

ENERGIEN BÜNDELN VISIONEN REALISIEREN



**FORSCHEN  
AN GROSSGERÄTEN**

# IN KÜRZE



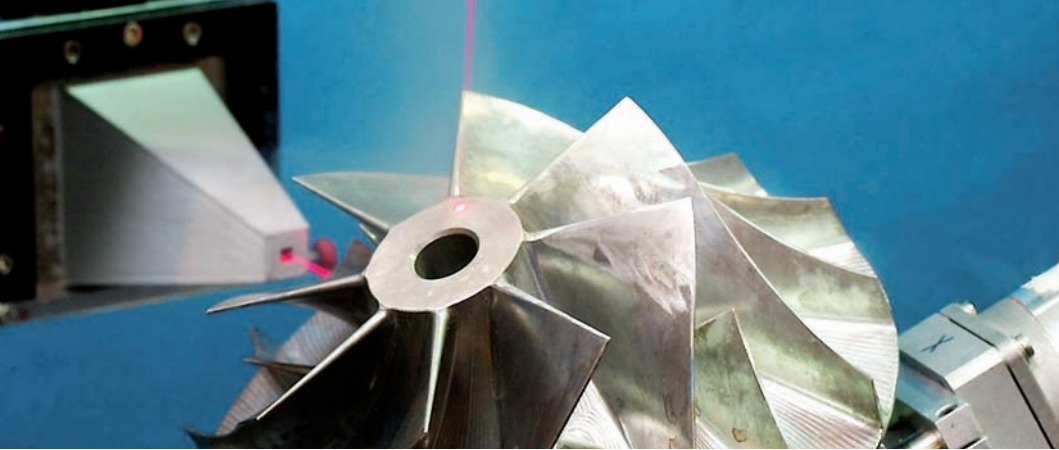
**F**ür Forschungsarbeiten zur Struktur und Funktion der Materie betreibt das Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB) zwei wissenschaftliche Großgeräte: den Forschungsreaktor BER II für Experimente mit Neutronen und den Elektronenspeicherring BESSY II, der hochbrillante Synchrotronstrahlung vom Terahertz- bis in den Röntgenbereich erzeugt.

Das HZB wurde im Januar 2009 gegründet, nachdem sich zwei traditionsreiche Berliner Forschungszentren zusammenschlossen: das ehemalige Hahn-Meitner-Institut und die Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung (BESSY). Aufgrund der Fusion ist das HZB eines der wenigen Zentren weltweit, welches unter einem Dach Experimente mit Neutronen und mit Synchrotronstrahlung anbietet. Modernste Instrumentierungen und Labore bieten Wissenschaftlern aus aller Welt eine exzellente Forschungsinfrastruktur.

Das HZB hat es sich zum Ziel gemacht, die komplementäre Forschung mit Neutronen und Photonen zu fördern und damit den Wissenschaftlern neue Perspektiven zu eröffnen. Eine gemeinsame Nutzerplattform bietet ein einheitliches Verfahren, nach dem Messanträge gestellt und Proposals ausgewählt werden. Das internationale Auswahlgremium ist unterteilt in thematische Bereiche für beide Forschungszweige und unterstützt die **gemeinsame Nutzung von Neutronen und Synchrotronstrahlung**.

## Zahlen und Fakten

Das HZB beschäftigt rund 1 100 Mitarbeiter, davon 800 in Wannsee und 300 in Adlershof. Das Zentrum verfügt über einen Gesamthaushalt von 110 Millionen Euro. Rund 100 Doktoranden aus den Hochschulen im Umfeld forschen und qualifizieren sich am HZB. Über die Region Berlin-Brandenburg hinaus kooperiert das HZB mit rund 400 Partnern in deutschen und internationalen Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen.



Eine Kompressor-Turbine präpariert für die zerstörungsfreie Analyse von Eigenspannungen mit dem Neutronendiffraktometer.

# GROSSGERÄTE FÜR DIE FORSCHUNG

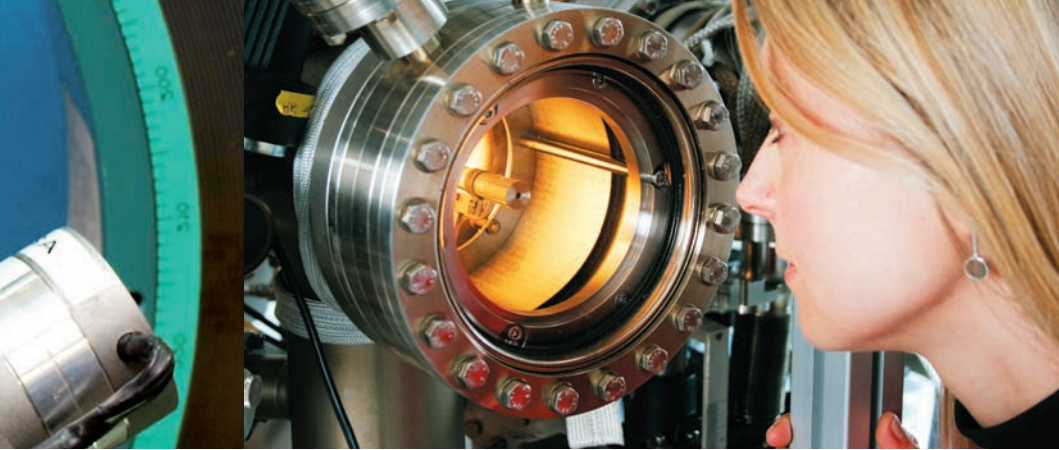
An beiden Instrumenten, der Neutronenquelle BER II und der Synchrotronstrahlungsquelle BESSY II, stehen einzigartige und hoch spezialisierte Messinstrumente zur Verfügung. Sie werden für Forschungsprojekte aus vielen Disziplinen genutzt, von den Material- bis zu den Lebenswissenschaften.

Die Möglichkeit, komplementär mit Photonen und Neutronen forschen zu können, macht das HZB zu einer der besten Adressen für Forschergruppen weltweit. Etwa 2 500 Wissenschaftler von Universitäten, Forschungsinstituten und Wirtschaftsunternehmen kommen jährlich ans HZB, wobei alle Fachdisziplinen vertreten sind: Physiker, Chemiker, Biologen aber auch Materialwissenschaftler.

Die externen Wissenschaftler nutzen etwa 80 Prozent der angebotenen Messzeit. Gleichzeitig liefern Sie Impulse, in welche Richtung die Experten am HZB ihre Geräte und Anlagen weiterentwickeln sollen. Die bestmögliche Betreuung ist somit garantiert.

Weitere Informationen erhalten Sie über unseren **Nutzerservice**, der an beiden Standorten Gerätebetreuung anbietet, sowohl in Berlin-Adlershof als auch am Standort Berlin-Wannsee.  
[www.helmholtz-berlin.de/userservice](http://www.helmholtz-berlin.de/userservice)

Das HZB betreibt zusätzlich zwei weitere Großgeräte für externe Institutionen: für die **Charité** einen Beschleuniger, mit dem Protonenstrahlen für die Augentumorthherapie erzeugt werden (in Wannsee) und einen für die Aufgaben der **Physikalisch-Technischen-Bundesanstalt** optimierten Niederenergie-Speicherring, die Metrology Light Source (in Adlershof).



Auch die Wissenschaftler des Bereichs Solarenergieforschung profitieren von dem kombinierten Zugang zu den Neutronen- und Synchrotroninstrumenten.

## MATERIALIEN FÜR MORGEN

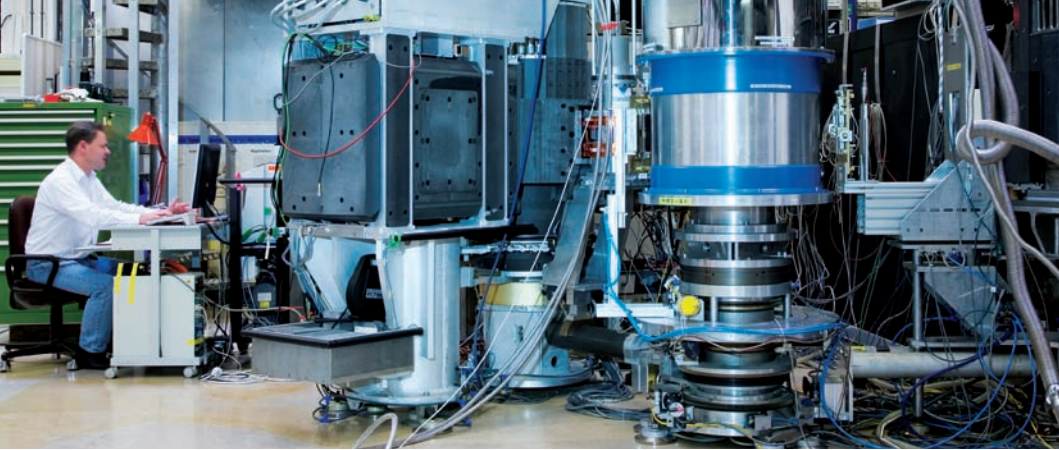
Wie hängen die technischen Eigenschaften eines Materials und seine mikroskopische Struktur zusammen? Danach fragen die Forscher am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie.

### Unsere Forschungsschwerpunkte

- Magnetische Materialien
- Funktionale Materialien
- Solarenergieforschung

Unsere Forschungsprojekte beschäftigen sich mit der atomaren und magnetischen Struktur fester Körper. Wir untersuchen, wie die Stoffe auf atomarer Ebene funktionieren. Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Werkstoffen stehen im Blickpunkt, ebenso die innere Dynamik und Phasenumwandlungen in kondensierter Materie. Im Bereich Solarenergie legen unsere Wissenschaftler den Grundstein, damit Solarzellen der nächsten und übernächsten Generation den Markt erobern. Sie entwickeln und untersuchen neue Materialklassen und arbeiten an einem innovativen Zelldesign. Langfristige Ziele sind effiziente und wettbewerbsfähige Dünnschicht-Solarzellen und Multispektralzellen.

Alle Forschungszeige, die unmittelbar mit der Weiterentwicklung der Instrumente und Methoden verbunden sind, stehen im besonderen Interesse der HZB-Forschung, zum Beispiel Themen aus dem Bereich Magnetismus, Materialforschung und Analytik, aber auch Weiche Materie.



3-Achsenspektrometer FLEX mit angeschlossenen Kryomagnet, in dem die Probe platziert ist. Die meisten Experimente zur Hochtemperatur-Supraleitung werden hier durchgeführt.

## HZB NEUTRONEN

Das HZB betreibt mehr als 20 Instrumente am Forschungsreaktor BER II. Es hat sich damit als international anerkanntes Forschungszentrum für die Forschung mit Neutronen etabliert und erfüllt jederzeit die hohen Anforderungen der Forschungsgemeinschaft.

Der Nutzerservice am HZB bietet Zugang zu unterschiedlichen Instrumenten der Neutronen-Streuung und Radiographie. Forscher aus allen wissenschaftlichen Disziplinen, etwa der Physik, Chemie, Biologie, Materialwissenschaften, nutzen die einzigartigen Experimentiermöglichkeiten für ihre unterschiedlichsten Fragestellungen. Derzeit werden 14 Instrumente im Routinebetrieb angeboten. Die Instrumente decken praktisch den kompletten Bedarf an Techniken zur Neutronen-Streuung und Radiographie ab – das Rückstreuverfahren ausgenommen. Mit ihren exzellenten Auflösungen zählen einige dieser Spezialgeräte am HZB zu den modernsten der Welt.

Einzigartig ist dabei das Equipment, das für die **Probenumgebung** angeboten wird. Extrem starke Magnetfelder (bis zu 17,5 Tesla) und tiefste Temperaturen (bis zu 30 Millikelvin) stehen den Wissenschaftlern jederzeit für ihre Experimente zur Verfügung.

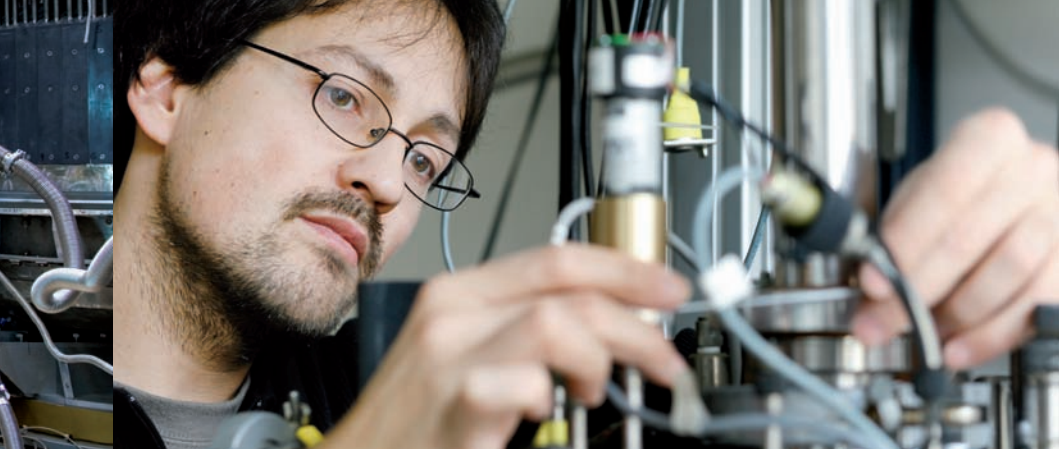


### BER II AUF EINEN BLICK

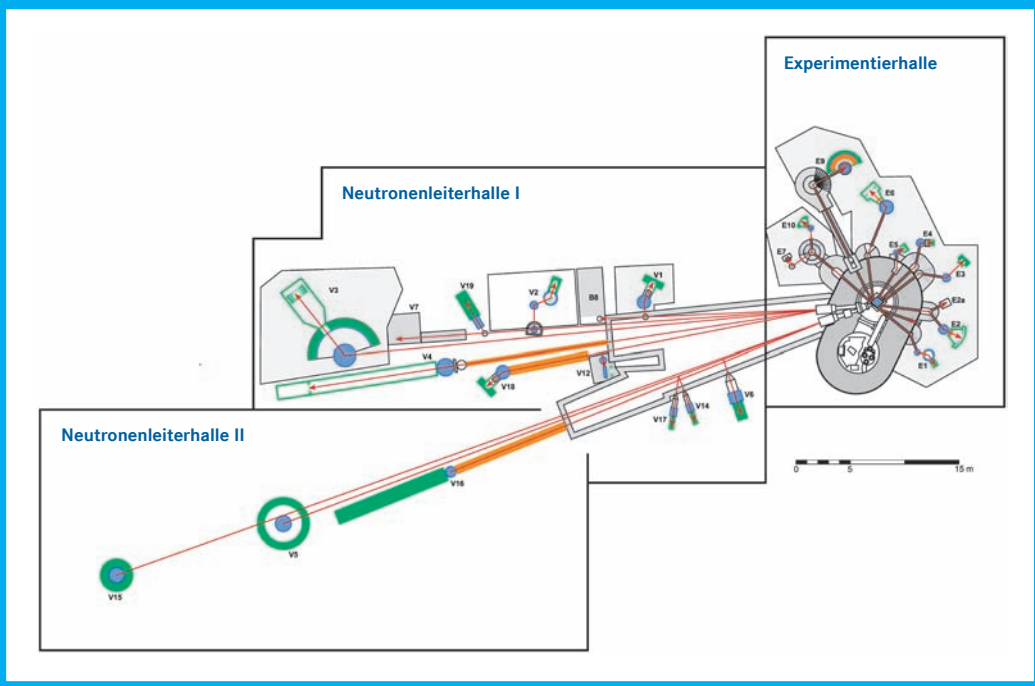
- Wärmeleistung: 10 MW
- Schwach angereichertes Uran (LEU)
- Neutronenfluss:  $1.2 \cdot 10^{14} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
- Kalte Quelle (Wasserstoff bei 13,6 bar, 25 Kelvin)
- 9 Strahlrohre (thermische Neutronen)
- 8 Neutronenleiter (kalte Neutronen)

#### Aktuelle Weiterentwicklungsprojekte für die Forschung mit Neutronen

- Neue Kalte Quelle: Faktor zur Verstärkung des Neutronenflusses  $> 1,5$
- Neues Super-Spiegelleitersystem und ein Programm zum Ausbau von Instrumenten: durchschnittlicher Verstärkungsfaktor = 10
- Hochfeldmagnet: bis zu 33 Tesla für Neutronenstreuexperimente



Ein Kryomagnet wird für eine Messung bei sehr niedrigen Temperaturen und unter Einfluss extrem starker Magnetfelder vorbereitet.



## Übersichtsplan der Neutronenstreulinstrumente am BER II

### Experimentierhalle (thermische Neutronen)

- E 1 3-Achsen-Spektrometer
- E 2, E 6, E 9 Diffraktometer für Pulvermaterialien
- E 3, E 7 Analyse der Eigenspannung
- E 4, E 5 Diffraktometer für Kristalle
- E 2a Testdiffraktometer
- E 10 spezielles Diffraktometer für Messungen bei niedrigsten Temperaturen

### Neutronenleiterhalle I (kalte Neutronen)

- V 1 Diffraktometer für biologische Materialien
- V 2 3-Achsen-Spektrometer
- V 3 Flugzeit-Spektrometer
- V 4 Kleinwinkelstreuung
- V 6 Reflektometer
- V 7 Tomographie mit kalten Neutronen
- V 12 Doppel-Kristall Diffraktometer
- V 14 Spiegel-Test-Instrument
- V 17 Detektor-Test-Station
- V 18 Reflektometer für biologische Proben
- V 19 Tomographie mit polarisierten Neutronen
- B 8 Neutronen-Autoradiographie

### Neutronenleiterhalle II (kalte und thermische Neutronen)

- V 5 Spin-Echo-Spektrometer
- V 15 Flugzeit-Diffraktometer für extreme Probenumgebungen
- V 16 Kleinwinkelstreuungsanlage für sehr kleine Winkel



Blick auf die Außenfassade der Synchrotronstrahlungsquelle BESSY II in Adlershof.

## HZB PHOTONEN

Der Elektronenspeicherring BESSY II erzeugt extrem brillante Photonenpulse mit einem Spektrum vom langwelligen Terahertz-Bereich bis zur harten Röntgenstrahlung. Durch geeignete Aufbereitung sind die Energie und die Polarisierung dieser Strahlung einstellbar. Über 50 Strahlrohre an Undulator-, Wiggler- und Dipolquellen bieten dem Nutzer ein großes Spektrum verschiedener Experimentierplätze, an denen Messungen mit einer exzellenten Energieauflösung möglich sind. Kleine Strahlquerschnitte und extrem kurze Photonenpulse ermöglichen Ortsauflösungen auf der 10 Nanometer-Skala und Zeitauflösungen im Femtosekunden-Bereich. BESSY II ist damit ein ideales **Mikroskop für Raum und Zeit**.

Die Synchrotronstrahlungsquelle BESSY II stellt europaweit etwa 25 Prozent der Messkapazität im Extremen Ultravioletten Spektralbereich (XUV) zur Verfügung. Und infolge der radiometrischen Aktivitäten der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt ist BESSY II das europäische Strahlungsnormal zur Kalibrierung von Lichtquellen und Detektoren.

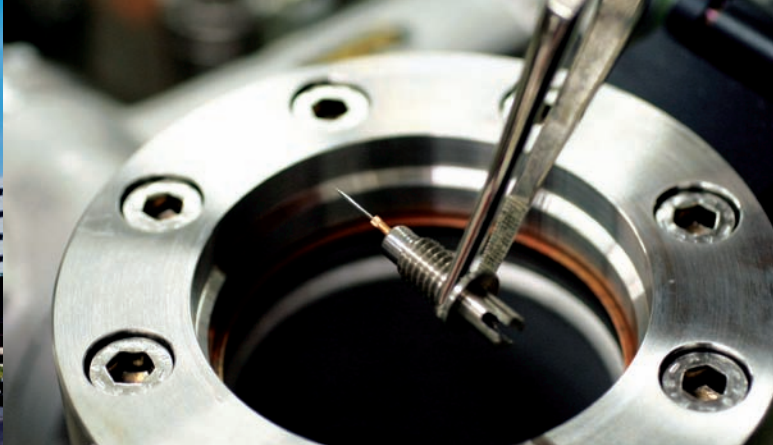


### BESSY II IN KÜRZE

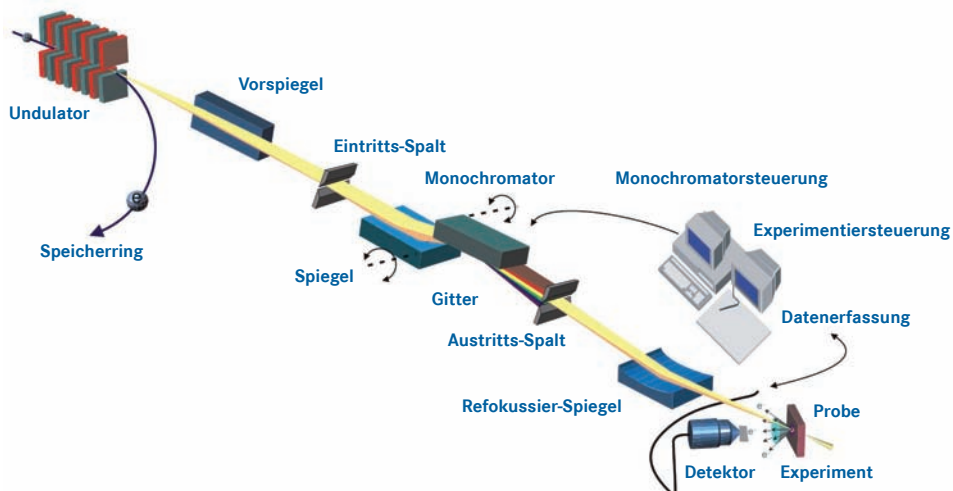
- Energie der Elektronen: 1,72 GeV
- Elektronenstrom: 300 mA
- Betriebsmodi: Multi Bunch Hybrid, Low alpha, Single Bunch
- Pulslängen: 100 fs, 2 ps, 50 ps
- Photonen-Energiebereich: 6 meV bis 150 keV
- Emittanz (horizontal):  $6 \cdot 10^{-9}$  mrad
- 14 Insertion Devices: volle Kontrolle der Polarisierung

#### Aktuelle Weiterentwicklungsprojekte für die Forschung mit Photonen

- Kontinuierliche Weiterentwicklung des Beschleunigersystems: Linear-Vorbeschleuniger, schnelle Strahlagekorrektur, neue HOM-gedämpfte Hochfrequenz-Kavitäten
- Installation neuer Strahlrohre und Instrumente für die Spektroskopie, Mikroskopie, resonante und kohärente Streuung



Proben in Form von feinen Nadeln werden für Untersuchungen an der dreidimensionalen Atomsonde genutzt. Kleinste Probenmengen eines metallischen Materials genügen, um die Struktur des Materials mit fast atomarer Auflösung zu bestimmen.



### Verlauf der Strahlung in einer Beamline

Bevor der Synchrotronstrahl an den Instrumenten ankommt, wird er im Strahlrohr (Beamline) über mehrere optische Elemente (Spiegel und Gitter) geleitet und für die Messungen aufbereitet.

## EXPERIMENTELLE UMGEBUNG

Die wissenschaftlichen Großgeräte des HZB werden ergänzt durch **zusätzliche Labore**, die auch von externen Forschern genutzt werden können. Die Labore sind mit hochmodernen Instrumenten ausgestattet. Es können magnetische Systeme untersucht (**Mag Lab**) sowie Gasadsorptionsmessungen durchgeführt werden (**GasLab**). Daneben gibt es ein Labor zur Präparation und Untersuchung biologischer Proben sowie von Proben aus dem Bereich der weichen kondensierten Materie (**BioLab**). Darüber hinaus bietet das **Röntgenstrahllabor** Möglichkeiten zur Proben-vorbereitung und zahlreiche Analysemethoden. Insbesondere können Proben so präpariert werden, dass sie für komplementäre Messungen geeignet sind, zum Beispiel für die Neutronendiffraktion und für Bestimmungen ihrer spezifischen Wärme oder ihrer Magnetisierung.

Die Arbeitsgruppe Neue Materialien betreibt ein **Syntheselabor**. Hier können aus Übergangsmetalloxiden bestehende keramische Pulvermaterialien präpariert werden, und es existieren zwei Spiegelöfen zur Kristallzüchtung. Das **Labor für Makromolekulare Kristallografie** bietet eine hervorragende Infrastruktur für die Züchtung, Aufbereitung und Untersuchung von Proteinkristallen.





Schüler während eines Experiments im Schülerlabor (links) und ein junger Forscher bei der Kontrolle eines Versuchsaufbaus.

## AKTIV FÜR DEN NACHWUCHS

Das HZB bietet interessierten Schülern, Schulabgängern, Studenten, Doktoranden und Post-Doktoranden viele Möglichkeiten, sich aus- und weiterzubilden.

### Sonnige Aussichten für Studenten

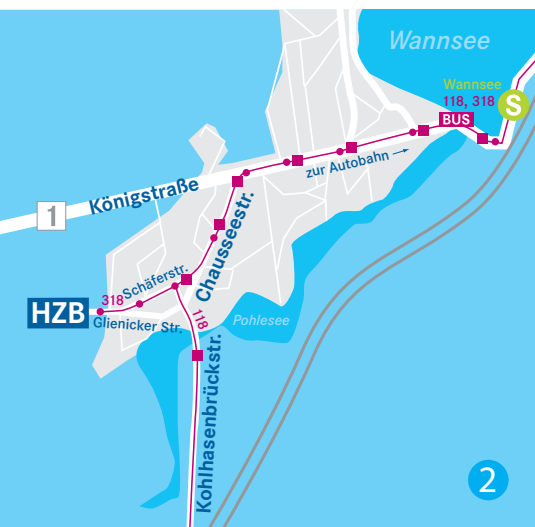
Das HZB arbeitet eng mit den Berliner und Brandenburger Universitäten zusammen. Viele der leitenden Wissenschaftler lehren dort und betreuen Studenten bei ihren Abschlussarbeiten. Jedes Jahr findet im HZB ein 10-tägiger Kurs zur Neutronenstreuung statt, eine internationale Schule für Photovoltaik und ein acht Wochen umfassendes Sommerstudentenprogramm wird angeboten. Die Programme sind für Studenten eine einmalige Gelegenheit, um die wissenschaftlichen Großgeräte des HZB kennen zu lernen.

### Wissenschaft zum Anfassen

Im Schülerlabor „Blick in die Materie“ können Schülerinnen und Schüler in die faszinierende Welt der Physik eintauchen – und ganz nebenbei die Arbeit eines Forschers kennen lernen. Interessierte Jugendliche können während eines Schülerpraktikums im HZB noch mehr in die Praxis schnuppern.

### Erfolgreich ins Berufsleben

Jugendliche haben außerdem die Möglichkeit, in einem zukunftsorientierten Beruf ausgebildet zu werden, etwa im Bereich Verwaltung, Maschinenbau, Informatik oder Umwelt- und Strahlenschutz.





#### Wannsee

Lise-Meitner-Campus  
Hahn-Meitner-Platz 1  
14109 Berlin  
Tel. +49 30 8062-0  
Fax +49 30 8062-42181

#### Adlershof

Wilhelm-Conrad-Röntgen-Campus  
Albert-Einstein-Str. 15  
12489 Berlin  
Tel. +49 30 8062-0  
Fax +49 30 8062-12990  
  
Kekulestraße 5  
12489 Berlin  
Tel. +49 30 8062-0  
Fax +49 30 8062-41333

#### Bildnachweise

Fotograf: Bernhard Schurian, ©HZB - S. 4 Fotograf: Carsten Meißner, ©HZB

**Helmholtz-Zentrum Berlin für  
Materialien und Energie GmbH**

Hahn-Meitner-Platz 1  
14109 Berlin  
Tel +49 30 8062-0  
Fax +49 30 8062-42181



[www.helmholtz-berlin.de](http://www.helmholtz-berlin.de)