



Abgebildet:

Mikroskope machen Dinge sichtbar, die mit bloßem Auge nicht erkennbar sind.
> Seite 4



Ausgepresst:

Wissenschaftler stellen Kunststoff aus Orangenschalen her
> Seite 2



Aufgeladen:

Neue dünne Solarzellen können sogar in Jacken integriert werden > Seite 10

Zahlen, Daten, Fakten

Das Freiburger Materialforschungszentrum...

... wurde 1989 als Zentrale Einrichtung der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg gegründet.

... beteiligt die folgenden sechs Fakultäten: Mathematik und Physik, Angewandte Wissenschaften, Chemie, Pharmazie und Geowissenschaften, Biologie, Forst- und Umweltwissenschaften sowie Medizin.

... besteht aus 18 aktiven und neun assoziierten Mitgliedern. Ferner hat es sechs emeritierte und beratende Mitglieder sowie 14 ehemaligen Mitglieder.

... wird von einem dreiköpfigen Direktorium geführt, welches aus der Mitte der wissenschaftlichen Mitglieder gewählt wird.

... hat fünf Servicegruppen, die Methoden für die Forschung entwickeln und jeweils von einem Servicegruppenleiter/in betreut werden.

... hat sieben Projektgruppen, in denen die Mitglieder und ihre Teams an Innovationen forschen, sowie zwei Foren, die dem wissenschaftlichen Austausch dienen.

... wird von einem Kuratorium mit derzeit 19 Mitgliedern bei wissenschaftlichen Aktivitäten unterstützt und beraten.

... beschäftigt derzeit rund 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

... hat 23 wissenschaftliche Labore.

... verfügte 2011 über einen Jahres-Etat von 5.5 Mio. Euro.



Brücken schlagen in die Zukunft

Materialforschung verbindet - Fächer, Ideen und Menschen

Wer sehnt sich nicht danach, einmal aus seinem Alltagstrott auszubrechen und die Dinge aus einem neuen, ungewohnten Blickwinkel zu betrachten? Schließlich erweitert das den Horizont. Auch in der Forschung führen solche Perspektivwechsel oft zu völlig neuen Erkenntnissen und Entwicklungen. Einen Blick über den eigenen Tellerrand zu wagen und eine Brücke zu anderen Fachbereichen zu schlagen, eignet sich daher als Weg zu einer alternativen Sicht auf die Wissenschaft.

Diesen Weg schlagen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am FMF täglich ein: Chemiker erläutern hier Physikern den Aufbau von Materialstrukturen, Ingenieure machen Biologen Vorschläge, wie sie wichtige Forschungsergebnisse in technische Innovationen umsetzen können. Die wichtigste Grundlage für den regen Wissensaustausch bildet eine gemeinsame Sprache der Forscher aus verschiedenen Fachrichtungen sowie das gegenseitige Interesse an der Tätigkeit des Anderen. Denn Materialforschung lebt vom Zusammenspiel der verschiedenen Wissenschaften. So stehen am FMF das gemeinsame Forschen in fachübergreifenden Projekten und Kooperationen sowie die Entwicklung neuer Materialien im Mittelpunkt. Aus der fruchtbaren Zusammenarbeit der einzelnen Disziplinen und Projektgruppen entstehen neue, zukunftsfähige Materialien, beispielsweise für Solarzellen, Batterien oder Mikrochips. Dabei stellen die Wissenschaftler nicht nur neue Materialien her, sie entwickeln diese auch weiter, indem sie deren Eigenschaften für den geplanten Anwendungsbereich anpassen und optimieren.

Die Grundlagenforschung, also das Verständnis für das chemische oder physikalische Verhalten und die biologischen Eigenschaften eines Materials, begründen die Quelle des Erfolgs. Die Servicegruppen des FMF bündeln das Wissen um die modernsten Analysemethoden, Methodenentwicklungen und Simulationen. Sie unterstützen mit ihren Diensten die Forschung sämtlicher FMF-Projektgruppen.

Eine Brücke kann auf verschiedene Art und Weise gebaut werden. Wichtig sind hier nicht nur der Anfang und das Ende, sondern die stabilen Verbindungen zwischen den einzelnen Teilen. Für diese stehen die Mitarbeiter des FMF: Ihre Ideen, ihre Motivation und ihre Offenheit, Dinge aus der Sicht verschiedener Fachrichtungen zu betrachten, sind ansteckend und machen Lust, auf Entdeckungstour zu gehen – im faszinierenden Reich der Materialien. Denn ob Kunststoff, Metall, Holz, Gummi oder Glas – die Liste der am FMF verwendeten Materialien ist lang und die Projektthemen vielfältig. Überzeugen Sie sich selbst!



Die neuen Kunststoffe werden mit Hilfe des Naturstoffs Limonen hergestellt, der in Orangenschalen enthalten ist

Kunststoff aus Orangenschalen

Wie aus Abfällen von Zitrusfrüchten neue Biomaterialien entstehen

Unsere Ressourcen werden immer knapper und Erdöl zunehmend teurer. Daher sucht die Kunststoffindustrie nach alternativen Rohstoffquellen, um in Zukunft unabhängig vom Erdöl zu sein.

Ein weiteres Ziel ist es, das bei der Kunststoffproduktion entstehende Kohlendioxid chemisch zu fixieren, damit das Klima durch diese giftigen Gase nicht weiter geschädigt wird.

Ohne Zusatz von Lösungsmitteln

Mit dem Naturstoff Limonen, der am FMF aus Orangenschalen gewonnen wird, und den in der Luft vorkommenden Gasen Sauerstoff und Kohlendioxid ermöglichen Wissenschaftler des FMF nun den Zugang zu völlig neuen bio-basierten Kunststoffen. Denn es ist ihnen erstmals gelungen, in einem Verfahren Limonenoxid mit Kohlendioxid ohne den Zusatz von Lösungsmitteln umzusetzen.

Werden diese beiden Stoffe in einer chemischen Reaktion gebunden, entsteht gießfähiges Limonencarbonat, das mit so genannten Aminen gehärtet werden kann.

Was bei der Saftherstellung übrig bleibt

Die Freiburger setzen als Aminhärter ihre eigens maßgeschneiderten Zitronensäureamidoamine ein, die ebenfalls aus Zitrusfrüchten gewonnen werden. Bei diesen Verfahren verwenden sie keine toxischen oder umweltschädlichen Stoffe und erzeugen keine Nebenprodukte. Außerdem besteht, anders als bei vielen Bio-Kunststoffen, keine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion.

Die benötigten Orangenschalen fallen in großen Mengen als Abfallstoff in der Orangensaftproduktion an. Die Produkte der auf der „grünen Chemie“ basierenden Forschung finden z.B. in der Autoindustrie ihren Einsatz, wo die Materialien für die Innen- und Außenverkleidung von Autos verwendet werden. Zudem sind die Kunststoffe auch als Schäume für Wärmedämmung sowie für neue bio-basierte Beschichtungssysteme und Klebstoffe nutzbar.

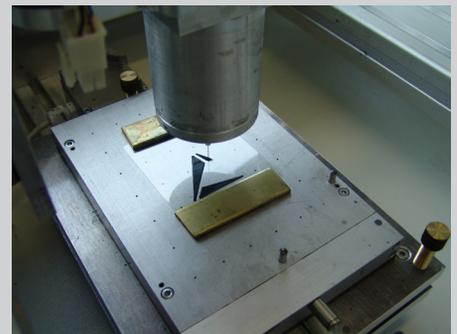
Der optimal Einstieg

Für Schulabgänger und Studieneinsteiger, die Interesse an der Forschung und Entwicklung von biobasierten Kunststoffen haben, ist ein Bachelor in Chemie der beste Einstieg. Danach ist eine weitere Spezialisierung auf Makromolekulare Chemie im Masterstudium möglich.

Was macht eigentlich ein..... Polymer chemiker?



Martin Fabritius ist Doktorand am FMF. Dort forscht der Polymerchemiker an neuen Kohlenstoff-Materialien für den 3D-Druck. Am Bildschirm zerlegt er ein dreidimensionales Objekt mit Hilfe eines Computerprogramms in einzelne Schichten.



Mit einem am FMF entwickelten 3-D-Drucker druckt der Chemie-Doktorand dann nach dem Computermodell das Kohlenstoffmaterial schichtweise auf eine Folie. Es können aber auch andere Oberflächen genutzt werden.

Mobil in die Zukunft

Kleine leistungsfähigere Akkus für Elektroautos

Benzin- und Dieselfahrzeuge verschmutzen mit ihren Abgasen die Umwelt: Die negativen Auswirkungen dieser Schadstoffemissionen auf die Erdatmosphäre sind mittlerweile unbestritten. Eine umweltschonende Alternative sind Akkus, so genannten Lithium-Ionen-Batterien, die wieder aufladbar sind.

Materialien sollen extremen Bedingungen standhalten

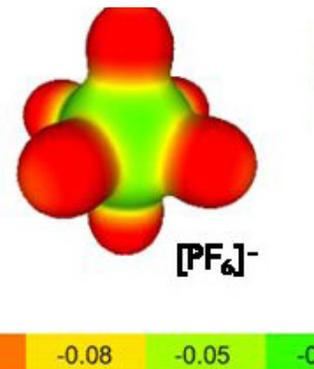
In kleinerer Form werden sie serienmäßig schon in Mobiltelefonen verwendet. Doch diese Akkus eignen sich nicht für den Einsatz in Elektroautos, da sie die sommerliche Hitze auf der Straße nicht gut aushalten. Die Chemiker des FMF forschen daher an der Entwicklung und Herstellung neuer Materialien für Akkus, die in Hybrid- und Elektroautos eingesetzt werden können.

Fahrplan: das Elektroauto salonfähig machen

Dafür entwickeln sie in den Laboren des FMF Leitsalze, bestehend aus kleinen Teilchen, die zwischen dem Plus- und Minuspol im Akku hin- und her wandern.



Schon ausgereift: Die kleinen Lithium-Ionen-Akkus werden beispielsweise in Mobiltelefonen serienmäßig eingesetzt. Foto: WoGi/Fotolia

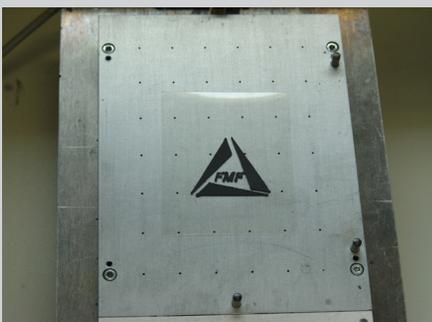


Detail einer Computersimulation: So sieht die Verteilung von Anionen in klassischen Leitsalzen für Li-Ionen Batterien aus.

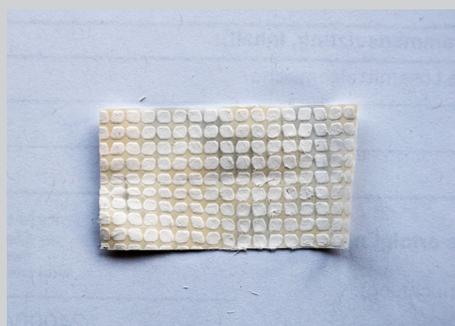
Die Forscher wollen diese so verändern, dass sie zum Beispiel extreme Hitze besser vertragen ohne sich dabei zu zersetzen oder in ihrer Bewegung eingeschränkt zu werden. Denn je widerstandsfähiger die Leitsalze sind, desto länger hält der Akku des Fahrzeugs. Mit dieser Forschung leistet das Team seinen Beitrag, um dem Elektroauto zum endgültigen Durchbruch zu verhelfen.

Wie werden wir künftig Energie speichern?

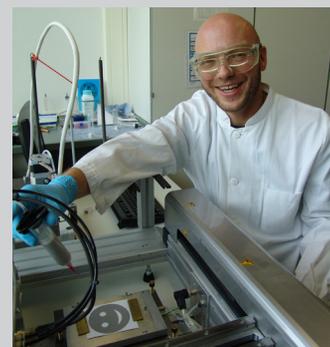
Wer die Mobilität der Zukunft mitgestalten möchte, dem sei ein Bachelor in Chemie empfohlen. Danach ist eine weitere Spezialisierung in einem Masterstudiengang wie Anorganische oder Physikalische Chemie möglich. Masterarbeiten mit materialwissenschaftlichem Schwerpunkt wie Entwicklung neuer Batteriematerialien oder gänzlich neuer Batteriekonzepte können im Rahmen eines Projekts am FMF angefertigt werden. Wird im Anschluss eine Promotion am FMF angestrebt, sollte sich diese im weitesten Sinne auf den Bereich Chemie konzentrieren. Hier können bevorzugt in Kooperationen mit verschiedenen Gruppen alle grundlegenden Komponenten für die Energiespeicherung der Zukunft, z.B. für die Mobilität, an der Front der Forschung weiterentwickelt, gestaltet und getestet werden.



Das gedruckte FMF-Logo zum Beispiel, besteht aus leitfähiger Tinte. In seiner Forschungsarbeit konzentriert sich Fabritius besonders auf gedruckte Elektronik, ein Verfahren, das z.B. bei flexiblen, also biegsamen, Handys Anwendung findet.



Mit dem 3D-Drucker können die Wissenschaftler neben druckbarer Elektronik auch vollständig abbaubare Wundabdeckungen für die regenerative Medizin sowie Teile für die plastische Chirurgie erstellen.



Die Maschine kann nicht nur 3D-Objekte für wissenschaftliche Anwendungen drucken, sie ist auch mal für einen Spaß zu haben: Hier versucht sich Fabritius an einem Smiley.

Der Natur auf der Spur

Was wir von Pflanzen lernen können

Dübeln ohne Löcher- geht das? In der Pflanzenwelt schon: Kletterpflanzen wie Wilder Wein können extrem stabile Verbindungen mit ihren Tragestrukturen schaffen. Denn an ihren Enden befinden sich Haftscheiben, die mit einer Art Klebstoff versehen sind und mit denen sie fest an den verschiedensten Untergründen anhaften können.

Keine Schrauben nötig

Die Eigenschaften der Kletterpflanzen haben sich die Freiburger Biologen abgeschaut und auf die Technik übertragen: Nach dem Vorbild der Natur entwickeln sie Materialien, wie Klebstoffe und andere Haftstrukturen, die besonders stabil sind und feste, dauerhafte Verbindungen ermöglichen, ohne dass geschraubt oder gedübelt werden muss. Diese Wissenschaftsdisziplin, die Technik und Biologie verbindet, nennt sich Bionik und es finden sich viele Überschneidungspunkte mit der Materialwissenschaft. Materialwissenschaftliche Kenntnisse werden daher auch benötigt, um die Ideen der Bionik umzusetzen.

Als Schwerpunkt Bionik

Chemiker, Physiker, Ingenieure und Biologen arbeiten am FMF eng zusammen, um beispielsweise solche Haftmechanismen zu analysieren und deren technische Umsetzung zu entwickeln. Wer im Forschungszweig Bionik tätig werden möchte, kann einen Bachelor in Biologie machen und nach Möglichkeit einen Master in „Angewandte Biowissenschaften – Schwerpunkt Biomechanik und Bionik“ draufsatteln.

Während des Bachelor-Studiums ist eine Spezialisierung auf „Funktionelle Morphologie, Biomechanik und Bionik“ sinnvoll. Bessere Chancen in der Forschung unterzukommen, bietet eine Promotion im Anschluss an den Master, idealerweise auf dem Gebiet der Biomechanik und/oder Bionik.



Die Ranke des Wilden Weins kann sich mit ihren Haftstrukturen fest an den Untergrund klammern

Für Promotionen auf diesem Gebiet kommen aber auch Studierende aus der Physik, der Chemie und den Ingenieurwissenschaften in die Biologie. Doktoranden haben die Möglichkeit, am FMF projektbezogene Arbeiten durchzuführen.

Vor ihnen bleibt nichts verborgen

Moderne Mikroskope machen das Innenleben von Materialien sichtbar

Wie eine Hautoberfläche aussieht, weiß jeder. Aber was verbirgt sich darunter? Wie sehen Gewebe und Zellen aus? Mit speziellen Mikroskopen können die Mitarbeiter der Servicegruppe „Charakterisierung von Oberflächen und Grenzflächen“ Stoffen wie Haut im buchstäblichen Sinne auf den Grund gehen. Dabei wird bei biologischen Proben ein so genanntes Environmental Scanning Electron Microscope (ESEM) verwendet, welches die Probe mit einem fokussierten Elektronenstrahl abtastet. Bei der Wechselwirkung mit der Probe entsteht ein Signal, das zur Bilderzeugung verwendet wird. Das aus dem Signal entstehende Bild stellt hauptsächlich Kontraste in der Topographie des Materials dar.

Die Probe trocknet nicht aus

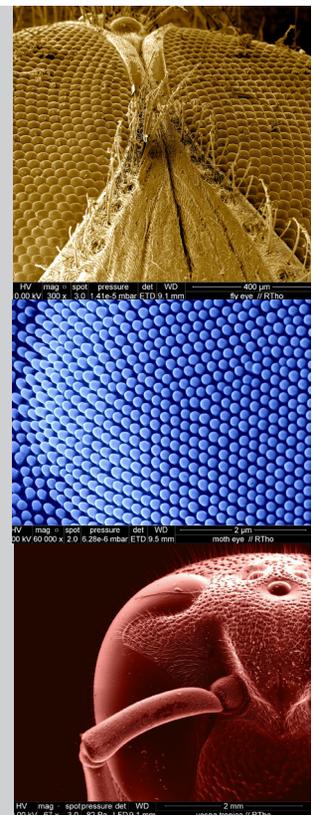
Im Unterschied zum konventionellen Rasterelektronenmikroskop befindet sich die Probenkammer beim ESEM nicht unter Hochvakuum, sondern die Probe wird in einer Gasatmosphäre, beispielsweise Wasserdampf, Stickstoff oder Luft, eingebracht. Durch die sie umgebende Feuchtigkeit trocknen auch wasserhaltige Proben im ESEM nicht aus. In einem FMF-Projekt haben Wissenschaftler menschliche Haut gezüchtet und dann im ESEM untersucht, wie gut die Zellen in bestimmten Trägermaterialien wachsen. Auch andere biologische Proben, wie zum Beispiel die Schuppen eines Schmetterlings oder die Struktur eines Pflanzenhalms, können mit dem ESEM untersucht werden. Die Servicegruppe analysiert jedoch auch andere, nicht biologische Stoffe, wie zum Beispiel Polymere, deren Strukturen im Nanometerbereich liegen.

Kleine Nadel leistet Großes

Eine Standardmethode in der Servicegruppe ist außerdem die Materialanalyse mit dem Rasterkraftmikroskop (AFM). Mit ihm kann man komplett die innere und äußere Struktur einer Polymerprobe untersuchen und somit auf deren Materialeigenschaften schließen. Dazu wird die Fläche der Probe durchgeschnitten und dann mit einer kleinen scharfen Spitze abgetastet. Die dafür verwendete Kraft und Eindringtiefe wird aufgezeichnet und damit ein digitales Bild der Oberfläche unterschiedlicher Härte erzeugt.

Karrierewege

Dies sind nur einige Beispiele zu den Geräten und Methoden, die der Servicegruppe am FMF zur Verfügung stehen. Sie verdeutlichen jedoch, wie spannend und vielseitig die Mikroskopie sein kann. Wer sich für dieses Feld interessiert, hat nach seinem Bachelor in einem naturwissenschaftlichen Fach, die Möglichkeit, sich im Masterstudium auf den Bereich der Mikroskopie zu spezialisieren. Große Konzerne verfügen oft über eigene Mikroskopie-Labore: ein möglicher Arbeitsplatz für Absolventen dieser Fachrichtungen.



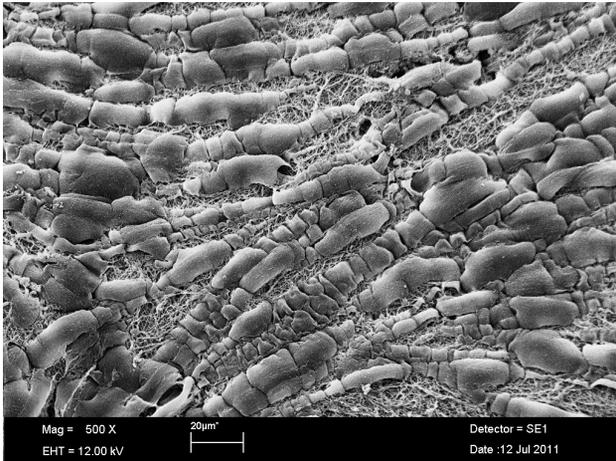
Abbildungen:

Facettenaugen einer Fliege (oben), Detail eines Mottenauges (Mitte), Kopf und Auge einer Hornisse (unten). Alle Bilder sind unterm Mikroskop aufgenommen und nachträglich eingefärbt worden.

Das Gelenk muss sitzen

Über künstliche Knochen und Pflaster nach Maß

Jeder von uns hat sich schon einmal verletzt und die Wunde mit einem Pflaster abgedeckt. Es gibt jedoch auch komplizierte Wunden, die beispielsweise nach Operationen im Körperinneren liegen oder Verbrennungen, die nicht einfach mit einem herkömmlichen Pflaster bedeckt werden können. Für diese speziellen Fälle haben Wissenschaftler am FMF Materialien entwickelt, die auf die vorhandene Wundsituation angepasst werden. Dabei fördern die Pflaster die körpereigene Heilung der Wunde und helfen dem Patienten, möglichst schnell wieder gesund zu werden.



Die gleiche Sprache sprechen

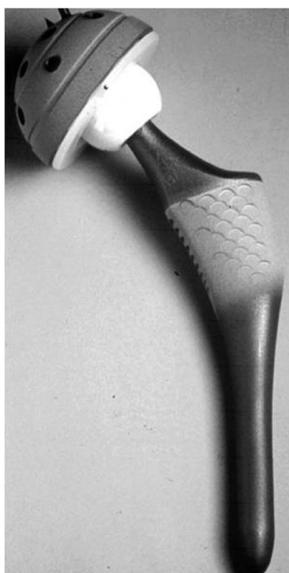
Welche Eigenschaften muss ein Implantat, Ersatzknochen, oder künstliches Gelenk mitbringen, damit Ärzte vernünftig arbeiten, Patienten schmerzfrei und Krankenkassen wirtschaftlich sein können? Bei einem Hüftgelenk zum Beispiel, sind die mechanischen und biologischen Eigenschaften der Materialien wichtig, die das Gelenk ersetzen sollen. Diese müssen antibakteriell und sterilisierbar sein und dürfen nur einen geringen Abrieb produzieren. Außerdem sollten sie während einer Operation gut handzuhaben sein, um nur einige Aspekte zu nennen, die bei der Entwicklung solcher Materialien bedacht werden müssen. Dies setzt voraus, dass die beteiligten Wissenschaftler, in diesem Fall Chemiker und Mediziner, die gleiche Sprache sprechen. Die Mediziner müssen ihre Anforderungen so formulieren, dass die Chemiker in der Lage sind, die komplexen Zusammenhänge zu verstehen und die ans Material gestellten Forderungen technisch umzusetzen.

Über den Tellerrand hinaus

Um in diesem Bereich tätig zu sein, sollte man als Student die Bereitschaft haben, über seinen fachlichen Tellerrand hinaus zu schauen. Es gibt keinen Patentweg, den man während des einen oder anderen Studiums einschlagen sollte. Als Mediziner und Operateur sollte man ein Auge dafür haben, wie die schon gegebenen Hilfsmittel noch verbessert werden könnten. Der Chemiker hingegen, braucht die Fähigkeit, die bedarfsentsprechenden Materialien zu entwickeln, bzw. bestehende Strukturen zu optimieren. So ergänzen sich die Forscher gegenseitig mit ihrem Wissen und sind in diesen interdisziplinären Projekten aufeinander angewiesen.

Oben: Mit körpereigenen Zellen besiedeltes Pflaster (Elektronenmikroskop)

Links: Pflaster nach der Herstellung



Links: Hüftgelenkprothese

Rechts: Mit Knochen (blau) verbundene Prothese





**Andreas Ermantraut
(23 Jahre), Bachelor-
student am FMF**

Was studierst Du genau?

Ich mache zurzeit noch meinem Bachelor in Chemie (6. Semester) und habe soeben meine Bachelorarbeit abgeschlossen. Im kommenden Wintersemester werde ich mich in den Masterstudiengang Chemie umschreiben lassen, um möglichst in zwei Jahren meinen Masterabschluss zu machen.

Wann und warum hast Du Dich für dieses Fach entschieden?

Für das Fach Chemie habe ich mich schon von Anfang an in der Schule sehr interessiert. Während meiner Zivildienstzeit habe ich mich dann dazu entschlossen, Chemie zu studieren. Grund war unter anderem der hohe Stellenwert der Chemie in vielen anderen Fachgebieten. Auch in Zukunft wird die Nachfrage nach Chemikern hoch sein, deshalb schätze ich die Chancen auf eine gute Arbeitsstelle und einen angemessenen Lohn als sehr gut ein.

Wie bist Du zur Materialforschung gekommen?

Während meiner Zeit als Hilfwissenschaftler im Praktikum für allgemeine und analytische Chemie im Sommersemester 2011 habe ich eng mit einem Chemie-Doktoranden zusammen gearbeitet. Von ihm hab ich Näheres über seinen Arbeitsbereich in der Elektrochemie am FMF erfahren. Sein Forschungsthema, die Entwicklung neuer Leitsalze für Akkus, hat mich schon damals sehr gereizt, weshalb ich dann im Sommersemester 2012 meine Bachelorarbeit bei ihm geschrieben habe.

Was machst Du am FMF?

Ich habe bei der Entwicklung neuer Leitsalze für die zukünftige Anwendung in Lithium-Ionen-Akkus mitgearbeitet. Hauptaufgabe war die Optimierung der Leitfähigkeit in verschiedenen Lösungsmitteln und die Überprüfung der elektrochemischen Stabilität der eingesetzten Elektrolyte.

Was gefällt Dir besonders (an Deiner Arbeit) am FMF?

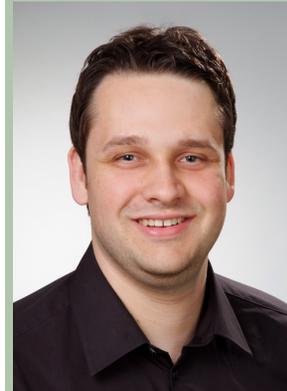
Die durchgeführten Arbeiten waren nicht nur Grundlagenforschung, sondern äußerst anwendungsbezogen. Man hatte immer das Gefühl, dass man an etwas Wichtigem und Innovativem arbeitet, das auch zeitnah in der Industrie Verwendung finden könnte, in diesem Fall in Form von neuen Lithium-Ionen-Akkus. Das Labor in dem ich gearbeitet habe, war sehr modern und komplett eingerichtet. Man hatte alles was man zum Arbeiten brauchte, was mir sehr gefallen hat. Außerdem war die Atmosphäre sehr entspannt und freundlich.

Wie gefällt Dir Freiburg als Studienort?

Freiburg ist eine sehr schöne Stadt. Sie liegt nicht weit weg von meiner Heimat, weshalb ich besonders mit dieser Stadt verbunden bin. Die Tatsache, dass die Institute hier in der ganzen Stadt verstreut sind, macht Freiburg zu einem besonderen Studienort, und mir persönlich gefällt diese Art auch mehr als ein kompaktes Campus-Gelände. Außerdem gibt es in Freiburg viele Möglichkeiten der Freizeitgestaltung und die Natur kommt ebenfalls nicht zu kurz. Alles in Allem ist Freiburg auch aufgrund des sehr guten Wetters für jeden Studenten zu empfehlen.

Hast Du Tipps für Studienanfänger (der Chemie), die in die Materialforschung gehen wollen?

Es ist auf jeden Fall sehr lohnenswert in die Materialforschung zu gehen. Man arbeitet dort in einer angenehmen Atmosphäre mit freundlichen Leuten an wichtigen Themen und leistet somit einen Beitrag zur Verbesserung der heutigen Technik. Bei Interesse kann man sich stets direkt an die Doktoranden wenden, um beispielsweise seine Bachelorarbeit dort zu schreiben, wie in meinem Fall.



**Martin Seßler (26 Jahre),
hat seine Masterarbeit am
FMF geschrieben**

Was genau hast Du studiert?

Ich habe Materialwissenschaften auf Bachelor an der Universität Augsburg studiert. Im Anschluss habe ich meinen Master in „Functionalized Advanced Materials“ an der Uni Augsburg und am Institute Polytechnique in Grenoble, Frankreich gemacht. Meine Masterarbeit im Bereich der Organischen Photovoltaik habe ich am FMF geschrieben und dieses Jahr abgeben. Jetzt promoviere ich hier.

Wann und warum hast Du Dich für dieses Fach entschieden?

Auf die Halbleiterphysik habe ich mich während meines Studiums in Grenoble spezialisiert. Dort waren die Forschungsmöglichkeiten in diesem Themenbereich sehr ausgeprägt und ich hatte die Möglichkeit, spannende Lehrveranstaltungen und Praktika zu besuchen.

Wie bist Du zur Materialforschung gekommen?

Naturwissenschaften haben mich schon immer sehr interessiert. Da ich jedoch neben Mathematik und Physik auch Spaß an Chemie hatte, suchte ich einen Studiengang, der all diese Fächer verbindet. Das Studium der Materialwissenschaften schien mir deshalb eine gute Wahl zu sein.

Was machst Du am FMF?

Ich arbeite im Forschungsfeld der Organischen Photovoltaik. Im Speziellen beschäftige ich mich mit so genannten „Fensterschichten“, die ein wichtiger Bestandteil organischer Solarzellen sind. Neben der Synthese der Materialien für diese Schichten liegt mein Fokus hauptsächlich auf deren Charakterisierung durch verschiedene physikalische Methoden und der Simulation ihrer optischen und elektrischen Eigenschaften.

Was gefällt Dir besonders an deiner Arbeit am FMF?

An meiner Arbeit reizt mich besonders die Abwechslung. Durch die Fülle ungelöster Fragen in der Organischen Photovoltaik stelle ich mich fast täglich neuen Herausforderungen und Problemen, die es zu lösen gilt. Aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Forschungsgebiete am FMF findet sich zudem meistens auch für fachfremde Fragen ein Ansprechpartner.

Wie gefällt Dir Freiburg als Studienort?

Freiburg bietet im Sommer sowie im Winter eine Menge Freizeitbeschäftigungen. Und fürs Wochenende gibt es einige gute Locations zum Feiern.

Hast Du Tipps für Studienanfänger (der Physik), die in die Materialforschung wollen?

Man sollte sich früh genug um eine Wohnung oder WG in Freiburg kümmern. Auch ist es gut, so viele Praktika, Methodenkurse oder Seminare wie möglich zu belegen, da die praktischen Lehrveranstaltungen gerade im Physikstudium manchmal zu kurz kommen. Spätestens im Master sollte man sich solche Praxiserfahrungen mit zusätzlichen Praktika aneignen. Ansonsten gilt es als Physikstudent immer, die ersten zwei bis drei Semester zu überstehen ohne die Motivation zu verlieren. Danach wird das Studium erst wirklich interessant und spannend.



**Ricarda Böhm (25 Jahre),
Doktorandin am FMF**

Was genau hast Du studiert?

Ich habe Chemie auf Diplom studiert. Meine Diplomarbeit zum Thema Synthese und rheologische Charakterisierung von hypervernetzten Polymeren habe ich dieses Jahr im Februar abgegeben. Seit März arbeite ich hier am FMF für meine Promotion zum Thema Polymerschäume aus Baumrindenextrakten.

Wann und warum hast Du Dich für dieses Fach entschieden?

Entschieden habe ich mich eigentlich schon in der Schule. Ich war schon immer von Naturwissenschaften und den Experimenten begeistert. In der Oberstufe hatte ich einen Chemie-Neigungskurs und habe zwei Praktika, eins bei BASF und eins bei Henkel Teroson gemacht. Danach war mir klar, dass ich Chemie studieren wollte.

Wie bist Du zur Materialforschung gekommen?

Während meines Chemiestudiums habe ich mich besonders für die Makromolekulare Chemie interessiert. Die Produktion in großem Maßstab und die Möglichkeit, mit Polymeren neuartige Werkstoffe zu synthetisieren, fand ich schon immer spannend. Mir ist es wichtig, dass die Produkte, die wir herstellen auch zur Anwendung kommen, deshalb finde ich die Materialforschung so interessant.

Was machst Du am FMF?

Ich bin über das Institut für Forstbenutzung am FMF angestellt. In unserem Team entwickeln wir unter anderem Polymerschäume aus Baumrindenextrakten. Wir versuchen, auf der Basis von Naturprodukten oder Abfallprodukten der Holzwirtschaft, Isolierungsmaterialien für den Hausbau herzustellen. Ich probiere vor allem, den Härtings- und Schäumungsprozess zu verstehen sowie diverse Zusätze, so genannte Additive, zu testen. Dadurch möchte ich die Eigenschaften der verschiedenen Schäume nachvollziehen, um sie später beeinflussen und steuern zu können.

Was gefällt Dir besonders an deiner Arbeit am FMF?

Am FMF gefällt mir besonders die Vielfalt der verschiedenen Arbeitsgruppen. Es gibt Chemiker, Physiker, Informatiker und Materialwissenschaftler im Haus. Durch diesen bunten Mix findet man fast immer jemanden, der sich mit einer Methode besser auskennt; auch bei Problemen findet man schnell einen Ansprechpartner. Durch die verschiedenen Arbeitsgruppen gibt es viele Geräte, die eine Fülle von Charakterisierungen möglich machen.

Wie gefällt Dir Freiburg als Studien- und Arbeitsort?

Freiburg ist eine wunderschöne Stadt. Nicht zu groß, aber mit Theatern, Kinos, Kneipen und vielen Freizeitmöglichkeiten. Die Lage an der Dreisam und am Rande des Schwarzwalds ist ideal für Naturfreunde, die gern wandern oder mountainbiken. Die Nähe zu Frankreich und der Schweiz bietet viele interessante Ausflugsziele. Außerdem finde ich Freiburg aufgrund seiner Multikulturalität sehr spannend.

Hast Du Tipps für Studienanfänger (der Chemie), die in die Materialforschung gehen wollen?

Am Anfang des Studiums sollte man sich einfach nicht von der Masse an zu lernenden Stoff abschrecken lassen. Es ist eben doch mehr als in der Schule. Hilfreich ist es, sich gleich Lern- oder Laborgruppen zu suchen, mit denen man sich gut versteht. So kann man sich auch in schwierigen Zeiten helfen. Am Anfang ist es wichtig, gleich am Ball zu bleiben, aber auch auf seine Fähigkeiten zu vertrauen. Wer sich für die Materialforschung begeistert sollte definitiv ein Studium mit naturwissenschaftlichem Hintergrund studieren. Am Anfang ist das

Studium oft breiter gefächert und man hört auch Vorlesungen zu anderen Themengebieten, später im Studium kann man sich dann eher auf seinen Schwerpunkt konzentrieren, diesen sollte man nie so ganz aus dem Auge verlieren.



**Michael Fiederle
(46 Jahre), Service-
gruppenleiter am
FMF**

Was hast Du genau studiert?

Ich habe Physik auf Diplom in Freiburg studiert und meine Diplomarbeit am FMF geschrieben.

Wann und warum hast Du Dich für dieses Fach entschieden?

Das war bereits während meiner Schulzeit, so ab der 10. Klasse. Der Bereich der Festkörper- bzw. Halbleiterphysik hat mich schon damals fasziniert. Zwar wusste ich noch nicht so genau, worum es dabei geht, aber es klang interessant.

Wie bist Du zur Materialforschung gekommen?

Das war reiner Zufall. Ich suchte eine Arbeit im Bereich der Halbleiterphysik. Da es in dem geplanten Zeitraum keine Angebote auf diesem Gebiet in der Physik gab, riet mir ein Professor, mich am FMF in der Abteilung von Prof. Benz, Institut für Kristallographie zu melden. Es gab mehrere Themen im Bereich der Materialforschung zur Kristallzüchtung und Charakterisierung von Halbleitern zur Auswahl. Ich habe mich dann für die elektrische und optische Charakterisierung von Röntgendetektoren entschieden. Das klang sehr spannend und sollte im Rahmen eines neuen Forschungsprojekts zwischen der Physik (Prof. Runge) und der Kristallographie im FMF durchgeführt werden.

Den Vorschlag habe ich für meine Diplomarbeit gleich angenommen und einen Monat später als erster Diplomand im FMF begonnen. Das Thema war natürlich mit der Diplomarbeit nicht abgeschlossen und führte danach direkt in eine Promotion am FMF.

Was machst Du am FMF?

Seit 2004 leite ich die SG Materialcharakterisierung & Detektoriertechnologie. Meine Gruppe entwickelt komplexe Detektoren zum Nachweis von Röntgen- und Gammastrahlung für die Überwachung von Radioaktivität in der Atmosphäre und zur Bildgebung in einem Computer-Tomographen - eine Technik die in der Materialprüfung und natürlich der Medizin eingesetzt werden kann. Wir entwickeln, bzw. züchten diese Materialien auch im FMF, als große Kristalle oder als sehr dünne Schichten mit sehr aufwendigen Verfahren.

Was gefällt Dir besonders an Deiner Arbeit am FMF?

Der besondere Vorteil des FMFs ist die Teamarbeit mit Wissenschaftlern unterschiedlicher Forschungsgebiete in einem internationalen Projekt. Das heißt, in den Projekten arbeiten Physiker, Chemiker, Geowissenschaftler, Biologen und Mediziner gemeinsam an der Entwicklung neuer Materialien und Bauelemente. Diese Wissenschaftler sind Experten auf ihrem Gebiet und auf der ganzen Welt verteilt, z.B. in Prag, New York, Genf (CERN), Hamburg oder Tokio. Ein weiterer wichtiger Bestandteil meiner Arbeit ist die direkte Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Anwendung. Am FMF werden Sensoren, Bauelemente oder Nachweisverfahren entwickelt, hergestellt und in der Anwendung, wie z.B. in der Computer-Tomographie getestet.

Die erzielten Ergebnisse werden mit den Experten auf diesem Gebiet diskutiert. Dadurch sieht man immer sehr schnell, ob die er-

zielten Ergebnisse auch eine direkte Nutzung für verschiedene Anwendungsbereiche haben.

Wie gefällt Dir Freiburg als Studien- und Arbeitsort?

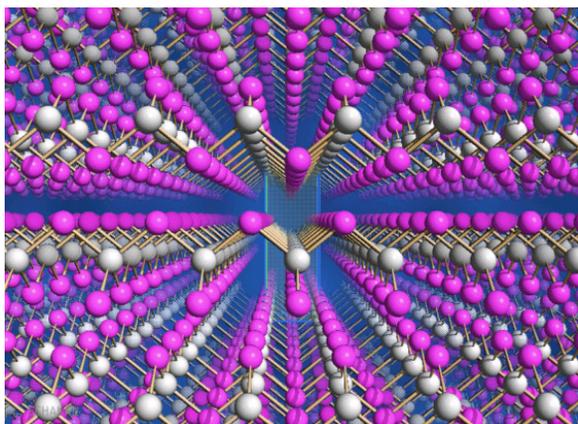
Freiburg gefällt mir als Studien- und Arbeitsort sehr gut. Das wissenschaftliche Umfeld ist ausgezeichnet und das Studienangebot der Universität sehr umfangreich. Neben den vielen Möglichkeiten der Universität sind in Freiburg weitere wissenschaftliche Einrichtungen, wie z.B. die Fraunhofer Institute und das Universitätsklinikum vorhanden.

Dadurch ergibt sich ein sehr breites wissenschaftliches Spektrum, das phantastische Möglichkeiten im Bereich der Materialforschung bietet. Dies hat auch den Vorteil, dass man schon während dem Studium sehr interessante Nebenjobs als wissenschaftliche Hilfskraft bekommen kann. Das ist nicht nur eine finanzielle Unterstützung, sondern bietet einem einen sehr guten Einblick in die wissenschaftliche Forschung.

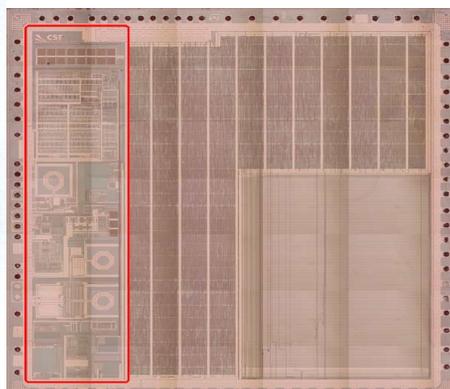
Hast Du Tipps für Studienanfänger (der Geowissenschaften), die in die Materialforschung gehen wollen?

Der direkte Einstieg in ein Studium der Materialforschung in Freiburg ist etwas schwierig. In den Geowissenschaften bieten wir den Master-Studiengang Master of Crystalline Materials an. Diesen kann man mit einem Bachelor-Abschluss der Geowissenschaften aber auch mit Bsc. anderer Naturwissenschaften, wie Chemie, Physik, etc. studieren.

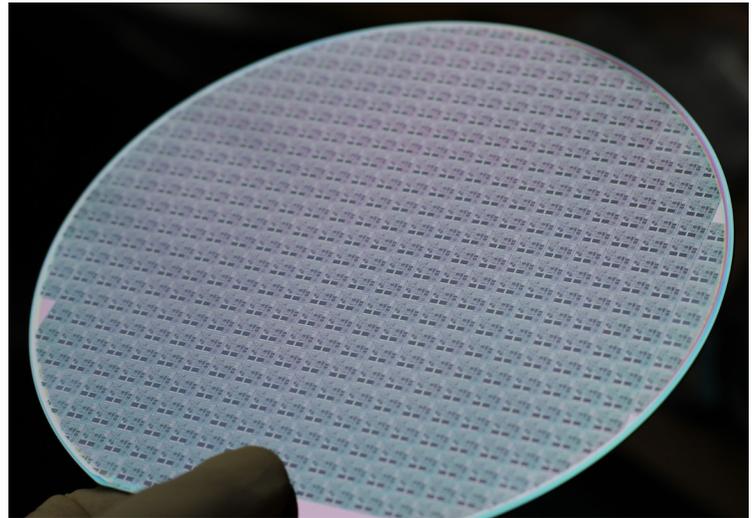
Auf jeden Fall sollte man sich in mehreren naturwissenschaftlichen Fächern erkundigen und auch während des Studiums umschauen. Der Bereich der Materialforschung ist sehr vielfältig und aktuelle, zukunftsweisende Forschung ist immer eine Kombination unterschiedlicher Naturwissenschaften.



Darstellung eines Kristalls (Computermodell)



Vergrößerung der Schaltkreise auf einem Computerchip



Silizium-Kristallscheibe (Wafer)

Kristallklare Wissenschaft

Von Computerchip bis Solarzelle: Kristalle sind die Grundlage der modernen Technik

Was genau sind eigentlich Kristalle? Wissenschaftlich betrachtet bestehen Kristalle aus zahllosen identischen Kopien einer aus relativ wenigen Atomen gebildeten Baueinheit. Diese Strukturen stapeln sich gleichmäßig über-, neben- und hintereinander. Kristalle und kristallographische Methoden und Verfahrensweisen stellen einen unverzichtbaren Bestandteil naturwissenschaftlicher Forschung und Technologie dar.

So auch am FMF: Hier stellen Wissenschaftler beispielsweise Siliziumkristalle zur Produktion von Computerchips her, entwickeln effektive Solarzellen, oder klären die Struktur von biologisch-medizinischen Riesemolekülen auf.

An diesen Beispielen wird deutlich, dass Kristallographie/Materialwissenschaften eine fachübergreifende Naturwissenschaft ist, die starke wechselseitige Beziehungen zur Physik, Chemie, Mineralogie, Biologie und Medizin pflegt. Kristalle und deren Herstellung, die sogenannte Kristallzüchtung, bilden eine wichtige Grundlage für viele Anwendungsgebiete und gelten als eine Schlüsseltechnologie der Zukunft.

Wissenschaftler mit Durchblick

An der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg können Studierende Kristallographie/Materialwissenschaft als Masterstudiengang „Crystalline Materials“ wählen. Grundvoraussetzung für die Zulassung zum Masterstudiengang sind ein Bachelorabschluss in Mineralogie, Chemie, Physik oder einer anderen Naturwissenschaft.

Einen hohen Stellenwert nehmen während des Studiums Praktika ein, in denen eigenständig die Herstellung, Untersuchung und Bearbeitung von Kristallen geübt wird. Exkursionen zu Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen bilden einen weiteren Schwerpunkt. Damit erhalten die angehenden Wissenschaftler einen stärkeren Bezug zur Praxis und einen Einblick ins zukünftige Berufsleben.

Nachhaltig Wohnen

Von der Holzrinde zum natürlichen Dämmmaterial

Für Hausbesitzer, die ihre Wände nicht mit umweltbelastenden Schäumen isolieren wollen, gibt es bald eine ökologische Alternative: Hartschäume, die aus Tannin, einem Bestandteil der Holzrinde, gewonnen werden. An deren Herstellung arbeitet in den Laboren des FMF ein Forschungsteam des Instituts für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswirtschaft. Tannin wird aus der Holzrinde extrahiert, die in der Holzindustrie normalerweise als Abfallprodukt übrig bleibt. Schäume aus Tannin gibt es schon länger, doch wurden diese bisher nur aus tropischen Hölzern gewonnen. Das Team am FMF versucht nun, die gleichen Schäume aus europäischen Hölzern wie Fichte und Kiefer, den wichtigsten Rohstofflieferanten der europäischen Holzindustrie, herzustellen.

Umweltfreundliche Alternative zu herkömmlichen Schäumen

Der im Labor produzierte Schaum entsteht bei einer chemischen Reaktion und bläst sich von selbst auf. Dazu werden Tannin, Furfuryl-Alkohol, Formaldehyd und ein Lösungsmittel, zum Beispiel Diethylether, zusammengemischt. Formaldehyd dient als Vernetzer, also eine Art Klebstoff zwischen Tannin und Alkohol.

Das Team sucht dabei nach einem weniger umweltbelastenden Vernetzer, da nach Möglichkeit nur natürliche Rohstoffe verwendet werden sollen, idealerweise Abfallprodukte, die nicht extra für die Forschung hergestellt werden müssen.

Da die Schäume gut isolierende und feuerresistente Eigenschaften haben, sollen sie in erster Linie als Isolier- und Dämmstoffe im Hausbau und für Autoformteile genutzt werden. Schäume aus Tannin dichten genauso gut ab wie zum Beispiel Polyurethanschäume, beinhalten jedoch keine giftigen Isocyanate.



Hartschäume aus Tannin werden vermessen, um ihre Eigenschaften genau zu bestimmen. Die Schäume eignen sich als Dämmmaterial im Hausbau.

Sie bieten damit eine umweltfreundliche Alternative zu herkömmlichen Schäumen. Wenn sie nicht mehr brauchbar sind, werden sie zu Synthesegas umgesetzt. Die freigesetzte Bioenergie kann genutzt werden, um etwa eine Dampfturbine anzutreiben. Ziel ist außerdem, dass die Schäume eines Tages als Katalysatoren oder Filter für Schwermetalle eingesetzt werden sowie Stoffe wie Styropor als Schutz- und Verpackungsmaterial ersetzen.

Der Weg in die Materialforschung

Wer sich für nachhaltige Projekte dieser Art interessiert, dem sei ein Bachelor-Studium in Umweltnaturwissenschaften oder Waldwirtschaft und Umwelt empfohlen. Ein Master beispielsweise auf dem Gebiet Umweltwissenschaften/Environmental Sciences bietet weitere Spezialisierungsmöglichkeiten. Das Modul „Biomaterials and Bioenergy“ eignet sich dabei gut als Wahlfach. Doktoranden mit einem materialwissenschaftlichen Schwerpunkt können am FMF im Rahmen ihrer Promotion an Forschungsprojekten mitarbeiten.

Milli, Mikro, Nano

Kleine Teilchen kommen groß raus

Am FMF haben Wissenschaftler ein spezielles Verfahren entwickelt, bei dem sie bestimmte Nanoteilchen mit größeren Teilchen umhüllen. Beide zusammen sind dann in der Lage, Körperzellen zu markieren und so medizinische Untersuchungen zu erleichtern. Ebenso können Verbindungen mit Nanoteilchen das Vorhandensein spezieller Gase in der Luft anzeigen, indem sie ihre Farbe wechseln.

Mit bloßem Auge kaum erkennbar

Dafür sind so genannte Sensoren notwendig: Das sind Geräte, mit denen man unterschiedlichste Messwerte feststellen kann. Die bekanntesten sind einfache Thermometer. An diesen kann man Veränderungen normalerweise mit bloßem Auge sehen. Für viele Einsatzgebiete ist es jedoch erforderlich, die benötigten Sensoren so klein zu gestalten, dass sie unauffällig in ihrem jeweiligen Einsatzgebiet funktionieren können. Um solche winzigen Sensoren herzustellen, kommen Materialien aus Nanostrukturen zum Einsatz. Dafür benötigen die Wissenschaftler nicht nur spezielle Kenntnisse für die Entwicklung entsprechender Materialien, sie müssen auch wissen, wo diese gezielt eingesetzt werden können.



Versuchsaufbau zur Entwicklung von Sensoren. Die lichtempfindlichen Behälter werden mit Alufolie geschützt.

Ein Studium mit großer Bandbreite

Dies verdeutlicht, wie vielseitig und interdisziplinär sich der Studiengang Mikrosystemtechnik gestaltet. Unter den Ingenieursdisziplinen hat die Mikrosystemtechnik wohl die breiteste Ausrichtung: Physik, Mathematik, Chemie, Materialwissenschaft und Elektrotechnik gehören zu den Fächern des Bachelorstudiengangs. Aber auch Quereinstiege über andere naturwissenschaftliche Fächer, beispielsweise Chemie, sind möglich.

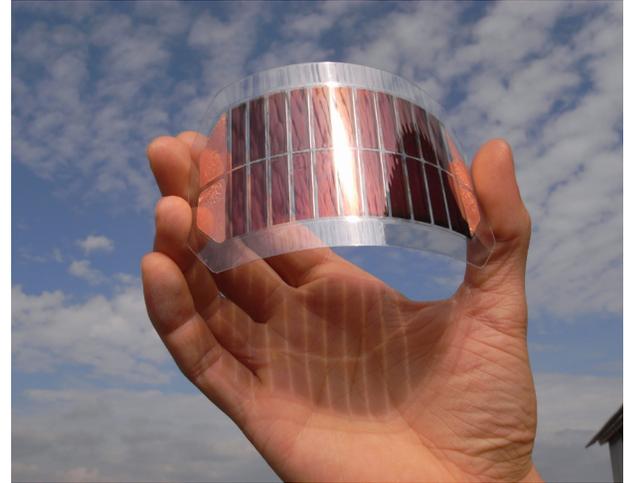
Sonne, Wellen, Goldpartikel

Mehr als nur Formeln pauken: Die Physik deckt ein weites Feld ab

Die Effizienz bzw. Haltbarkeit von Solarzellen spielt in der heutigen Welt eine immer zentralere Rolle, insbesondere im Rahmen einer nachhaltigen Energiepolitik. Das FMF betreibt in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) Forschung im Bereich der Entwicklung und Herstellung von Solarzellen. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf der Erforschung organischer Solarzellen auf der Basis von Polymeren. Ziel der Wissenschaftler ist es, die Effizienz der Solarzellen zu erhöhen, sowie deren Anwendungsgebiete zu erweitern. So sollen die Solarzellen beispielsweise der stationären bzw. mobilen Energieversorgung dienen, indem sie als Folien an Fenstern angebracht oder in Jacken integriert werden.

Unbedenkliche Strahlung

Außer der Sonne als Strahlenquelle können auch andere Arten der Strahlung für die Physik von Nutzen sein. Elektromagnetische Wellen beispielsweise, sind durch deren Einsatz als Radio-, Funk- oder Mikrowellen bekannt. Die Physiker am FMF forschen an den vielfältigen Anwendungsgebieten von langwelligen Terahertz-Wellen. Mit diesen kann man, ähnlich wie mithilfe kurzweiliger Röntgenstrahlen, Objekte wie Turnschuhe oder auch Mumien „durchleuchten“ und erhält damit Bilder von deren Innenleben. So werden bei einer Mumie die Knochen im Inneren sichtbar, ohne diese dabei zu beschädigen. Außerdem können versteckte Gegenstände, zum Beispiel Drogen, auf einfache Weise aufgespürt werden. Und im Gegensatz zu Röntgenstrahlen sind Terahertz-Wellen auf Grund ihrer niedrigeren Energie für den Menschen völlig ungefährlich.

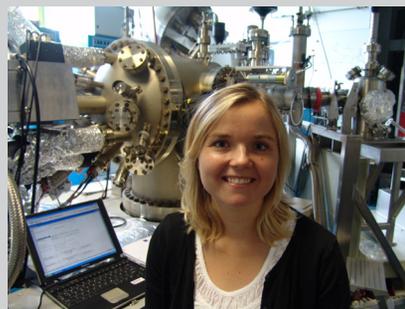


Auch fürs Fenster geeignet: Flexibles organisches Solarmodul auf Foliensubstrat. Das Modul besteht aus zwei Reihen in Serie geschalteter Solarzellen. ©Fraunhofer ISE

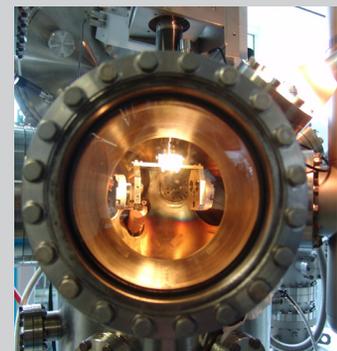


Eine Muminehand wird mit dem Terahertz-Scanner durchleuchtet. Mit dieser Methode werden Gewebe und Knochen nicht beschädigt

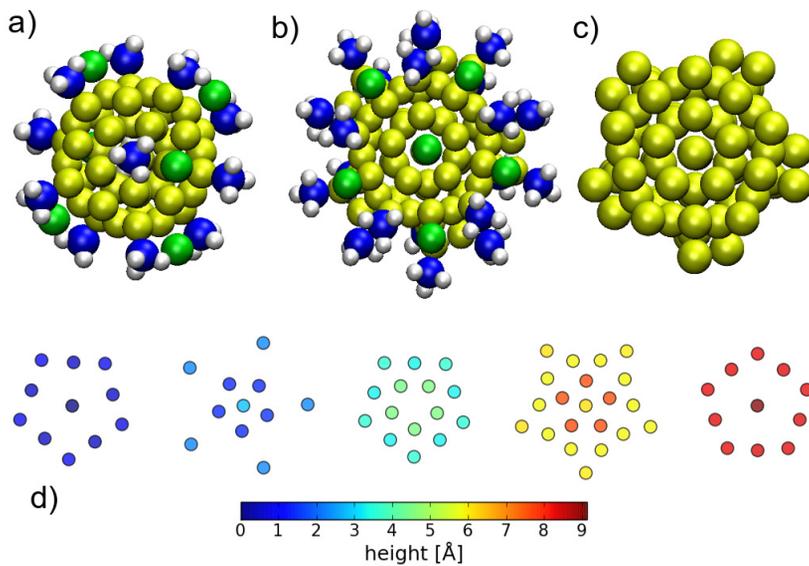
Was macht
eigentlich
eine.....
Kristallographin?



Cornelia Haas ist Doktorandin am FMF. Die Kristallographin forscht an dünnen transparenten Schichten, die elektrisch leitfähig sind. Das Potential transparenter Elektronik zeigt sich deutlich in den vielgefragten Anwendungsfeldern wie Flatscreens und Smartphones.



Im MBE-Labor (engl. „Molecular Beam Epitaxy“) stellt Haas Metalloxidschichten unter Ultrahochvakuumbedingungen her. Atomare Partikelstrahlen von Indium und Zinn treffen dabei auf ein transparentes Substrat in der MBE. Sauerstoff wird in Form eines Plasmas zugefügt



Struktur eines Clusters, das aus Gold-Nanopartikeln besteht.

Manche mögen's theoretisch

Am FMF sprechen wir umgangssprachlich gerne von den so genannten „Simulanten“. Dabei handelt es sich jedoch nicht um Menschen, die Krankheiten vortäuschen, sondern um eine Gruppe von Physikern, die sich mit der Simulation und Modellierung von bestimmten Situationen und Abläufen beschäftigt. Bei der Simulation führen die Forscher Berechnungen an einem Modell durch, um Erkenntnisse über ein reales System zu gewinnen. Der erste Schritt ist dabei die Modellfindung. Haben die Wissenschaftler ein neues Modell entwickelt, sprechen sie von Modellierung. Die „Simulanten“ des FMFs erforschen beispielsweise das Verhalten von Goldnanopartikeln in einer bestimmten Umgebung.

Struktur und Spannung – in der Physik keine Gegensätze

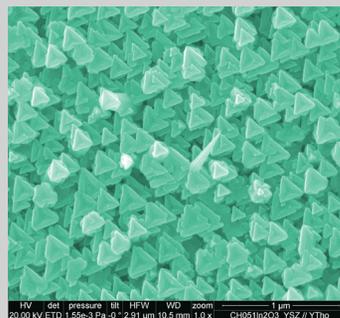
Das sind drei Beispiele aus Forschungsprojekten, an denen die Physiker am FMF arbeiten. Um sich überhaupt mit solchen Fragen eingehend auseinander setzen zu können, ist es notwendig, die zugrundeliegenden theoretischen Konzepte der Physik zu verstehen. Die Pflichtmodule des Bachelorstudiums in Physik sind daher eine wichtige Voraussetzung für das grundsätzliche Verständnis von Materialeigenschaften.

Das Spannende an der Physik ist dabei, dass sie uns Wege aufzeigt, wie wir aus einer Vielzahl an Möglichkeiten und Bedingungen klare Gesetzmäßigkeiten ableiten können – indem wir nicht orientierungslos suchen, sondern systematisch bestimmte Sachverhalte abfragen.

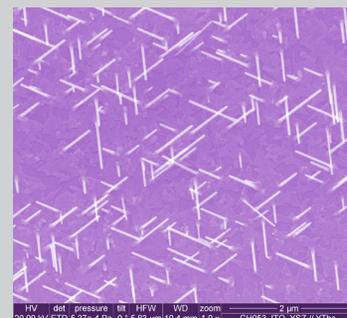
Auf unerwartete Beobachtungen sollte man dabei vorbereitet sein und diese nicht als „Fehler“ der Messung interpretieren, auch das gehört zur Physik. Denn „Fehler“ helfen den Wissenschaftlern weiter und führen dazu, dass sie alternative Interpretationen verfolgen. So entwickeln sie beispielsweise neue Methoden und Vorgehensweisen, um die Eigenschaften von Materialien zu optimieren.



Im Fertigungsprozess entstehen so genannte TCO-Schichten (Transparent Conductive Oxide), die die Doktorandin mit verschiedenen Charakterisierungsmethoden analysiert. Diese helfen ihr, die optischen, elektrischen und strukturellen Eigenschaften zu beurteilen.



Das mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM) aufgenommene Bild zeigt tetraederförmige Indiumoxid-Nanokristalle mit Kantenlängen von wenigen Nanometern. Die Schicht wurde auf einem transparenten Zirkonoxid-Substrat abgeschieden.



Gibt Haas während der Kristallzüchtung Zinn hinzu, entstehen so genannte Halbleiternanodrähte (Bild: REM-Aufnahme), die ebenfalls in der transparenten Elektronik genutzt werden. Um deren Schichteigenschaften zu optimieren, analysiert die Doktorandin Länge, Durchmesser und Ausrichtung der Nanokristalle.

Projektgruppen



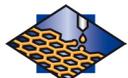
Biowerkstoffe, bioinspirierte Technologien mit dem Forum BIONIK



Materialien für die Biomedizin mit dem Freiburger Material & Medizin Verbund (FM&M)



Angewandte Polymerwissenschaften: Additive, polymere Werkstoffe und Funktionspolymere



Funktionale Formgebung, Oberflächen- und Nanostrukturtechnik



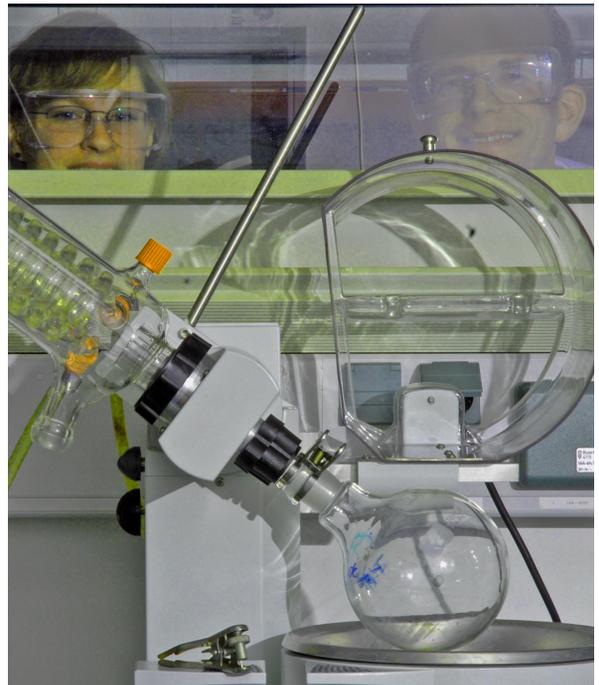
Materialien, Energie und Klimaschutz



Integrierte Materialien und Mikrosystemtechnik



Analyse und Modellierung komplexer funktionaler Systeme



Servicegruppen



Scale-up



Rheologie und Verarbeitung



Materialcharakterisierung und Detektortechnologie



Charakterisierung von Oberflächen und Grenzflächen



Wissenschaftliche Informationsverarbeitung

Das Freiburger Materialforschungszentrum

Kontakt

Freiburger Materialforschungszentrum
Albert-Ludwigs-Universität
Stefan-Meier-Str. 21
79104 Freiburg

E-Mail: fmf@fmf.uni-freiburg.de
<http://www.fmf.uni-freiburg.de>

Geschäftsleitung:
Dr. Stefanie Meisen, Stefanie Kuhl

Termine

Wir sind am **19. Oktober 2012** mit unserem Infostand auf dem Markt der Möglichkeiten im Rahmen des Erstsemestertags der Universität Freiburg unter der Osttribüne des Stadions des SC Freiburg vertreten.

Außerdem findet ihr uns im **November 2012** beim Tag der Offenen Tür für Schüler in der Eingangshalle des Kollegiengebäudes KG II. Hier verteilen wir Infomaterial und beantworten gerne alle eure Fragen zur Materialforschung. Kommt vorbei!

Impressum

Herausgeber:

Freiburger Materialforschungszentrum
Albert-Ludwigs-Universität
Stefan-Meier-Str. 21
79104 Freiburg

Konzeption & Redaktion:

Assiyeh Joers, Stefanie Kuhl

Gestaltung:

Assiyeh Joers, Leonhard Falk

Fotografie:

FMF, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg,
Fototeam Vollmer, Fraunhofer ISE,
Plant Biomechanics Group,
Fotolia: WoGi, Blend Images

Druck:

Druckerei R. Heizler Freiburg

Stand: September 2012

