

Mehr Möglichkeiten in der Forschung und größere Freiheiten im Alltag lockten die Physikerin Hanieh Fattahi aus Iran nach Deutschland. Hier angekommen, musste sie zunächst einmal mit den Kulturunterschieden klarkommen. Doch inzwischen hat sie am Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts in Erlangen ihre eigene Forschungsgruppe aufgebaut, die mit extrem kurzen Laserpulsen die Übertragung von Nervensignalen untersucht. Und mit ihrem Talent, Menschen zu motivieren, engagiert sich Hanieh Fattahi auch für den Klimaschutz.

46

TEXT: KLAUS JACOB

Vor dreizehn Jahren, nach ihrem Masterabschluss, kam Hanieh Fattahi nach Deutschland – aus Iran. Um einen Eindruck zu geben, wie ihr Studienalltag dort aussah, greift sie zu einem Schal. Der ist zwar kein Kopftuch, aber er tut es. Mit geübtem Griff schlingt sie den Stoff um den Kopf. Das Gesicht durfte frei bleiben, aber kein Haar heraussehen. Das kontrollierten jeweils Sittenwächter am Eingang der Universität. Eine andere Einschränkung, die ihr Studium erschwerte, ist für Deutsche noch unverständlicher: Fattahi durfte nicht mit dem Fahrrad fahren, sie konnte ihren männlichen Kommilitonen nur neidisch nachschauen. Als sie einmal doch mit dem Rad kam, fuhren ihr die Wächter im Auto nach und zwangen sie abzusteigen.

Fattahi erzählt solche Erlebnisse nicht anklagend, sondern als interessante Anekdoten, in einer selbstbewussten und humorvollen Art. In Deutschland hat sie Karriere in einem Fach gemacht, in dem hierzulande immer noch nicht viele Frauen anzutreffen sind: Physik. Und sie ist mit großer Begeisterung bei der Sache – was sie wichtig findet. Wichtig ist ihr auch, ihr Fachgebiet so zu erklären, dass es jeder versteht. Das ist im deutschen Wissenschaftsbetrieb keineswegs eine Selbstver-

ständlichkeit. Seit zwei Jahren arbeitet Hanieh Fattahi nun als Forschungsgruppenleiterin am Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts in Erlangen, hantiert mit Femtosekundenlasern und hält Vorlesungen an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Das Faible für Physik verdankt sie nicht zuletzt einer Lehrerin an der Highschool. Diese Frau konnte nicht nur den Lehrstoff anschaulich und voller Begeisterung vermitteln, sie war auch als Mensch ein Vorbild. Dabei spielte die Mode eine wichtige Rolle. Während die Schülerinnen in einer dunkelblauen, fast schwarzen Uniform antreten mussten, trug die Lehrerin stets farbige Kleidung. Die Kleidung hat in Iran größere Bedeutung als in Deutschland, weil sich dahinter auch eine Kritik am System verbergen kann.

Dass Hanieh Fattahi nach der Schule ein Studium begann, verdankt sie in gewisser Weise ihren Eltern, die diese Ausbildung förderten und finanzieren konnten. Auch ihre beiden Geschwister haben studiert – der ältere Bruder Ökonomie und Management, ihre jüngere Schwester Genetik. Die beiden leben noch in Iran. Mit Physik hat sich Fattahi allerdings ein Fach gewählt, mit dem man in Iran kaum Karriere machen kann, viele finden nach dem Abschluss nicht einmal eine Anstellung. Möglicherweise wird das Fach deshalb von Männern nicht sehr geschätzt, die unter den Studierenden keineswegs in der Überzahl sind wie in Deutschland. Zudem fehlt es dem Land schlicht an Geld, um moderne Geräte für die Forschung zu beschaffen. Die Sanktionen, von den USA verhängt, machen die Situation nicht leichter. Für Experimentalphysikerinnen und -physiker endet die akademische Laufbahn meist nach dem Master, denn eine Doktorarbeit in diesem Fachgebiet ist ohne teures Equipment kaum möglich. Das war

—>

BESUCH BEI

HANIEH FATTAHI



FOTO: AXEL GRIESCH

47

Geschärfter Blick: Hanieh Fattahi und ihr Team wollen Lichtmikroskope entwickeln, die auch Proben ohne fluoreszierende Marker in hoher Auflösung abbilden, und damit die Vorgänge in Nervenzellen beobachten.

auch der Grund, warum Hanieh Fattahi 2008 nach Deutschland ging.

In ihrer Masterarbeit untersuchte sie die Wirkung von Laserstrahlung auf Kollagenbündel der Haut. Die Arbeit mit dem Laser stand schon damals im Mittelpunkt ihres Interesses, und so ist es bis heute geblieben. Der Wechsel nach Deutschland war ein Sprung ins kalte Wasser, denn Fattahi konnte zunächst kein Deutsch. Die Sprache war für sie besonders schwer zu erlernen, weil es keine Parallelen zu ihrer Muttersprache Farsi gibt. Sie kam trotzdem zurecht, zum einen weil am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in München, wo sie forschte, Englisch die Umgangssprache ist. Zum anderen ist ihr Ehemann, den sie in Iran an

te Teil einer milliardstel Sekunde. Die Dimension lässt sich mit einer Analogie verständlich machen: Entspräche eine Sekunde dem Weg von der Erde zur Sonne, wäre eine Femtosekunde etwa 0,15 Millimeter lang. Dieser Laser war letztlich Fattahis Fahrkarte in die akademische Karriere. Mit dem Dokortitel ausgestattet, wurde sie in das Minerva-Fast-Track-Programm aufgenommen, ein Stipendium der Max-Planck-Gesellschaft, das Auslandsaufenthalte ermöglicht und den Weg in eine eigene Forschungsgruppe ebnen soll. Fattahi wollte damit zunächst in die USA, um an der Harvard University ihre Studien fortzusetzen. Doch das war nicht so einfach. Die Politik hat ihr übel mitgespielt: „Donald Trump hatte großen Einfluss auf mein Leben“, sagt sie amüsiert.

Fattahi entwickelt einen Fotoapparat, mit dem sie Moleküle in Aktion aufnehmen kann. Sie nimmt damit vor allem biologische Prozesse ins Visier

48

der Universität kennengelernt hatte, mit nach Deutschland gekommen, und mit ihm konnte sie sich immer in der Muttersprache besprechen. Nach und nach lernte sie natürlich auch Deutsch, schon um Einkäufe erledigen zu können. Allerdings verständigt sie sich noch immer lieber auf Englisch.

Auch die fremde Kultur machte ihr zu schaffen. In Iran wird eine sehr komplizierte Kunst der Etikette gepflegt, *taarof* genannt. Diese führt dazu, dass niemand rundheraus sagen darf, was er oder sie wirklich will. So muss ein Gast stets Nein sagen, wenn er gefragt wird, ob er noch einen Nachschlag möchte, selbst wenn ihn der Hunger plagt. Der Gastgeber versteht das durchaus richtig und wertet das Nein als Ja. Fattahi erklärt mit einer Anekdote, wie schwierig für sie die Umstellung in Deutschland war: „Wir besuchten die Eltern eines Freundes, und die Mutter fragte, ob ich noch Tee wolle. Ich schaute meinen Mann hilflos an, weil ich einfach nicht wusste, was ich antworten sollte.“ Ihre Doktorarbeit schrieb sie in München zum Thema „Femtosekundenlaser der dritten Generation“. Diese Laser senden ultrakurze Lichtpulse, die nur 10^{-15} Sekunden dauern, das ist der millions-

Denn genau zu jenem Zeitpunkt kam er an die Macht. Fattahi hatte den US-Aufenthalt schon fest geplant und mit dem zuständigen Professor in den USA alle Details vereinbart, als Trump mit dem „Muslim Ban“ Menschen aus muslimischen Staaten die Einreise verbot. An erster Stelle der sanktionierten Länder stand Iran mit seinem umstrittenen Atomprogramm. Fattahi bekam eine Mail aus den USA, dass ihr Aufenthalt verschoben sei. Anderthalb Jahre musste sie auf ein Visum warten. Sie durfte zwar für Konferenzen ins Land reisen, aber nicht für einen monatelangen Aufenthalt. Dabei hat sie keinen Bezug zur islamischen Religion: „Ich glaube an niemanden.“ Es half auch nicht, dass sie inzwischen die deutsche Staatsbürgerschaft erworben hatte. Tatsächlich fühlt sie sich heute als Teil der hiesigen Gesellschaft, begehrt deutsche Feiertage und jubelt für deutsche Sportteams. Den iranischen Pass besitzt sie aber weiterhin und ist daher in den USA *Persona non grata*. Alternativ ging sie für einen Forschungsaufenthalt nach England, an die University of Oxford. Und als sie dann doch in die USA reisen durfte, blieb sie nur wenige Monate. Denn 2020 bekam sie am Erlanger Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts die Möglichkeit, eine eigene Arbeitsgruppe

—>

FOTO: AXEL GRIESCH



49

Multikulturelles Team: Die Mitglieder von Hanieh Fattahis Gruppe stammen unter anderem aus China, Südkorea, Iran und Indien. Dank ihres unterschiedlichen kulturellen Hintergrunds gehen sie Forschungsfragen jeweils anders an, was oft zu interessanten Diskussionen führt.

aufzubauen. Das war für sie viel reizvoller. Ihr Vertrag läuft über fünf Jahre und ist mit Forschungsmitteln von zwei Millionen Euro dotiert.

Doch auch in Erlangen lief zunächst längst nicht alles rund: Corona machte ihren Einstand zu einem Hürdenlauf. Kaum war sie dort, zwang der Lockdown das ganze Institut zum Stillstand. „Nichts lief mehr, nicht einmal das Telefon“, erinnert sie sich. Für sie war die erzwungene Ruhe besonders bitter, nicht nur weil sie am Anfang ihrer Arbeit stand. Als Experimentalphysikerin ist sie auf die Laborarbeit angewiesen. Ein weiteres Problem kommt hinzu: Bei der Arbeit mit einem Laser müssen aus Sicherheitsgründen immer zwei Personen anwesend sein. Wie soll das gehen, wenn wegen der Pandemie nur eine Person im Raum sein darf? Doch Fattahi wollte auf keinen Fall die Hände in den Schoß legen. Daher installierte sie kurzerhand eine Kamera, sodass ein Mitarbeiter von außen für den nötigen Schutz sorgen konnte. So waren zumindest die Sicherheitsauflagen erfüllt. Und einen Mitarbeiter hatte sie bereits, das war Glück im Unglück: Schon vor ihrem Einstand hatte sie einen Postdoktoranden angeheuert. Bei einem Vortrag an einer US-amerikanischen Universität hatte sie gefragt, wer sie in Erlangen unterstützen könnte, und Anchit Srivastava hatte sich gemeldet. Sie hatte also einen Arbeitstisch, einen Laser und einen Mitarbeiter. „Es war schwierig“, sagt sie, „aber wir haben geforscht“.

Inzwischen hat sie elf Mitarbeitende – ein bunter Haufen von Studierenden, Doktoranden und Postdoktorandinnen, von Menschen aus China, Südkorea, Iran, Indien. Bei der Auswahl zählte für sie vor allem die Begeisterung für das Fach. Um ihr Verhältnis zu den Mitarbeitenden zu demonstrieren, zeigt sie auf ein Spielzeug-Laserlabor aus Legosteinen, das ihr ein früherer Student geschenkt hat. Dieser Deutsche wollte vor Jahren unbedingt seine Bachelor-Arbeit bei ihr anfertigen, obwohl er Materialkunde studierte. Sie willigte schließlich ein – unter der Bedingung, dass er sich die Grundlagen der Optik selbst beibrachte. Tatsächlich beendete er seinen Bachelor mit Erfolg, arbeitete sogar noch eine Zeit bei ihr und macht jetzt in Bordeaux seinen Master in dem für ihn neuen Fach. „Er wird sicher wiederkommen“, ist Fattahi überzeugt.

Wer ihre Arbeit als Experimentalphysikerin kennenlernen will, sollte sich eine Schutzbrille aufsetzen und sie in ihr Laserlabor begleiten. Der komplizierte Aufbau erinnert entfernt an eine Modell-eisenbahn. Doch statt Züge zwischen Lichtstrahlen über die Platte, und statt Signale gibt es zahlreiche kleine Spiegel und andere optische Instrumente.

Ein neues Instrument für die Klimaforschung: Hanieh Fattahis Gruppe entwickelte einen optischen Oszillator, der aus grünem Laserlicht intensive Femtosekundenpulse von kurzwelligem Infrarotlicht erzeugt. Mit diesen Lichtimpulsen lassen sich Treibhausgase in der Atmosphäre messen.



Was hier erforscht wird, ist nicht zu erkennen. Kein Wunder, denn Fattahi befasst sich mit Strukturen, die für das menschliche Auge unsichtbar sind. Im Grunde entwickelt sie einen Fotoapparat, mit dem sie Moleküle in Aktion aufnehmen kann. Jeder, der fotografiert, weiß, dass sich bewegte Objekte nur schwer auf ein Foto bannen lassen. Die Konturen verschwimmen – es sei denn, man wählt eine sehr kurze Belichtungszeit. Doch ein Molekül bewegt sich sehr viel schneller als ein Vogel im Flug. Hier kommt der Femtosekundenlaser ins Spiel. Seine Lichtblitze sind kurz genug, um bewegte Moleküle scharf abbilden zu können.

Mit ihrem speziellen Lasermikroskop nimmt Hanieh Fattahi derzeit vor allem biologische Prozesse ins Visier. Sie hat nichts Geringeres vor, als das menschliche Denken zu visualisieren – ein sehr ehrgeiziges Ziel. Es geht um Vorgänge in den einzelnen Zellen. Die Nervenzellen, die Neuronen, sind durch unzählige Synapsen miteinander verknüpft. Im Gehirn entsteht so ein gigantisches Netzwerk aus rund

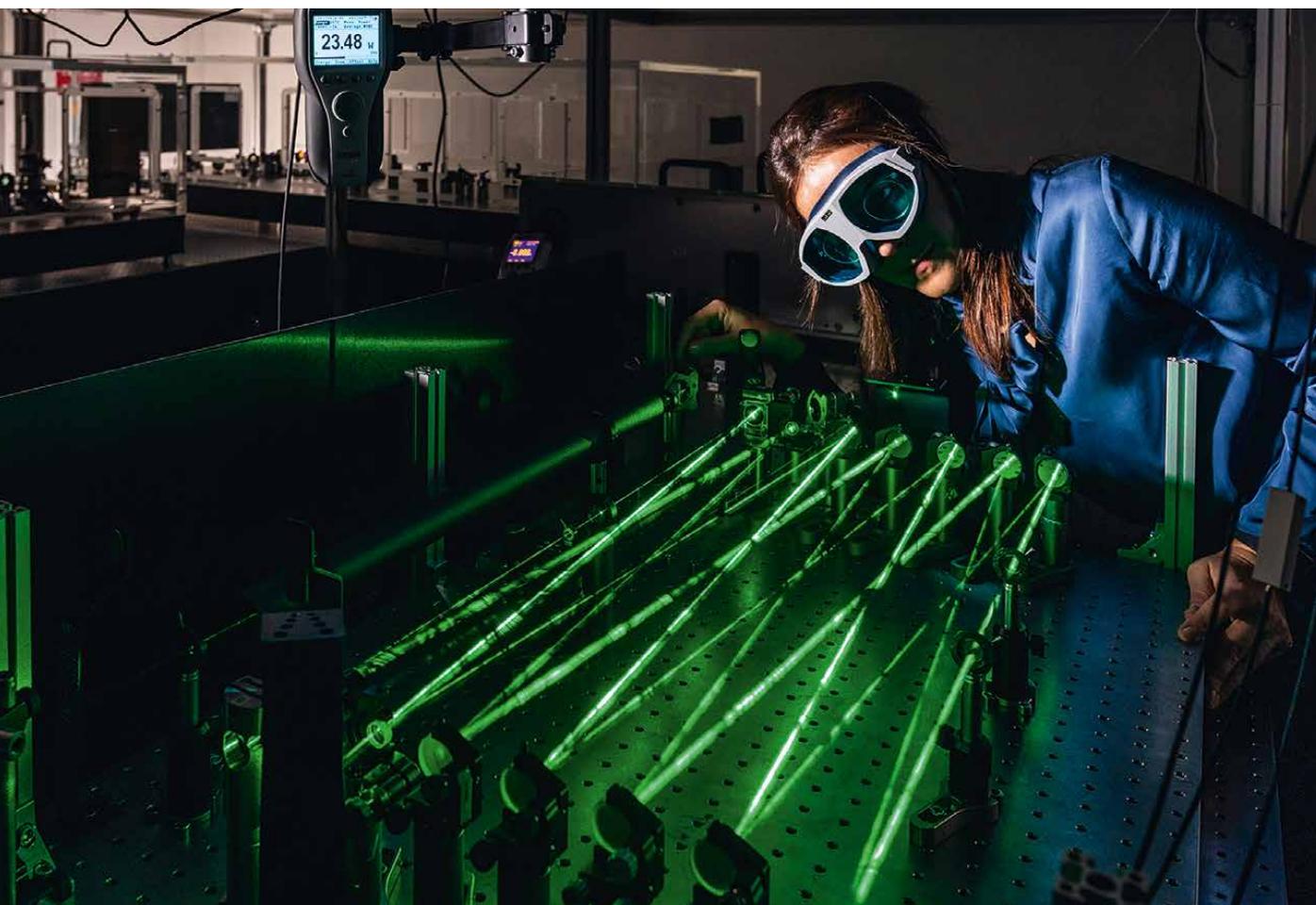


FOTO: AXEL GRIESCH

hundert Milliarden Neuronen und mehr als einer Trillion Synapsen. Die Signale werden elektrisch weitergeleitet – aber nur bis zur Synapse. Hier setzt die Natur auf einen chemischen Prozess: Angeregt durch den elektrischen Impuls werden Botenstoffe, sogenannte Neurotransmitter, ausgeschüttet, die den Spalt zur Nachbarzelle überbrücken und dort wiederum ein elektrisches Signal erzeugen. Auf diese Neurotransmitter hat es Fattahi abgesehen. Mit ihrem Femtosekundenlaser möchte sie beobachten, wie viele dieser Moleküle jeweils für eine korrekte Signalübertragung notwendig sind und wie dieser Vorgang im Detail abläuft. Das zu verstehen, ist vor allem für Ärzte von erheblicher Bedeutung. Denn Fehler bei dem Prozess können zu Krankheiten führen, etwa zu Parkinson. Bevor Fattahi menschliche Nervenzellen unter die Lupe nimmt, will sie mit tierischen Zellen arbeiten. Auch beginnt sie mit einem anderen Synapsentyp: einer Verbindung von einer Nerven- und einer Muskelzelle. Sie hofft, im nächsten Sommer einen ersten Versuch starten zu können.

Um erst einmal ein Gefühl für den Laser zu bekommen, arbeitet sie derzeit auch mit dem Biotechnologen Daniel Wehner aus dem Institut zusammen. Er beschäftigt sich mit Zebrafischen, einem bei Genetikern und Entwicklungsbiologen beliebten Modellorganismus. Auch seinem Team geht es um Nervenzellen: Es untersucht die erstaunliche Fähigkeit der Fische, ein verletztes Rückenmark regenerieren zu können. Verletzungen, die viele Menschen etwa nach Unfällen zeitlebens lähmen, heilen bei Zebrafischen wieder aus. Um besser zu verstehen, wie dem Fisch das gelingt und ob sich daraus möglicherweise auch lernen lässt, wie menschliche Rückenmarksverletzungen geheilt werden könnten, durchtrennen die Forschenden die Nerven der Fische zunächst präzise mit Fattahis Lasertechnik – und beobachten anschließend im Detail, wie sie wieder zusammenwachsen. Dass Fattahi noch ganz am Anfang ihrer Arbeiten steht, wird deutlich, wenn man an einer Sitzung ihrer Arbeitsgruppe teilnimmt. Da werden keine Ergebnisse referiert, sondern Versuchsanordnungen vorgestellt, die



Wissenschaftliche Bastelarbeit: Nicht zuletzt wegen der Beschränkungen durch die Coronapandemie musste Hanieh Fattahi im Labor immer wieder selbst Hand anlegen. So hat sie es letztlich geschafft, die intensiven Laserpulse von nur fünf Femtosekunden Dauer zu erzeugen.



FOTO: AXEL GRIESCH

52

verwirklicht werden sollen. Bei den Sitzungen macht sich noch immer die Coronapandemie bemerkbar: Man darf das Institut nur mit Maske betreten, und im Saal sitzen die Mitarbeitenden weit voneinander entfernt. Sie verlieren sich regelrecht in dem großen Raum. Trotzdem ist das legerere und kameradschaftliche Verhältnis Fattahis zu den Mitarbeitenden spürbar. Nacheinander treten einige von ihnen ans Pult und erläutern, welche Versuche sie mit welchem Ziel planen. Sie erklären außerdem, welche Apparate sie dafür brauchen und wie sie diese besorgen wollen. Auch das Geld spielt eine Rolle, denn Fattahi muss mit ihrem Budget haushalten. Da wird schon einmal diskutiert, ob man ein Bauteil an anderer Stelle nicht doch preiswerter bekommen könnte. Fattahi lässt ihren Mitarbeitenden viel Freiraum, hakt jedoch bei den Versuchsplänen immer wieder nach.

Trotz der Aufbauphase ihrer Gruppe, die Fattahi ziemlich in Anspruch nimmt, hat sie nicht nur den Femtosekundenlaser und die Synapsen im Blick. Sie will sich auch gegen den Klimawandel engagieren, „das gravierendste Problem dieses Jahrhunderts“, wie sie sagt. Vor einem Jahr gründete sie einen Buchclub, den „Greenroom Book Club“, um dieses Thema anzugehen. Sie habe den Eindruck,

sagt sie, dass die Menschen in ihrer Umgebung zu wenig informiert seien, um den Ernst der Lage zu erkennen. Also lud sie alle Bekannten, ob aus der Wissenschaft oder nicht, per Mail zur Teilnahme ein. Seitdem treffen sie sich alle zwei Wochen in einer Internetrunde und diskutieren jeweils über ein Klimabuch, das jeder zuvor gelesen haben sollte. Der Club hat inzwischen eine eigene Homepage und stößt auf reges Interesse. Doch er will mehr sein als ein Debattierverein: Fattahi möchte mit ihrer Initiative Einfluss auf die Gesellschaft nehmen. Alle sollen darüber nachdenken, wie sie ihren Teil beitragen können. Das gilt auch für sie selbst. So hat sie mit ihrem Team ein optisches Instrument entwickelt, mit dem sich die kurzlebigen Treibhausgase wie Methan, Ozon oder Fluorkohlenwasserstoffe detektieren lassen. Sie will dadurch zur Klärung der Frage beitragen, aus welchen Quellen diese Gase in die Atmosphäre gelangen und wie sie sich dort verteilen. Das zu wissen, könnte helfen, die Auswirkung dieser Gase auf das Klima genauer zu bestimmen. Doch nicht nur ihr Talent als Laserphysikerin bringt Hanieh Fattahi für den Klimaschutz ein, sondern auch eine Gabe, die ihr in der schwierigen Coronazeit beim Aufbau ihrer Gruppe geholfen hat: die Fähigkeit, Menschen zu motivieren, auf ein gemeinsames Ziel hinzuarbeiten.



„Dem Anwenden muss das Erkennen vorausgehen.“ Max Planck

Eine Idee, 86 Institute

Die Max-Planck-Gesellschaft
betreibt Grundlagenforschung in
den Natur-, Lebens- und Geistes-
wissenschaften an 86 Instituten.

GEISTES-, SOZIAL- UND HUMANWISSENSCHAFTEN

Humanwissenschaften / Kulturwissenschaften / Rechtswissenschaften / Sozialwissenschaften /
Verhaltenswissenschaften / Wirtschaftswissenschaften / ...

BIOLOGIE UND MEDIZIN

Entwicklungsbiologie / Evolutionsbiologie / Immunbiologie / Infektionsbiologie / Medizin / Mikrobiologie /
Neurobiologie / Ökologie / Pflanzenforschung / Psychiatrie / Strukturbiologie / Verhaltensbiologie / Zellbiologie / ...

CHEMIE, PHYSIK, TECHNIK

Astronomie / Astrophysik / Chemie / Festkörperforschung / Informatik / Klimaforschung / Komplexe Systeme /
Materialwissenschaften / Mathematik / Nanowissenschaften / Plasmaphysik / Quantenphysik / Teilchenphysik / ...

www.mpg.de/institute

MAX PLANCK
GESELLSCHAFT

