preis) ausgezeichnet, und eine KIT-Ausgründung (ACT Aircoating Technologies) befasst sich mittlerweile mit der technischen Umsetzung.



- **Nanoreporter für die Geothermie: „Reporting Nanoparticle Tracers“** gelangen dorthin, wo wir als Menschen nicht hingelangen können, ins Innere von geothermischen Reservoirs und Lagerstätten, in feinste Felsspalten in der Tiefe, und berichten anschließend nach ihrer Rückkehr quantitativ von den dort herrschenden physikalischen und chemischen Bedingungen – z.B. welche maximale Temperatur dort herrscht. Die von uns entwickelte und patentierte Technik ist dabei, ganz neue Möglichkeiten der Erforschung (nicht nur) geothermischer Reservoirs zu eröffnen.
- **Nanostrukturierung und Selbstorganisation sowie Messmethoden für die Nanometerskala:** Um mit Nanostrukturen zu arbeiten, ist es wichtig, geeignete *Herstellungsverfahren* sowie für die umfangreiche Quantifizierung ihrer physikalischen Eigenschaften geeignete *Messmethoden* zu entwickeln.

- Bei den **Nanostrukturierungsverfahren** sind nicht nur neuartige Replikationsverfahren für die Serienherstellung von Nanostrukturen zu erwähnen, sondern auch die Nanoelektrochemie mit Präzision bis auf die Skala einzelner Atome.

Im Bereich der **Messmethoden für die Nanometerskala** liegt unser Forschungsschwerpunkt im Bereich der Neu- und Weiterentwicklung von Verfahren im Bereich der Rastersondenmikroskopie, beispielsweise der Rasterkraftmikroskopie (AFM).

Unsere Arbeitsgruppe ist am Institut für Angewandte Physik (Physikhochhaus, 8. Stockwerk) zu finden, aber auch am **Materialforschungszentrum für Energiesysteme (MZE)** (Campus Süd, nahe dem AudiMax) sowie am **Institut für Nanotechnologie (INT)** am Campus Nord.

In allen vier oben genannten Forschungsbereichen sind regelmäßig Themen für **Masterarbeiten** und **Bachelorarbeiten**, aber auch **Doktorarbeiten** zu vergeben, und Sie sind herzlich willkommen, sich bei uns zu erkundigen unter thomas.schimmel@kit.edu sowie bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern unserer Arbeitsgruppe.

Weitere Informationen finden Sie auch unter www.schimmel-group.de

AG Schimmel am Materialwissenschaftliches Zentrum für Energiesysteme (MZE)

Am Campus Süd in direkter Nachbarschaft zum Audimax befindet sich das **Materialwissenschaftliche Zentrum für Energiesysteme (MZE)**. An dem Zentrum werden Materialsysteme für zukünftige Energietechnologien erforscht, wobei nanopartikuläre Systeme eine große Rolle spielen.

Hier werden in der Arbeitsgruppe von Prof. Schimmel am MZE nicht nur energiesparende, bionische Schiffsbeschichtungen entwickelt, sondern auch neuartige Nano-Tracer, die ganz neue Möglichkeiten für die Geothermie eröffnen.

Im Rahmen des **Center for Single-Atom Technologies C.SAT** werden Bauelemente der atomaren Quanten-Elektronik und der atomaren Quanten-Optoelektronik für künftige Computertechnologien auf atomarer Skala mit einem um den Faktor 10.000 niedrigeren Energieverbrauch erforscht und entwickelt.



Interdisziplinäre Forschung im Bereich der Nanotechnologie am INT

Am Campus Nord unweit der Endstation des KIT-Shuttles befindet sich das **Institut für Nanotechnologie (INT)**. An dem Institut arbeiten Physiker, Chemiker und Materialforscher aus verschiedenen Arbeitsgruppen in enger Kooperation an Schlüsselfragen der Nanotechnologie.

Die **Arbeitsgruppe Schimmel am INT** erforscht hier unter anderem neue bioinspirierte High-Tech-Oberflächen, die eine permanente Luftschicht unter Wasser halten. Ziel ist es, künftig Schiffe reibungsarm und umweltfreundlich in einer Hülle aus Luft durch das Wasser gleiten zu lassen.

Im Jahr 2019 wurden wir hierfür mit dem Validierungspreis des Bundesministeriums (1. Preis) ausgezeichnet.

