



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



www.tu-dresden.de/bcube

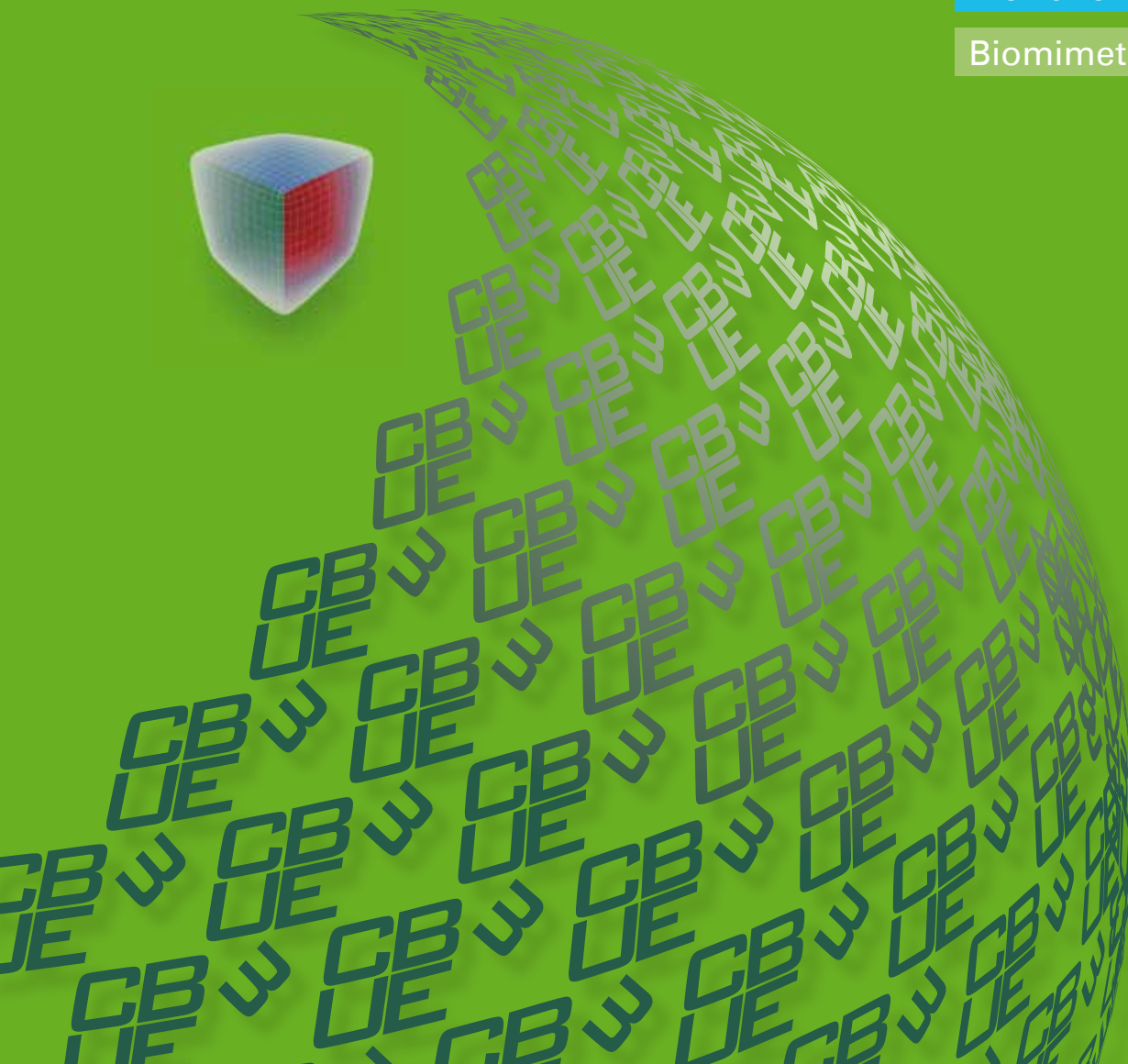
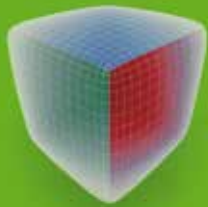
B CUBE

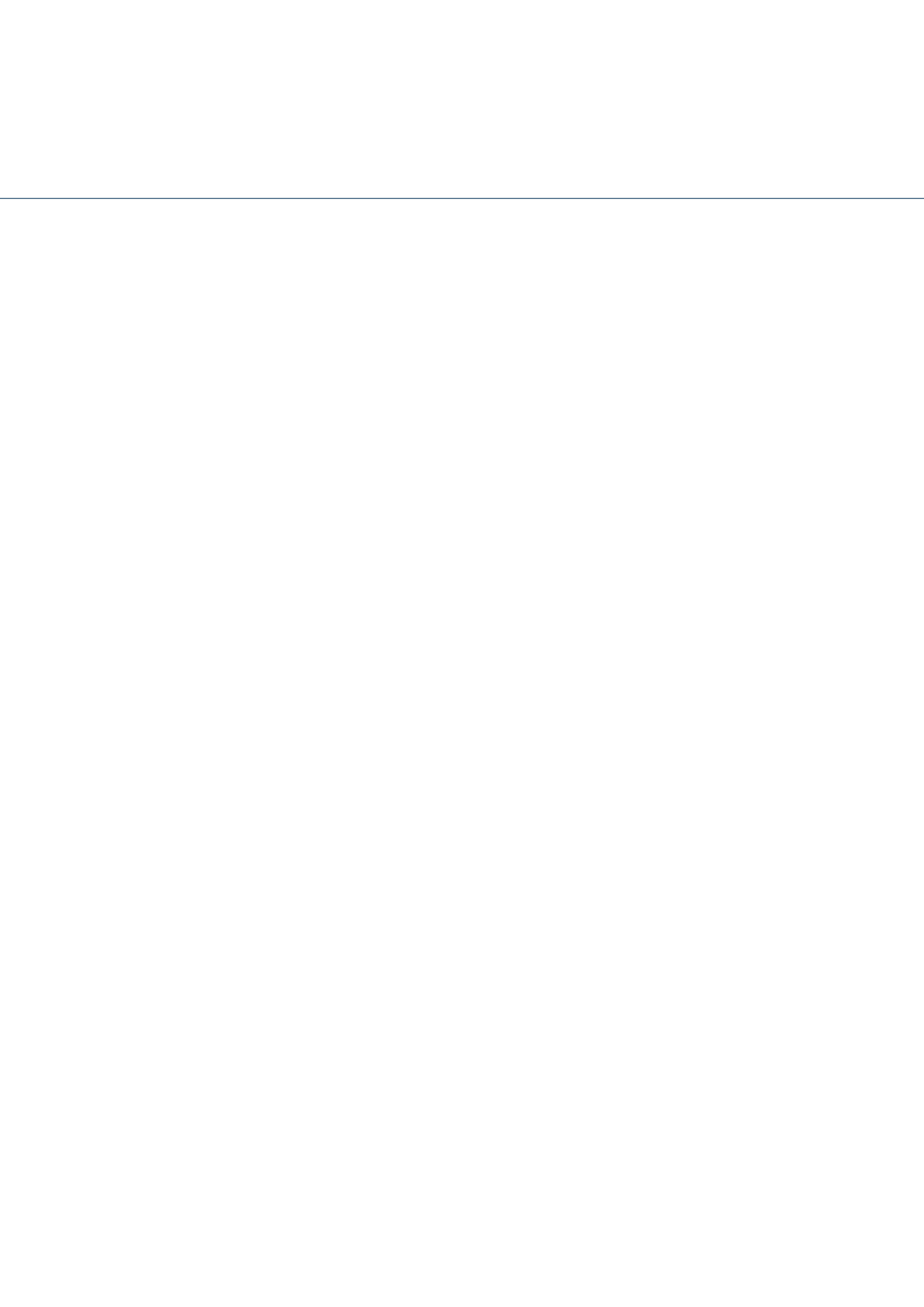
CENTER FOR MOLECULAR BIOENGINEERING

BioProspektion

BioNano Werkzeuge

Biomimetische Materialien





B CUBE

CENTER FOR MOLECULAR BIOENGINEERING



Nanotechnologie nach dem Vorbild der Natur

In der unsichtbar kleinen Welt der Biomoleküle in der Zelle birgt die Natur noch immer Geheimnisse, die es zu entdecken gilt, und sie erbringt Leistungen, mit denen unsere derzeitigen Techniken nicht konkurrieren können.


Um Inspiration für neue Technologien zu finden, begeben wir uns in die Welt der Zelle, wo Einzelmoleküle wichtige Aufgaben übernehmen und die ungeordnete thermische Bewegung mehr Einfluss hat als die Schwerkraft. Hier befinden wir uns im Bereich der Nanometer (1 Nanometer = 0,000001 Millimeter).


Indem wir die natürlichen Vorgänge im Nanokosmos besser verstehen lernen, erhalten wir die Chance, sie nachzuahmen, wo sie uns nützen (z.B. bei der Produktion von Nanostrukturen

oder in der Informationstechnologie) und sie zu blockieren, wo sie uns schaden (z.B. bei der Entstehung von Krankheiten oder während der Ablagerung von biologischen Materialien auf Schiffsrümpfen).

Am B CUBE untersuchen wir Naturphänomene und ihre Mechanismen, von einzelnen Molekülen über komplexe Maschinen, die aus mehreren Molekülen aufgebaut sind, bis hin zu den Strukturen der Zelle. Wir entwickeln neue Methoden, um tiefere Einblicke in diese Strukturen erhalten zu können. Unser Ziel ist, aus unseren Erkenntnissen innovative Materialien, Systeme und Technologien zu entwickeln. Gemeinsam mit anderen Arbeitsgruppen rund um die Welt bringen wir die Biotechnologie voran und lassen die Grenzen zwischen biologischen und künstlichen Systemen verschwimmen.

Das B CUBE – Center for Molecular Bioengineering an der Technischen Universität Dresden – widmet sich der Erforschung und Entwicklung biologischer Materialien in drei Hauptrichtungen:

 **BioProspektion**
Identifizierung und systematische Erfassung von Naturphänomenen, die für neuartige technologische Anwendungen nützlich werden könnten. Die untersuchten Mikroorganismen, Tier- und Pflanzenarten werden im Hinblick auf mögliche Anwendungen beschrieben, kategorisiert und in einer „Datenbank der Naturphänomene“ zusammengefasst.

BioNano Werkzeuge 
Entwicklung und Anwendung von neuartigen Methoden zur Charakterisierung biologischer Strukturen und Funktionen auf molekularer Ebene. Gleichzeitig werden biomolekulare Maschinen im Hinblick auf ihre Eignung als Nano-Werkzeuge in synthetischen Umgebungen untersucht und optimiert.

 **Biomimetische Materialien**
Design und Synthese von neuartigen Biomaterialien ausgehend von Strukturen in biologischen Systemen. Dieses Forschungsgebiet wird als Molekulare Bionik bezeichnet und bedient sich Methoden der modernen Nanotechnologie.

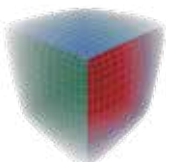
Dresden ist dabei ein idealer Standort für uns. Hier können wir mit den an der Technischen Universität stark vertretenen Ingenieur- und Naturwissenschaften kooperieren, hier sind wir integriert in ein vielseitiges und enges Netzwerk von komplementären Forschungseinrichtungen, beispielsweise in den Lebenswissenschaften. Diese nachbarschaftlichen Wechselwirkungen helfen uns, neuartige Ideen und Konzepte zu entwickeln und stellen eine exzellente Infrastruktur bereit.

Wir erwarten, dass unsere Forschung bedeutende Neuerungen in mehreren Wirtschaftsbereichen bewirken, etwa in der Wirkstoffentwicklung, der medizinischen Diagnostik, und in der Synthese von Funktionsmaterialien. Die Nanotechnologie der Natur kennt viele geheime Rezepte, die wir herausfinden und für den gesellschaftlichen Nutzen anwenden wollen.

Unsere MISSION ist, neue Ansätze auf dem Gebiet des „Molecular Bioengineering“ zu entwickeln, in enger Verzahnung von Lebenswissenschaften und Ingenieurwissenschaften.

Unsere ZIELE sind:

- Die Entwicklung von neuen Methoden, um Naturphänomene auf der Grundlage ihrer molekularen Bestandteile besser zu verstehen.
- Die aus der Erforschung der molekularen Phänomene gewonnenen Einsichten in die Entwicklung innovativer Materialien, Systeme und Technologien von wirtschaftlicher Bedeutung umzusetzen.





Entstehungsgeschichte unseres Zentrums

2006 wurde erstmals die Idee zur Gründung des B CUBE diskutiert. Ein erster Vorschlag wurde daraufhin im Rahmen eines Wettbewerbs des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) eingereicht. Er kam in die engere Auswahl und die Weiterentwicklung des Strategiekonzeptes wurde vom BMBF ein Jahr lang gefördert.

2008 erhielt B CUBE vom BMBF die Zusage zur Förderung von zwei Nachwuchsgruppen über fünf Jahre und wurde offiziell als Forschungszentrum gegründet. Es operiert seitdem als wissenschaftlich unabhängige Einrichtung an der Technischen Universität Dresden. Die Etablierung des Forschungszentrums wurde darüber hinaus durch den Freistaat Sachsen (u. a. durch Mittel des Europäischen

Fonds für regionale Entwicklung) und die TU Dresden finanziell unterstützt.

2010 bezogen die Arbeitsgruppen von Yixin Zhang, Michael Schlierf und Stefan Diez die neu eingerichteten Laborräume in der Arnoldstraße 18. Im Januar 2012 zog die Arbeitsgruppe von Nils Kröger ein und vervollständigte damit die heutige Besetzung.

Seit Juni 2012 zählt die TU Dresden zu den elf deutschen Exzellenz-Universitäten. B CUBE ist an beiden Exzellenz-Clustern sowie der Graduiertenschule beteiligt, die in Dresden im Rahmen dieser Initiative Förderung von der Bundesregierung erhalten. Zurzeit befindet sich ein neues Gebäude für B CUBE in der Planungsphase, das im Jahr 2017 bezugsfertig sein soll.

Forschungsgruppen

Engagierte Teams
entschlüsseln die Rätsel von
der Strukturbildung bis zum
molekularen Antrieb

Forschungsgruppe
Prof. Dr. Stefan Diez
Biomolekulare
Transportsysteme



Forschungsgruppe
Prof. Dr. Nils Kröger
Silika-Biomineralisation
und Unterwasseradhäsion



Nachwuchs-Forschungsgruppe
Dr. Michael Schlierf
Struktur und Mechanik
einzelner Moleküle



Nachwuchs-Forschungsgruppe
Dr. Yixin Zhang
Chemische Verfahren zur
biologischen und medi-
zinischen Forschung und
Anwendung

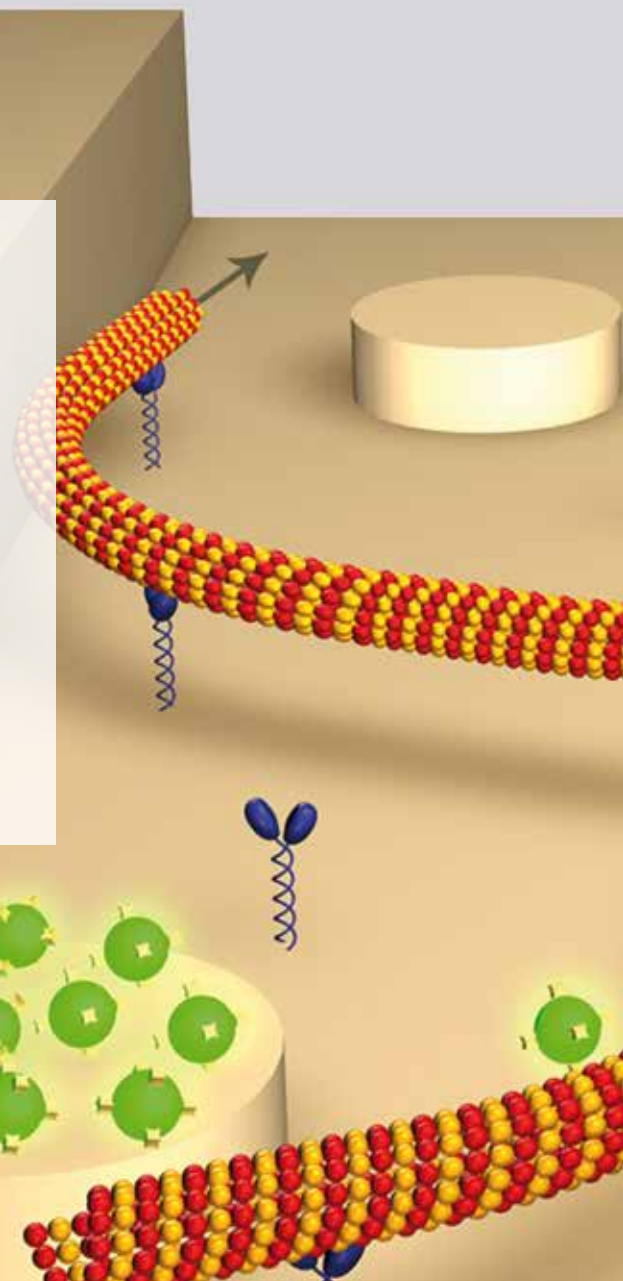


Forschungsgruppe Prof. Dr. Stefan Diez

Biomolekulare Transportsysteme

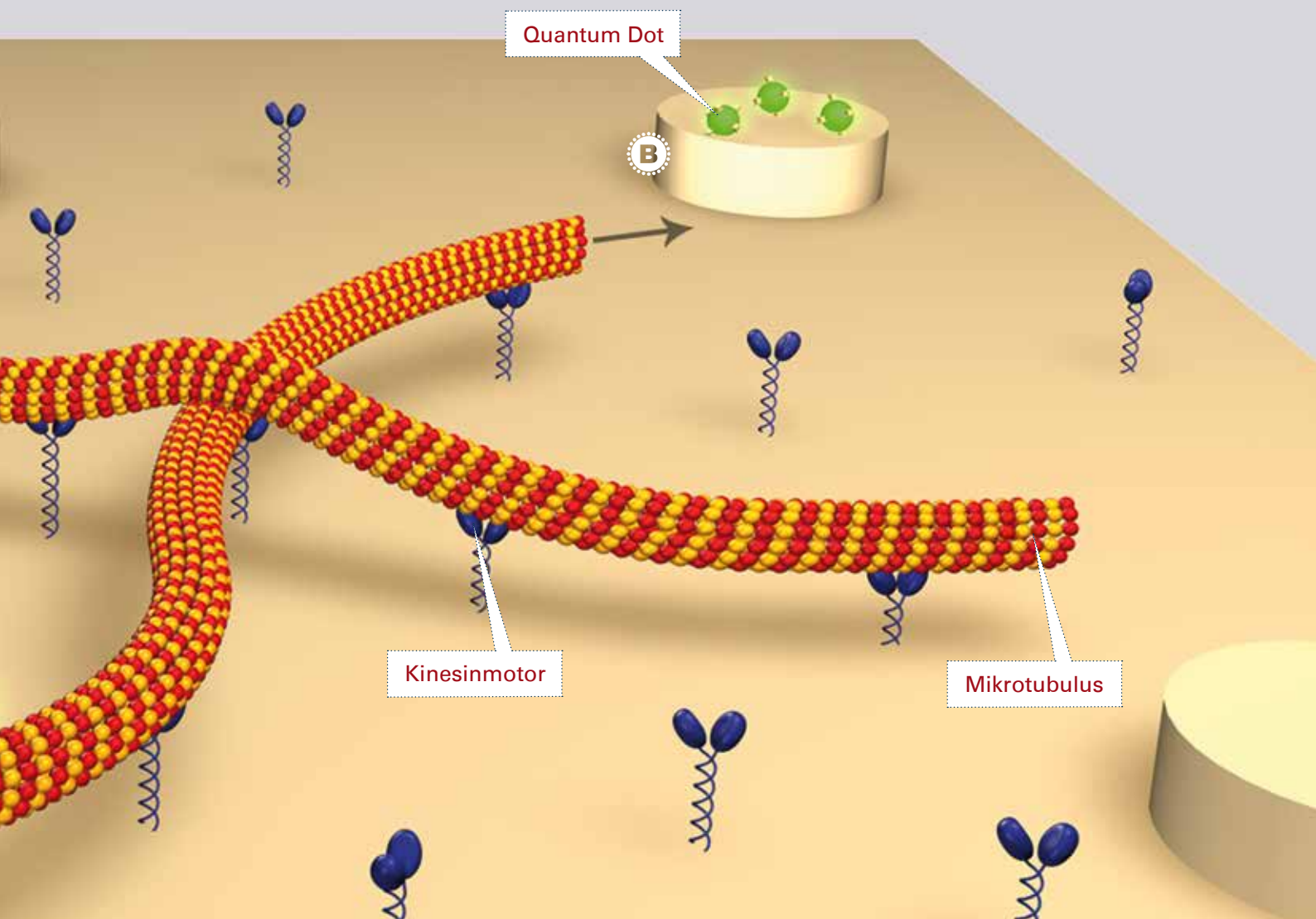
„Unsere Forschungsgruppe entwickelt optische Techniken, um die Wirkungsweise biomolekularer Motoren besser zu verstehen. Darüberhinaus bilden wir zelluläre Transportsysteme in künstlicher Umgebung nach, um sie biophysikalisch zu untersuchen und nanotechnologisch anzuwenden.“

Guiding Barriers

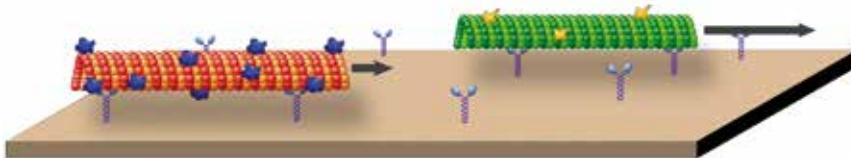


Kinesin-Mikrotubuli-Transportsystem in künstlicher Umgebung:

Mikrotubuli werden durch immobilisierte Kinesinmotoren über eine Substratoberfläche bewegt. Cargo, wie z. B. Halbleiternanokristalle (Quantum Dots), soll beispielsweise von einer Ladestation (A) zu einer Entladestation (B) transportiert werden.



Biomolekulare Motoren auf dem Nano-Highway



◀ **Molekulares Detektionssystem:** Makromoleküle auf der Oberfläche von Mikrotubuli behindern die Bewegung der Motorproteine. Die daraus resultierende Verlangsamung der Gleitbewegung kann zur quantitativen und hochsensitiven Bestimmung der Makromolekül-Konzentration in der Umgebungslösung verwendet werden.

Wir untersuchen die Physik von biologischen Bewegungs- und Transportprozessen vom Einzelmolekül bis zu komplexen Mechanosystemen. Wir möchten das Verständnis der grundlegenden Mechanismen in molekularen Motoren verbessern und dann bei der Entwicklung künstlicher, biologisch inspirierter Systeme im Nanometermaßstab anwenden.

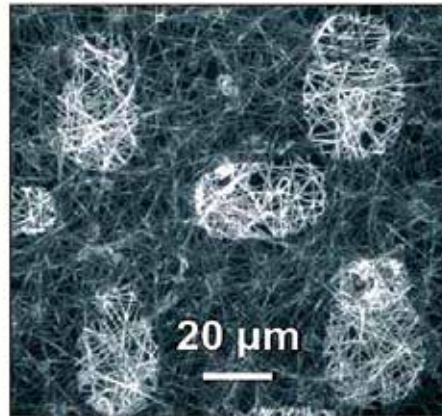
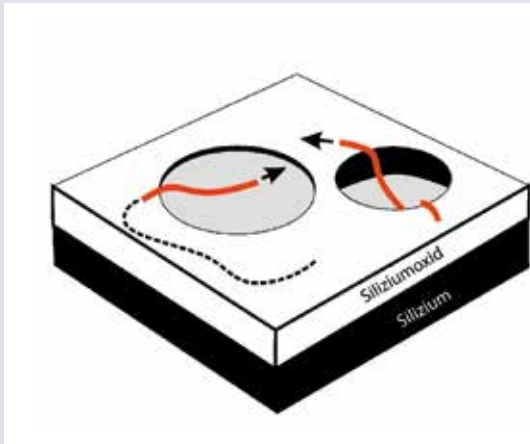
Die meisten Motoren in lebenden Zellen führen nicht etwa Rotationsbewegungen aus wie ein typischer Elektromotor, sondern

schreiten linear fort. So bewegt sich ein Motorprotein an einer molekularen Schiene entlang, so wie ein Mensch an einem Seil hochklettert, nämlich durch abwechselnde Vorgänge des Festklammerns und des Verschiebens seines Schwerpunkts. Die jeweils zu überwindenden physikalischen Schwierigkeiten sind jedoch verschiedener Natur. Während der Seilkletterer gegen die Schwerkraft kämpft, muss das Motorprotein mit der thermischen Zufallsbewegung der übrigen Moleküle zurechtkommen. Molekulare Motoren, wie sie etwa in Muskelfasern vorkommen, werden bereits



Prof. Dr. Stefan Diez

W3 Professor für BioNano Werkzeuge
„Molecular Transport in Cell Biology and Nanotechnology“
+49 (0)351 463 43010
diez@bcube-dresden.de



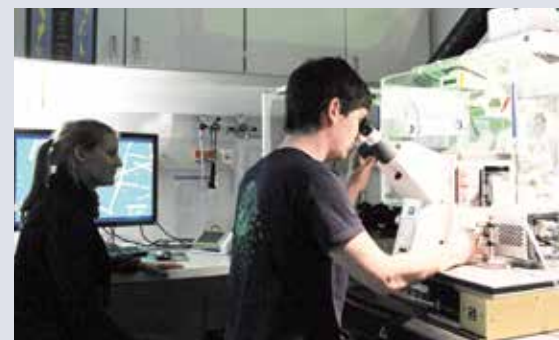
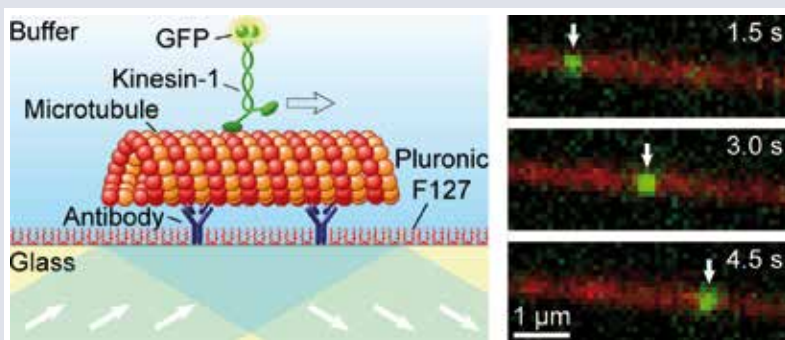
◀ **Nanometrische Oberflächenvermessung:** Mikrotubuli können als sich selbst bewegende Nanosonden zur Erkundung von Oberflächenstrukturen im Nanometerbereich eingesetzt werden. Ein Abbild der Oberfläche erhält man beispielsweise durch die „Maximumpjektion“ vieler fluoreszenzmikroskopischer Einzelbilder, die während der Mikrotubulibewegung aufgenommen wurden.

seit Jahrzehnten erforscht. Dennoch können neue biophysikalische Methoden noch immer entscheidende Erkenntnisse dazu beitragen, wie diese Motoren mit den aus menschlicher Sicht exotischen Herausforderungen der Nanowelt fertigwerden.

Wir konzentrieren uns insbesondere auf das Motorprotein Kinesin, das in der Zelle die Mikrotubuli als Schienen benutzt. Es transportiert Lasten, die sehr viel größer sein können als das Protein selbst. Um dieses System besser verstehen zu können, entwickeln wir dreidimensionale Bildgebungsverfahren mit einer

Auflösung im Nanometerbereich, mit denen wir Einzelmolekülstudien an Motorproteinen durchführen und auch die Kooperation zwischen mehreren Motoren erforschen können. Wenn wir die Motoren der Natur besser verstehen, können wir sie in nicht-natürlichen Zusammenhängen anwenden, etwa in einer Fließbandproduktion im Nanometermaßstab. In einer Nanofabrik könnten Motorproteine dann Molekülkomplexe transportieren, die in mehreren Schritten assembliert und chemisch verändert werden.

Beispiel: KINESINMOTOR



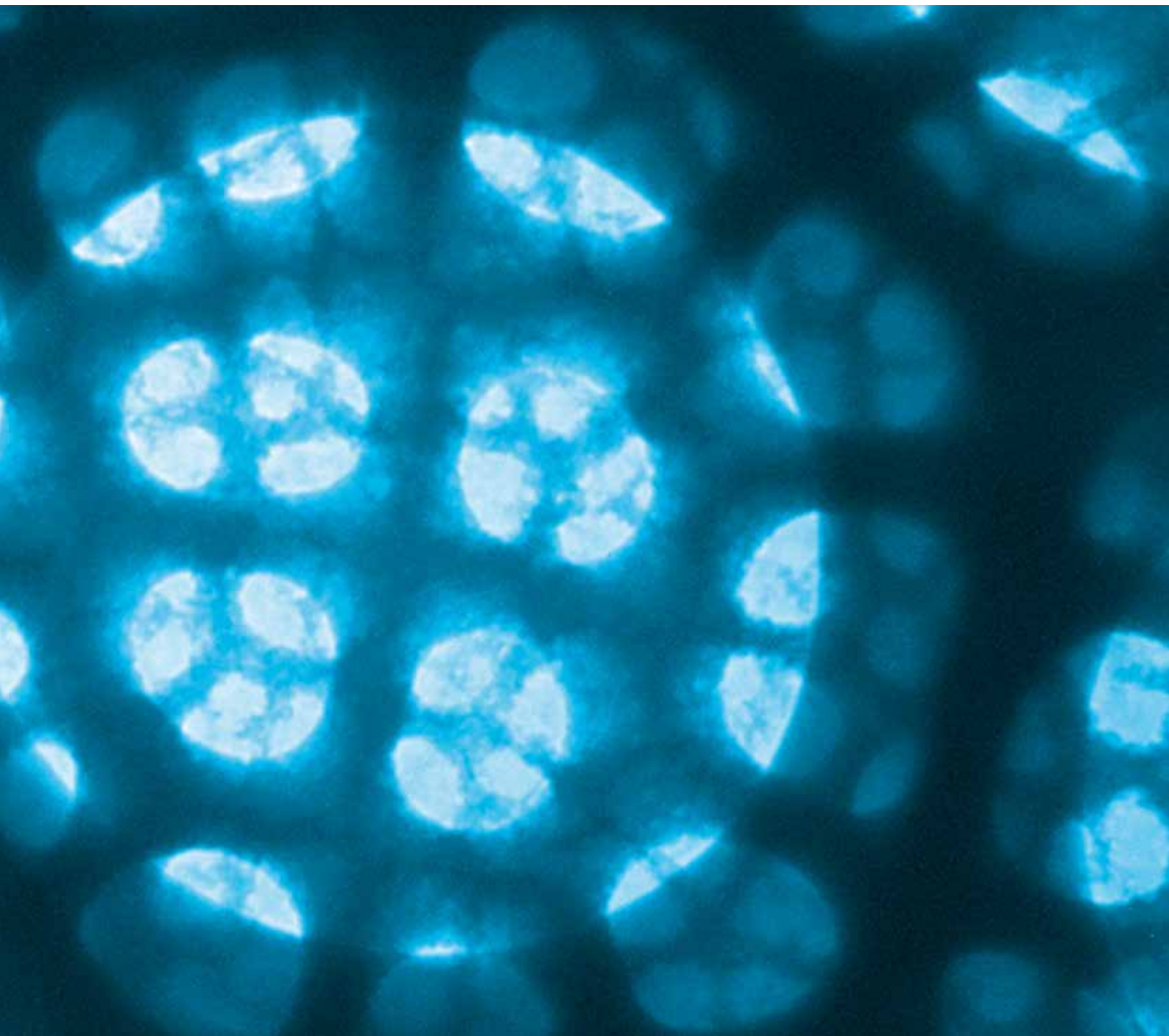
▲ **Abbildung einzelner Kinesin-1 Moleküle in ihrer Bewegung:** Mikrotubuli sind an einer Glasoberfläche über Antikörper gebunden. Einzelne Kinesin-1 Motoren, die mit dem grün fluoreszierenden Protein (GFP) markiert sind, werden mit dem evaneszenten Feld eines reflektierten Laserstrahls angeregt. Die drei Mikroskopbilder zeigen das Fluoreszenzsignal eines einzelnen Kinesin-1 Moleküls (grün) in seiner Bewegung entlang eines Mikrotubulus (rot).

Forschungsgruppe Prof. Dr. Nils Kröger

Silika-Biomineralisation und Unterwasseradhäsion



„Unsere Forschung zielt auf die Frage, wie und mit welchen molekularen Maschinen die lebende Zelle stetig funktionelle Nano-Strukturen ausbildet. Unser Forschungsgegenstand dafür sind die Kieselalgen, auch Diatomeen genannt.“



Forschungsgruppe Prof. Dr. Nils Kröger

Silika-Biominalisation und Unterwasseradhäsion

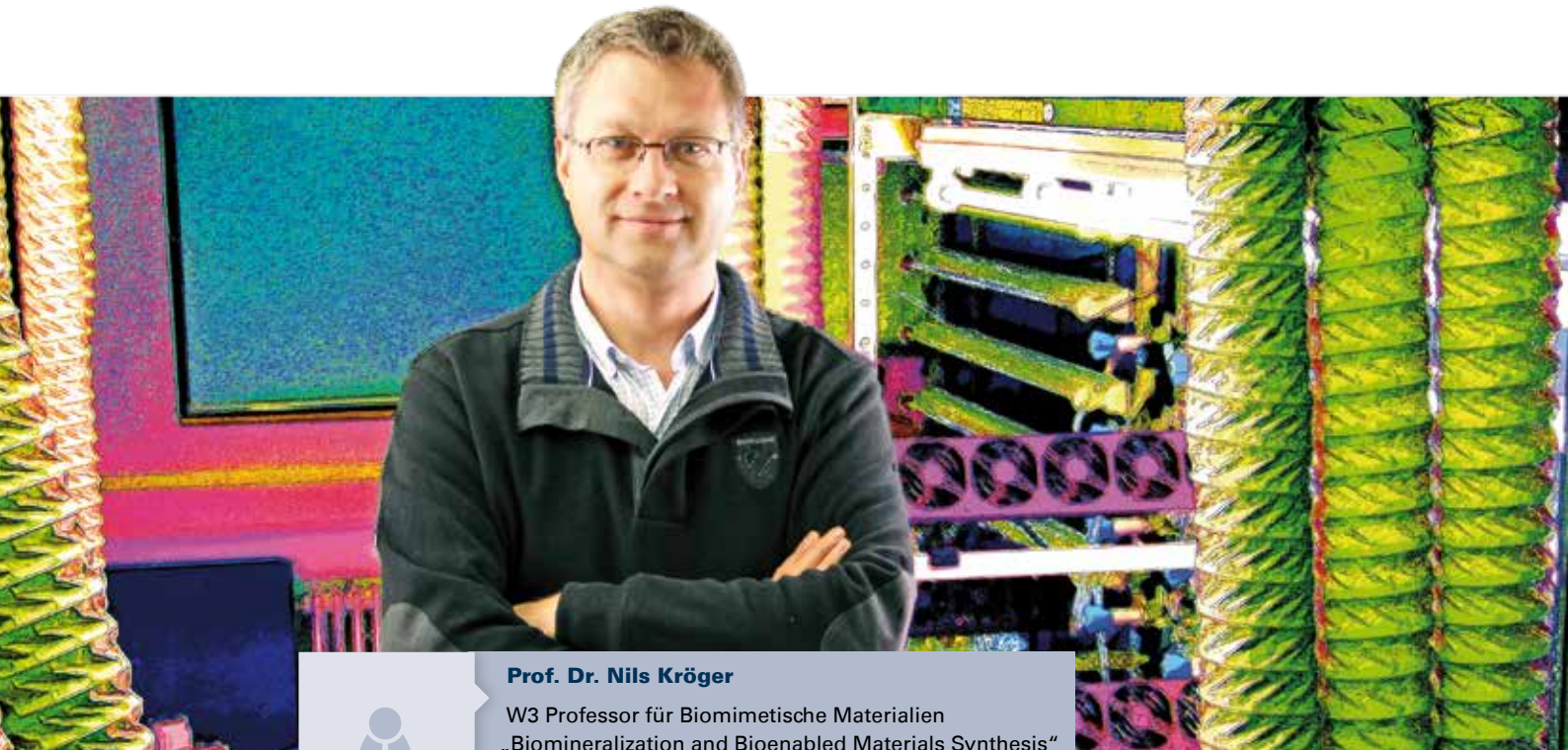
Auf der Spur brillanter Konstrukteure nanometerfeiner Strukturen

Unsere Arbeit geht der Frage nach, welche Werkzeuge die Zelle benutzt, um dreidimensionale Strukturen vom Nano- bis zum Mikrometermaßstab mit hoher Genauigkeit und Zuverlässigkeit herzustellen.

Die Modellorganismen, die wir hierbei untersuchen, sind Kieselalgen (Diatomeen), Einzeller mit einem Gehäuse aus Siliziumdioxid (woraus auch Glas besteht).

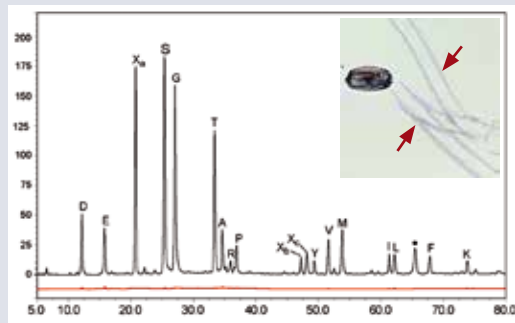
Es gibt mehr als 10.000 bekannte Arten von Diatomeen, und jede Art erzeugt ihr kleines Glashaus in ihrer besonderen Form und mit einem eigenen Muster von Poren. Die Erzeugung solcher anorganischer Strukturen mit vergleichbarer Genauigkeit und unter milden

Reaktionsbedingungen ist derzeit noch weit außerhalb der Reichweite moderner Technologien. Unsere Suche nach dem Geheimrezept, das den Kieselalgen diese Leistung ermöglicht, wird uns vielleicht eines Tages in die Lage versetzen, es ihnen gleichzutun. Bereits heute können wir ihre Glasschalen als Grundlage benutzen, um neue Werkzeuge für die Nanotechnologie zu erzeugen, indem wir entweder das Siliziumdioxid mit anderen Materialien beschichten, oder es sogar schrittweise durch Metalle oder Halbleiter ersetzen. Die so hergestellten Nanoobjekte haben nützliche Eigenschaften für Anwendungen in elektronischen und optischen Geräten. Kieselalgen sind in den Weltmeeren so weit verbreitet,

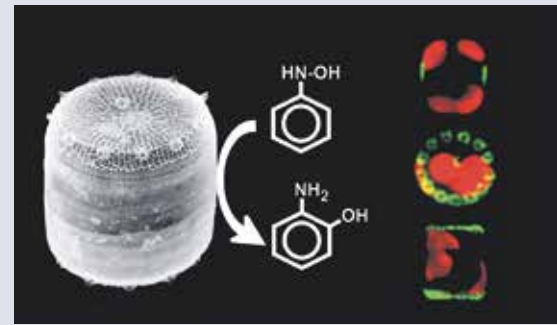


Prof. Dr. Nils Kröger

W3 Professor für Biomimetische Materialien
„Biominalization and Bioenabled Materials Synthesis“
+49 (0)351 463 43030
kroeger@bcube-dresden.de



▲ Mit einem HPLC gekoppelten Massenspektrometer (links) können die Bestandteile des Unterwasserklebstoffs (Pfeile im kleinen Bild rechts oben) von Kieselalgen aufgetrennt und identifiziert werden.



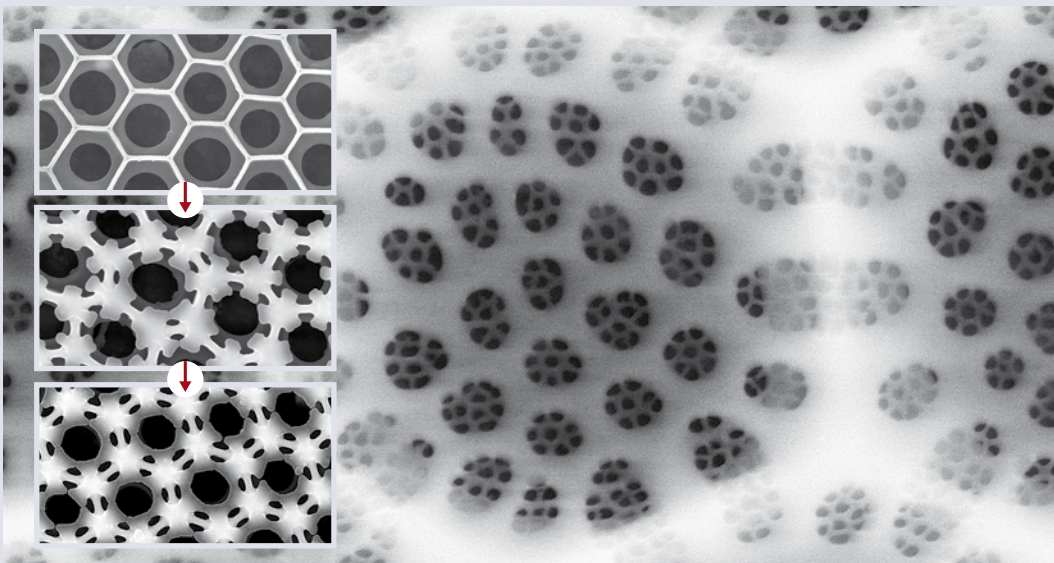
▲ Durch gentechnische Verfahren können Enzyme (oben links) und fluoreszierende Proteine (oben rechts) in das Silica lebender Kieselalgen eingebaut werden.

dass sie eine wichtige Rolle im weltweiten Kohlenstoff-Kreislauf spielen und helfen, das Erdklima zu stabilisieren. Sie sind allerdings weniger willkommen, wenn sie sich auf dem Rumpf eines Schiffes ansiedeln, wo sie sich dank ihres ungewöhnlich starken Klebstoffs sogar unter Wasser festsetzen können. Sie bereiten die Oberfläche für die Ansiedelung anderer Organismen vor (Fouling), was zu erheblichen Reibungsverlusten und damit zu

einem unnötigen und kostspieligen Mehrverbrauch an Treibstoff führt.

Wenn wir die Adhäsionsmechanismen der Kieselalgen verstehen lernen, wird es uns sowohl helfen, das Fouling auf Schiffen zu verhindern, als auch die Entwicklung von ähnlich starken und biokompatiblen Klebstoffen ermöglichen, zum Beispiel für Anwendungen in der Chirurgie.

Beispiel: BIOMINERALISATION

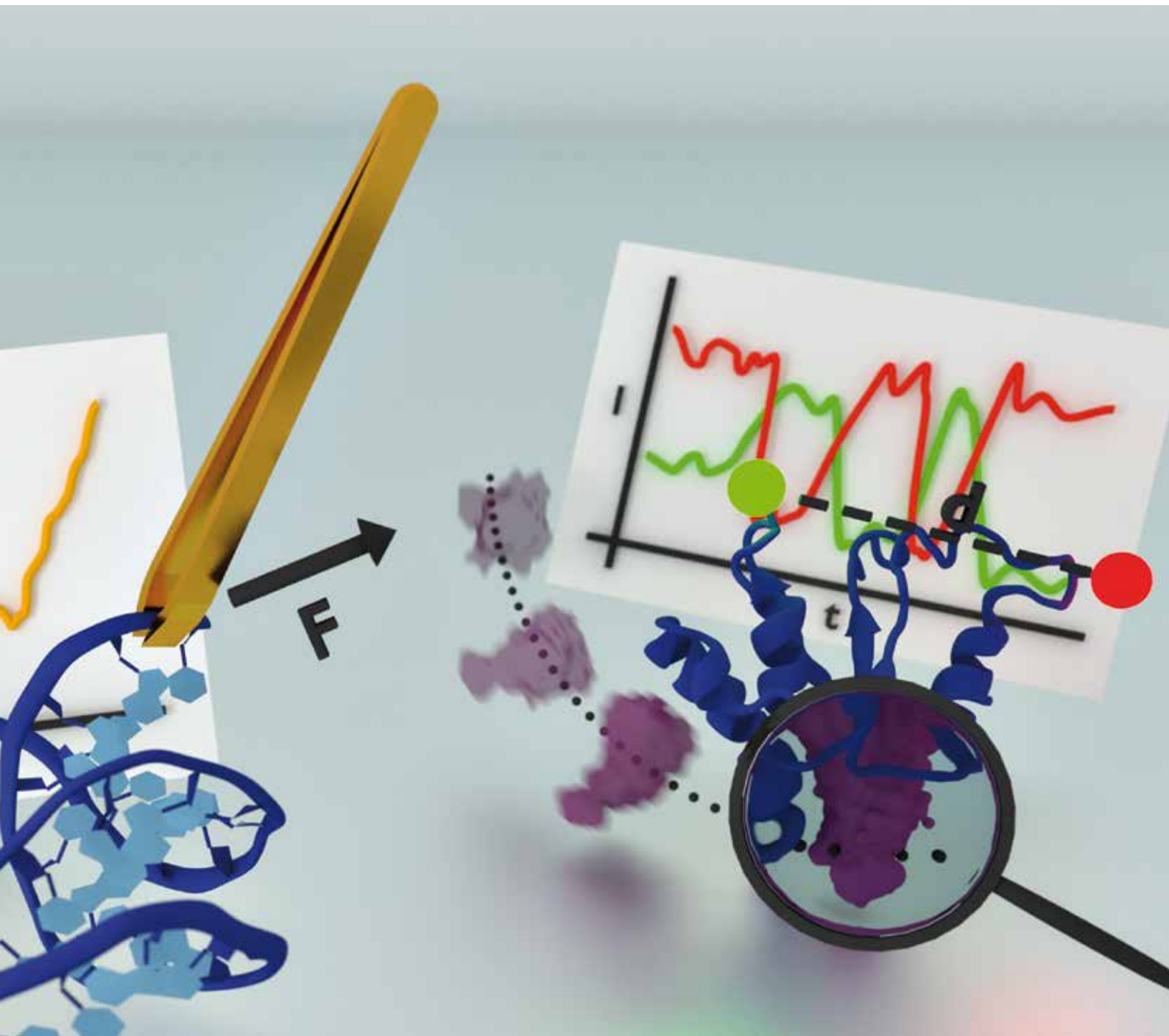


▲ Silica Struktur einer *Coscinodiscus* Kieselalge. Die drei kleineren Bilder zeigen Zwischenstadien der biologischen Silica Bildung.

Struktur und Mechanik einzelner Moleküle

„Unsere Forschung konzentriert sich auf die chemisch-mechanischen Arbeitsprinzipien der molekularen Maschinen, die an der Proteinfaltung, dem Abbau von Proteinen und dem DNA-Stoffwechsel beteiligt sind. Mit besonderen Pinzetten können wir winzige Kräfte auf DNA und Proteine ausüben und damit ihre Struktur untersuchen, indem wir messen, wie diese auf die Kräfte reagieren. Außerdem verwenden wir Fluoreszenzmikroskopie, um Konformationsänderungen von Enzymen im Nanometermaßstab zu messen.“





Molekulare Maschinen am Nerv des Lebens



Ein Großteil unserer Forschung konzentriert sich auf Enzyme, die mit der Vervielfältigung von DNA zusammenhängen, wie etwa Helikasen, die die Doppelhelix zum Kopieren „entzwirbeln“, und Rekombinasen, die Fremd-DNA an bestimmten Stellen in das Genom integrieren.

Um zu verstehen, was beim DNA-Stoffwechsel vorgeht, untersuchen wir die Vorgänge vom Einzelmolekül bis hin zu Molekülkomplexen in Echtzeit, so dass wir die Abfolge der Ereignisse auf einem bestimmten DNA-Strang beobachten können. Insbesondere benutzen wir Einzelmolekül-Fluoreszenz-Techniken, um Veränderungen an den Proteinen festzustellen,

welche die DNA bearbeiten, sowie magnetische oder optische Pinzetten, um die Bindung von Enzymen an die DNA beobachten und durch kleine Kräfte beeinflussen zu können.

Durch Anwendung dieser Methoden auf die Aktivität der Helikasen, welche die Doppelhelix öffnen und die Stränge trennen, hoffen wir, grundlegende Mechanismen zu enthüllen, die beim Kampf gegen diverse Krankheiten helfen könnten. Die Vervielfältigung der DNA ist zum Beispiel ein wichtiger Angriffspunkt für die Krebstherapie, da Krebszellen sich öfter teilen als gesunde Zellen und dementsprechend auch ihre DNA öfter kopieren müssen.

Bei Bakterien gibt es ein hoch entwickeltes System zur Anpassung an Umweltveränderung



Dr. Michael Schlierf

Nachwuchsgruppenleiter für „Bionanotechnological
Analysis & Manipulation“

+49 (0)351 463 43050

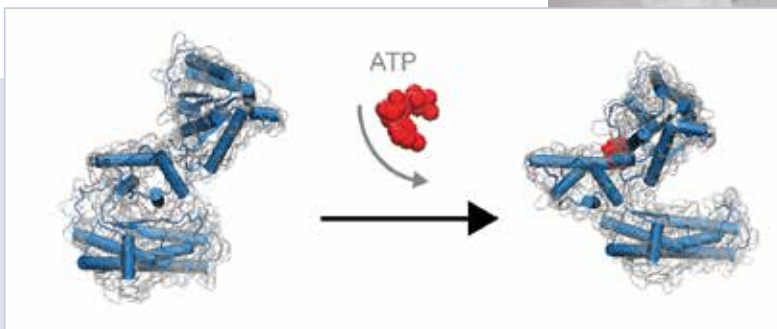
schlierf@bcube-dresden.de



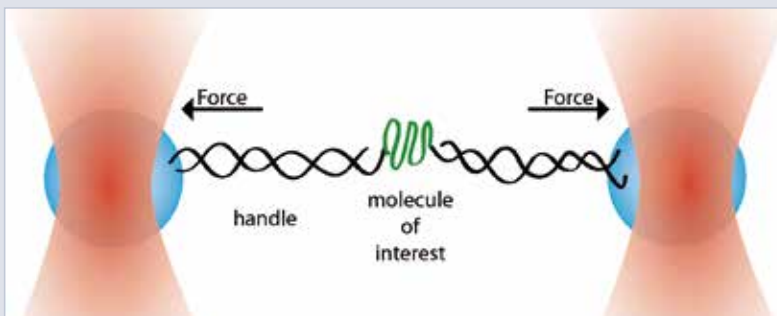
Beispiel: PROTEINSTRUKTUR



durch Aufnahme von DNA mittels Rekombinasen. Auf diese Weise breiten sich zum Beispiel Antibiotikaresistenzen aus. Dieses System ist äußerst effektiv, aber auf molekularer Ebene ist es bis heute nur unzureichend verstanden. Unser einzigartiges Repertoire von neuen Methoden ermöglicht es uns, diese bakterielle Anpassung näher zu untersuchen.



◀ Molekulare Maschinen verwenden oft die chemische Energie des ATP-Moleküls und wandeln diese in mechanische Bewegung um, die wir mit unseren Experimenten in Echtzeit verfolgen können.

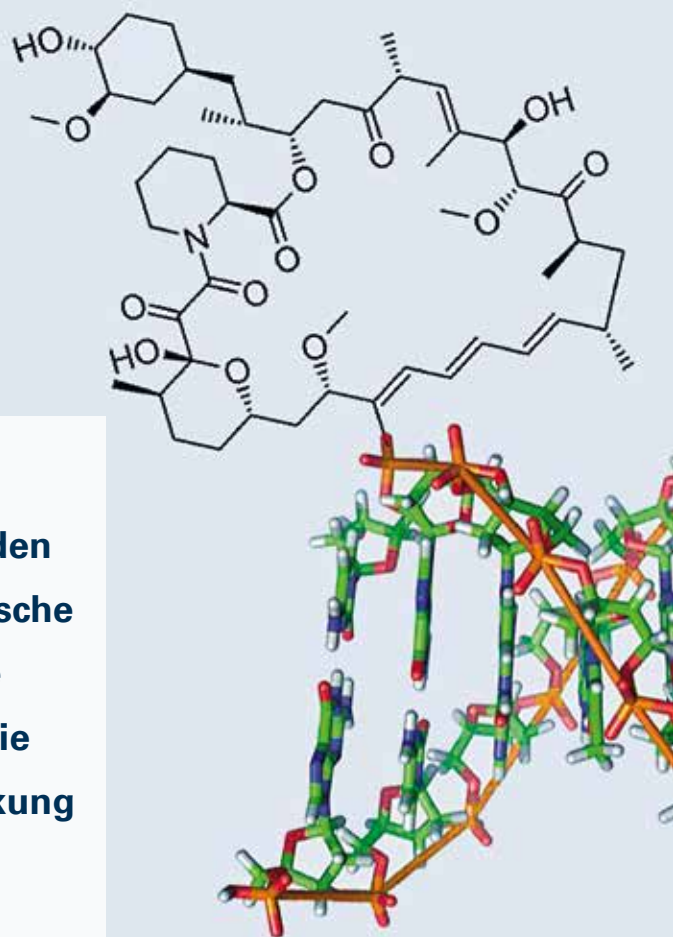


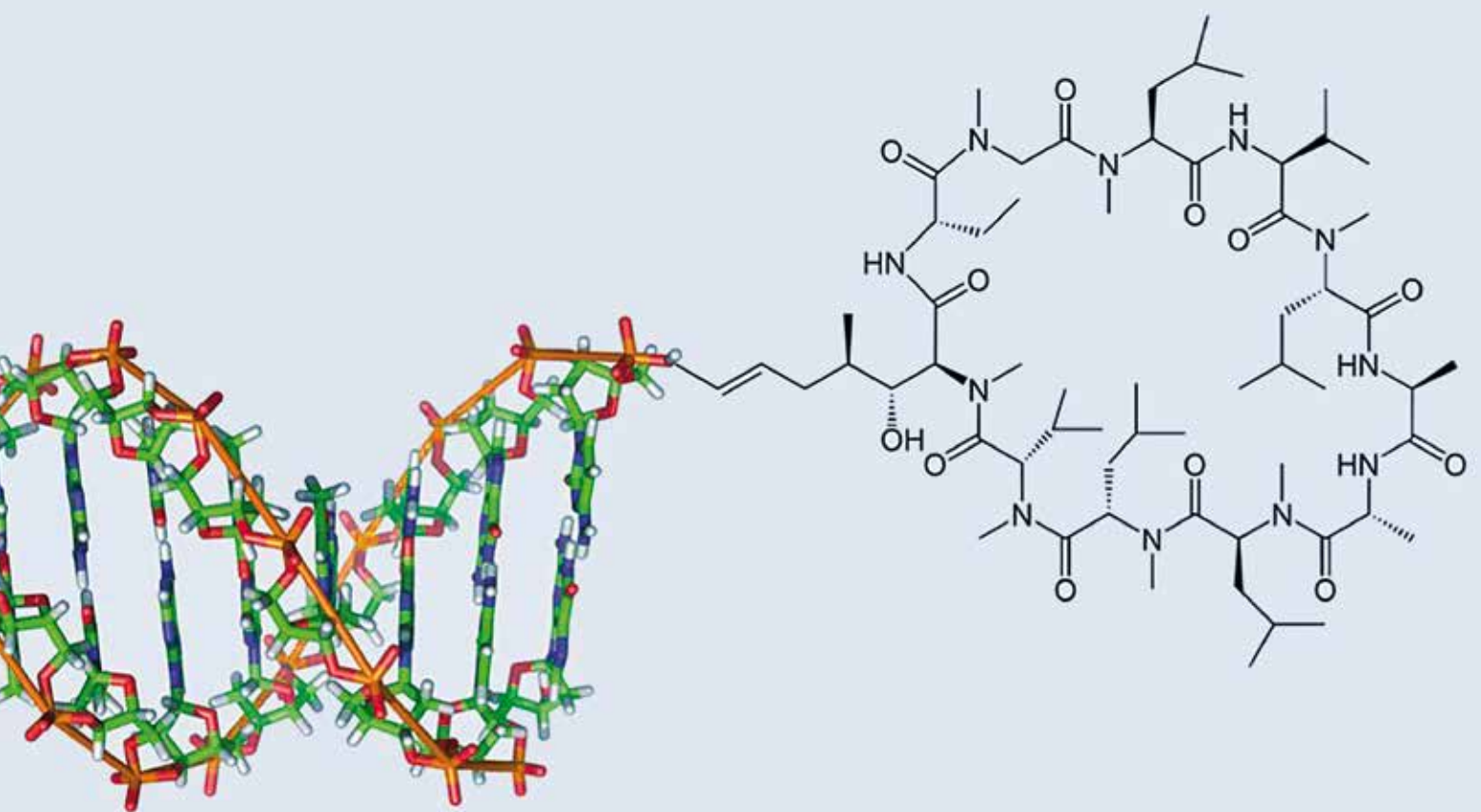
◀ Indem wir zwei kleine Glasperlen mit fokussierten Laserstrahlen festhalten, können wir Kräfte auf Moleküle übertragen und etwas über ihre Struktur und Funktion erfahren.

Nachwuchs-Forschungsgruppe Dr. Yixin Zhang

Chemische Verfahren zur biologischen und medizinischen Forschung und Anwendung

„Unsere Forschung zielt auf die Entwicklung chemischer Methoden für die biologische und medizinische Forschung. So wollen wir für die Medizin Wirkstoffe entwickeln, die erst am Krankheitsherd ihre Wirkung entfalten.“





Bioaktive Molekülsysteme und DNA-codierte Wirkstoff-Forschung

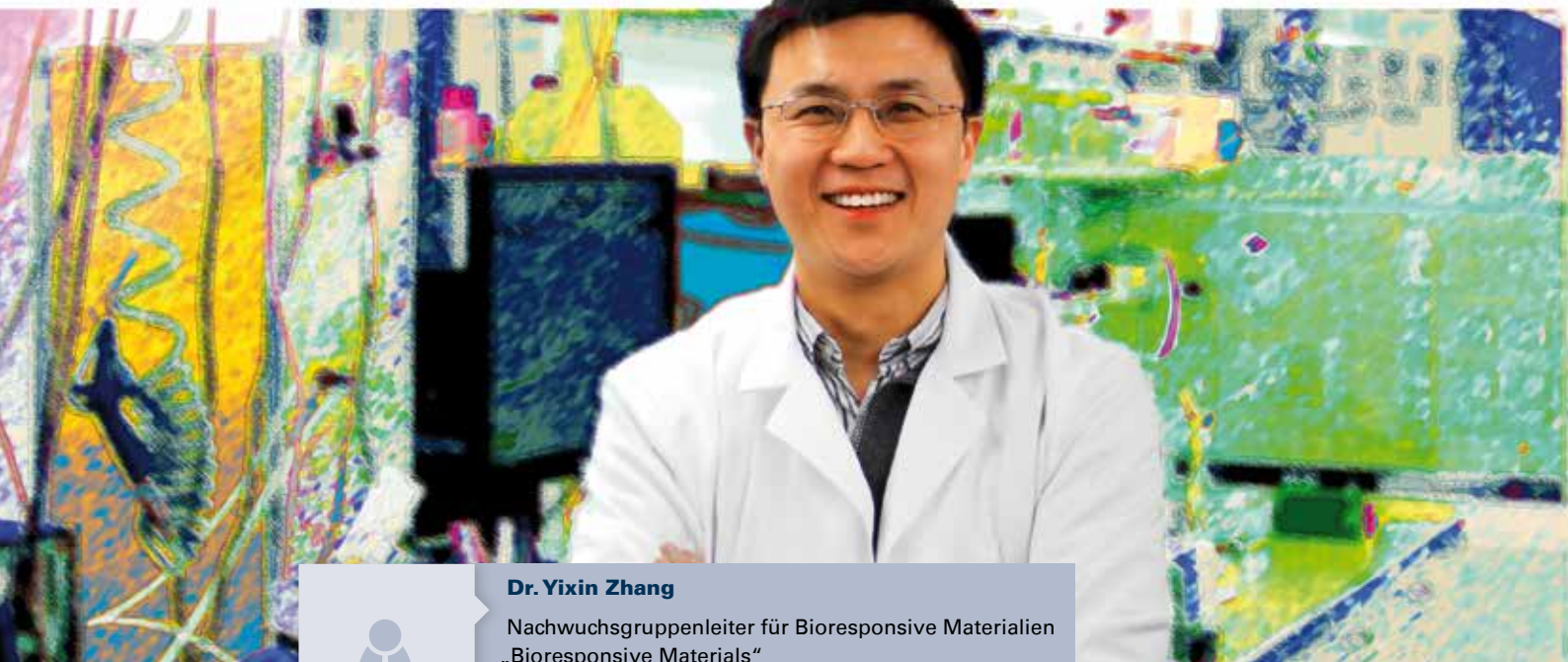


Wir entwickeln mehrere innovative Technologien, um die Suche nach neuen Wirkstoffen im Hochdurchsatzverfahren zu erleichtern, und um die Spezifität von Wirkstoffen zu erhöhen, damit sie nur in den gewünschten Zellen und Geweben aktiv sind.

Bei der Wirkstoffsuche konzentrieren wir uns auf DNA-codierte Substanzbibliotheken. Diese Vorgehensweise ermöglicht es, eine unbegrenzte Zahl von Molekülsorten gleichzeitig zu testen, da jedes Molekül, das an ein Ziel bindet, aufgrund seines DNA-Kennzeichens identifiziert werden kann. Bei der Zielsteuerung und Aktivierung von Wirkstoffen befasst sich unsere Forschung mit dem Umschalten

von Wirkstoffmolekülen durch UV oder Infrarot-Strahlung. Insbesondere interessieren wir uns für die Anwendung von Immun-Modulatoren, die durch Licht gesteuert werden können. Ein weiterer Bereich unserer Forschung richtet sich auf die Entwicklung künstlicher Materialien, welche die extrazelluläre Matrix ersetzen können, in die viele Arten von Zellen normalerweise eingebettet sind. Hydrogele aus Heparin können einige Eigenschaften der Matrix imitieren und ermöglichen die Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen Zellen *in vitro*.

Solche Materialien könnten auch Anwendung bei Therapien finden, die auf dem Ersatz von Zellen oder Geweben beruhen.

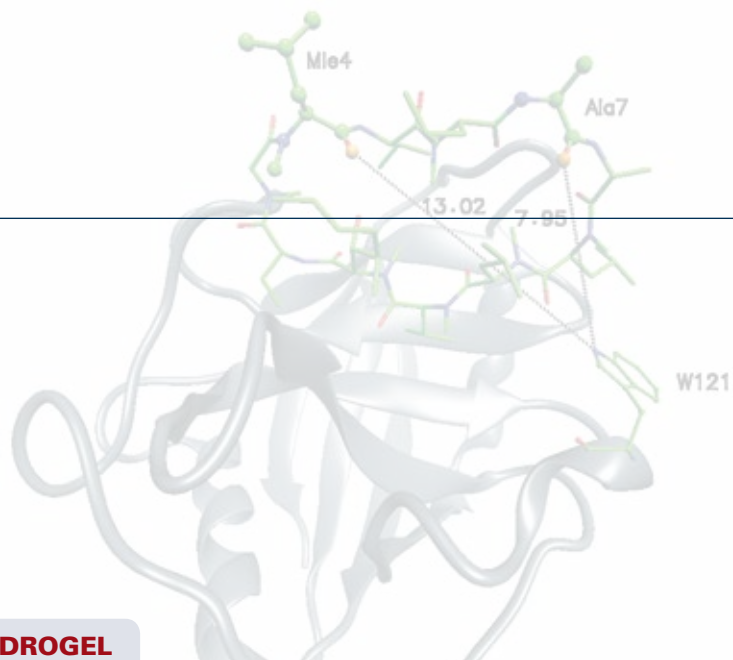


Dr. Yixin Zhang

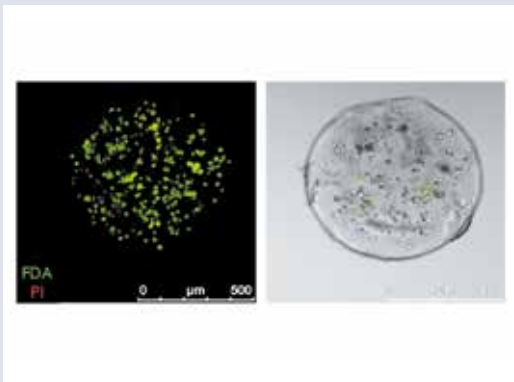
Nachwuchsgruppenleiter für Bioresponsive Materialien
„Bioresponsive Materials“

+49 (0)351 463 43040

yixin.zhang@bcube-dresden.de



Beispiel: HYDROGEL

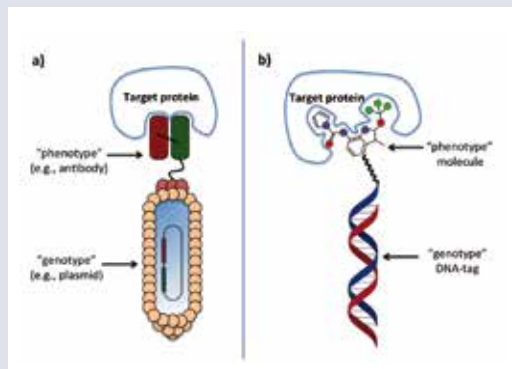


▲ Eingeschlossene Zellen in einer chemisch definierten Biomatrix, um Zellwachstum in 3D zu analysieren und für die medizinische Anwendung zu manipulieren.



▲ Rationelles Wirkstoffdesign (z.B. Anti-Krebsmedikamente oder Immunsuppressiva), um Arzneimittel effizienter und sicherer zu gestalten.

Verknüpfung von chemischen Wirkstoffen mit DNA, um deren Analyse mithilfe von Sequenzierung zu ermöglichen. Das ist ähnlich dem Auslesen eines Barcodes an der Kasse eines Supermarktes. ▼



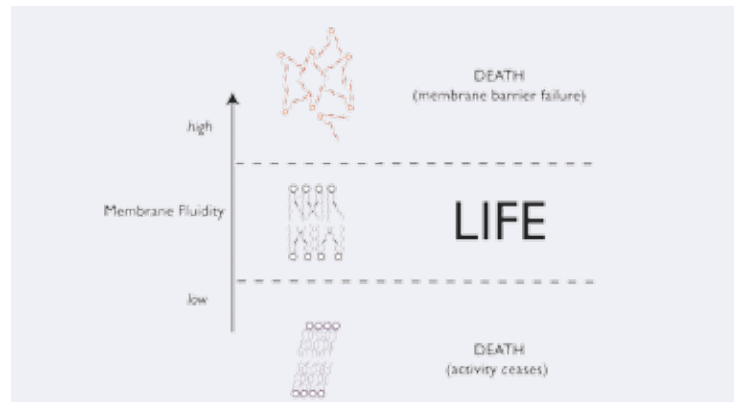
Forschungsgruppe Dr. James Sáenz

Bottom-up Synthetic Biology

Zellmembranen schaffen Struktur im Chaos

Wie sind aus einer Ursuppe die ersten Protozellen auf der Erde entstanden? Welche Rolle spielen Lipide in der Natur, um komplexe Systeme wachsen zu lassen? Welche Bausteine brauchen wir, um selbst künstliche Zellen zu konstruieren? Diesen und verwandten Fragen geht die Arbeitsgruppe „Bottom-up Synthetic Biology“ von James Saenz (geboren 1981 in New York) nach.

Unsere Arbeitsgruppe untersucht die besondere Rolle von Lipiden bei der Organisation von Zellmembranen in Bakterien. Wenn wir diese Prozesse durchdrungen haben, wollen wir funktionsfähige biologische Membranen



künstlich erzeugen. Und wir könnten dadurch lernen, wie mit der Hilfe von Bakterienmembranen Infektionen und Antibiotikaresistenzen verhindert werden können. Unsere Forschung führt uns auch zum Ursprung des Lebens: Wir möchten erkunden, wie die ersten bakteriellen Lebensformen vor Milliarden Jahren auf der Erde entstanden sind.

Die Grenze zwischen Leben und Tod ist hauchdünn: Ein paar Nanometer Membran trennen die Zellen selbst der einfachsten Lebensformen von der Umgebung. Diese Hülle hält den Innendruck und die Form der Zelle aufrecht, schützt sie vor widrigen Umweltbedingungen. Und sie sind nicht nur Barriere nach außen, sondern ermöglichen überhaupt erst komplexe biologische Systeme: Durch Membranen werden die Kraftwerke und Motoren der Zelle platziert. Sie schaffen Struktur und Identität im Chaos.

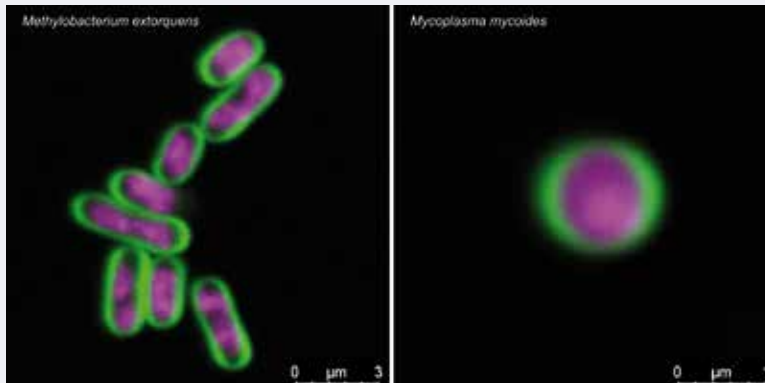
Eine Schlüsselrolle dabei spielen Lipide. Bestimmte Fettarten sorgen dafür, dass die Membran besonders stabil oder besonders flüssig wird. Die Lipide steuern damit die Aktivität der Proteine, die in die Zellmembran eingebaut sind.

▲ Die Fließfähigkeit aller Zellmembranen muss in einem engen Bereich gehalten werden. Wird die Membran zu flüssig, wirkt sie nicht als Barriere. Wird sie zu steif, funktionieren die Proteine in der Membran nicht mehr. Die Zelle passt ihre Lipidzusammensetzung als Reaktion auf Störungen an, um die Membranfunktion aufrechtzuerhalten.



James Sáenz

Forschungsgruppenleiter
„Bottom-up Synthetic Biology“
+49 (0)351 463 43066
james.saenz@tu-dresden.de

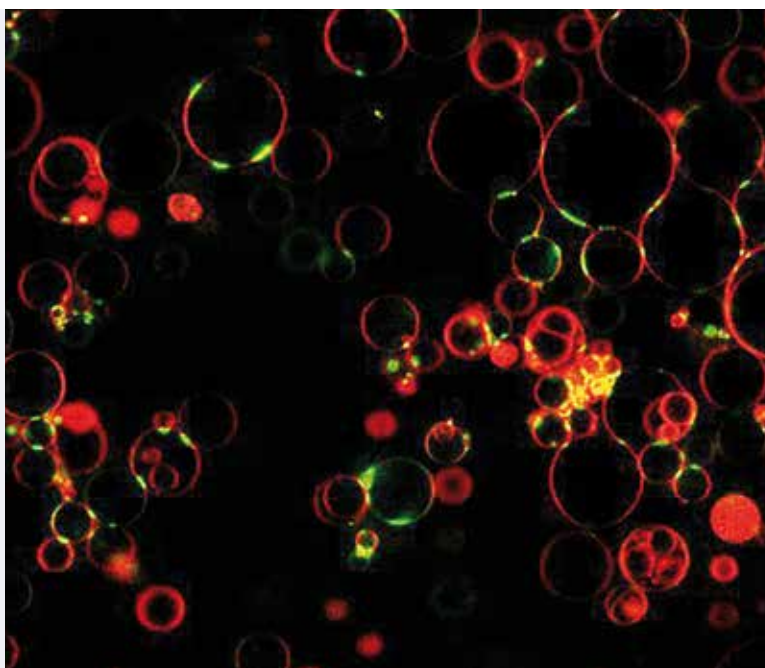


◀ Alle lebenden Organismen haben eine Zellmembran, die aus einer Lipiddoppelschicht und Proteinen besteht. Die Membran dient sowohl als selektive Barriere als auch als Organisationsmatrix. Die in diesen Mikroskopiebildern gezeigten Bakterien (DNA = lila, Membran = grün) sind einfache Organismen, die wir als Modellsysteme verwenden, um die Konstruktionsprinzipien lebender Membranen zu verstehen.

Diese hochspezialisierten Proteine wiederum haben verschiedene Funktionen: Einige sind Signalleitungen, andere wirken wie Wasserleitungen, wieder andere pumpen Stoffe in und durch die Zelle und so weiter.

Erste künstliche Membranen aus Lipiden haben Zellbiologen in Dresden bereits konstruiert. Diese Membranen waren allerdings statisch. Als nächstes wollen wir eine voll funktionsfähige Membran bauen, die wie in einem lebendigen Organismus agiert und reagiert.

Dies wäre ein wichtiger Baustein, um später einmal synthetisches Leben zu konstruieren. Dabei denken wir nicht an künstliche Menschen, sondern an Technologie, die auf biologische Prinzipien aufbaut, wie zum Beispiel biologische Computer und Sensoren, die nur sehr wenig Energie verbrauchen. Das beste Beispiel dafür ist das menschliche Gehirn: Mit dem Energieverbrauch einer Glühlampe schafft es Bilderkennungsleistungen, die bis heute selbst Supercomputer der Megawatt-Klasse überfordern.



◀ Die Fähigkeit der Membranen Zellbestandteile in Zeit und Raum zu organisieren, ist lebensnotwendig. Dies ist ein konfokales Bild eines riesigen Lipidvesikels, das in zwei flüssige Phasen (grün und rot) separiert wird. Ein fluoreszierendes RNA-Aptamer (grün) bindet bevorzugt an die geordnete Flüssigphase. Dadurch wird gezeigt, dass RNA an Lipidmembranen binden kann und Selektivität für Membranen mit bestimmten Eigenschaften aufweist. Wir untersuchen, wie RNA-Lipid-Wechselwirkungen zum Ursprung des Lebens beigetragen haben könnten und wie diese Wechselwirkungen als Organisationsprinzip in synthetischen Systemen gestaltet werden können.

Forschungsgruppe Igor Zlotnikov

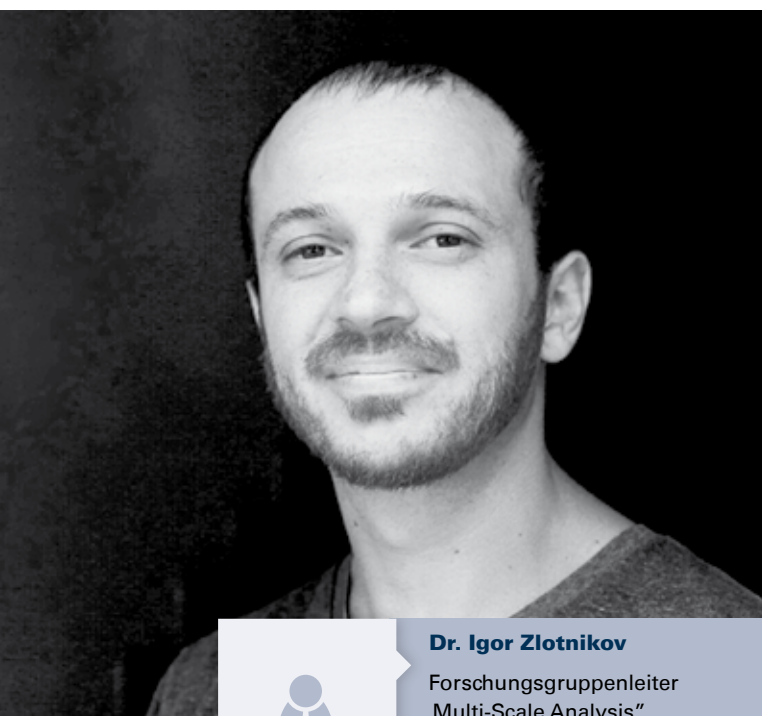
Multi-Scale Analysis

Thermodynamische und nanomechanische Aspekte der biomineralisierten Gewebebildung und -funktion

Warum sind Muschelschalen so stark? Wie erzeugen Meeresschwämme hochsymmetrische Glasstrukturen? Der Prozess ihres Wachstums nennt sich Biomineralisation – die Bildung dreidimensionaler, mineralisch-organischer Funktionsarchitekturen durch lebende Organismen. Das Interessante an der Biomineralisation ist, wie effizient durch einen biochemischen Vorgang biotische Mineralien gebildet werden, die ein vollständig funktionsfähiges mineralisiertes Gewebe hervorbringen – durch scheinbar einfache Lösungen und trotzdem von unglaublicher Eleganz. Diese Aspekte stehen im Fokus der aktuellen bioinspirierten Forschung.

Wir untersuchen, wie Muschelschalen, Glasschwämme und andere Meeresorganismen Mineralien in biologisches Gewebe einbauen, um komplexe 3D-Verbundarchitekturen mit einzigartigen Funktionalitäten zu schaffen. Mit diesem Wissen wollen wir die Entwicklung neuer technologisch relevanter Materialien bewirken.

Lebende Organismen bilden komplexe mineralisierte Biokomposite, die eine Vielzahl essentieller Funktionen erfüllen. Diese Biomaterialien sind oft multifunktional, da sie nicht nur für die strukturelle Unterstützung und mechanische Festigkeit verantwortlich sind, sondern auch für optische, magnetische oder sensorische Fähigkeiten. Diese bemerkenswerte Funktionsvielfalt wird trotz einer relativ engen Auswahl an anorganischen Materialien erreicht. Daher wurden beträchtliche Anstrengungen unternommen, um den Prozess der Biomineralisation zu untersuchen und zu verstehen, wie Organismen Elemente aus der Umwelt aufnehmen und in lebende Gewebe integrieren. Viele Studien haben die Komplexität biochemischer Mechanismen untersucht, die für das empfindliche Gleichgewicht und die Wechselwirkung zwischen anorganischen Ausgangsstoffen und makromolekularen Komponenten verantwortlich sind und zu Keimbildung, Aufbau und Wachstum verschiedener Biominerale führen. Im Gegensatz dazu sind thermodynamische Einschränkungen, die die Mikrostrukturbildung, die Wachstumskinetik und die Morphologie des mineralisierten Gewebes bestimmen und zu einer definierten Funktionalität führen, viel weniger bekannt.

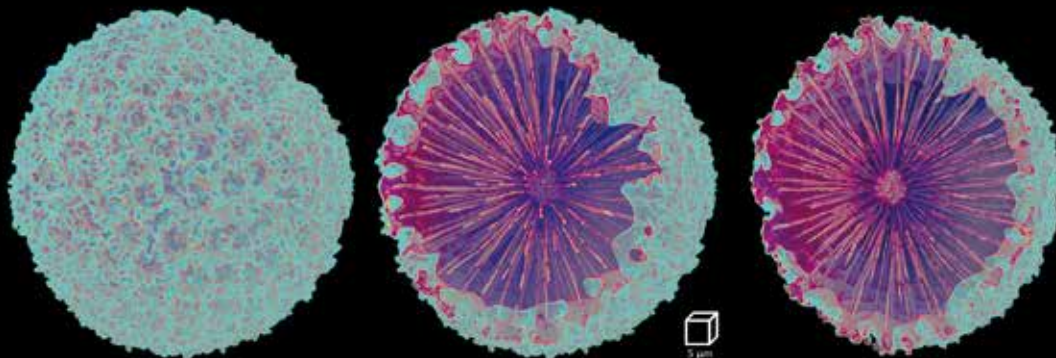


Dr. Igor Zlotnikov

Forschungsgruppenleiter
„Multi-Scale Analysis“

+49 (0)351 463 43090

igor.zlotnikov@tu-dresden.de



◀ 3D Tomographische Rekonstruktion einer kugelförmigen Schwammnadel (Spiculum) *Geodia cydonium*.

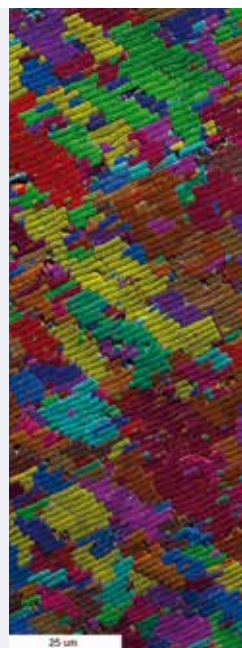
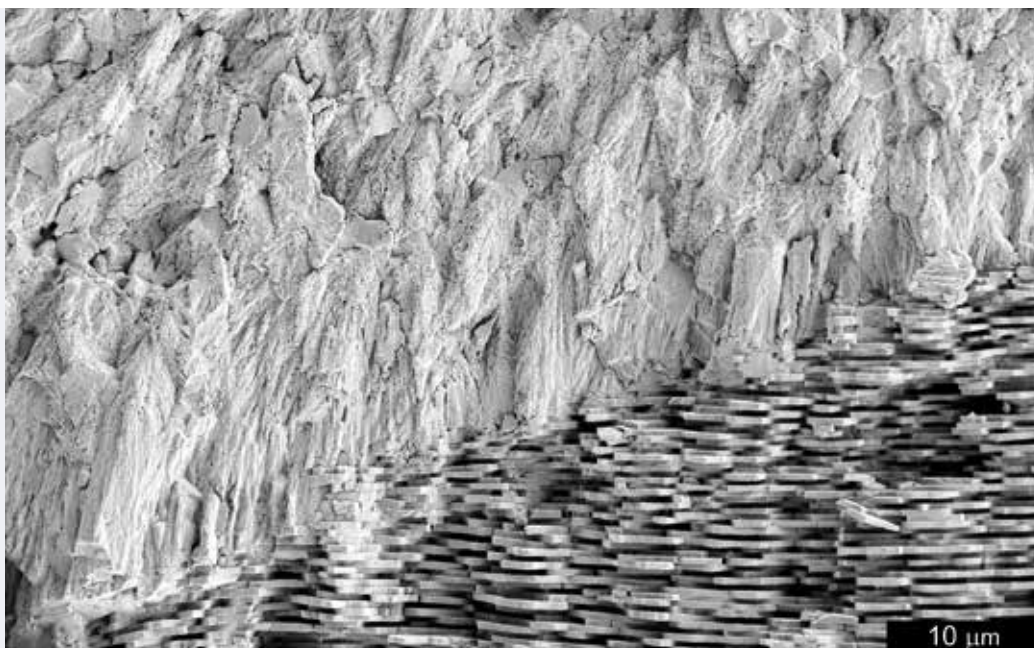
Daher wollen wir uns mit der grundsätzlichen Frage befassen, wie die Natur thermodynamische Prinzipien nutzt, um komplexe Morphologien zu erzeugen und das Zusammenspiel von Materialphysik und zellulärer Steuerung in diesem Prozess zu untersuchen.

Die strukturelle, biochemische und funktionelle Charakterisierung von Biomaterialien ist eine anspruchsvolle Aufgabe, die den Einsatz modernster Techniken aus einem breiten Spektrum der Lebens- und Naturwissenschaften erfordert. Da biomineralisierte Gewebe hauptsächlich mechanische Festigkeit und strukturelle Unterstützung bieten,

hat sich das wichtige Forschungsgebiet der nanomechanischen Charakterisierung von Biomaterialien entwickelt, das Inspiration für das Design von mechanisch effizienten synthetischen Materialien liefert. **Daher wollen wir die Mechanismen der zeit-, temperatur- und feuchtigkeitsabhängigen elastischen und viskoelastischen Reaktion natürlich vorkommender funktioneller Verbundsysteme aufklären und verstehen.**

▼ Innere Struktur der Schneckenschale *Helix asinina*.

▲ EBSD-Abbildung der perlmutartigen Baugruppe in der Schale von *Unio pictorum*.





Technologieplattform

Kostenintensive Spezialtechniken und Serviceleistungen werden am B CUBE innerhalb einer Technologieplattform bereitgestellt, die allen Forschungsgruppen zur Verfügung steht.

Dadurch wird eine kosteneffiziente Nutzung der Geräte erzielt, und den interdisziplinären Forschungsgruppen steht eine möglichst große Vielfalt an Spezialtechniken zur Verfügung. Die Mitarbeiter der Technologieplattform

bürgen für Fachwissen und Serviceleistungen von höchster Qualität.

Die B CUBE Technologieplattform ist Teil eines lokalen Netzwerks, das die breite Nutzung von Geräten und Serviceleistungen fördert. Dies ermöglicht nicht nur den wirtschaftlichen Umgang mit öffentlichen Mitteln, sondern ist darüber hinaus Keimzelle für Projektideen und somit Grundlage für die Einwerbung nationaler und internationaler Fördermittel.





i Beispiel: **PEPTIDSYNTHESE**

Diese Einrichtung bietet Servicedienste von der Synthese und Modifizierung von Peptiden bis hin zu Hochdurchsatz-Array-Methoden (SPOT) für Peptidbibliotheken. Die Leistungen stehen den Forschungsgruppen am B CUBE sowie externen Partnern zur Verfügung.

KONTAKT:
peptide@bcube-dresden.de
+49 (0)351 463 43071





KONTAKT

B CUBE – Center for Molecular Bioengineering
 Technische Universität Dresden
 Arnoldstraße 18
 D-01307 Dresden
 GERMANY
 Telefon: +49 (0)351 463 43000
 Telefax: +49 (0)351 463 40322
 office@bcube-dresden.de
 www.tu-dresden.de/bcube

IMPRESSUM

Herausgeber:
 B CUBE – Center for Molecular Bioengineering
Text:
 Michael Gross und B CUBE
Design:
 Kampagner Werbeagentur
Fotonachweis:
 Archiv B CUBE,
 PS Design1 (S.4)

© B CUBE, 2014



www.tu-dresden.de/bcube

B CUBE

– Center for Molecular Bioengineering

Technische Universität Dresden

Arnoldstraße 18

D-01307 Dresden

GERMANY

Telefon: +49 (0)351 463 43000

Telefax: +49 (0)351 463 40322

office@bcube-dresden.de

www.tu-dresden.de/bcube

