



# 50 Jahre Physik-Department

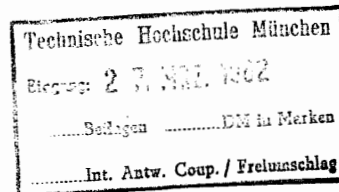


$$\int_{1965}^{2015} \text{Physik} \cdot \text{TUM} \, dt = \text{Exzellenz in Forschung und Lehre}$$

Laboratorium für Technische Physik  
der Technischen Hochschule München  
Direktor: Prof. H. Maier-Leibnitz

München 2, den 16. März 1962  
Arcisstraße 21  
Fernruf: 5592/321-322  
Fernschreiber der  
Technischen Hochschule: 05/22854

An Seine Magnificenz  
den Rektor der  
Technischen Hochschule  
in Hause.  
-----



2260

Beiliegend wird eine Denkschrift zum Ausbau der Physik an  
der Technischen Hochschule, die von den Herren

Brenig,  
Maier-Leibnitz,  
Riehl,  
Wild

ausgearbeitet worden ist, überreicht, mit der Bitte um Wei-  
terleitung an das

Bayerische Staatsministerium  
für Unterricht und Kultus

und, über das Kultusministerium, an den  
Wissenschaftsrat.

Ich wäre dankbar, wenn eine Stellungnahme des Wissenschafts-  
rats zu dem Ausbauplan herbeigeführt werden könnte.

Unser Vorschlag geht in der Zahl der Professuren über die bis-  
herigen Vorschläge des Wissenschaftsrates hinaus. Durch die  
Schaffung eines gemeinsamen Instituts und die geplante Vertei-  
lung der Aufgaben werden jedoch unseres Erachtens so viele  
Vorteile erzielt, dass die Durchführung unserer Vorschläge  
als Modell an der Technischen Hochschule München wünschens-  
wert erscheint.

## **Ansprache des Bayerischen Staatsministers für Bildung und Kultur, Wissenschaft und Kunst Dr. Ludwig Spaenle**

Am »Tag der Physik« feiern wir das 50-jährige Bestehen des Physik-Departments der Technischen Universität München. Die Technische Universität München zählt zum erlesenen Kreis der Elite-Universitäten. Sie nimmt eine Spitzenposition ein, sowohl in der akademischen Lehre als auch in der Forschung – und das nicht nur in Deutschland, sondern weltweit. Nationale und internationale Rankings belegen dies immer wieder eindrücklich. Der »Nature Index« bestätigte im Juni diesen Jahres erneut die hohe Sichtbarkeit der Technischen Universität München in den Naturwissenschaften.

Das Physik-Department trägt entscheidend zu diesem beeindruckenden Erfolg bei, denn es zählt wissenschaftlich zu den internationalen Spitzenstandorten: Allein in der Exzellenzinitiative ist es maßgeblich an vier Exzellenzclustern beteiligt. Bei renommierten Wissenschaftspreisen schneiden seine Forscherinnen und Forscher regelmäßig äußerst erfolgreich ab. So kann das Physik-Department bereits auf sechs Nobelpreisträger stolz sein!

Die Entscheidung, die Fakultät vor 50 Jahren in einem Department zu organisieren, war sicherlich ein wichtiger Grundstein für diese Erfolgsbilanz und erweist sich damit als weitblickend und nachhaltig. Daher freut mich der Beschluss der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz im Juni besonders. Sie wird das Forschungsbauprojekt »Center for Functional Protein Assemblies (CPA)« fördern – mit einer Summe von rund 40 Millionen Euro. Der Forschungsbau wird in direkter Nähe zu den Fakultäten für Chemie und Physik am Campus Garching entstehen und dessen internationale Exzellenz weiter stärken.

Dies ist ein weitreichender Erfolg. Er dokumentiert die Leistungsfähigkeit des Forschungsstandorts Bayern und fördert diesen weiter intensiv. Dazu gratuliere ich ganz herzlich den Beteiligten, allen voran dem Inhaber des Lehrstuhls für Zellbiophysik, Herrn Professor Andreas Bausch, unter dessen Federführung das Projekt steht.

Wir wissen jedoch: Wer an der Spitze bleiben will, muss sich ständig weiterentwickeln und versuchen,



Bayerischer Staatsminister für Bildung und Kultur, Wissenschaft und Kunst  
Dr. Ludwig Spaenle

noch besser zu werden. Wir müssen die Hochschulen als Herzstück des Wissenschaftssystems stärken und ausbauen. Sie vernetzen in einzigartiger Weise Lehre und Forschung mit der Ausbildung unseres wissenschaftlichen Nachwuchses.

Als Wissenschaftsministerium ist es daher unser Ziel, die Exzellenz in Lehre und Forschung weiter voranzubringen und dazu bestmögliche Rahmenbedingungen zu schaffen, in ganz Bayern, in allen Regionen und an allen Standorten.

Der Freistaat investiert kraftvoll, um das Bildungsland Bayern zukunftsfähig zu gestalten: Insgesamt rund ein Drittel des gesamten bayerischen Staatshaushalts 2015/16 fließt in Bildung und Wissenschaft. Der Etat für Wissenschaft und Kunst liegt dabei im Jahr 2015 bei 6,3 Milliarden Euro: Allein für den Bereich der Universitäten, Hochschulen und Universitätsklinika stehen rund 5 Milliarden Euro bereit – das entspricht im Vergleich zum Jahr 2005 einer Steigerung von fast 70 Prozent. Noch nie in seiner Geschichte hat der Freistaat so viel Geld für Hochschulen, Forschung und Kunst in die Hand genommen. Für die Technische Universität München heißt das: Um hier die Spitzenstellung der Physik auch künftig

zu sichern, werden wir hier in Garching die General-sanierung der Physik-Fakultät in Angriff nehmen.

In einem ersten Schritt werden wir einen Verfügungsbau mit geschätzten Kosten von 44,5 Millionen Euro errichten. Dieser soll die spätere Sanierung im laufenden Bestand ermöglichen und langfristig den zusätzlichen Raumbedarf der Fakultät decken. Es freut mich sehr, dass es uns gelungen ist, hierfür im Doppelhaushalt 2015/16 die erforderlichen Planungsmittel bereitzustellen. Erst kürzlich haben wir den Bauantrag der Technischen Universität München genehmigt und die Oberste Baubehörde gebeten, die weiteren Schritte einzuleiten.

Die 50-jährige Erfolgsgeschichte des Physik-Departments wäre nicht vorstellbar ohne die herausragenden wissenschaftlichen innovativen Leistungen und das außerordentliche Engagement der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Hierfür bedanke ich mich ausdrücklich. Für Ihre laufenden und künftigen Forschungsvorhaben wünsche ich Ihnen und Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern weiterhin den verdienten wissenschaftlichen Erfolg.

Dr. Ludwig Spaenle  
Bayerischer Staatsminister für Bildung und Kultus,  
Wissenschaft und Kunst

## Ansprache des Präsidenten der Technischen Universität München Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Wolfgang A. Herrmann

Es ist jedes Mal erneut eine Freude, in unsere Physik zu kommen. Da fühle ich mich wohl. Mein allererster Vorgänger in diesem Amt, Karl Max von Bauernfeind, sagte zur Eröffnung der Hochschule im Dezember 1868: »Wir müssen der industriellen Welt den zündenden Funken der Wissenschaft bringen.« Schöner und besser könnte man das Motto der Technischen Universität auch heute nicht zum Ausdruck bringen. Dass hier unsere Physik in prominenter Weise beigetragen hat, muss man niemandem mehr erklären. Wenn man hierher kommt, spricht man nicht notwendigerweise über Quantitäten, sondern nur über die Qualität dieser Fakultät, die seit vielen Jahrzehnten eine große bedeutende Wissenschaftsgemeinschaft bildet. Man denkt dabei auch an die vielen exzellenten Wissenschaftler vergangener Jahrzehnte, auf deren Schultern wir stehen. Sie haben Enormes geleistet: Heinz Maier-Leibnitz, um nur ein Beispiel zu nennen. Nikolaus Riehl, der in der jüngeren Geschichtsschreibung viel zu kurz kommt. Exzellente Persönlichkeiten, die das Vorbild Wissenschaft gelebt haben.

Von den über 30.000 Publikationen unserer Universität der letzten zehn Jahre kommen rund 7.000 aus der Physik. Die Zahl der Studierenden stieg in zehn Jahren um 60 % auf derzeit 1.600 Studierende der Physik. Der Frauenanteil stieg um 5 % auf heute 18 %. Die Anzahl der ausländischen Studierenden hat sich in zehn Jahren auf 20 % verdoppelt. So könnte man alle diese Kennzahlen durchdeklinieren. Dies ist nicht erforderlich, denn die Qualität unserer Physik spricht für sich. So sind aus dem Physik-Department zahlreiche unterschiedliche, exzellente Forschungsinstitute hervorgegangen: FRM + FRM II (1957 + 2004), Walter-Schottky-Institut (1986), Zentrum für angewandte Energieforschung (ZAE, 1991), IMETUM (2001), Zentrum für Nanotechnologie und Nanomaterialien (ZNN, 2010), Heinz Maier-Leibnitz Zentrum (MLZ, 2011).

Die Physik war von Anfang an dabei, allerdings sehr klein: 1868, als sogenanntes »Physikalisches Kabinett« der damaligen Polytechnischen Schule zu München gegründet, wurde sie 1902 um die Technische



Präsident der Technischen Universität München  
Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Wolfgang A. Herrmann

Physik ergänzt. Angeregt wurde dies durch Carl von Linde, den ersten »Ausgründer« unserer Universität. Er erfand bei uns neben dem Kühlschrank auch die Luftverflüssigung. Die Linde AG ist heute weltweit das größte Engineering-Unternehmen auf dem Sektor der technischen Gase. Mit rund 65.500 Mitarbeitern ist Linde in mehr als 100 Ländern vertreten.

1943 wurde die Theoretische Physik als drittes Physikalisches Institut neu eingerichtet. Die zunächst als Hilfswissenschaft in einer technisch motivierten Universität gegründete Physik entwickelte sich durch verschiedene Höchstleistungen wie den Nobelpreis von Mößbauer und dessen Rückkehr an die Technische Hochschule zu einer zentralen Wissenschaft unserer Universität. Zeitgleich folgte eine in der deutschen Hochschulgeschichte bahnbrechende Schrift: Das von Professor Heinz Maier-Leibnitz, Professor Nikolaus Riehl, Professor Wilhelm Brenig und Professor Wolfgang Wild vorgelegte Memorandum trägt das Datum des 16. März 1962. Die Autoren müssen damals alle unglaublich jung gewesen sein. Neben der Forderung nach mehr Lehrstühlen und Professuren – es gab ja nur drei – beinhaltete diese Denkschrift etwas Revolutionäres! Diese Schrift war hochschulpolitisch entscheidend, denn sie forderte eine engere Zusammenarbeit und Abschaffung der großen Lehr-

stuhlkompimente, zugunsten von kleineren Einheiten. Eine Zusammenarbeit und Wechselwirkung der verschiedenen Disziplinen sollte durchaus zugelassen werden, weil dies zu Synergien führt und die Konkurrenz auf höchstem Niveau die verschiedenen Wissenschaften beflügelt und durch gegenseitige Kritik wachsen lässt, so schrieben diese Fortschrittsgeister! Eine mutige Stellungnahme zur damaligen Zeit.

Durch die Einführung der ersten Departmentstruktur an einer Universität in Deutschland gelang die Neustrukturierung der Fakultät, mit der bessere Forschungsbedingungen erreicht wurden. Es war die Bedingung für die Rückgewinnung von Professor Mößbauer an seine Heimatuniversität. Von den reifen Früchten des neuen Systems ernten wir bis heute: Die Exzellenzinitiative wäre ohne das Physik-Department in seiner heutigen Form und auf diesem Niveau nicht denkbar gewesen. Die Ideen von damals haben sich durchgesetzt, und wir haben den Pionieren von damals für ihre Weitsicht und ihren Mut zu danken. Ja, wir sind diesem Erbe viel schuldig!

Nachdem die Einführung der Departmentstruktur der sog. »zweite Mößbauereffekt« war, haben wir jetzt nach 50 Jahren hier den „dritten Mößbauereffekt“: Das neue Berufungs- und Karrieresystem der TUM, das als echtes Faculty Tenure-Track System zum ersten Mal in Deutschland eingeführt und systematisch ausgestaltet wird. 52 exzellente junge Persönlichkeiten haben wir bisher aus den besten Adressen wie Stanford und Harvard an die TUM quer über alle Fakultäten berufen können. Darunter sind auch sehr viele Deutsche, die wieder zurück wollen, wie einst Professor Mößbauer. Voraussetzung ist die Attraktivität des Systems. Interessant ist eine Position für junge Wissenschaftler, die sich etwas zutrauen, nur dann, wenn sie die Chance haben, im Professorenkollegium aufzusteigen, vorausgesetzt die harten Qualitäts-

kriterien werden erfüllt. Wir wissen nicht, wie viele den Evaluierungskriterien genügen werden. Die Nachfrage nach unseren Professuren jedenfalls ist enorm. Und die Physik ist wieder einmal führend dabei! Hiermit werden wir zukünftig exzellente wissenschaftliche Persönlichkeiten in noch größerer Häufigkeit und Leistungsdichte hervorbringen.

Meine Damen und Herren, ich bin glücklich, dass die TUM dieses Physik-Department hat! Wir wissen, dieses Department ist teuer, aber es ist es wert. Wir konnten uns immer auf die rigorose wissenschaftliche Qualität und interdisziplinäre Zusammenarbeit mit den Nachbardisziplinen des Physik-Departments verlassen, wie u.a. unsere hervorragend aufgestellte Biophysik zeigt, die als neue Disziplin mit Professor Sackmann hier ihren Anfang nahm.

Ich möchte allen danken, die zu dieser unglaublichen Erfolgsgeschichte in den letzten 50 Jahren beigetragen haben. Ich danke auch jenen, die immer wieder zu dieser permanenten Erfolgsgeschichte beitragen. Ich bin stolz auf unsere Physik!

Herr Staatsminister, bitte nehmen Sie diesen Dank auch an die Staatsregierung mit. Als Technische Universität, mit ihrem differenzierten Portfolio, wissen wir die Unterstützung der Staatsregierung und des bayerischen Parlaments zu schätzen. Wir wissen auch, dass wir Ihnen, der Öffentlichkeit und der Bürgergesellschaft dafür etwas schuldig sind: nämlich Leistung, rigorose Leistung, international messbar und anerkannt. Wir werden weiterhin Kurs halten, und unser Physik-Department trägt dazu prominent bei.

Ich danke allen, die an diesem Werk mitgewirkt haben.

Wolfgang A. Herrmann  
Präsident der Technischen Universität München

## Das Physik-Department der TUM feiert Jubiläum: 50 Jahre Spitzenleistung in Forschung und Lehre

»Der Spiegel« nannte es den »zweiten Mößbauer-Effekt«, als auf Betreiben der Physik-Professoren der damaligen Technischen Hochschule München die Physik-Fakultät zu einem »Physik-Department« nach amerikanischem Vorbild umstrukturiert wurde. Die damals revolutionäre neue Struktur wirkt bis heute fort. Gestärkt durch exzellente Berufungen war sie die nachhaltige Grundlage für das hervorragende weltweite Renommee der TUM-Physik und ihrer Erfolge bei der Exzellenzinitiative.



Neubau des Physik-Departments auf dem Campus Garching 1970, Haupteingang James-Franck-Straße

Photo: Architekturbüro Fred Angerer\*

1955 hatte die Physik an der TH München lediglich drei Ordinarien. Steigende Studierendenzahlen und neue Aufgaben durch die im Jahr 1957 in Garching erbaute Neutronenquelle (»Atom-Ei«) hatten schon den Wissenschaftsrat veranlasst, eine Erweiterung der Physik-Fakultät der damaligen Technischen Hochschule München auf zehn Professoren zu fordern.

Während der Wissenschaftsrat für die TH München mit einer Studentenzahl von 6 800 rechnete, besuchten bereits 1 700 Hörer die Anfängervorlesung in

Physik. Die Physik-Professoren Heinz Maier-Leibnitz († 2000), Wilhelm Brenig, Wolfgang Wild und Nikolaus Riehl († 1990) antizipierten ein schnelles Wachstum auf 10 000 Studierende. Sie entwarfen daher einen völlig neuen Aufbau für die Fakultät für Physik: eine Department-Struktur mit flachen Hierarchien nach amerikanischem Vorbild. Im neuen Physik-Department sollten wichtige Fragen wie wissenschaftliche Ausrichtung, die Budgetverwendung und die Vorlesungsinhalte gemeinsam festgelegt werden. Brenig, Maier-Leibnitz und Wild hatten die effizien-

te Organisationsform bei Forschungsaufenthalten in den USA kennengelernt.

### **Brief an das Ministerium**

Im März 1962 schrieben die vier Professoren einen Brief an das Bayerische Kultusministerium (TUM Verwaltung, Registratur, Az. 2260). In diesem forderten sie, dass die entstandene »Diskrepanz zwischen Studentenzahl und Besetzung des Lehrkörpers auf ein erträgliches Maß zu vermindern sei, um den Bedarf an technisch-naturwissenschaftlichem Nachwuchs befriedigen zu können.«

Schon damals war die Region München ein Magnet für Studierende. In ihrer Denkschrift schrieben die Professoren: »In München treffen durch das Vorhandensein von Universität, Technischer Hochschule und Max-Planck-Instituten, Plasmaphysik Garching und physikalisch interessierter Industrie Umstände zusammen, die ein Studium der Physik besonders attraktiv erscheinen lassen.«

Im Hinblick auf die zu erwartende weitere Steigerung der Studierendenzahl und um das Niveau der Ausbildung sicherzustellen, forderten die vier Professoren eine Erweiterung der Physik auf 20 Lehrstühle. Im neuen Department sollten alle Professoren gleichberechtigt sein, da ihrer Erfahrung nach »einigermaßen gute Wissenschaftler auf Extraordinariaten nicht gehalten werden können«. Genau dies war der Bruch mit der bisherigen deutschen Universitätsstruktur und hatte unverkennbar US-amerikanische Wurzeln.

Eine »geeignete Verteilung der Lehr- und Ausbildungsaufgaben« sowie »die Entlastung der Professoren von Verwaltungsarbeiten« und eine gute »Zusammenarbeit der Lehrstühle untereinander« sollten dem neuen Modell eine Attraktivität verleihen, mit der auch Wissenschaftler aus dem Ausland zurückgewonnen werden könnten.

### **Angemessene Ausstattung**

In ihrem Entwurf sahen die vier Professoren für jeden theoretischen Lehrstuhl vier Planstellen und für jeden experimentellen acht Planstellen vor. Die Hälfte



Neubau des Physik-Departments 1970, Ansicht Bibliothek mit Atomei. Kenner erkennen in Unterbau und Unterseite der Bibliothek die künstlerische Darstellung eines Kristalls.

Photo: Architekturbüro Fred Angerer\*

davon sollte nach Meinung der Initiatoren aus Drittmitteln eingeworben werden können.

Auch bei der Sachmittelausstattung sollte eine erhebliche Verbesserung erzielt werden, weil »auch nach Meinung des Wissenschaftsrats die bisherigen Sachmittel um einen Faktor drei zu niedrig sind.«

Da bereits einige Berufungen am Mangel an geeigneten Räumlichkeiten gescheitert waren, forderten die Professoren in ihrem Brief auch ein neues Gebäude, das in der Nähe der Neutronenquelle in Garching zu errichten sei. Das neue Institut sollte etwa 17 500 Quadratmeter Nutzfläche besitzen. Damit wäre es bei der doppelten Zahl an Professuren kaum größer als die vom Wissenschaftsrat vorgeschlagenen fünf eigenständigen Institute.

Realisiert wurde das Departmentsgebäude schließlich von Prof. Fred Angerer von der hauseigenen Fakultät für Architektur. Er gestaltete ein Gebäude, das nicht nur den notwendigen Raum schuf, sondern sowohl in der Ästhetik als auch in der Funktion den Geist und die Ideen der Gründerväter widerspiegelt. Zum Beispiel bekam die Physik damals als erste Fa-

\* Mit freundlicher Genehmigung von Architekturbüro Demmel und Hadler GmbH



kultät eine eigene Institutsbibliothek. Diese wurde nicht einfach ins Gebäude integriert, sondern ragt deutlich sichtbar und einladend aus diesem heraus. Im Inneren des Gebäudes wurden viele Kontaktzonen integriert, die den Raum schaffen, auch ungezwungen und spontan über physikalische Probleme zu diskutieren. Das geeignete Schreibwerkzeug für kleinere oder größere Gruppen findet sich bei vielen Tafeln in Büros und Sitznischen.

Insgesamt sollte sich durch die neue Departments-Struktur und eine Verteilung auf mehr Schultern eine Entlastung von Verwaltungsaufgaben ergeben. »Es gibt damit Freiheit für eine intensivere Beschäftigung mit Problemen der Ausbildung und der Forschung und für neue Aufgaben, zum Beispiel im Zusammenhang mit den technischen Fächern. Auch für den sehr erwünschten Austausch mit Lehrkräften anderer Länder ergeben sich damit neue Möglichkeiten.«

### Flache Hierarchien, flexiblere Strukturen

Zum 1. Januar 1965 trat die neue Struktur in Kraft. Der junge Nobelpreisträger Mößbauer († 2011) gehörte zu den ersten an das neue Physik-Department berufenen Professoren. Zuvor hatte er seine Rückkehr in die bayerische Heimat an die damit erreichte Umstrukturierung geknüpft.

Die Abkehr vom Konzept der »Ordinarien-Universität« mit großen Einzelinstituten brachte der TUM-Physik kleinere, flexiblere Einheiten, die selbst und mit ihrer gemeinsamen Berufungspolitik neue Trends schneller aufgreifen und ein breiteres Fächerspektrum anbieten konnten. Als die DFG 1968 erstmals Sonderforschungsbereiche ausschrieb, bei denen gezielt Kooperationen gefördert wurden, war das Physik-Department dafür bestens aufgestellt und sehr erfolgreich.

Auch die bayerische Hochschulreform in den 1970er Jahren konnte der Idee des Physik-Departments nichts anhaben: Zwar wurde formal wieder eine Institutsstruktur eingeführt, doch die kollegiale Zusammenarbeit blieb. Mitte der 90er-Jahre wurde auf Antrag des Dekans, Prof. Winfried Petry, die Department-Struktur wieder hergestellt.

Heute gliedert sich das Physik-Department thematisch in drei Bereiche, die aufeinander synergetisch wirken: »Biophysik«, »Kern-, Teilchen- und Astrophysik« sowie »Kondensierte Materie«. Mit rund 1 200 Studenten, 250 Abschlüssen (BSc./MSc./Diplom) und ca. 100 Promotionen pro Jahr zählt das Physik-Department der TUM mittlerweile zu den größten Physik-Fakultäten Deutschlands. Aus ihm gingen sechs Nobelpreisträger hervor, vier Leibniz-Preisträger, und im Fächerranking des Times Higher Education Supplement ist das Physik-Department weltweit auf Platz 31.

### 50 Jahre Spitze in Forschung und Lehre

»Die Department-Philosophie hat sich über die Jahrzehnte glänzend bewährt. Die Department-Struktur trug maßgeblich dazu bei, sich kollegial abstimmen zu können und effizient zu agieren. Sie schuf optimale Startbedingungen für die Teilnahme an Forschungsverbänden, nationalen und internationalen Großprojekten und nicht zuletzt bei der Exzellenzinitiative. Schon seit vielen Jahren betreibt das Physik-Department eine stringente und einzigartige Nachwuchsförderung. Der Gedanke des stetigen Wandels und der Erzielung von Spitzenleistungen in Forschung und Lehre ist im Geschehen des Departments verankert und bewirkt eine kontinuierlich hohe Attraktivität und Sichtbarkeit«, sagt Physik-Dekan Prof. Johannes Barth.

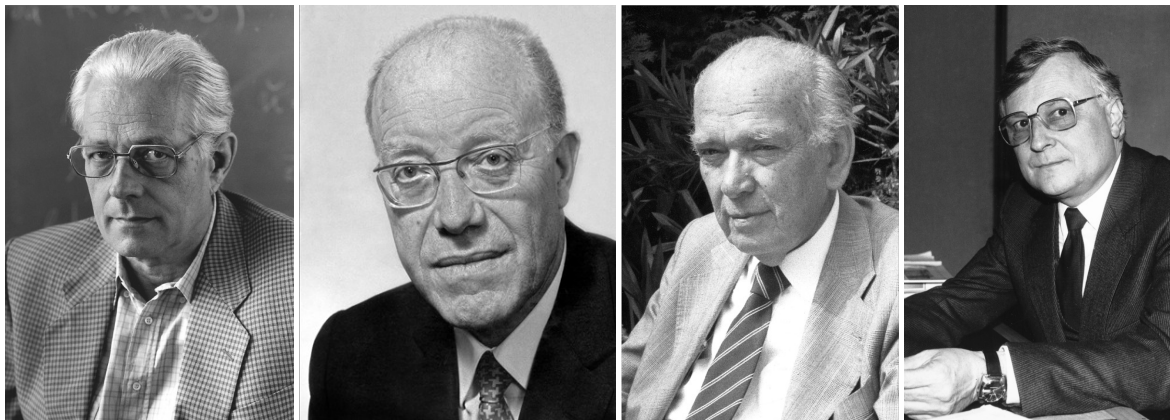


Prof. Wolfgang Wild (M.) und Prof. Wilhelm Brenig (r.) gehörten zu den Verfassern des Memorandums, das zur Einrichtung des Physik-Departments führte. Prof. Johannes Barth ist seit 2012 Dekan des Departments.

Photo: Andreas Battenberg / TUM

## Eine Denkschrift als Schlüssel zur Erfolgsgeschichte

**Die »Denkschrift zum Ausbau der Physik an der Technischen Hochschule München« der Professoren Wilhelm Brenig, Heinz Maier-Leibnitz, Nikolaus Riehl und Wolfgang Wild vom 16. März 1962 gilt heute als legendärer Auftakt zur Entwicklung der TUM-Physik in die Spitzenliga.**



Die Physik-Professoren Wilhelm Brenig, Heinz Maier-Leibnitz, Nikolaus Riehl und Wolfgang Wild gaben 1962 den Anstoß zur wegweisenden Reform und Erweiterung des Physik-Departments.  
Photos: Archiv des Physik-Departments

Zunächst war die Physik seit der Hochschulgründung 1868 eine »Hilfswissenschaft« für die Ingenieure, im Wesentlichen mit Ausbildungsauftrag. In den Nachkriegsjahren nahm die TUM-Physik jedoch eine stürmische Entwicklung. Durch weitsichtige und kluge politische Entscheidungen zum Innovationsstandort Bayern kam es in Garching zu Bau und Inbetriebnahme des ersten deutschen Atomreaktors. Auch der Nobelpreis für Rudolf Mößbauer (1961) und dessen Berufung sollte die Entwicklung der Physik an der TUM umstürzend verändern. Heute gehört die Physik zu den erfolgreichsten Fakultäten der TUM, erscheint obenauf in allen Rankings und hat weitaus die meisten Forschungspreisträger: 6 von 13 TUM-Nobelpreisträgern stammen aus der Physik, 4 von 17 Leibniz-Preisträgern, 11 von 45 ERC-Grants. Die Fakultät erwirbt rund 20 Prozent des Drittmittelaufkommens der TUM. Sie hat heute rund 40 Professoren, also zehnmal so viele wie vor einem halben Jahrhundert. Die Denkschrift wendet sich gegen das »Geheimratssystem« und plädiert für kleine, bewegliche Professuren, die möglichst frei von Verwaltungsaufgaben sind. Der Text ist auch nach 50 Jahren (wieder) lesenswert.

### Auszüge aus der Denkschrift:

*»Alle, oder die meisten Lehrstühle für Physik sollen in einer Einheit mit einem gemeinsamen Institut zusammengefasst werden.«*

*»Bei der Besetzung dieser Professuren sollen jüngere, besonders begabte Kräfte, die in Deutschland und im Ausland in ausreichender Zahl vorhanden sind, gewonnen werden. Die Errichtung von Gastprofessuren ist besonders zu ermutigen.«*

*»Wir glauben, dass für die meisten Physiker ein Lehrstuhl nach unseren Vorschlägen attraktiv wäre, wenn drei Bedingungen erfüllt sind:*

- 1. Volle Gleichberechtigung der Professuren,*
- 2. Geeignete Verteilung der Lehr- und Ausbildungsaufgaben und Entlastung der Professoren von Verwaltungsaufgaben,*
- 3. Zusammenarbeit der Lehrstühle untereinander.*

*Wir glauben, dass in Deutschland jetzt zahlreiche jüngere Physiker herangewachsen sind, die für Lehrstühle*

geeignet sind. Außerdem gibt es im Ausland, vor allem in den USA viele deutschsprachende Wissenschaftler, die im Grunde gerne bereit wären, nach Deutschland zurückzukehren, die aber, wie verschiedene Erfahrungen gezeigt haben, nicht sich der bei den meisten Lehrstühlen gegebenen Überlastung und damit Unfruchtbarkeit, und dazu noch Isolierung, aussetzen mögen.«

»Für die Professoren bedeutet das gemeinsame Institut eine Entlastung von Verwaltungsaufgaben und übermäßigen Unterrichtsverpflichtungen. Es gibt damit Freiheit für eine intensivere Beschäftigung mit Problemen der Ausbildung und der Forschung, und für neue

Aufgaben, zum Beispiel im Zusammenhang mit den technischen Fächern. Auch für den sehr erwünschten Austausch mit Lehrkräften anderer Länder ergeben sich damit neue Möglichkeiten.«

»Das Gesamtinstitut wird nicht mehr auf die Arbeitsrichtung eines einzelnen zugeschnitten sein. Die Teilinstitute werden auf verschiedenen, aber zum Teil ähnlichen und sich überschneidenden Gebieten arbeiten. Damit wird sich das heute so einschneidende und oft nahezu tödliche Problem der Nachfolge von selbst lösen.«

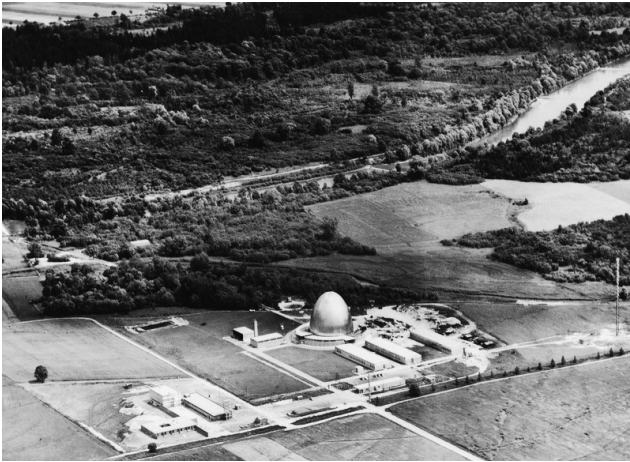
Als einen Nachteil des Systems kann man empfinden, dass der Wirkungskreis des einzelnen Professors kleiner sein wird als bisher an den grossen Lehrstühlen. Man könnte daran denken, dass durch die grössere Zahl der Professoren eine Verminderung des Ansehens der Stellung eines Professors eintreten könnte. Im gemeinsamen Institut hat der Einzelne naturgemäss keine völlige Freiheit. Er muss zusammen mit anderen arbeiten und sich anpassen; das sogenannte Geheimrats system ist unmöglich. Es ist die Frage aufgeworfen worden, ob aus diesen Gründen Hindernisse für die Berufung qualifizierter Wissenschaftler entstehen können.

Wir glauben, dass diese Nachteile mehr als aufgewogen werden durch die Entlastung der Professoren, durch die Möglichkeit, auch nach der Berufung noch wirkliche Beiträge zur Wissenschaft zu leisten, durch die Möglichkeit, in Wechselwirkung mit anderen Lehrstühlen immer wieder dazu zu lernen, mit diesen Lehrstühlen zusammenzuarbeiten und durch gegenseitige Kritik zu wachsen. Wir glauben, dass genügend viele gute und vor allem jüngere Wissenschaftler die Zusammenarbeit mit anderen in enger Wechselwirkung und in völliger Gleichberechtigung als besonders nützlich und fruchtbar empfinden werden. Dies gilt besonders für solche Wissenschaftler, die aus dem Ausland berufen werden.

Aus »Denkschrift zum Ausbau der Physik an der Technischen Hochschule München«, Brenig, Maier-Leibnitz, Riehl, Wild, 16.03.1962

## Die Geschichte der Physik und des Physik-Departments an der TUM

**Die Wurzeln des heutigen Physik-Departments reichen zurück bis zur Gründung der TUM vor knapp 150 Jahren. Die erfolgreiche Entwicklung seiner Forschungsgebiete und die Etablierung von neuen Instituten und Forschungseinrichtungen basiert auf der Weitsicht einer Reihe von Wissenschaftlern, die die Geschichte der TUM-Physik aktiv gestaltet haben.**



Mitte der 1960er Jahre befanden sich das *Atomei* und die dazugehörigen Labors, Werkstätten und Büros im Wortsinn »allein auf weiter Flur«.

Photo: Archiv der TUM

Die Geschichte des Physik-Departments reicht bis zur Gründung der TUM im Jahr 1868 durch König Ludwig II als *Polytechnische Schule* zurück. Bereits damals wurde das *Physikalische Institut* gegründet, das ursprünglich als *Physikalisches Cabinet* bezeichnet wurde. Parallel dazu war von Beginn an die technische oder angewandte Physik ein besonderes Anliegen. Auf Initiative von Carl von Linde und anderen wurde 1902 das *Laboratorium für Technische Physik* gegründet. 1943 wurde auch ein unabhängiges *Institut für Theoretische Physik* geschaffen. 1965 wurden diese drei bis dahin getrennten Institute zusammengeführt und zum Physik-Department erweitert. Die wesentliche Struktur und Organisationsform, die damit geschaffen wurden, haben sich bis heute erhalten. Die erfolgreiche Entwicklung von Forschungsinstituten und -disziplinen hängt von der Weitsicht einzelner Forscher ab. Die Geschichte der Physik an der TUM wird von vielen solchen Persönlichkeiten geprägt.

### Erste kerntechnische Anlage Deutschlands

Als Heinz Maier-Leibnitz 1952 zum Nachfolger von Walther Meißner als Direktor des *Instituts für Technische Physik* ernannt wurde, ergriff er die Initiative und die Gelegenheit, und errichtete nördlich von München in Garching den ersten deutschen Forschungsreaktor. Er hatte die Vision, die erzeugten Neutronen (insbesondere mit der Methode der Neutronenstreuung) als universelles Instrument für vielfältige interdisziplinäre Forschung zu verwenden. Der TH-Professor Gerhard Weber schuf dem *Forschungsreaktor München (FRM)* seine charakteristische Kuppel, wegen der er im Volksmund auch als »Atomei« bezeichnet wird. Der FRM wurde 1956 erbaut, ging 1957 in Betrieb und wurde zum Nukleus und Wahrzeichen des Forschungscampus Garching. Er ziert sogar das Wappen der Stadt Garching. Die Fertigstellung dieser Neutronenquelle in solch kurzer Zeit wurde ermöglicht, weil die Ziele der Wissenschaft und die der Politik in einem seltenen und glücklichen Umstand zusammentrafen.

Die wissenschaftliche Produktivität war von Anfang an beeindruckend und innerhalb weniger Jahre wurden viele neue Messinstrumente und neue experimentelle Methoden entwickelt. Das *Garchinger Atomei* wurde bald zu einem international bekannten Leuchtturm der Physik. Das entwickelte Know-How floss auch in andere Bereiche ein, so zum Beispiel in die Instrumentierung der europäischen Hochfluss-Neutronenquelle am Institut Laue-Langevin in Grenoble. Angewandte Kernphysik und besonders Anwendungen in der Festkörperphysik waren die Highlights der Forschung in Garching und die Zahl der Forscher, der internationalen Besucher und der Studierenden nahm beträchtlich zu. In einem weitsichtigen Schritt erkannte Maier-Leibnitz, dass die Physik der damaligen THM (Technische Hochschule München) umstrukturiert und deutlich aufgestockt werden musste, um den wachsenden Anforder-

rungen gerecht zu werden.

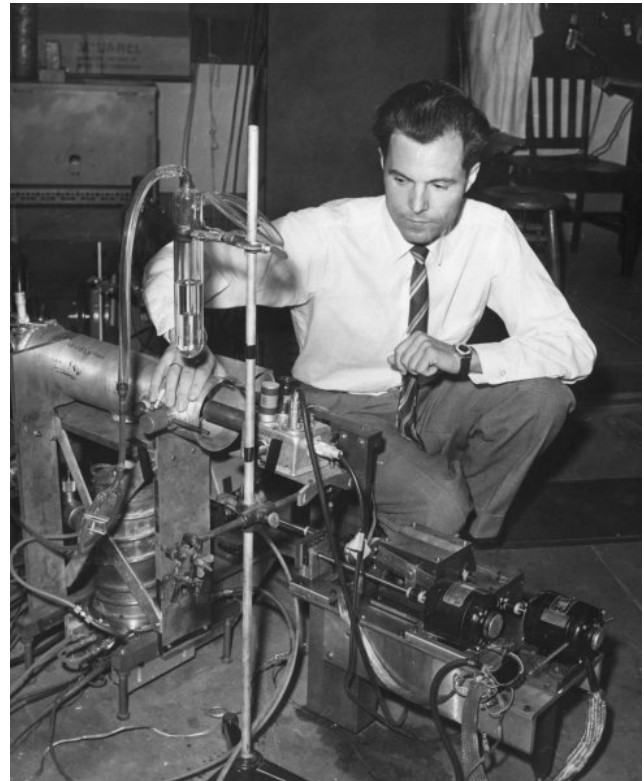
### Der »zweite Mößbauer-Effekt«

1961 erhielt Rudolf Mößbauer, ein ehemaliger Student von Maier-Leibnitz, den Nobelpreis für seine Entdeckung der rückstossfreien Emission und Absorption von Gamma-Strahlung im Festkörper (Mößbauer-Effekt), die zu zahlreichen Anwendungen in der Grundlagenforschung, Festkörperphysik, Chemie, Materialwissenschaften, Biophysik und Medizin führte. Maier-Leibnitz ergriff die Initiative, um Rudolf Mößbauer, der damals am California Institute of Technology forschte, zurück nach München zu holen.

Gemeinsam mit seinen Kollegen Wilhelm Brenig, Nikolaus Riehl und Wolfgang Wild schlug er 1962 in einem Memorandum vor, die Physik-Fakultät und ihre drei Institute umzustrukturieren und nach angelsächsischem Vorbild eine Departmentsstruktur mit flachen Hierarchien und vielen zusätzlichen Professuren zu schaffen. Mößbauer nahm den folgenden Ruf der Bayerischen Staatsregierung unter der Bedingung an, dass dieses Physik-Department geschaffen würde.

Damit entstand zum 1. Januar 1965 offiziell das Physik-Department und ersetzte die bis dahin unabhängigen drei Institute. Anfangs gab es 10 volle Professuren, die bald auf 20 erweitert wurden und eine angemessene Finanz- und Personalausstattung bekamen. Zur damaligen Zeit (noch vor der 68er Studentenbewegung) wurde das als revolutionäre Struktur wahrgenommen und die Wochenzeitung »Der Spiegel« nannte dies »den zweiten Mößbauer-Effekt«. Bereits im August 1965 berichtete die Wochenzeitung »Die Zeit« nach einem Besuch vor Ort über die Neuordnung des Physik-Departments: »Was dort in kaum mehr als Jahresfrist entstanden ist, kann – zumindest für den Bereich der Naturwissenschaften – als Modell einer gelungenen Hochschulreform gelten.«

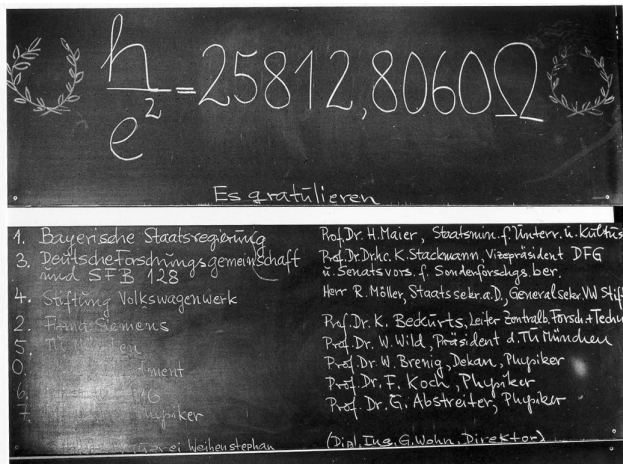
Zusätzlich zu Rudolf Mössbauer wurden 1964 und 1965 Klaus Dransfeld, Wolfgang Kaiser, Paul Kienle, Edgar Lüscher und Hans-Jörg Mang ergänzend zu Maier-Leibnitz, Brenig, Riehl und Wild neu berufen. Das Spektrum der Physik an der TUM wurde deutlich erweitert und umfasste fast alle aktuellen physi-



Der Nobelpreisträger Rudolf Mößbauer mit seiner Messapparatur 1961 am Caltech

kalischen Forschungsthemen wie z. B. Teilchenphysik, Neutronenphysik, Festkörperphysik, Laserphysik und zeitaufgelöste Spektroskopie. Die Kern- und Teilchenphysik erhielt mit der Berufung von Herbert Daniel und Haruhiko Morinaga 1968 einen weiteren Schub und die theoretische Festkörperphysik wurde 1969 durch Heinz Bilz und Hartwig Schmidt erweitert.

Auch durch die Eröffnung des neuen Gebäudes des Physik-Departments 1970 entwickelte sich das Forschungsgelände in Garching allmählich zu einem der größten und vielseitigsten Forschungszentren der Physik weltweit. Neben dem *Atomei* und der TUM-Physik siedelten sich weitere Institute an: Die Max-Planck-Institute für Plasmaphysik (IPP), für Extraterrestrische Physik sowie für Quantenoptik und das Walther-Meißner-Institut der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.



Nobelpreis 1985 an Klaus von Klitzing. Tafelanschrieb im Hörsaal 1 des Physik-Departments anlässlich einer spontanen Feierstunde.

### Gemeinsam erreicht man mehr

Das verhältnismäßig große Physik-Department reagierte mit seinen eher kleinen Arbeitsgruppen sehr flexibel auf neue wissenschaftliche Entwicklungen, so dass im Lauf der vergangenen Jahrzehnte immer wieder neue Forschungsschwerpunkte aufgegriffen wurden, wie z. B. die Neutrinophysik, die Halbleiterphysik, die Oberflächen- und Grenzflächenphysik, Supraleitung und Magnetismus, Biophysik und nicht zuletzt die Energiewissenschaften.

Dies geschah zum einen durch entsprechende Neubesetzungen, aber auch durch Aufspaltungen und Erweiterungen bestehender Forschungsrichtungen. Zwischen 1970 und 1975 wurden sowohl die Experimentalphysik als auch die Theoretische Physik deutlich erweitert. Wolfgang Götze, Michael Kalvius, Georg Alefeld, Klaus Dietrich, Fred Koch (Nachfolge Riehl), Dietrich Menzel, Sieghart Fischer, Wolfgang Gläser, Pierre Hohenberg, Hans-Joachim Körner und Helmut Kinder (Nachfolge Dransfeld) wurden neu berufen.

Nach der Emeritierung von Heinz Maier-Leibnitz wurde 1980 mit der Ernennung von Erich Sackmann die biologische Physik etabliert und gleichzeitig stärkte Klaus Andres die Tieftemperaturphysik als neuer Direktor des Walther-Meißner-Instituts. Franz

Schwabl kam 1982 und füllte die Lücke in der theoretischen Festkörperphysik, die nach der Wegberufung von Hohenberg und Schmidt entstanden war.

### Förderungsprogramm für spätere Nobelpreisträger

Das breite Spektrum der wissenschaftlichen Aktivitäten und das hohe internationale Ansehen des Physik-Departments wurden durch viele unterschiedliche Beiträge von motivierten Wissenschaftlern ermöglicht, die auch von vielen außerordentlichen oder Assistenz-Professoren betreut wurden. Die Struktur des Physik-Departments führte zu engen Kooperationen, womit die Physik perfekt aufgestellt war, um zahlreiche erfolgreiche Sonderforschungsbereiche zu etablieren, nachdem die Deutsche Forschungsgemeinschaft dieses Programm 1968 aufgelegt hatte. Ein herausragendes frühes Beispiel ist der SFB 128 »Elementare Anregungen an Oberflächen«, in dem in den 1970er und 1980er Jahren Gerhard Ertl und Klaus von Klitzing wichtige Teile ihrer bahnbrechenden Arbeiten durchführten, die schließlich zu ihren Nobelpreisen in Chemie und Physik führten.

Der Nobelpreis an von Klitzing ergab einen weiteren Impuls, um 1985 das Walter-Schottky-Institut (WSI) zu gründen. Dieses wurde auf Vorschlag von Fred Koch und Gerhard Abstreiter als TUM-Zentralinstitut für Grundlagenforschung und angewandte Forschung im Bereich der Halbleiterphysik etabliert. 1988 nahm es den Betrieb in einem Neubau neben dem Physik-Department auf. Zwei der drei neu geschaffenen Professuren gehören zur Physik und eine zur Elektrotechnik und Informationstechnik. Neben Gerhard Abstreiter als Gründungsdirektor (Berufung 1987) konnten 1988 Erich Gronik und Günter Weimann als zusätzliche Professoren gewonnen werden.

Anfang der 1990er Jahre wurde das Physik-Department um das Physik-II-Gebäude erweitert und die neue Forschungsneutronenquelle FRM II ersetzte 2004 das alte *Atomei*. Zwischen 1988 und 2005 wurden Andrzej Buras, Leo van Hemmen, Winfried Petry, Alfred Laubereau, Fritz Parak, Martin Stutzmann, Peter Vogl, Wolfram Weise, Franz von Feilitzsch, Josef Friedrich, Stephan Paul, Ulrich Stimming, Peter Böni, Rudolf Gross, Reiner Krücken, Matthias Rief, Roland Netz, Wilhelm Zwerger und Dirk Grundler jeweils auf Lehrstühle berufen.



Das aktuelle Kollegium des Physik-Departments gemeinsam mit dem Hochschulpräsidium der TUM.

Photo: Wenzel Schürmann / TUM

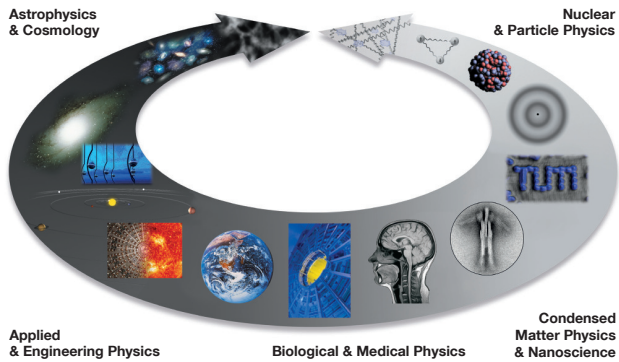
Die Stärken der kooperativen Struktur zeigen sich nicht nur in der exzellenten Forschung. Prägend wirkte das »Erfolgsmodell Physik-Department« auch auf die international angesehenen Zentralinstitute der TUM, die sich aus Forschungsschwerpunkten des Departments entwickelt haben. Prominente Beispiele sind neben dem WSI und dem FRM II auch

- das Maier-Leibnitz-Labor (MLL), das gemeinschaftlich mit der benachbarten LMU einen Hochfluss-Schwerionenbeschleuniger betreibt,
- das Zentrum für Nanotechnologie und Nanomaterialien (ZNN) in Zusammenarbeit mit dem Exzellenzcluster *Nanosystems Initiative Munich (NIM)*,
- das Bayerische Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE) am Standort Garching,
- das Zentralinstitut für Medizintechnik (IME-TUM) der TUM,

Weitere hochrangige Kooperationsprojekte sind bereits im Entstehen: Zusammen mit dem Exzellenz-

cluster *Munich-Centre for Advanced Photonics* wird gerade das *Center for Advanced Laser Applications* aufgebaut. Außerdem ist die Physik am *Zentralinstitut für Katalyseforschung (CRC)* beteiligt, und gerade neu bewilligt ist ein *TUM Center for Functional Protein Assemblies (CPA)*. Zusammen umfassen die drei Zentren Baukosten in Höhe von rund 170 Millionen Euro, die sich Bund und Freistaat aufgrund ihrer überregionalen Bedeutung teilen.

Im Rahmen der Hochschulreform Ende der 1970er Jahre wurde das Physik-Department 1980 formal in eine *Fakultät für Physik* mit vier Teilinstituten reorganisiert. In der täglichen Arbeit in Forschung und Lehre blieb jedoch stets der Geist eines Departments erhalten. Die Zeiten änderten sich und so war im Jahr 1995 der Vorschlag von Dekan Winfried Petry, die Departmentsstruktur wieder einzuführen, beim zuständigen Bayerischen Staatsministerium für Forschung höchst willkommen. Der Senat der TUM folgte dem und so wurde die Physik 1996 auch von ihrer Struktur her wieder ein Department.



»From the smallest to infinity!« als Slogan des Physik-Departments unterstreicht den Anspruch der Physik, die Welt vom Kleinsten bis zum Größten zu beschreiben und zu verstehen.

Heute gliedert sich das Physik-Department thematisch in drei Forschungsbereiche, die synergetische Überschneidungen bilden: *Biophysik; Kern-, Teilchen- und Astrophysik* und *Festkörperphysik oder Physik der kondensierten Materie*. Insgesamt wirken hier zur Zeit etwa 40 Professoren.

### Erfolgreich bei der Exzellenzinitiative

Ein weiteres Mal zeigt sich die gute Vernetzung und die praktizierte Flexibilität durch die Departmentsstruktur seit 2006 im Erfolg bei der *Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder zur Förderung von Wissenschaft und Forschung an deutschen Hochschulen*. Hier war das Physik-Department vom Start weg sehr erfolgreich und ist auch in der zweiten Runde an vier von bundesweit ca. 40 Exzellenzclustern als Hauptprojektpartner beteiligt. Die Cluster

- Origin and Structure of the Universe,
- Nanosystems Initiative Munich (NIM),
- Munich Center for Integrated Protein Science (CIPSM) und
- Munich-Centre for Advanced Photonics (MAP)

forschen interdisziplinär auf vielen unterschiedlichen Gebieten der aktuellen Physik. Diese erstrecken sich von den (derzeit) kürzesten experimentell zugänglichen Zeitskalen im Bereich von Attosekunden ( $\approx 10^{-18}$  s) bis zur Entstehung und Entwicklung des frühen Universums (vor etwa  $10^{17}$  s oder 14 Mrd. Jahren), von den Elementarteilchen – wie den Neutrinos, Neutronen... – über Quarkonium, Atomkerne, molekulare und zelluläre Biophysik, Halbleiter- und Festkörperphysik, Nanostrukturen, Quantumsysteme bis zu den physikalischen Prozessen in Sternen.

Hunderte von Wissenschaftlern engagieren sich hier und forschen über Institutsgrenzen hinweg an den großen aktuellen Fragestellungen, die von führenden Wissenschaftlern und den Beteiligten als besonders interessant und bedeutsam eingestuft wurden. Eingebunden in diese Forschung sind neben den Arbeitsgruppen am Physik-Department auch Forscherinnen und Forscher der Ludwig-Maximilians-Universität München und der Universität der Bundeswehr München sowie vieler Max-Planck-Institute und anderer Forschungseinrichtungen am Campus Garching und im Münchner Raum.



Die »Freiräume« im Physik-Department werden gerne genutzt, um gemeinsam formlos an physikalischen Fragestellungen zu arbeiten. Hier diskutieren Masterstudenten mit Doktoranden aktuelle Forschungsthemen.

Photo: A. Heddergott / TUM



## Die Lehre am Physik-Department

**Aufgrund stark steigender Studentenzahlen wollten die Physik-Professoren Anfang der 1960er Jahre die Betreuung der Studierenden verbessern. Sie forderten allerdings nicht einfach mehr Stellen, sondern zudem eine effiziente Organisation ohne das überkommene Ordinariatssystem. Hochschulleitung, Ministerium und Wissenschaftsrat unterstützten den innovativen Vorschlag, der damit trotz hoher Kosten umgesetzt wurde. Der Grundstein für die erfolgreiche Entwicklung des Physik-Departments und des neuen Universitätsstandorts Garching war gelegt.**



Gute Lehre zu leisten bedeutet nicht, zwanghaft nur die neuesten technischen Hilfsmittel einzusetzen. Professor Norbert Kaiser vom Physik-Department bevorzugt Kreide und Tafel. Seine vorbildlichen Vorlesungen wurden 2013 mit dem »Preis für gute Lehre« des Freistaats Bayern ausgezeichnet.

Photo: Andreas Heddergott / TUM

Bereits in den 1950er Jahren stieg die Zahl der Studenten der Physik stark an. An der damaligen TH München trug die Errichtung und der erfolgreiche Betrieb des ersten deutschen Forschungsreaktors dazu bei, dass sich auch immer mehr Studenten für das Fach Kernphysik interessierten. Dies führte Anfang der 1960er Jahre dazu, dass beispielsweise Professor Heinz Maier-Leibniz an seinem Institut für Technische Physik etwa 100 Diplomanden und 60 Doktoranden gleichzeitig betreute. Außerdem war er Leiter der Reaktorstation in Garching mit über 60 nicht-wissenschaftlichen Angestellten und Arbeitern und

war in zahlreichen Ausschüssen der Hochschule, des Landes und des Bundes. Anhand dieser Zahlen und Umstände ist es erstaunlich, dass wissenschaftliche Arbeit und angemessene Lehre überhaupt möglich waren. Funktioniert hat das alles, weil er eine Organisationsstruktur aufbaute, bei der jeder jedem half: Jeder junge Doktorand betreute mehrere Diplomanden; die älteren Doktoranden und die bereits Promovierten betreuten die jüngeren. Die Grundvorlesungen wurden von Assistenten geleistet, auch weil zwei vakante Lehrstühle für Experimentalphysik über Jahre nicht besetzt werden konnten.



Im sogenannten »offenen Tutorium« arbeiten Studenten in kleinen Gruppen selbständig an physikalischen Fragestellungen. Sie werden dabei von erfahrenen Tutoren unterstützt.

Photo: A. Heddergott / TUM

### Bessere Betreuung der Studenten

Die Hauptleidtragenden in dieser Situation waren die Studenten der ersten sechs Semester, weil die Lehre hier vernachlässigt werden musste. Daher lag auch das Hauptaugenmerk der Neuordnung zum Physik-Department in der Verbesserung der Lehre und der Betreuung der Studenten. Die Denkschrift von 1962 plante folglich eine Reform des Physik-Studiums: Es sollte eine »moderne Ausbildung in Verbindung mit Forschung« betrieben werden, die Studenten sollten neben den Vorlesungen auch an wirklicher Forschung beteiligt werden.

Mit der Schaffung des Physik-Departments vor 50 Jahren wurden folgende Neuerungen erreicht:

- Die deutliche Erhöhung der Zahl der Professoren von drei Ordinariaten auf insgesamt etwa 20 Professuren. Damit sollte ein Betreuungsverhältnis von etwa 15 »postgraduate Students« (Diplomanden und Doktoranden) pro Professor erreicht werden.
- Im Physik-Department gibt es keine strenge Trennung zwischen theoretischer, angewandter und Experimentalphysik. Alle Physikerinnen und Physiker lehren und forschen in Teamwork.

- Alle Professoren am Physik-Department sind gleichberechtigt. (Es gibt keine Unterscheidung zwischen planmäßigen und außerplanmäßigen Professoren.) Das Kollegium wählt einen dreiköpfigen Vorstand, der im Turnus wechselt. Ein Professor aus dem Vorstand widmet sich den Angelegenheiten der Studierenden, reformiert den Lehrplan und die Prüfungsordnung und koordiniert die Vorlesungen. (Heutiger Studiendekan)
- Die Lehraufgaben werden gleichmäßig verteilt und wechseln regelmäßig (Rotationsprinzip der Vorlesungen).
- Das neue Physik-Department bietet auf hohem Niveau und »in breitem Rahmen auf verschiedenen Gebieten der Physik Ausbildung und Forschung«.
- Am Standort Garching entsteht in direkter Nachbarschaft zum Forschungsreaktor ein großer, moderner Neubau mit Laboren, zugehörigen Büros und drei Hörsälen.

### Moderne Lehrkonzepte

Anfang 1968 – zur Zeit der Studentenbewegung – war das neue Departmentsgebäude noch nicht bezogen und die Neuberufungen auch noch nicht abgeschlossen, als der »Spiegel« in einem Heft zum Titelthema »Deutsche Professoren: Götter oder Fachidioten?« bereits schrieb:

*Dass Professoren über Studenten herrschen wie Duodez-Fürsten über ihre Untertanen, gilt zwar für alle Hochschulen insgesamt, aber nicht für jedes Hochschulinstitut und ganz besonders nicht für das Physik-Department der Technischen Hochschule München. Dort ist – eine Rarität im deutschen Hochschulwesen – [...] die herkömmliche Hochschulstruktur geändert worden. [...] Der Lehr- und Lernstil weicht ab von der deutschen Hochschultradition.*

Aufgrund des Platzmangels in der Innenstadt entstand das neue Departmentsgebäude am damit entstehenden Campus Garching – nahe bei der Reaktorstation – und bündelt die Forschung der Arbeitsgruppen. Auch wegen der Verschränkung mit anderen Fächern fand die Physikausbildung in einer Übergangsphase für die vier Anfangssemester in der Innenstadt



Masterstudierende diskutieren im Proseminar am Physik-Department.  
Photo: Andreas Heddergott / TUM

statt, während die höheren Semester als erste Studenten der TUM am Campus Garching unterrichtet wurden.

Die Neustrukturierung der Physik in Verbindung mit den zahlreichen Neuberufungen ermöglichte eine gründliche Reform des Physikstudiums, wobei die Prämisse verfolgt wurde, die Studenten nahe an die aktuelle Forschung heranzuführen. So wurden die Grundvorlesungen fortan wieder von Professoren abgehalten. Im fortgeschrittenen Studium erlaubte die Einführung eines breiten und sehr flexiblen Spezialfachangebotes auch in der Lehre mit der rasanten Entwicklung der Physik schrittzuhalten. Die flexible Struktur des Physik-Departments mit seinen relativ kleinen Arbeitsgruppen reagierte schnell auf neue Entwicklungen in der Physik und integrierte neue Forschungsgebiete wie die Astroteilchenphysik, die Oberflächen- und Grenzflächenphysik, Supraleitung, die Halbleiterphysik, die Biophysik und nicht zuletzt die Energiewissenschaften. Der wissenschaftliche Fortschritt floss damit gleichzeitig in Forschung und Lehre ein.

### Verknüpfung von Forschung und Lehre

Fortlaufend werden die diversen Forschungsschwerpunkte des Departments in die Lehre eingebracht, sei es im Rahmen der Grundlagenausbildung, von Schwerpunktfächern, Abschlussarbeiten oder Promotionen. Ein besonderes Alleinstellungsmerkmal des Physik-Departments ist das dezentral organisierte Fortgeschrittenenpraktikum, das den Studierenden bereits während des Studiums die Gelegen-



Einige Lehrbücher aus dem Physik-Department gehören zu den geläufigsten deutschsprachigen Physik-Büchern.  
Photo: Johannes Wiedersich / TUM

heit bietet, in den unterschiedlichsten Arbeitsgruppen moderne physikalische Experimente auf wissenschaftlichem Niveau durchzuführen.

Zeugnis des Lehrkonzepts sind auch die Physik-Lehrbücher aus dem Kollegium des Physik-Departments. Neben anderen war dies die Reihe »Physik I« bis »IV«, die als Gemeinschaftswerk der TUM-Professoren Klaus Dransfeld, Paul Kienle, Georg Michael Kalvius, Wolfgang Zinth und Hans-Joachim Körner entstand und seit 1974 in bis zu 10 Auflagen erschienen. Daneben prägte das Werk von Franz Schwabl für viele Studiengenerationen die Lehre der Quantenmechanik und Helmut Vogl betreute bis zu seinem Tod zahlreiche Auflagen des Lehrbuchklassikers »Gerthsen Physik«, der momentan in der 25. Auflage erscheint. Aus den Vorlesungen von Rudolf Gross am Physik-Department ist in jüngerer Zeit ein positiv rezensiertes und an vielen Universitäten erfolgreich verwendetes Lehrbuch zur »Festkörperphysik« hervorgegangen.

Mit der Aus- und Weiterbildung von Physik-Lehrerinnen und -Lehrern legt das Physik-Department auch großen Wert auf eine Verbesserung der physikalischen Ausbildung an den Schulen. So findet seit 40 Jahren mit jährlich wechselnden Themen und Vortragenden das »Edgar-Lüscher-Seminar« zur Lehrerfortbildung statt. Es ist heute nach seinem Initiator benannt, der neben Lehrbüchern für Studenten auch verschiedene Sachbücher zur Physik verfasste.

2008 erfolgte im Zuge der Bologna-Reform die Um-

stellung von Diplom- auf Bachelor- und Masterstudiengänge, die für unsere Physikstudiengänge aufgrund der klaren inhaltlichen Struktur ohne Qualitätsverluste umgesetzt wurde. Bis heute ist die hohe Qualität und Reputation des Physikstudiums an der TUM unbestritten und kommt in zahlreichen Spitzenplatzierungen in diversen Rankings zum Ausdruck und ist durch die hohe Zahl an Studienanfängern, die zu den höchsten in Deutschland zählt, eindrucksvoll untermauert.

Im Sog der Physik wurden (und werden) weitere Fakultäten aus der Innenstadt nach Garching verlagert. 2002 folgte gemeinsam mit den Fakultäten für Mathematik und Informatik auch der Umzug des Physik-Grundstudiums, so dass heute die gesamte Lehre und Forschung der TUM-Physik kompakt am Forschungszentrum Garching gebündelt ist, dem mittlerweile größten und dynamischsten Standort der Technischen Universität München – und nicht zuletzt einem der größten und vielfältigsten Zentren für physikalische Ausbildung und Forschung in Europa.



Heute ist das Physik-Department eingebettet in einen der weltweit größten Standorte für physikalische Forschung sowie den größten Campus der TUM. In der Bildmitte findet sich die 30 m-Kuppel des Atomis, das 1957 dessen Nukleus bildete. Zahlreiche Baustellen unterstreichen die dynamische Entwicklung.

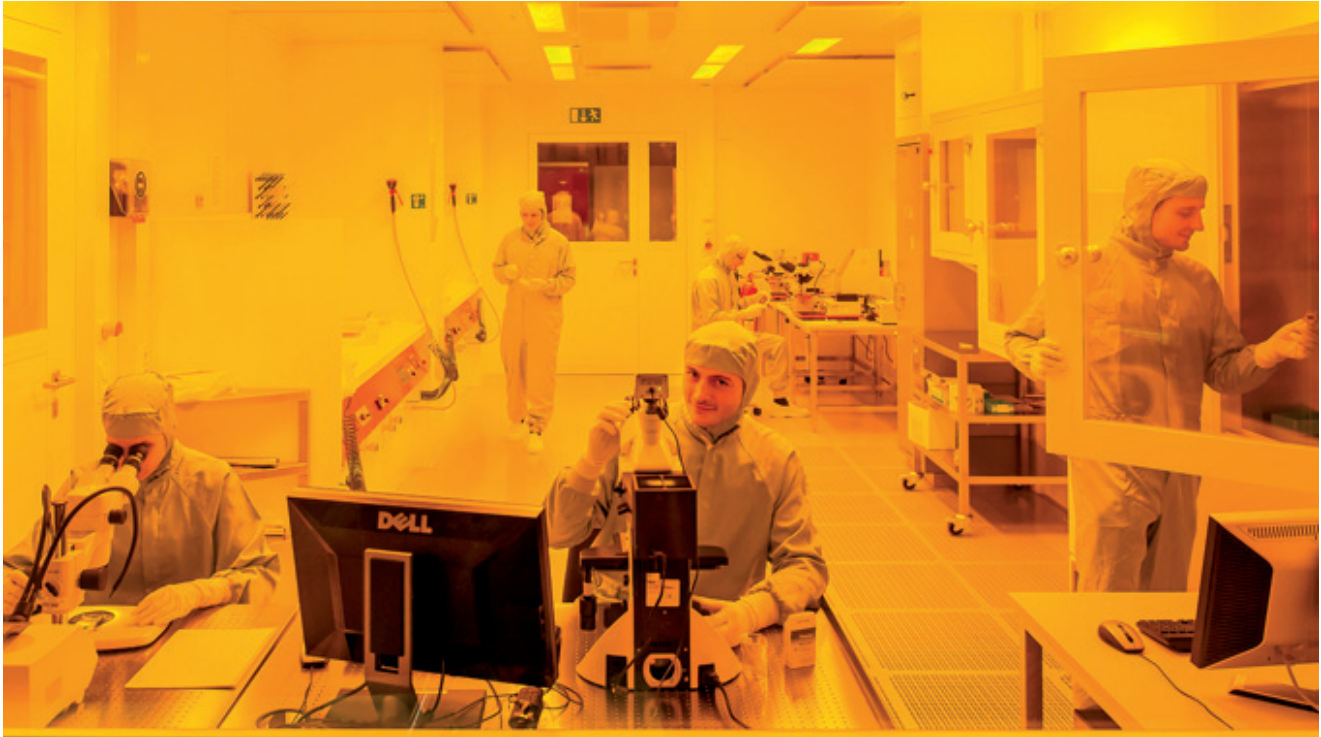
Photo: Ernst A. Graf / TUM

## Arbeitsgruppen am Physik-Department

- Prof. Wilhelm Auwärter:** *Molekulare Nanowissenschaft an Grenzflächen*
- Prof. Aliaksandr Bandarenka:** *Physik der Energiewandlung und -speicherung*
- Prof. Johannes Barth:** *Oberflächen- und Grenzflächenphysik*
- Prof. Andreas Bausch:** *Zellbiophysik*
- Prof. Martin Beneke:** *Theoretische Elementarteilchenphysik*
- Prof. Shawn Bishop:** *Nukleare Astrophysik*
- Prof. Peter Böni:** *Neutronenstreuung*
- Prof. Nora Brambilla:** *Theoretische Teilchen- und Kernphysik*
- Prof. Hendrik Dietz:** *Biomolekulare Nanotechnologie*
- Prof. Laura Fabbietti:** *Dichte und seltsame hadronische Materie*
- Prof. Peter Fierlinger:** *Teilchenphysik mit Neutronen*
- Prof. Jonathan Finley:** *Halbleiter-Nanostrukturen und -Quantensysteme*
- Prof. Björn Garbrecht:** *Theoretische Physik des frühen Universums*
- Prof. Ulrich Gerland:** *Theorie komplexer Biosysteme*
- Prof. Rudolf Gross:** *Technische Physik*
- Prof. Alexander Holleitner:** *Nanotechnologie und Nanomaterialien*
- Prof. Alejandro Ibarra:** *Theoretische Elementarteilchenphysik*
- Prof. Reinhard Kienberger:** *Laser- und Röntgenphysik*
- Prof. Florian Klappenberger:** *Physik funktionaler Schichtsysteme*
- Prof. Michael Knap:** *Kollektive Quantendynamik*
- Prof. Katharina Krischer:** *Chemische Physik fern des Gleichgewichts*
- Prof. Bastian Märkisch:** *Elementarteilchen bei niedrigen Energien*
- Prof. Lothar Oberauer:** *Experimentelle Astroteilchenphysik*
- Prof. Christine Papadakis:** *Physik der weichen Materie*
- Prof. Stephan Paul:** *Hadronenstruktur und Fundamentale Symmetrien*
- Prof. Winfried Petry:** *Funktionelle Materialien*
- Prof. Franz Pfeiffer:** *Biomedizinische Physik*
- Prof. Christian Pfeleiderer:** *Topologie korrelierter Systeme*
- Prof. Michael Ratz:** *Theoretische Teilchenphysik und Kosmologie*
- Prof. Elisa Resconi:** *Experimentalphysik mit kosmischer Strahlung*
- Prof. Matthias Rief:** *Molekulare Biophysik*
- Prof. Stefan Schönert:** *Experimentelle Astroteilchenphysik*
- Prof. Friedrich Simmel:** *Bionanotechnologie und Bioelektronik*
- Prof. Ulrich Stroth:** *Plasmarand- und Divertorphysik*
- Prof. Martin Stutzmann:** *Experimentelle Halbleiterphysik*
- Prof. van Hemmen:** *Theoretische Biophysik neuronaler Informationsverarbeitung*
- Prof. Andreas Weiler:** *Theoretische Teilchenphysik an Collidern*
- Prof. Martin Zacharias:** *Molekulardynamik*
- Prof. Wilhelm Zwerger:** *Vielteilchenphänomene*

## Physik der kondensierten Materie

**Wenn Atome sich zusammentun, wird es interessant. Grundlagenforschung an Festkörperelementen, Nanostrukturen und neue Materialien mit überraschenden Eigenschaften treffen auf Anwendungen wie Laser, Solarzellen, superstarke Magnete oder Biosensoren.**



Herstellung von Computerchips im ZNN (Zentrum für Nanotechnologie und Nanomaterialien): Computerchips von übermorgen könnten mit Strukturen arbeiten, die nur noch wenige Atome umfassen. Das erfordert einerseits neue Materialien und Herstellungsmethoden, andererseits aber auch einen neuen Blick auf die Vorgänge, die im Halbleiter und in Nanomaterialien ablaufen. Physikerinnen und Physiker am Physik-Department und am Walter-Schottky-Institut untersuchen diese Prozesse bereits heute.

Photo: A. Eckert / TUM

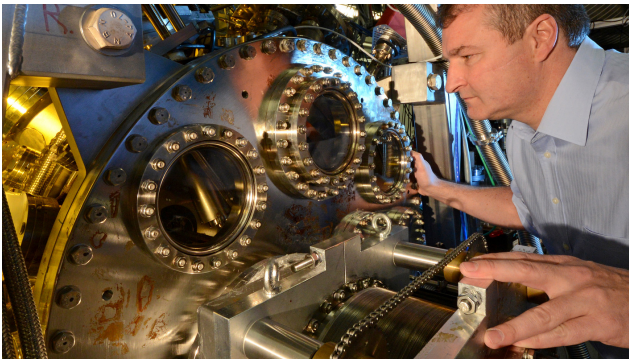
## Maßgeschneiderte organische Elektronik aus dem Drucker



Sie sind dünn, leicht, flexibel, lassen sich kostengünstig und ohne großen Energieaufwand herstellen: gedruckte Mikroelektronik-Bauteile aus Kunststoff. Flexible Displays und Touchscreens, leuchtende Folien, RFID-Tags und Solarzellen sind ein Zukunftsmarkt. Im Rahmen eines internationalen Kooperationsprojekts gelingt es Physikerinnen und Physikern des Physik-Departments, die Entstehung der hauchdünnen polymeren Elektroden während des Druckprozesses live zu beobachten und die elektrischen Eigenschaften der gedruckten Filme zu verbessern.

Photo: Wenzel Schürmann / TUM

## Elektronen auf einer rasanten Reise durchs Kristallgitter



Wie schnell flitzen Elektronen durch die Atomlagen eines Kristallgitters? Dieser Frage geht ein internationales Wissenschaftlerteam unter Führung von Forschern des Physik-Departments nach. Die Forscher »stoppen« die Zeit, die Elektronen benötigen, um einen Film aus nur wenigen Lagen von Magnesiumatomen zu durchqueren. Sie ist unvorstellbar kurz:  $40 \text{ as} = 40 \cdot 10^{-18} \text{ s} = 0,000000000000000004 \text{ s}$ .

Photo: Thorsten Naeser / MPQ

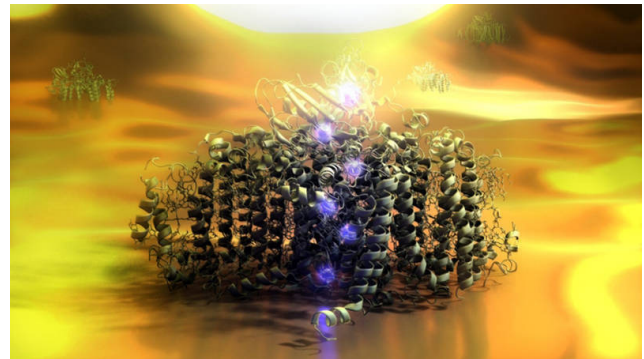
## Quantencomputer aus gängigen Halbleitermaterialien



Physiker der Technischen Universität München, des Los Alamos National Laboratory und der Universität Stanford (USA) spürten in Halbleiter-Nanostrukturen Mechanismen auf, aufgrund derer gespeicherte Informationen verloren gehen können – und stoppten das Vergessen mit Hilfe eines externen Magnetfeldes. Die neu entwickelten Nanostrukturen bestehen aus gängigen Halbleitermaterialien, kompatibel zu üblichen Herstellungsprozessen. Allerdings sind die Strukturen so klein, dass hier ein einzelnes Elektron die Information trägt: als sogenanntes Qubit in einem Quantenpunkt.

Photo: Andreas Battenberg / TUM

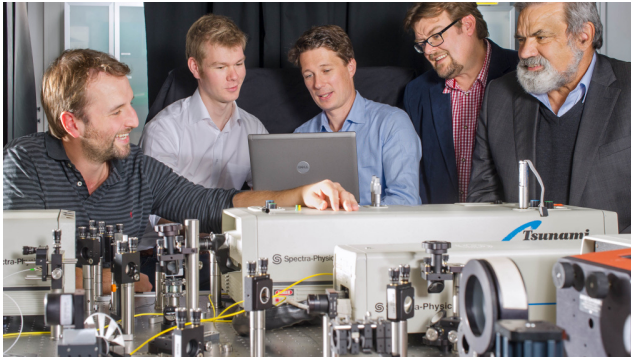
## Solarzelle aus einzeltem Molekül: Proteinkomplex erzeugt Strom



Ein Team der TUM entwickelt in internationaler Kooperation eine Methode, um den Photostrom eines einzelnen Moleküls zu messen. Die Physiker zeigen, dass ein einzelnes Photosystem-Protein als Baustein in photoaktive Nanoschaltkreise integriert und direkt angesteuert wird. Dabei behält das Protein seine optischen Eigenschaften. Es fungiert als lichtgetriebene hocheffiziente Elektronenpumpe und kann als Stromgenerator in winzigen elektrischen Bauelementen dienen. Es handelt sich also um eine Solarzelle aus einem einzigen Molekül.

Abbildung: Christoph Hohmann / NIM

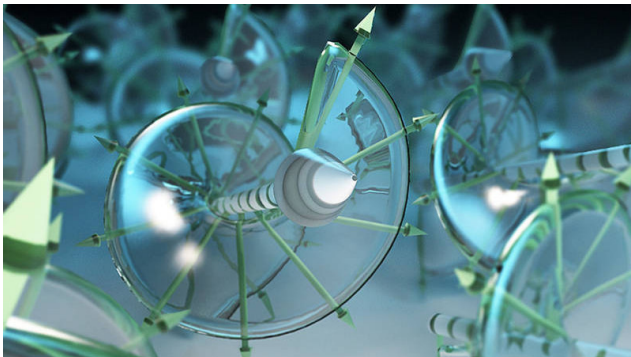
## Laserlicht aus Halbleiter-Nanodrähten



Nanodrähte sind fadenähnliche Halbleiterstrukturen, so dünn, dass sie praktisch eindimensional sind. Mögliche künftige Anwendungen liegen in der Verwendung als Laser in der Computer- und Kommunikationstechnik sowie der Sensorik. Wissenschaftler am Physik-Department und Walter-Schottky-Institut der TUM weisen Laseraktivität an Halbleiter-Nanodrähten nach, die bei Raumtemperatur Licht bei technisch brauchbaren Wellenlängen emittieren. Der Clou: Der Laserdraht ist tausend Mal dünner als ein menschliches Haar!

Photo: A. Heddergott / TUM

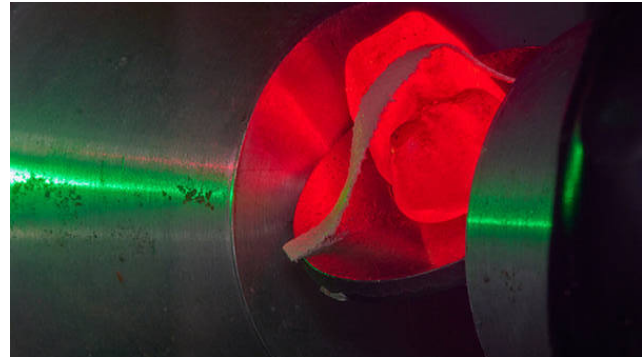
## Daten speichern in Wirbelstrukturen



Mit magnetischen Wirbelstrukturen, sogenannten Skyrmionen, könnte man sehr effizient Informationen speichern oder verarbeiten. Auch als Hochfrequenz-Bausteine könnten sie eingesetzt werden. Erstmals hat nun ein Team von Physikern unter Beteiligung des Physik-Departments und der Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) die elektromagnetischen Eigenschaften isolierender, halbleitender und leitender skyrmionischer Materialien charakterisiert und eine einheitliche theoretische Beschreibung des Verhaltens entwickelt. Damit können in Zukunft gezielt Bausteine mit bestimmten Eigenschaften hergestellt werden.

Illustration: Christoph Hohmann / NIM

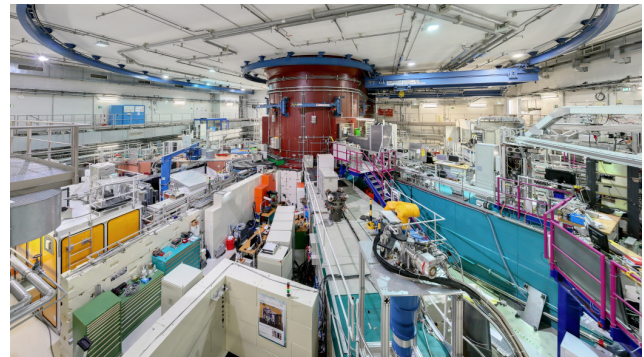
## Wie lange leben Antiteilchen in Gummibärchen?



Ein Gummibärchen, das Gelatine enthält, im Versuchsaufbau. Gelatine wird in der Pharmazie eingesetzt, um Wirkstoffe zu ummanteln. Sie schützt vor Oxidation und zu schneller Freisetzung. Einen wesentlichen Einfluss darauf haben feinste Poren im Material, doch die sind nur sehr schwer zu untersuchen. Mit Experimenten an Gummibärchen haben Wissenschaftler des Physik-Departments und der Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) nun eine Methode weiter entwickelt, die das Volumen der winzigen Poren in Gelatinezubereitungen bestimmt.

Photo: Wenzel Schürmann / TUM

## Die Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II)



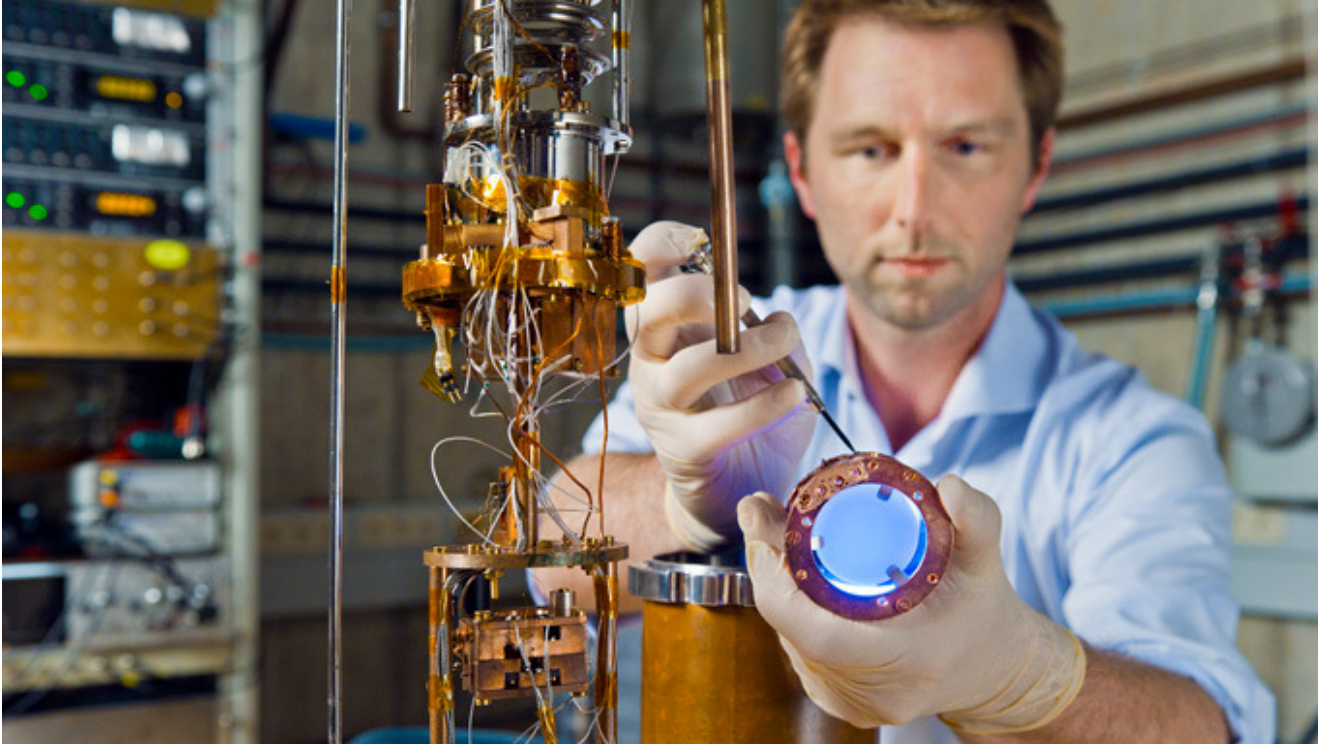
Unsere Forschungs-Neutronenquelle – das Bild zeigt die Experimentierhalle – ist die weltweit modernste Neutronenquelle mit sehr hohem Neutronenfluss und entsprechendem ausgezeichnetem Forschungspotenzial. Als Nachfolgerin des ersten deutschen Forschungsreaktors in Garching nahm sie 2005 den Nutzerbetrieb auf und liefert jährlich in vier Zyklen zu je 60 Tagen Neutronen für Wissenschaft, Industrie und Medizin. Als wissenschaftliches Zentralinstitut der Technischen Universität München (TUM) dient sie der Spitzenausbildung der Studentinnen und Studenten.

Photo: Bernhard Ludewig



## Kern-, Teilchen- und Astrophysik

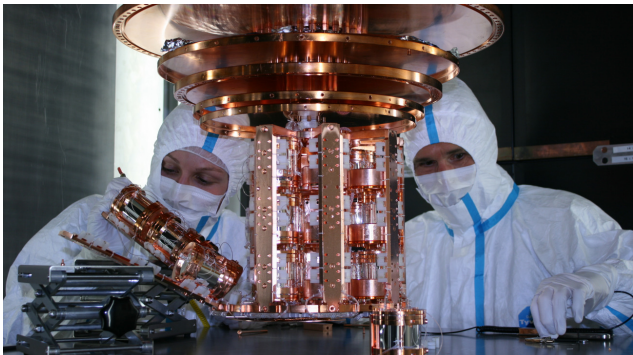
**Der Forschungsbereich der Kern-, Teilchen-, und Astrophysik befasst sich mit dem Verständnis unserer Welt auf subatomarem Niveau, von den Atomkernen im Zentrum der Atome bis hin zu den elementarsten Bausteinen des Universums.**



Ein Mitarbeiter des Physik-Departments bereitet hier einen zylinderförmig geschliffenen Detektorkristall für ein Experiment vor. Links der geöffnete Kryostat, der den Kristall auf zehn Millikelvin kühlen kann – ganz nahe am absoluten Nullpunkt der Temperatur.

Photo: A. Heddergott / TUM

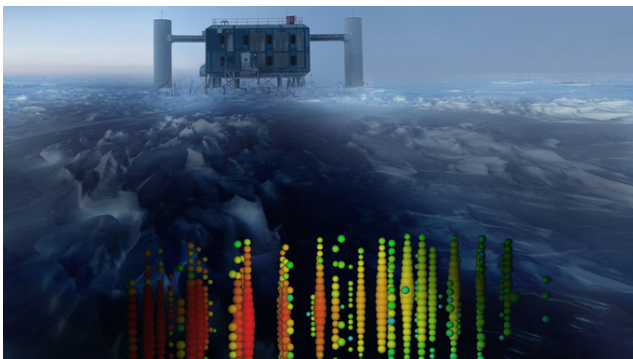
## Dunkle Materie: Mit CRESST auf der Suche nach Leichtgewichten



Einbau von Detektormodulen in das CRESST-Experiment am Grand Sasso in Italien.

Die Erde, Planeten, Sterne und Galaxien bilden nur den sichtbaren Teil der Materie im Universum. Einen weitaus größeren Anteil bildet die unsichtbare dunkle Materie. In zahlreichen Experimenten fahnden Wissenschaftler nach der dunklen Materie – bisher vergeblich. Mit dem CRESST-Experiment wird der Suchradius jetzt deutlich ausgeweitet: Die Detektoren werden überarbeitet und können bald Teilchen nachweisen, deren Masse unterhalb der heutigen Nachweisgrenze liegt.

## IceCube bestätigt die astrophysikalische Natur der Hochenergie-Neutrinos

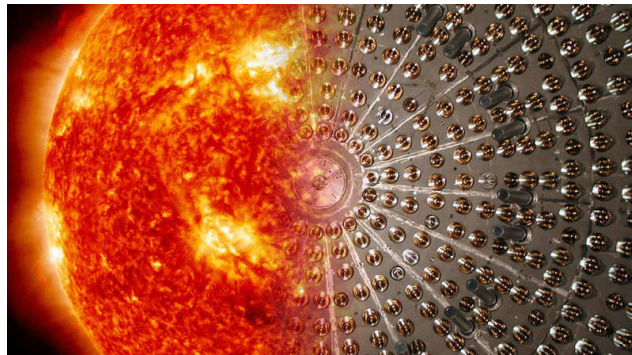


Das IceCube-Experiment, an dem auch das Physik-Department beteiligt ist, ist mehr als einen Kubikkilometer groß und befindet sich in der Antarktis.

Zum ersten Mal gibt es von dort konkrete Hinweise auf hochenergetische Neutrinos, die von außerhalb unseres Sonnensystems stammen. Das IceCube-Experiment hat 28 Neutrinos beobachtet, die mit hoher Wahrscheinlichkeit von kosmischen Objekten wie Supernovae, Schwarzen Löchern, Pulsaren oder anderen extremen kosmischen Phänomenen stammen.

Abbildung: IceCube Collaboration

## Physiker beobachten Sonnenenergie bei ihrer Entstehung: Messung von Sonnenneutrinos



Die Bildkombination zeigt die Sonne und den Borexino-Detektor. Physiker der Borexino-Kollaboration beobachten im italienischen Gran-Sasso-Untergrundlabor diejenigen Neutrinos direkt, die bei der Verschmelzung zweier Wasserstoffkerne und der damit einhergehenden Bildung von schwerem Wasserstoff entstehen. Damit gelingt es Wissenschaftlern erstmalig, die Sonnenenergie im Moment ihrer Produktion im Sonneninneren zu messen. Aufgrund der unzähligen Streuprozesse benötigt die Energie hunderttausende Jahre, bis sie von der Fusion im Zentrum der Sonne zur Oberfläche und von dort dann als Strahlung zu uns gelangt.

Abbildung: Borexino Collaboration

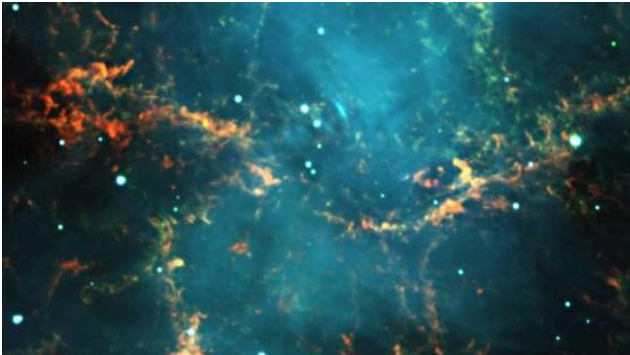
## Kein Hinweis auf die Doppelnatur von Neutrinos



Ein Experiment tief unter der Stadt Carlsbad in New Mexico (USA) hat nach intensiver zweijähriger Suche bisher keinen Hinweis auf einen speziellen radioaktiven Zerfall gefunden, der bei Physikern als Vorbote einer neuen Physik jenseits des Standardmodells gilt. Sollte es diesen Zerfall tatsächlich dennoch geben, so müsste dessen Halbwertszeit mehr als eine Million-Milliarden mal länger sein als das Alter des Universums. An dem Experiment sind Physiker des Physik-Departments, des Exzellenzclusters Universe und der Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) beteiligt.

Photo: Eckert, Heddergott / TUM

## Forscher finden Hinweise auf Supernova-Eisen in fossilen Bakterienresten

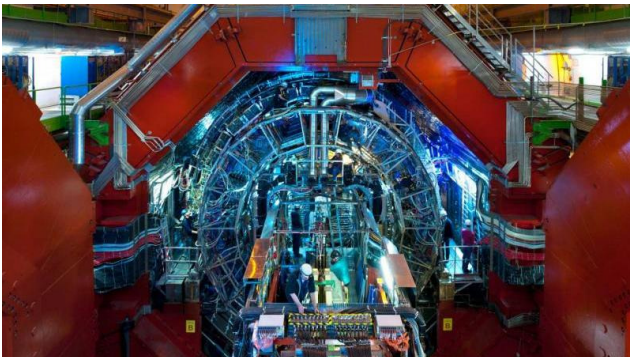


Aufnahme des Krebs-Nebels: Überreste einer Supernova in einer Entfernung von etwa 6000 Lichtjahren, die vor etwa 1000 Jahren, im Jahr 1054, beobachtet wurde.

In Überresten fossiler, Eisen liebender Bakterien fanden Forscher des Physik-Departments ein radioaktives Eisenisotop, das nur in Supernovae gebildet wird. Dies ist die erste nachgewiesene biologische Signatur einer Sternexplosion auf unserer Erde. Die Altersbestimmung des Tiefsee-Bohrkerns aus dem Pazifischen Ozean ergab, dass die Supernova vor etwa 2,2 Millionen Jahren stattgefunden haben muss, also in etwa um die Zeit, als sich der moderne Mensch entwickelt hat.

Abbildung: ESO

## Präziser Vergleich der Eigenschaften leichter Atomkerne und ihrer Antikerne



Der ALICE-Detektor an CERNs Large Hadron Collider (LHC). Warum verschwand die Antimaterie fast vollständig aus unserem Universum, die Materie aber nicht? Am Teilchenbeschleuniger der Großforschungseinrichtung CERN versuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler dieses Geheimnis zu lösen. Nun gelang ihnen die bisher genaueste Messung der Eigenschaften von leichten Atomkernen und ihrer Antikerne. Forscherinnen und Forscher am Physik-Department arbeiten an Detektoren, die noch präzisere Messungen erlauben.

Photo: A Saba / CERN

## Neuer exotischer Teilchenzustand gibt Rätsel auf



Das COMPASS-Experiment am Super-Proton-Synchrotron am CERN.

Wissenschaftler der COMPASS-Kollaboration am CERN entdecken eine neue exotische Kombination aus leichten Quarks. Hierzu werden Pionen mit nahezu Lichtgeschwindigkeit auf ein flüssiges Wasserstoff-Target geschossen. Nun sind theoretische Physiker auf der Suche nach einer Erklärung: Bislang können nicht alle Eigenschaften des Exoten korrekt beschrieben werden. Physiker des Physik-Departments sowie am Exzellenzcluster Universe sind am COMPASS-Experiment maßgeblich beteiligt und leiten hier die Datenanalyse.

Photo: CERN

## Neutrino-Physik: Neues von den Geisterteilchen



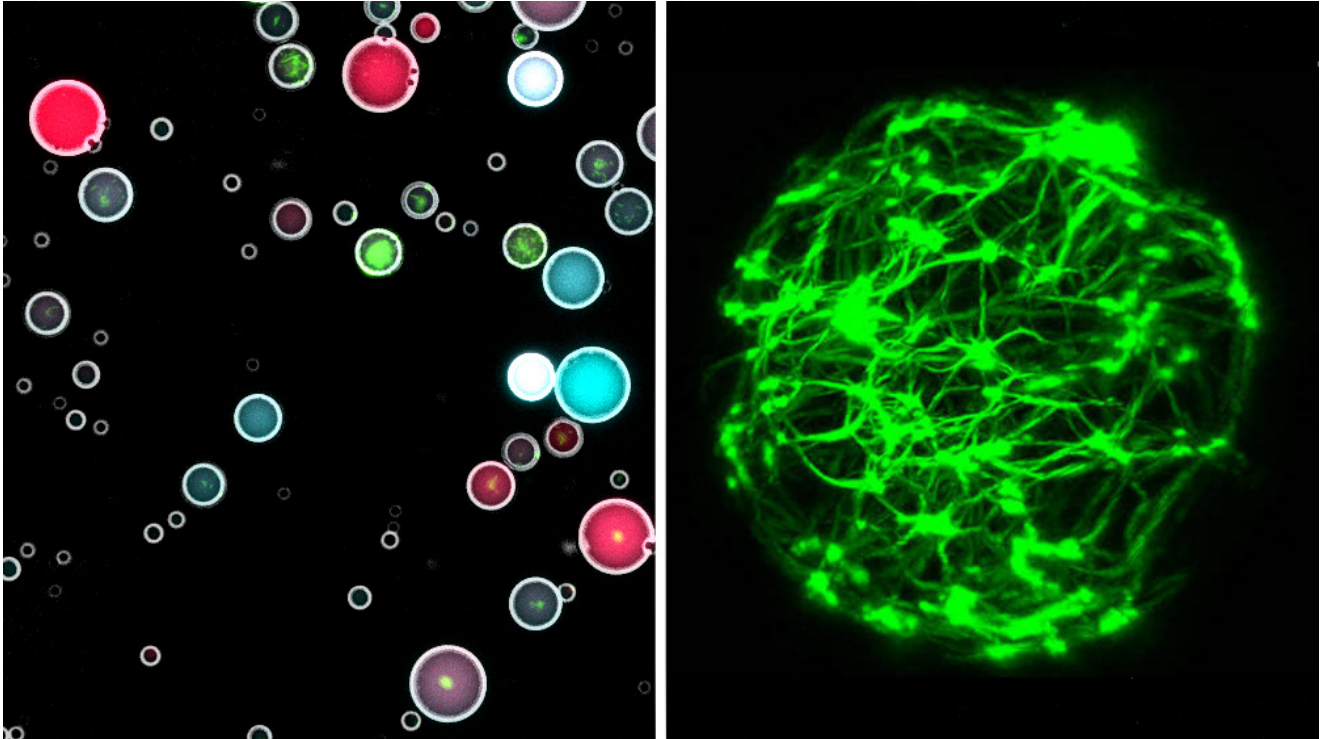
Das GERDA-Experiment: Ein Wassertank mit einem Flüssigargon-Kryostaten in der Mitte. Die Spiegelfolie dient zur Reflexion des Cherenkovlichts von kosmischen Myonen.

Neutrinos sind wohl die seltsamsten Teilchen der Elementarteilchenphysik. Eine ihrer vermuteten Eigenschaften ist es, identisch mit ihrem eigenen Antiteilchen zu sein. Allerdings konnte diese Vorhersage bislang noch nicht experimentell überprüft werden – trotz 60 Jahren Forschung. Zur Aufklärung untersucht die GERDA-Kollaboration eine seltsame Form des Betazerfalls – mit einer Lebensdauer von etwa  $10^{25}$  Jahren (das milliardenfache Alter unseres Universums).

Abbildung: GERDA Kollaboration

## Biophysik

**Die Biophysik befasst sich mit der physikalischen Beschreibung biologischer Materie. Der Forschungsbereich Biophysik ist mit zehn eigenständigen Arbeitsgruppen deutschlandweit einer der größten Zusammenschlüsse in diesem Bereich.**

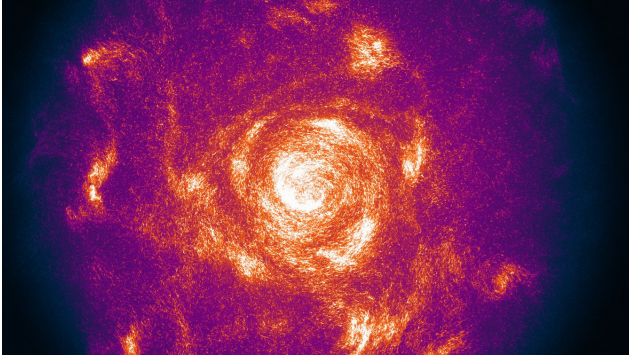


Mikrometer kleine Tröpfchen einer Emulsion bilden winzige Reaktionsgefäße für biochemische Prozesse (linkes Bild).

Modell eines zellulären Vesikels mit aktivem Zytoskelett (grün), das Kräfte auf die umgebende Zellmembran ausübt (rechtes Bild).

Bilder: Friedrich Simmel (links), Etienne Loiseau (rechts) / TUM

## Schwarmbildung in Nanosystemen: Gruppenverhalten biomolekularer Systeme

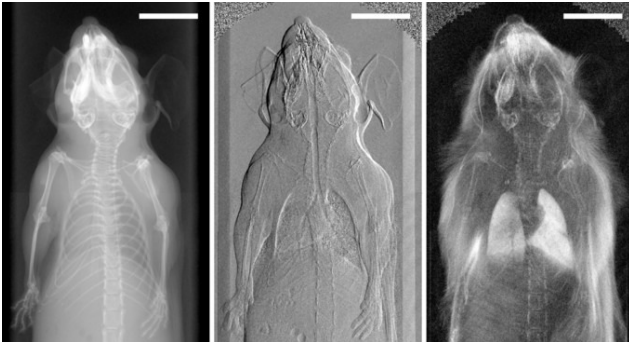


Selbstorganisation auf molekularer Ebene führt zu faszinierenden Strukturen.

Schwarmverhalten ist in der Natur oft zu beobachten, zum Beispiel bei Vögeln, Fischen und sogar Bakterien. Überraschend ähnliche kollektive Verhaltensweisen zeigen auch Biomoleküle auf zellulärer Ebene. Diese Fähigkeit zur Selbstorganisation bildet die Grundlage allen Lebens. Münchener Physiker können zeigen, wie solche Prozesse koordiniert werden.

Abbildung: Bausch und Suzuki / TUM

## Detaillierter Röntgenblick in die Lunge einer lebendigen Maus



Ein Forscherteam am Physik-Department und am Institut für Medizintechnik der TUM erprobt die Phasenkontrast-Röntgentomographie erstmals an einer lebenden Maus. Mit der neuen bildgebenden Methode erhielten sie vor allem extrem kontrastreiche Bilder der Atmungsorgane. Konventionelle Röntgenaufnahme (links). Differentielle Phasenkontrast-Aufnahme aufgrund von Röntgenbeugung (mittig). Dunkelfeldaufnahme aufgrund von Kleinwinkel-Röntgenstreuung (rechts). Die weißen Balken entsprechen 1 cm.

Abbildung: M. Bech / TUM

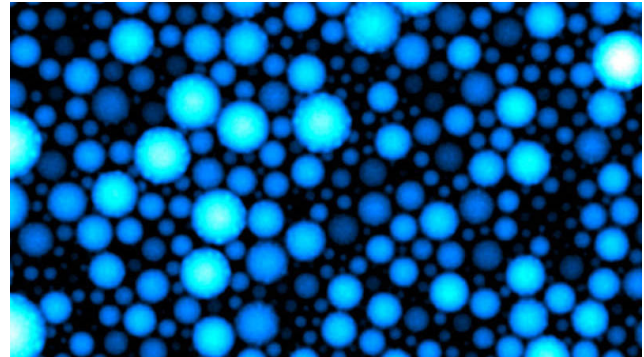
## Winkender Nanoroboter signalisiert neue Flexibilität im "DNA-Origami"



Wissenschaftler am Physik-Department stellen neue DNA-Nanoobjekte vor: einen Roboter mit beweglichen Armen, ein Buch, das sich öffnet und schließt, ein schaltbares Zahnrad und einen Aktuator. Faszinierende Objekte, doch ihre eigentliche Bedeutung liegt woanders: Sie zeigen einen völlig neuen Ansatz, dreidimensionale DNA-Bausteine zu verbinden und zu konfigurieren: Statt wie bisher Stränge von DNA-Basenpaaren wie einen Reißverschluss zusammenzufügen, klinkt man gegengleiche Formen wie Puzzleteile ineinander. Die neue Technik bereitet den Weg für anwendbare Nanomaschinen mit beweglichen Teilen.

Photo: U. Benz / TUM

## Das Tausend-Tröpfchen-Experiment: Chemische Reaktionen in zellähnlichen Systemen

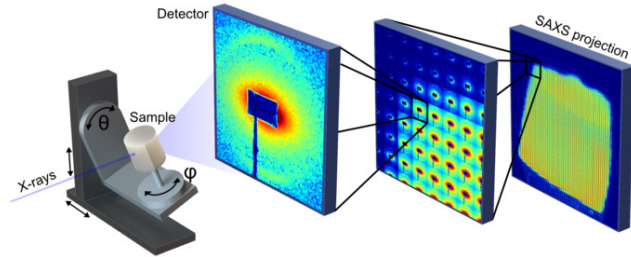


Mikrometer kleine Tröpfchen einer Emulsion bilden die Reaktionsgefäße für eine komplexe, oszillierende Reaktion.

In einem winzigen Tröpfchen könnte in Zukunft ein ganzes Chemie-Labor Platz finden. Einer Gruppe von Wissenschaftlern des Physik-Departments und des Exzellenzclusters Nanosystems Initiative Munich (NIM) gelingt es, in einem einfachen Modell einer künstlichen Zelle erstmals ein komplexes biochemisches System zu etablieren und zu untersuchen. Dabei entdecken sie eine überraschende Vielfalt.

Abbildung: Maximilian Weitz / TUM

## Neues Röntgenverfahren nutzt Streuung zur Darstellung von Nanostrukturen

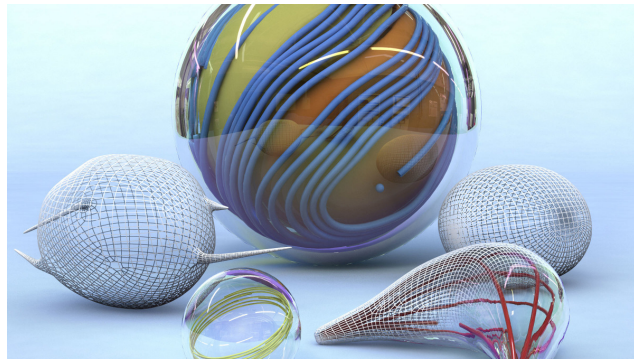


Zur Erforschung von Materialien und in der Biomedizin ist es wichtig, auch kleinste Nanostrukturen zum Beispiel in Knochen oder Kohlefaserwerkstoffen darzustellen. Ein Team vom Physik-Department der TUM, der Universität Lund, der Charité Berlin und des Paul Scherrer Instituts (PSI) entwickelt ein neues Computertomographieverfahren, das nicht die Absorption, sondern die Streuung von Röntgenstrahlen nutzt. Mit dieser Methode können erstmals Nanostrukturen in millimetergroßen Objekten dargestellt werden. Die Forscher machen damit die dreidimensionale Struktur von Kollagenfasern in einem Stück menschlichen Zahn sichtbar.

Für die Messungen wurde die Probe um zwei Achsen gedreht und auch in der Position verschoben. Insgesamt wurden fast 1,4 Millionen Streubilder aufgenommen und ausgewertet.

Abbildung: Schaff et al. / Nature

## Erstmals aktiv bewegliches Zellskelett-Membran-System gebaut

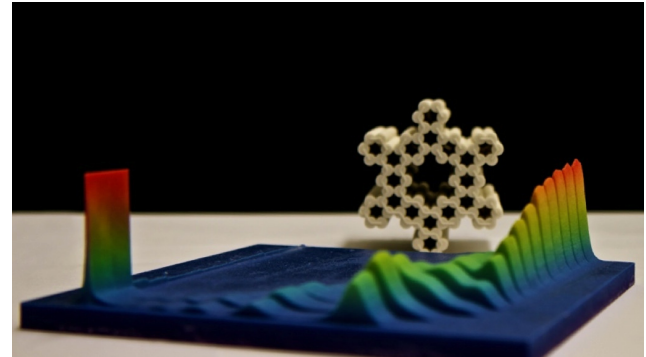


Künstliches Minimalmodell für Zellverformungen. Die eingeschlossenen Biomoleküle bilden eine aktive Schicht an der Membran, die eine fortwährende Bewegung antreibt.

Mit wenigen Zutaten gelingt es den Biophysikern am Physik-Department, ein minimalistisches Zellmodell zu verwirklichen, das sich von ganz alleine verformt und bewegt. Wie sie dieses Ziel umgesetzt haben, beschreiben sie in der Fachzeitschrift Science, die die Forschungsergebnisse als Titelgeschichte präsentiert.

Abbildung: Keber, Loiseau, Sanchez, Bausch / TUM

## Schnelles Falten von DNA in Nanostrukturen bei konstanter Temperatur

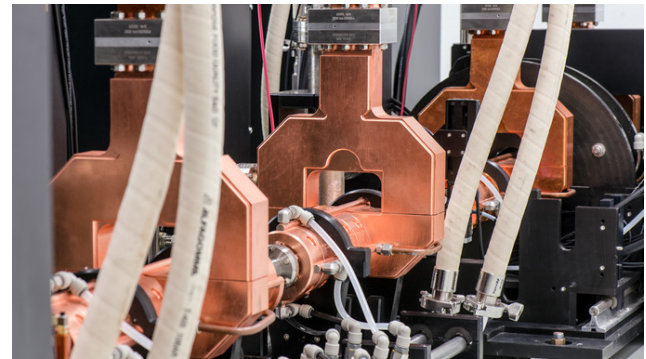


Falten von DNA-Nanostrukturen bei konstanter Temperatur wird schneller und effizienter.

Physiker am Physik-Department nehmen zwei wichtige Hürden, die den Einsatz der DNA-Nanotechnologie bisher auf Laboranwendungen beschränkten. Bei dieser innovativen Technologie werden DNA-Stränge als programmierbarer Baustoff eingesetzt, um nanoskopische Strukturen im Selbstmontageverfahren zu erzeugen. Vielfältige Einsatzbereiche sind denkbar. Eine praktische Anwendung sind synthetische Membrankanäle aus DNA.

Abbildung: Thomas Martin / Dietz Lab, TUM

## Weltweit erster Mini-Teilchenbeschleuniger für hochbrillante Röntgenstrahlen



Die neue »Munich Compact Light Source« als Einrichtung der CALA befindet sich am IMETUM in Garching.

Seit einigen Jahren lassen sich hochbrillante Röntgenstrahlen mit ringförmigen Teilchenbeschleunigern (Synchrotronquellen) erzeugen. Diese haben einen Durchmesser von mehreren hundert Metern und kosten einige Milliarden Euro. Das Physik-Department betreibt das weltweit erste Mini-Synchrotron, mit dem hochbrillante Röntgenstrahlen auf einer Fläche von nur  $5 \times 3 \text{ m}^2$  erzeugt werden. Diese dienen vor allem der Erforschung von Tumorerkrankungen, Osteoporose, Lungenerkrankungen und Arteriosklerose.

Photo: K. Achterhold / TUM

## Impressum

**Herausgeber:** Dekan Prof. Dr. Johannes V. Barth

**Koordinator:** Prof. Dr. Reinhard Kienberger

**Redaktion:** Dr. Johannes Wiedersich

**Autoren:** Prof. Dr. Gerhard Abstreiter, Dr. Andreas Battenberg, Dr. Karl Dressler, Prof. Dr. Reinhard Kienberger, Dr. Philipp Höffer von Loewenfeld, Prof. Dr. Winfried Petry, Dr. Johannes Wiedersich

**Gestaltung:** Dr. Johannes Wiedersich

**Anschrift:**

Physik-Department  
Technische Universität München  
James-Franck-Straße 1  
85748 Garching

E-Mail: [webmaster@ph.tum.de](mailto:webmaster@ph.tum.de)  
Internet: <https://www.ph.tum.de>



Physik-Department  
Technische Universität München

Das Physik-Department ist das zentrale Element der Physik-Fakultät der Technischen Universität München. Gegründet 1868 als „*Physikalisches Cabinet*“ hat sie heute eine Schlüsselfunktion in einem der größten und führenden Standorte für physikalische Forschung und Ausbildung in Deutschland.

© Physik-Department, Technische Universität München. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur in Abstimmung mit der Redaktion.



Titelbild: Physik-Departmentsgebäude mit Bibliothek, Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) und Atomei (v. l. n. r.)

Zeichnung: ediundsepp Gestaltungsgesellschaft <http://ediundsepp.de>

