

# DESY Kompakt

## Inhalt

Vorwort	7
Forschung Teilchenphysik	11
Forschung mit Photonen	25
Übersicht Beschleuniger	37
Organigramm	40
Personal und Finanzen	41
Organe der Stiftung und weitere Gremien	45
Nationale und Internationale Zusammenarbeit	49



*Abbildung 1: Festrede des DESY-Direktors, Helmut Dosch, im Hamburger Rathaus zum Anlass des 50-jährigen Gründungstages des Deutschen Elektronen-Synchrotrons DESY.*

# Vorwort

2009 war für DESY ein ungewöhnliches Jahr. Das Forschungszentrum feierte 50 Jahre Forschung an der Weltspitze, ein guter Grund für einen stolzen Blick zurück in die DESY-History. Im März fand die Stabübergabe von Albrecht Wagner auf Helmut Dosch statt. Im Feierjahr begannen auch die Baumaßnahmen für den Europäischen Röntgenlaser XFEL. Zur feierlichen Inbetriebnahme der brilliantesten Synchrotronstrahlungsquelle der Welt, PETRA III, kam die Bundesministerin ans Forschungszentrum. Ada Yonath erhielt den Chemie-Nobelpreis für Ihre Synchrotronstrahlungs-Experimente, die sie von 1986 bis 2004 am DORIS Speicherring durchgeführt hat. Das Jahr 2009 sah also ein DESY in Feierlaune, mitten im Umbruch und im Aufbruch in eine neue Zukunft.

Für die Sicherung der notwendigen Ressourcen für die Forschung der nächsten fünf Jahre war die hervorragende Begutachtung der bisherigen DESY-Forschung und der künftigen DESY-Forschungsstrategie im Rahmen der sogenannten Programmorientierten Förderung durch eine internationale Kommission von großer Bedeutung. DESY's weltweit sichtbare Rolle in der Erforschung der Struktur und der Funktion der Materie wurde sehr eindrucksvoll bestätigt. Dieser großartige Erfolg DESY's wäre nicht möglich ohne die vielen hochkompetenten und hochmotivierten Mitarbeiter in Hamburg und Zeuthen, auf die man zu Recht stolz sein kann.

Mit dem Bau des Europäischen Röntgenlaser XFEL in Hamburg entsteht ein internationales Großforschungsprojekt mit einzigartigem Entdeckungspotential und mit DESY in einer Schlüsselrolle. DESY ist für den Bau und die Inbetriebnahme des supraleitenden Beschleunigers verantwortlich. Für die aufwändigen Tests ist eigens eine riesige Halle auf dem DESY-Gelände entstanden, die AMTF-Halle, zu dessen Grundsteinlegung am 21. Juli die Bundesministerin Prof. Anette

Schavan eigens ans DESY kam. Die umfangreichen Baumaßnahmen auf dem DESY-Gelände, an der Osdorfer Born und in Schenefeld schreiten zügig voran. Im September fand die sogenannte Übersetzerkonferenz im Hamburger Rathaus statt, bei der 12 Länder die XFEL Konvention unterzeichnet haben. Ende Oktober wurde die XFEL GmbH in einem Hamburger Notariat gegründet. 2014 werden wir die ersten Röntgenlaserblitze sehen, die von der auf supraleitender Beschleunigertechnologie basierten Anlage erzeugt werden. Die Protagonisten dieses internationalen Projektes sind sich sicher, dass dies dann die weltbeste Anlage seiner Art sein wird.

Viel Lob hat DESY für seine neue Synchrotronstrahlungsquelle PETRA III geerntet, die am 19.9.2009 von Bundesministerin Schavan feierlich in Betrieb genommen wurde. Das 340 Mio. Euro teure Großprojekt konnte im vorgegebenen finanziellen und zeitlichen Rahmen realisiert werden und liefert die hochbrillianten Röntgenstrahlen, die versprochen wurden. Mit seinen hochenergetischen Röntgen-Nanostrahlen und den hochmodernen Experimentierstationen wird PETRA III die Erforschung der kondensierten Materie revolutionieren und neue Einblicke in Hochleistungs-Nanomaterialien und biologischen Proben ermöglichen. Während die 14 Experimentierstationen jetzt Zug um Zug in Betrieb gehen, plant DESY bereits den nächsten Schritt, die beiden PETRA III-Erweiterungshallen Nord und Ost, die einen Teil der Messtechniken übernehmen, welche durch die geplante Abschaltung von DORIS III dann den Nutzern fehlen werden, aber auch die zusätzlichen Experimentier-Stationen für internationale Kooperationen, wie mit Indien, Schweden und Russland, unterbringen sollen.

Während PETRA III nun den analytischen Schritt in die Untersuchung von Nanomaterialien unter umwelt- und

anwendungsrelevanten Bedingungen ermöglicht, also aktuelle Probleme angeht, stehen die Freie Elektronen Laser bei DESY für die Welt von übermorgen. Das Flaggschiff ist der XFEL. Daneben betreibt DESY die FLASH-Anlage, die in 2009 überragende Ergebnisse erzielt hat. Der Erfolg dieser Anlage ist der professionellen Beschleuniger-Mannschaft zu verdanken, aber auch den cleveren Wissenschaftlern, die hier völlig neuartige Experimente wagen. Mit dem Forschungskonsortium CFEL, das von DESY, der Max-Planck-Gesellschaft und der Universität Hamburg getragen, hat Hamburg einen internationalen Leuchtturm in Photon Science geschaffen. 2009 hat sich Prof. Dwayne Miller von Toronto diesem Zentrum angeschlossen. Die CFEL Wissenschaftler machen auch mit herausragenden Experimenten an der amerikanischen Röntgenlaserquelle LC LS Furore.

In der Teilchenforschung fokussiert sich DESY auf die zügige Auswertung der HERA-Daten, die innerhalb der kommenden POF-Periode abgeschlossen werden soll. Die HERA-Daten liefern die höchst aufgelöste Bilder von der inneren Struktur des Protons und bilden eine unabdingbare Grundlage für das Verständnis der künftigen Ergebnisse aus den LHC Experimenten.

Seit Anfang 2009 steht das CERN unter der Leitung von Rolf Heuer. Er hat den derzeit wichtigsten Job in der Teilchenforschung, denn von den Ergebnissen dieses Experimentes werden alle künftigen Entscheidungen auf der sogenannten *Energy Frontier* abhängen. Mit den ersten belastbaren Daten ist ab 2012/13 zu rechnen. DESY ist an den beiden großen Detektoren CMS und ATLAS beteiligt. Bereits jetzt beginnen die Überlegungen für die nächste Detektoren-Generation für den LHC-Strom-Upgrade (sLHC), hier will DESY eine wichtige Rolle spielen.

Zu einer entscheidenden Säule in der Teilchenforschungs-Strategie von DESY ist die Helmholtz-Allianz „Physics at the Terascale“ geworden, die von DESY ins Leben gerufen und koordiniert wird. Neben DESY ist das KIT und 17 Universitäten sowie das Max-Planck-Institut in München beteiligt. Die Allianz koordiniert die Daten-Analyse, die Detektoren-Entwicklung, das Grid-Computing und Beschleuni-

gerforschung. Bis 2012 wird diese weltweit sichtbare strategische Allianz über den Impuls- und Vernetzungsfonds des Helmholtz-Präsidenten finanziert, die Herausforderung ist deshalb, Mittel und Wege zu finden, um dieses clevere Instrument in der Teilchenforschung dauerhaft zu installieren.

Am Standort Zeuthen kristallisiert sich immer klarer ein neuer Forschungsschwerpunkt des DESY heraus, Astroteilchenforschung. Dieser noch junge Forschungszweig passt hervorragend in die DESY Mission und verspricht viele aufregende Entdeckungen. Zeuthen hat entschieden, sich auf hochenergetische Neutrinos und Gammastrahlung zu konzentrieren. Diese Teilchen sind Botschafter von sehr virulenten astronomischen Quellen und geben deshalb einen sehr direkten Aufschluss über die Entwicklung des Universums. Die gewaltige Detektoranordnung ICECUBE ist mittlerweile vollständig in das Eis am Südpol eingelassen worden und arbeitet problemlos. Hier ist Zeuthen international hoch sichtbar. Zeuthen bereitet sich nun darauf vor, zum einen in der Datenernte von Icecube mitzuspielen und zum anderen ein maßgeblicher Partner im internationalen Cerenkov Telescope Array (CTA) Projekt zu werden. Die Aussichten sind da sehr gut.

Zeuthen betreibt daneben das PITZ-Experimentierlabor, das sich mit der Elektronenkanonen-Entwicklung für Freie Elektronen-Laser, insbesondere für den Europäischen XFEL beschäftigt. Diese Arbeiten sind ein unverzichtbarer Bestandteil der FEL-Strategie von DESY.

DESY pflegt eine intensive Zusammenarbeit mit der Universität Hamburg. Diese Zusammenarbeit soll in Zukunft noch intensiviert und in eine neue strategische Partnerschaft geführt werden, die auf Köpfe und Ideen setzt und neue Akzente in der Forschung, in der Lehre und im Wissenstransfer setzt. Der wird fieberhaft am Rahmenvertrag gearbeitet, der bürokratische Barrieren abbauen und neue Brücken aufbauen soll. Offizieller Start dieses Hamburger Zukunftsprojektes wird voraussichtlich Herbst 2010 sein.

Nationale und Internationale Kooperationen werden auch in Zukunft ein wichtiger Eckpfeiler in der DESY Strategie bleiben. Wir haben beste Erfahrungen mit unseren Partnern vom EMBL, der Max-Planck-Gesell-

schaft und der GKSS, die fast schon traditionell bei DESY Außenstellen haben. Mit der stärkeren Internationalisierung der Großforschung werden derartige Kooperationen mit Sicherheit weiter zunehmen. Dies bedarf einer professionellen Koordination, bietet aber enorme Chancen für unsere Wissenschaftler und vor allem auch für unseren wissenschaftlichen Nachwuchs.

Ich sehe also eine brillante Zukunft für DESY, das sich mit seinen zukunftsorientierten Großgeräten hervorragend für den internationalen Wettbewerb positioniert hat. Diese Einsicht ist aber kein Anlass, sich bequem zurückzulehnen, sondern vielmehr Ansporn, mit aller Kraftanstrengung am Ausbau der DESY-Forschung weiterzuarbeiten.



Abbildung 2: Die größte internationale Konferenz der Teilchenphysik, das Lepton Photon Symposium, fand 2009 in Hamburg statt.

# Forschung Teilchenphysik

## Überblick

Das Jahr 2009 war wegweisend für die weitere Entwicklung der Teilchen- und Astroteilchenphysik bei DESY. Im Februar fand die Evaluierung der Programmvor schläge für die zweite Periode (2010–14) der Programmorientierten Forschung (PoF) innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft statt, welche die Entwicklung unseres wissenschaftlichen Programms für die nächsten fünf Jahre und darüber hinaus entscheidend mitbestimmt. In allen Evaluationen haben DESY-Projekte sehr gute Beurteilungen erzielt und wurden nachdrücklich von den international bestückten Gutachtergremien unterstützt. Dies unterstreicht die Wertschätzung unserer Arbeit und Pläne für die Zukunft.

Das sehr positive Resultat dieses Evaluierungsprozesses gibt uns damit eine stabile Basis für die nächsten Jahre. Es bestätigt die langfristige DESY-Strategie, deren Kernpunkte die reiche wissenschaftliche Ernte des HERA-Programms, eine starke Beteiligung an den LHC-Experimenten ATLAS und CMS und Vorbereitung des *International Linear Colliders* (ILC) sind. Dieses experimentelle Programm wird ergänzt durch eine starke und thematisch breit aufgestellte Theoriegruppe, die insbesondere von großer Bedeutung für die Ausbildung junger Theoretiker in Deutschland und weit darüber hinaus ist. Eine ebenso zentrale und international wichtige Rolle spielt die Infrastruktur, die DESY großen Experimenten bieten kann: vom Entwurf, über den Bau und Test großer Detektoren bis hin zur Analyse der Experimente.

Ein wichtiges Element für die Zukunft der Teilchenphysik am DESY ist die Helmholtz Allianz *Physics at the Terascale*, die 2007 gegründet wurde und von der Helmholtz-Gemeinschaft unterstützt wird. Sie vereinigt unter der Führung von DESY alle deutschen Gruppen,

die Teilchenphysik an Experimenten bei höchsten Kollisionsenergien betreiben: 18 Universitäten, das Max-Planck-Institut München und das Forschungszentrum Karlsruhe. Die Allianz ist das wichtigste Instrument zur zukünftigen Strukturierung der Teilchenphysik in Deutschland und wurde zur Halbzeit ihrer ursprünglich genehmigten Projektdauer von einem international hochkarätig besetzten Gremium mit großem Erfolg begutachtet. Die Notwendigkeit eines solchen Instrumentes in Deutschland wurde eindrucksvoll bestätigt, ebenso der bisherige Erfolg bei der Implementierung des Programms. Die Gutachter empfehlen nachdrücklich die Weiterführung der Allianz auch nach dem Auslaufen der dafür genehmigten Helmholtz-Mittel in 2012.

Ein großer Erfolg ist auch der Forschungscluster *Connecting Particles with the Cosmos*, den wir zusammen mit unseren Partnern von der Universität Hamburg im Rahmen der Hamburger Landesexzellenzinitiative eingeworben haben. Dieses Projekt startete im Sommer 2009 und wird die Zusammenarbeit in der Teilchenphysik zwischen Universität und DESY weiter stärken. Darüber hinaus haben wir gemeinsam mit der Universität eine neue Professur an der Schnittstelle zwischen Beschleuniger, Experiment und Theorie eingerichtet. Die Position des leitenden DESY Wissenschaftlers in der Phänomenologie wurde besetzt, der ebenfalls sehr eng mit Kollegen der Universität zusammenarbeitet.

Die Analyse der einzigartigen HERA-Daten ist planmäßig fortgesetzt worden. Besonders durch die Kombination der Experimente konnte die Präzision bei der Aufklärung der Struktur des Protons weiter gesteigert werden. Unsere internationalen Partner sind weiterhin sehr in den Kollaborationen engagiert. Weitere Fortschritte wurden auch bei der Vorbereitung in Richtung ILC erreicht. Wichtige Experimente bei FLASH konn-

ten entscheidende Parameter für den XFEL und ILC erfolgreich testen. Eine internationale Expertengruppe hat das ILD-Detektorkonzept, zu dem Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker von DESY maßgeblich beitragen, validiert und die Kollaboration aufgefordert es weiter zu entwickeln. Diese Entscheidung war einer der Höhepunkte des Lepton-Photon Symposiums, der wichtigsten internationalen Konferenz in 2009 auf dem Gebiet der Teilchenphysik, das in Hamburg von DESY und der Universität ausgerichtet wurde.

Erfolgreich ist das Jahr 2009 auch für die Astroteilchenphysik bei DESY verlaufen. Die IceCube Kollaboration konnte weitere 19 Strings am Südpol installieren, so dass der Detektor im Sommer 2010/11 komplettiert werden kann. Mit der Beteiligung am *Cerenkov Telescope Array* (CTA) hat DESY auch ein Zukunftsprojekt begonnen.

Das wichtigste Ereignis für die Teilchenphysik weltweit war sicherlich der Start des LHC am CERN mit ersten Kollisionen bei 900 GeV und über 2 TeV. Die Experimente waren sehr gut darauf vorbereitet und konnten bereits nach kurzer Zeit erste Ergebnisse präsentieren. Die DESY-Gruppen bei ATLAS und CMS haben dazu an vielen Stellen beigetragen. Der LHC ist das zentrale Projekt der Teilchenphysik weltweit und wird die Zukunft des Forschungsfeldes bestimmen und damit auch großen Einfluss auf die weitere Entwicklung bei DESY haben.

Die Höhepunkte der Teilchen- und Astroteilchenphysik bei DESY im Jahre 2009 wurden erstmals in einer illustrierten, englischsprachigen Broschüre beschrieben (siehe CD).

## Helmholtz-Allianz

Die Helmholtz-Allianz *Physics at the Terascale*, in der DESY, das Karlsruhe Institute of Technology (KIT), das MPI München und alle am LHC und ILC beteiligten deutschen Universitätsgruppen eingegliedert sind, hat im Jahre 2009 weitere Fortschritte gemacht.

Zur Halbzeit des Projektes, 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Jahre nach ihrer Gründung, sind Ende 2009 die Strukturen der Allianz, wie

sie im Antrag entwickelt worden waren, weitgehend Realität geworden. Im November fand das dritte Jahrestreffen der Allianz bei DESY statt, das von fast 300 Mitgliedern der Allianz besucht wurde.

Ende 2009 wurde die Allianz von einem international und hochkarätig besetzten Panel unter der Leitung von Prof. Dr. Jos Engelen evaluiert. Das Ergebnis dieser Begutachtung ist außerordentlich positiv ausgefallen. Die Gutachter empfehlen nachdrücklich die Strukturen der Allianz auch dem deren offiziellem Ende nach dem Jahr 2012 weiter zu führen. In den letzten Monaten hat innerhalb Deutschlands eine breit aufgestellte Diskussion begonnen, wie eine solche Verstetigung der Allianz aussehen kann und soll. Breite Einigkeit besteht, dass die wesentlichen Elemente gut arbeiten und erhalten bleiben sollen. Offen ist allerdings die Frage der Finanzierung, insbesondere für die nicht bei DESY angesiedelten Aktivitäten. Lediglich das DESY-basierte Personal wurde im Rahmen der PoF-Evaluation für eine Verstetigung berücksichtigt. Die Finanzierung nach 2012 für alle weiteren Maßnahmen und Strukturen der Allianz, bei DESY und bei den Universitäten, ist weiterhin offen.

Die vier Säulen der Allianz waren auch im Jahr 2009 sehr aktiv und haben vielfältige Aktivitäten durchgeführt. Für die Detektorentwicklungsaktivitäten wurden neue Laborräume aufgebaut und bezogen (Abbildung 3). Im Sommer wurden aus Geldern, die an



Abbildung 3: Das neue Detektorlabor in der Nähe des HERA-B-Detektors.



anderer Stelle in der Allianz eingespart werden konnten, neue Projekte ausgeschrieben. Diese Ausschreibung fand eine breite Resonanz und resultierte in etwa zehn neuen Projekten, die von der Allianz gefördert werden. Diese Projekte wurden daraufhin ausgewählt, dass sie die Ziele der Allianz, gerade im Hinblick auf eine weitere Vernetzung zwischen den Partnern und die Nutzung der Allianz Infrastrukturen, besonders betonen. In mehreren Bereichen konnten Projekte gefördert werden, die neue Themen aufgreifen und untersuchen wollen.

Ein wichtiger Teil der Allianz ist ein Analyse-Zentrum der Allianz, angesiedelt bei DESY. Im Laufe des Jahres konnte das Analyse-Zentrum personell komplettiert werden. Vier Themenbereiche wurden identifiziert, in denen das Analyse-Zentrum in der nahen Zukunft seinen Schwerpunkt setzen will. Wesentliche Fortschritte konnten bereits beider Optimierung von Monte Carlo Programmen für den LHC von Mitgliedern des Analyse-Zentrums gemacht werden.

Ausbildung von Physikern ist ein wichtiger Teil der Allianz. Auch im Jahre 2009 sind viele Schulen und spezielle Seminare durchgeführt worden. Nach wie vor sind diese Veranstaltungen sehr gut besucht. Das erste Mal fand im Jahre 2009 die Beschleuniger-Schule der Allianz nicht bei DESY statt, sondern wurde vom Allianz-Partner Dortmund ausgerichtet.

Wissenschaftlich haben Mitglieder an der Vorbereitung der Datennahme am LHC, sowohl auf der experimentellen als auch auf der theoretischen Seite, intensiv mitgearbeitet. Die Allianz konnte hier an mehreren Stellen, z. B. durch die Entsendung von Personen ans CERN, für die Übernahme wichtiger Funktionen sorgen. Mitglieder der Allianz waren an zentraler Stelle an der Erstellung des *Letter of Intents* für einen Detektor am Linear Collider beteiligt. Auch hier war die Unterstützung von Gruppen durch die Allianz von zentraler Bedeutung und half, den Beitrag der deutschen Community zu stärken.

Die im Folgenden beschriebenen Aktivitäten von DESY in der Teilchenphysik sind in die Allianz eingebunden.

## HERA

Die Datenanalyse der HERA-Experimente hat im Jahr 2009 sehr gute Fortschritte gemacht. Viele neue Resultate konnten auf den Konferenzen vorgestellt und publiziert werden.

Die Neu-Rekonstruktion der umfangreichen Daten von H1 und ZEUS mit optimierter Kalibration wurden weitgehend abgeschlossen, so dass nun homogene Datensätze mit höchster Datenqualität und großer Statistik für die Analysen zur Verfügung stehen. Neben den individuellen Analysen der Kollaborationen, die auf allen Themen des breiten Forschungsbereichs mit Hochdruck vorangetrieben werden, konnte auf einigen Gebieten durch Kombination der Resultate von H1 und ZEUS eine weitere Erhöhung der Genauigkeit erzielt werden. In vielen Fällen kann durch diese Kombination nicht nur der statistische, sondern auch der systematische Fehler der Messergebnisse durch die wechselseitige Kalibration der unterschiedlichen Detektoren reduziert werden. Die erste gemeinsame Analyse auf dem

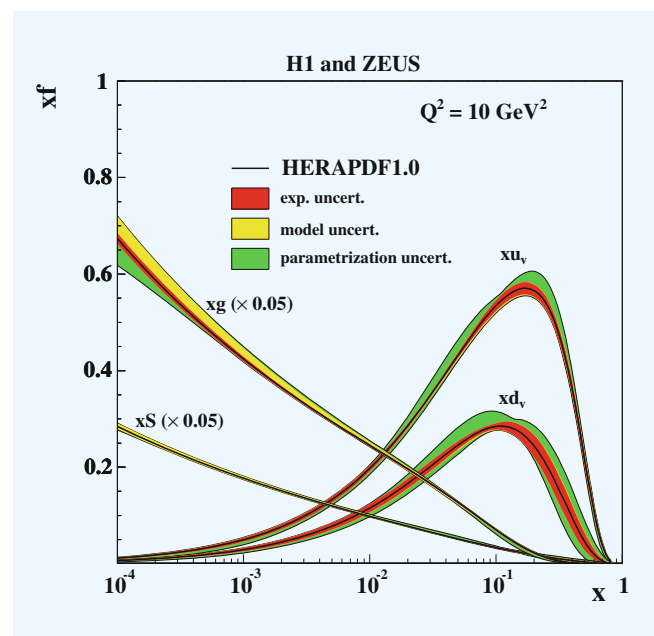


Abbildung 4: Parton Dichteverteilungen (PDF) im Proton, die aus kombinierten Messungen von H1 und ZEUS extrahiert wurden, dargestellt bei einem virtuellen  $Q^2 = 10 \text{ GeV}^2$ .

Gebiet der Suche nach neuer Physik befasst sich mit der Suche nach Ereignissen mit mehreren Leptonen, die einen hohen Transversalimpuls aufweisen. Im Rahmen der Statistik stimmt die Zahl der beobachteten Ereignisse mit den Erwartungen des Standardmodells überein.

Weitere kombinierte Analysen befassen sich mit inklusiven Streuquerschnitten und die davon abgeleitete QCD-Analyse bzw. Extraktion der Partondichten und haben international großes Interesse gefunden, da die erzielte Genauigkeit alle bisherigen entsprechenden Analysen übertrifft (Abbildung 4). Eine möglichst genaue Bestimmung der Partondichteverteilungen im Proton ist unter anderem für die Interpretation der zukünftigen LHC-Daten von großer Bedeutung (Abbildung 5).

Die von den HERA-Experimenten angeregte Initiative zur langfristigen Speicherung von Daten in der Hochenergiephysik wurde inzwischen von allen wesentlichen auf diesem Gebiet tätigen Laboren aufgegriffen. Es hat sich eine experimentübergreifende Arbeitsgruppe gebildet, die bereits mehrere internationale Workshops zu diesem Thema sowohl bei DESY als auch im Ausland veranstaltet hat, auf denen inhaltliche,

organisatorische und technologische Fragen und daraus resultierende Anforderungen diskutiert wurden. Die erarbeiteten Ergebnisse wurden in einem Dokument zusammengefasst und dem *International Committee for Future Accelerators* (ICFA) zur Begutachtung vorgelegt.

Ein wichtiges Feld für das HERMES-Experiment sind harte exklusive Prozessen, die einen Zugang zu den so genannten Generalisierten Parton-Verteilungen eröffnen. Diese ermöglichen eine drei-dimensionale Beschreibung der Struktur des Nukleons auf dem Niveau von Partonen, indem sie den Anteil eines Partons am longitudinalen Impuls des Nukleons mit seiner transversalen Position im Nukleon korrelieren. Ihre Messung hat insbesondere das Ziel, den Gesamtdrehimpuls der Quarks und – unter Verwendung der existierenden Information über den Beitrag der Quarkspins zum Spin des Nukleons – ihren Bahndrehimpuls in einem polarisierten Nukleon direkt zu bestimmen.

Weitere wichtige Arbeiten der HERMES-Kollaboration in 2009 sind die erstmalige Messung einer von Null verschiedenen Sivers-Verteilungsfunktion in der tief-unelastischen Elektron-Nukleon-Streuung (Abbildung 6), deren Existenz von Null verschiedene Bahndrehim-

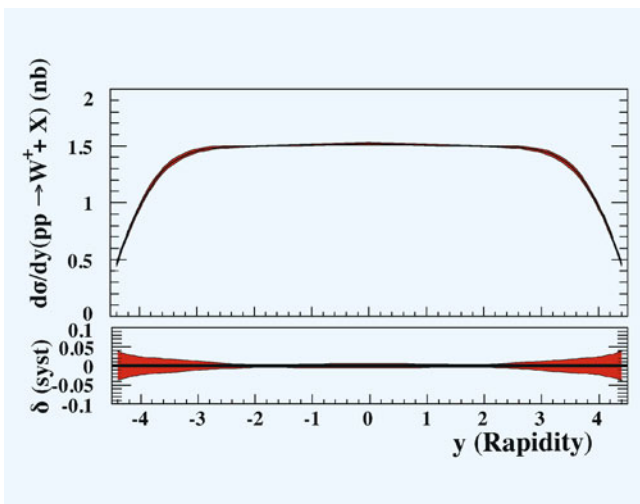


Abbildung 5: Vorhersage für den Produktionswirkungsquerschnitt einzelner  $W^+$ -Bosonen am LHC bei Energien von 14 TeV. Die untere Abbildung zeigt den entsprechenden Fehler, der aus der Unsicherheit der von H1 und ZEUS bestimmten PDF stammt.

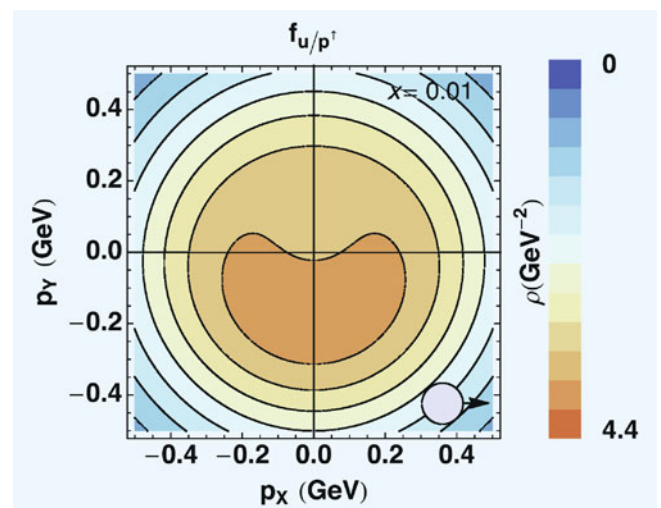


Abbildung 6: Modelvorhersage der Sivers-Verteilung von  $u$ -Quarks. Für ein rechts polarisiertes Proton bewegen sich mehr Quarks nach unten (d. h. mit negativem Impuls in  $y$ -Richtung) als nach oben.

pulse der Quarks voraussetzt, und die Suche nach einem Beitrag des Zwei-Photonen-Austauschs in der tief-unelastischen Streuung an einem transversal polarisierten Wasserstofftarget durch Messung einer Asymmetrie in der azimuthalen Winkelverteilung der gestreuten Elektronen. Innerhalb der experimentellen Genauigkeit von  $10^{-3}$  wurde kein derartiger Beitrag zum Wirkungsquerschnitt beobachtet.

Die Kalibration des Rückstoß-Detektors und das interne Alignment der einzelnen Detektorkomponenten wurden weitgehend abgeschlossen und die Analyse der mit diesem Detektor in den Jahren 2006–2007 aufgezeichneten Daten ist weit fortgeschritten.

## LHC

Bei den LHC-Experimenten war das Jahr 2009 geprägt durch Vorbereitungen auf die ersten Kollisionen, die dann bei 900 GeV und 2.36 TeV ab November erreicht wurden. Nach Analyse einer großen Anzahl kosmischer Myonen konnten die Experimente sehr gut kalibriert und die einzelnen Komponenten zueinander ausgerichtet werden. Als großer Erfolg ist zu werten, dass die Experimente von ersten Tag an voll funktionsfähig waren und in vielen Bereichen sehr schnell nahe an ihre volle Leistungsfähigkeit heran gekommen sind. Die Zeit bis zum Start des LHC wurde auch intensiv genutzt, um Verbesserungen an den Experimenten zu verwirklichen und noch fehlende, kleinere Komponenten einzubauen.

DESY ist am Aufbau, Betrieb und Optimierung des ATLAS Triggersystems beteiligt, in enger Zusammenarbeit mit deutschen und internationalen Partnern. Auf verschiedenen Gebieten wurden entscheidende Beiträge geliefert und Gruppenmitglieder konnten an zentralen Stellen Verantwortung übernehmen. Neben Arbeiten an der Verarbeitungssoftware der Triggerinformation lag der Fokus der DESY-Arbeiten auf dem Aufbau von wichtigen Komponenten zum Betrieb, der Konfiguration und der Überwachung des Triggersystems (Abbildung 7). DESY beteiligt sich aktiv am Betrieb des Triggersystems während der Datennahme.

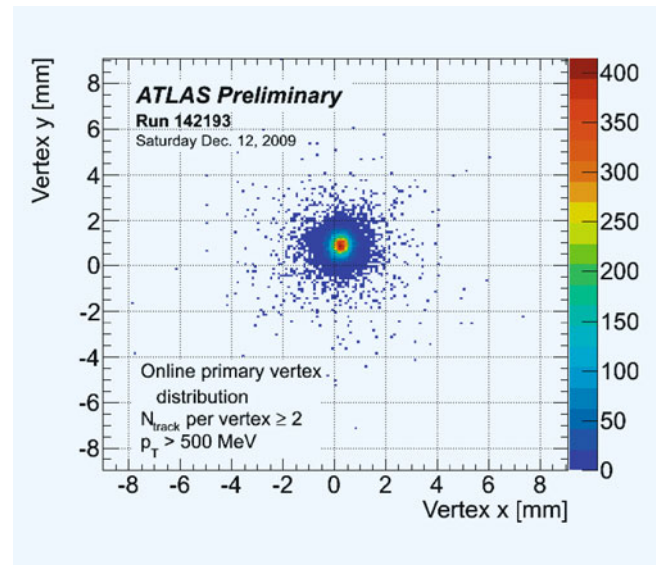


Abbildung 7: Kontrollhistogramm des ATLAS Triggersystems. Gezeigt ist die räumliche Verteilung der Kollisionspunkte in der Ebene transversal zur Strahlrichtung.

Eine weitere Aktivität der ATLAS-Gruppe ist der Bau des Luminositätsdetektors ALFA. Dabei hat die Gruppe die Präzisionsvermessung der szintillierenden Fasern, den Bau des Triggerdetektors, die Beschaffung der Photomultiplier und den Bau der Hochspannungsversorgung übernommen. Die Detektoren werden zurzeit gebaut und sollen in der Wartungsphase 2010/2011 in ATLAS eingebaut werden. Parallel dazu fanden unter Leitung eines DESY-Mitarbeiters Teststrahlungsmessungen statt.

DESY beteiligt sich an Physik-Analysen in ATLAS, insbesondere im Hinblick auf Messungen der Top-Quark-Produktion, der Suche nach Supersymmetrie und der Produktion von W- und Z-Bosonen. Die Gruppe hat Verantwortung in der Rekonstruktion von Tau-Leptonen übernommen und stellt einen Koordinator der ATLAS-Monte-Carlo-Gruppe. DESY spielt eine führende Rolle bei der Definition und Produktion von Datensätzen und stellt hier einen Koordinator sowie die Verantwortlichen für Elektronen, Tau-Leptonen und Top-Physik. DESY hat weiterhin die Verantwortung für die Implementierung von Ereignisgeneratoren in die

ATLAS-Simulation und liefert wichtige Beiträge auf dem Gebiet der schnellen Schauersimulation.

Die Beiträge der DESY-CMS-Gruppe zum Detektor liegen beim *Beam Condition Monitor* (BCM) und dem CASTOR-Kalorimeter. Der BCM dient zum Schutz des empfindlichen CMS-Spuredetektors vor Strahlenschäden durch ungünstige Strahlbedingungen. Nach dem Öffnen des CMS-Detektors Anfang 2009 wurde das System wieder eingebaut und erfolgreich in Betrieb genommen. Von den ersten Kollisionen an spielt dieses System eine wichtige Rolle im CMS Online-System. In 2009 ist es auch gelungen, das CASTOR-Kalorimeter fertig zu stellen, in den CMS-Detektor einzubauen (Abbildung 8) und in Betrieb zu nehmen. Für die DESY-Gruppe ist besonders die Datennahme in den ersten Jahren am LHC bei noch relativ geringen Luminositäten interessant, weil sich hier interessante Verbindungen zu Physik bei HERA ergeben.

DESY ist auch maßgeblich am Alignment, der exakten Ausrichtung der Komponenten, des CMS-Spuredetektors und der Qualitätsüberwachung der Daten beteiligt und hat hier wichtige Koordinationsaufgaben übernommen. Diese Arbeiten haben entscheidend dazu eingetragen, dass erste Resultate bereits kurz nach der Datennahme veröffentlicht werden konnten. Wie auch schon in der Vergangenheit, haben CMS-Mitglieder von DESY und der Universität Hamburg vom CMS Remote Center aus

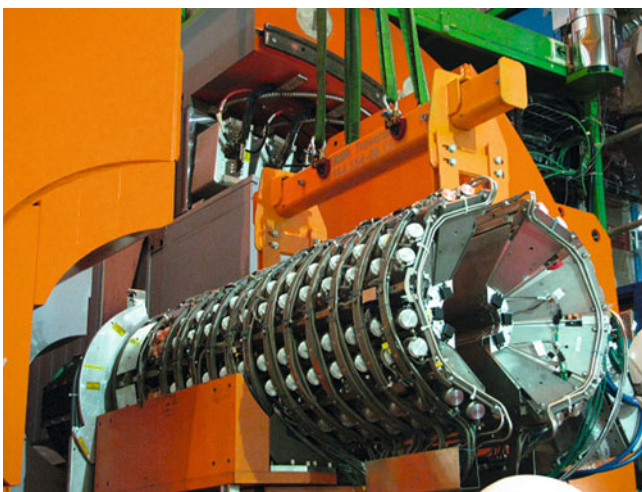


Abbildung 8: Das CASTOR Kalorimeter während des Einbaus im CMS Detektor.

alle Morgenschichten für die Datenqualitätssicherung übernommen

Die geplante Erhöhung der Luminosität (Hochluminositätsphase) ab ca. 2020 wird einen Kompletttausch der Spuredetektoren der Experimente mit sich ziehen. Dazu ist es notwendig, bereits jetzt mit den Entwicklungsarbeiten für schnellere und strahlenhärtere Detektoren zu beginnen. Die DESY-ATLAS-Gruppe hat Entwicklungsarbeiten zur Spannungsversorgung der Spuredetektoren sowie zur Simulation eines neuen Pixeldetektors begonnen. Aufgrund der hohen Strahlenbelastung muss bereits 2014 die innerste Lage des ATLAS Pixeldetektors ersetzt werden. Hier beteiligt sich DESY an der Entwicklung der Spannungsversorgung und der optischen Auslese sowie durch Teststrahlstudien neuer Sensoren.

An dem Upgrade des CMS-Experiments beteiligt sich DESY vorrangig an den R&D-Studien für einen neuen Spuredetektor. Ein Fokus der Aktivitäten auf Studien zu den Sensor-Eigenschaften, der andere Fokus auf dem Bau von den Detektor-Modulen, für die Finite-Elemente-Rechnungen für die mechanische Stabilität und die erforderliche Kühlung durchgeführt und mit entsprechenden Testständen überprüft werden sollen.

## ILC

Die Pläne zur Realisierung des *International Linear Collider* (ILC), ein  $e^+e^-$  Linearbeschleuniger mit Schwerpunktsenergien von 500 bis 1000 GeV, wurden in 2009 weiterhin global vorangetrieben. Die technische Design-Phase ist bis 2012 geplant; das Projekt durchlief im April bei einem Treffen in Tsukuba, Japan, den ersten großen internen Review nach Veröffentlichung des Reference Design Reports im Jahr 2007 (Abbildung 9). Die Arbeiten während dieser Phase konzentrieren sich auf die zwei kritischen Herausforderungen: Erreichen der höchsten Gradienten für supraleitende Resonatoren und Überwinden des electron-cloud Effekts in Positron-Dämpfungsringen, der den Maximalstrom begrenzen kann.

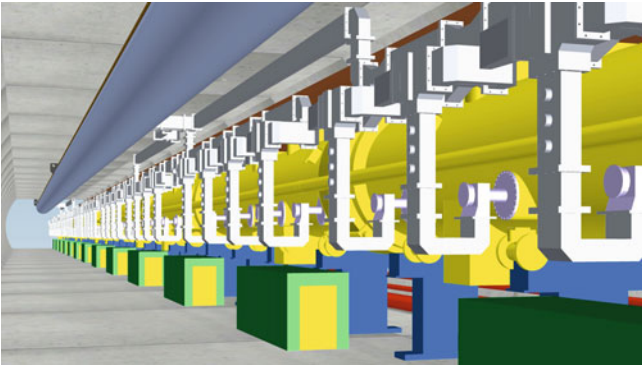


Abbildung 9: Dreidimensionale Beschleuniger-Visualisierung als DESY-Beitrag zum ILC.

Große Fortschritte gab es im Hochgradienten-Programm für die supraleitenden Resonatoren. Dieses Programm, das europäische Förderung (ILC-HiGrade) und Förderung durch die Helmholtz-Allianz erfährt, nutzt die Ausschreibung für den europäischen XFEL, um für die standardisierten Produktionsverfahren für die Resonatoren durch bessere Präparation und Diagnose höhere Gradienten, wie für den ILC erwünscht, zu erreichen. Diese Option ist weltweit einzigartig. Einen Vorgegeschmack auf den Betriebsmodus der ILC-Resonatoren gaben die Experimente bei FLASH. Im Herbst 2009 wurde ein dediziertes Experimentierprogramm am FLASH durchlaufen, in dem maximaler Strom, maximale Pulslänge und maximaler Gradient erprobt wurde. Dieser Betriebsmodus ist sowohl für den Europäischen XFEL als auch für ILC von ausschlaggebender Bedeutung und fand große internationale Beachtung.

Die Weiterentwicklung der Experimente für einen Linearbeschleuniger wurde international und bei DESY in 2009 mit Nachdruck betrieben. Die Experimente sind in Konzept-Gruppen organisiert. Nachdem Ende März die *Letter of Intents* fertig gestellt worden sind – DESY ist zentral am ILD-Detektor-Konzept beteiligt – wurden diese im Laufe des Sommers von einer internationalen Expertenkommission begutachtet. Das ILD-Konzept konnte aus dieser Begutachtung mit sehr guten Noten hervorgehen, und hat jetzt offiziell das Mandat bekommen, einen Vorschlag für einen der zwei Detektoren am ILC zu entwickeln. Eine sehr wichtige Rolle bei den Studien spielt die Software-Entwicklung. DESY hat hier an zentraler Stelle wichtige Beiträge geleistet und

ist wesentlich an der Entwicklung und dem Unterhalt der international genutzten ILC-Software beteiligt. Inzwischen wird diese Software auch vom CLIC-Projekt am CERN benutzt, mit dem eine enge Zusammenarbeit etabliert worden ist.

Die Arbeiten im Bereich der Detektorentwicklung gehen gut voran und sind national eingebunden in die Helmholtz-Allianz und international in mehreren R&D-Kollaborationen sowie auf europäischer Ebene durch die EU gefördert im Rahmen des EUDET-Projekts. Im Rahmen von EUDET ist am DESY ein hochauflösendes Strahlteleskop aufgebaut worden, welches am DESY und am CERN zum Einsatz kommt. Im Sommer des Jahres 2009 war das Teleskop für mehrere Monate am CERN im Einsatz und wurde dort sowohl im Rahmen von ILC als auch im Rahmen von ATLAS-Projekten für Upgrade-Studien verwendet. Der große TPC-Prototyp wurde im Jahre 2009 fast kontinuierlich von Gruppen aus Frankreich, den Niederlanden, Deutschland, Japan und Kanada verwendet um verschiedene Technologien im Strahl zu erproben. Ab 2010 werden alle wesentlichen Komponenten einschließlich 10 000 Auslesekanälen verfügbar sein und eine Fülle grundlegender Untersuchungen ermöglichen (Abbildung 10).

Nach dem Abschluss der Teststrahlkampagne des hadronischen Kalorimeters am Fermilab im Herbst 2008

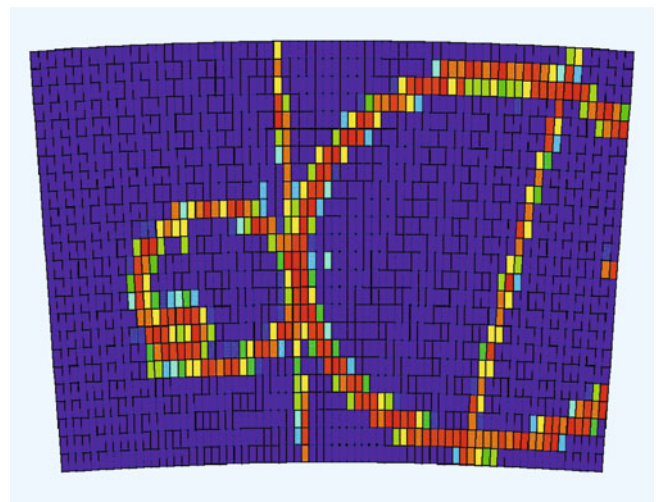


Abbildung 10: Rekonstruktion eines niederenergetischen Teilchens, nachgewiesen im TPC-Prototyp.

konzentrierten sich die Aktivitäten hier auf die Analyse der Daten, und die Entwicklung der nächsten Prototyp-Generation. Ausführliche Studien über den mechanischen Aufbau der geplanten Module wurden durchgeführt, um eine optimierte Struktur entwickeln zu können. Die Instrumentierung der Vorwärts Region am ILC stellt besondere Herausforderungen an die Strahlhärte und Auslesegeschwindigkeit der Detektoren. Im Rahmen der FCAL Kollaboration gehen die Entwicklungsarbeiten planmäßig voran. Technologien, die im Rahmen des FCAL Projektes entwickelt wurden, finden inzwischen eine Anwendung für Instrumentierung der Strahlüberwachung im CMS Experiment.

## Theorie

Das Jahr 2009 war aus Sicht der DESY Theoriegruppe durch mehrere große wissenschaftliche Veranstaltungen geprägt. Im Juli kamen Teilnehmer aus aller Welt am DESY für eine Konferenz über *Particles, Strings and Cosmology* (PASCOS 2009) zusammen. Die hochkarätig besetzte Sprecherliste und sehr anspruchsvolle Parallelsitzungen inspirierten mehr als 200 Wissenschaftler zu einem angeregten und sehr interdisziplinären Gedankenaustausch. Eingebettet in diesen Rahmen hielt der renommierte Kosmologe Prof. J. Silk (Oxford) die Heinrich-Hertz-Lecture mit dem Titel *Dark matters*.

Ebenfalls im Juli fand im Rahmen des HISS-Programms (*Helmholtz Internatioal Summer Schools*) der Helmholtz-Gemeinschaft in JINR/Dubna/Russland die 10-tägige Schule *CALC – 2009 Calculations for Modern and Future Colliders* statt, die gemeinsam von DESY und dem Theorie-Labor des JINR organisiert wird. Insgesamt gab es über 100 Teilnehmer aus mehreren Ländern.

Der diesjährige Theorieworkshop war der *Collider Phenomenology* gewidmet. Unter der Leitung von W. Hollik (MPI München) hatte das Organisationskomitee ein interessantes und thematisch weit gefächertes Programm zusammengestellt. In 20 Plenar- und 35 Parallelvorträgen kamen zahlreiche aktuelle Themen der Teilchenphänomenologie zur Sprache.

Gleich in der sich anschließenden Woche vom 4. zum 9. Oktober 2009 fand in den Räumen der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften die Internationale Konferenz *QCD: The Modern View of the Strong Interactions* statt, an welcher 100 Teilnehmer aus 12 Ländern teilnahmen, darunter auch drei Nobelpreisträger. Die Konferenz wurde gemeinsam von DESY, LMU München und MPI für Physik München organisiert (J. Blümlein, H. Fritzsche, D. Lüst). In ca. 45 Vorträgen wurden zum einen Übersichten über verschiedene moderne Entwicklungen auf dem Gebiet der Quanten Chromodynamik gegeben, zum anderen wurden insbesondere durch junge Nachwuchswissenschaftler wichtige neue Einzelergebnisse vorgestellt. M. Veltman (Ann Arbor) gab einen öffentlichen Abendvortrag über *Challenges at Particle Accelerators: Past, Present, and Future*.

Seit dem 1. Oktober 2009 ist Herr Prof. Georg Weiglein (ex. IPPP Durham) als Leitender Wissenschaftler in der Theoriegruppe beschäftigt. Diese Stelle war seit der Emeritierung von Herrn Prof. P. Zerwas im Frühjahr 2007 vakant gewesen. Mit dem Eintreffen von Herrn Prof. Weiglein kann nun die Arbeitsgruppe *Collider Phenomenology* bei DESY Standort Hamburg wieder neu aufgebaut werden.

Im Rahmen einer gemeinsamen Berufung von DESY und der Universität Hamburg wurde Frau Prof. Gudrid Moortgart-Pick als W2-Professorin berufen. Sie nimmt ebenfalls zum 1. Oktober 2009 ihre Arbeit auf dem Gebiet der Phänomenologie an der Schnittstelle zu Collider-Experimenten auf. Diese Professur ist insbesondere auf die Zukunftsprojekte von DESY in der Teilchenphysik ausgerichtet.

In der Arbeitsgruppe *Stringtheorie* wurden im Berichtszeitraum große Fortschritte gemacht bei der Anwendung stringtheoretischer Methoden auf die Eichtheorie. Insbesondere ist es Mitarbeitern der Gruppe so zum ersten Male gelungen, die anomalen Dimensionen einer wechselwirkenden 4-dimensionalen Eichtheorie als Funktion der Eichkopplung exakt zu berechnen, ein Ergebnis, das weltweit große Beachtung gefunden hat.

Schwerpunkte der Forschung in der Arbeitsgruppe *Teilchenkosmologie* waren zum einen die Stabilität von Va-

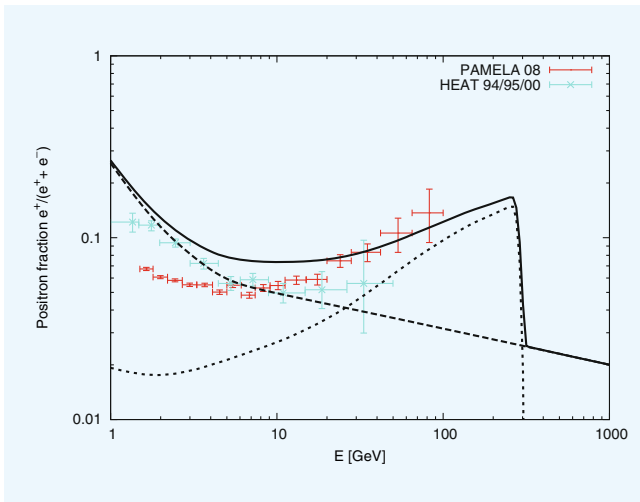


Abbildung 11: Der gemessene Anteil kosmischer Positronen bei hohen Energien übersteigt die Erwartung aus dem Zerfall primärer kosmischer Strahlung aus der Milchstraße (abfallende gestrichelte Linie). Dieser Anstieg könnte aus dem Zerfall von Gravitinos mit einer Masse von  $\sim 600$  GeV und einer Zerfallsdauer von  $\sim 1,5 \times 10^{26}$  s stammen (ansteigende gepunktete Linie).

kua in Theorien mit zusätzlichen Raumdimensionen. Es wurde gezeigt, dass die Existenz skalarer Teilchen mit Massen unterhalb der Gravitinomasse eine generische Eigenschaft ist. Zum anderen wurden Vorhersagen von dunkler Materie aus Gravitinos für die hochenergetische kosmische Strahlung von Positronen, Antiprotonen und Photonen untersucht (Abbildung 11).

Die Aktivitäten auf dem Gebiet der Gittereichtheorie wurden neu strukturiert und die langfristigen Planungen überarbeitet. Insbesondere sind nun alle „DESY Lattice Physiker“ in einer Gruppe zusammengefasst, die auch die DESY-Forschergruppe am Neumann-Institut for Computing (NIC) bildet.

## Astroteilchenphysik

Die weitere Komplementierung des IceCube-Experiments ist erfolgreich vorangeschritten. In der Saison 08/09 wurden 19 Strings installiert. Damit waren in Summe 59 von insgesamt 86 Strings im Eis. Die Fer-

tigstellung des Experiments wird daher wie vorgesehen im Jahr 2011 erfolgen können (Abbildung 12).

In der Datenanalyse wurde eine Winkelauflösung von besser als  $1^\circ$  durch den Nachweis des Mondschattens demonstriert. In der Winkelverteilung der geladenen kosmischen Strahlung konnte eine vom Nordhimmel her bekannte Anisotropie von der Größenordnung einiger zehntel Prozent erstmals auch am Südhimmel gemessen werden. Diese Beobachtungen werden jetzt mit Modellvorstellungen zu großräumigen galaktischen Magnetfeldern bzw. kosmischen Einzelquellen konfrontiert. Die Neutrino-Analysen haben zu wesentlich verbesserten oberen Grenzen für Neutrino-Quellen geführt. Dabei gelang es, die Suche von dem in Neutrinos für IceCube am besten sichtbaren Nordhimmel auch auf den Südhimmel auszudehnen. Die Aktivitäten in Zeuthen sind zunehmend auf die Analysen und „Physikernte“ konzentriert. In diesem Zusammenhang baut DESY seine Rolle als europäisches Daten- und Analyse-Zentrum für IceCube aus.

Das MAGIC Experiment hat ein zweites Teleskop mit 17 m Durchmesser in Betrieb genommen und damit das physikalische Potential deutlich erhöht. Die DESY-Gruppe hat für Multimessenger-Analysen ein Programm initiiert, bei dem IceCube Trigger-Signale

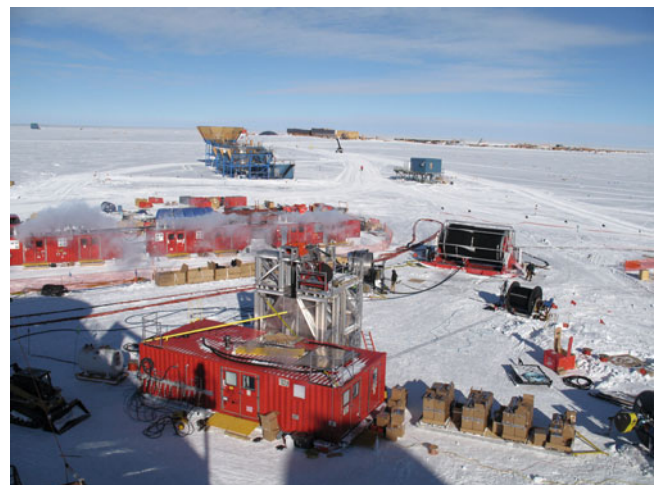


Abbildung 12: Ansicht der IceCube Bohrstation mit Heizgeräten, Pumpen und der Bohrhütte im Vordergrund. Im Hintergrund ein Radioteleskop und der Südpol.

zur Steuerung des MAGIC-Gamma-Teleskops auf La Palma verwendet werden. Außerdem ist die Gruppe in die Analyse von Aktiven Galaktischen Kernen involviert. Ein Teil der Daten wurde in einer Multi-Wellenlängen-Kampagne mit Röntgendaten und niederenergetischen Gamma-Strahlen verwandt.

Das CTA Experiment (*Cerenkov Telescope Array*) befindet sich in der R&D und Prototyp Phase und erhält große Unterstützung durch den *ASPERA Call* in dessen Fokus die Förderung des CTA Experiments und von *Dark Matter Searches* stehen. Das Konsortium ist auf 105 Instituten aus 22 Ländern angewachsen. DESY arbeitet an folgenden Aufgaben: Entwicklung eines Teleskop-Prototyps mit einem 12 Meter großen Spiegelträger, Optimierung des CTA-Arrays, Produktion simulierter Daten mit Grid-Software, Vorschlag einer digitalen Trigger-Elektronik, Entwicklung der Hochspannungs-Versorgung für die Photoröhren der Kamera und Design des Array Control Centers. Diese Arbeiten werden zum Teil in enger Kollaboration mit der Universität Erlangen, der HU Berlin, dem MPI Heidelberg und dem ANL durchgeführt. Eine Nachwuchsgruppe der Helmholtz-Gemeinschaft wird ab 2010 ihre Arbeit aufnehmen. Damit werden die DESY-Beiträge zur physikalischen Analyse- und Daten-Rekonstruktion wesentlich verstärkt.

In der Astroteilchentheorie hat Prof. Martin Pohl am 01.10.2009 seine Position als Leitender Wissenschaftler bei DESY und als Professor an der Potsdamer Universität angetreten. Seine Gruppe wird eine Klammer zum AIP Potsdam herstellen.

## DESY Grid Center

Das gemeinsame DESY Tier-2 an den beiden Standorten Hamburg und Zeuthen für die LHC-Experimente ATLAS und CMS wurde in 2009 entsprechend der Ausbaupläne weiterentwickelt. Neu hinzugekommen ist der Aufbau eines Tier-2 Zentrums für das LHCb-Experiment, der durch eine Anschubfinanzierung durch das BMBF ermöglicht wurde. Das DESY Tier-2 insgesamt zeichnet sich durch eine sehr hohe Verfügbarkeit

und Zuverlässigkeit im internationalen Vergleich aus, dieses wird durch regelmäßige Testprogramme innerhalb des weltweiten LHC-Computings extern überprüft. Gleichzeitig nimmt DESY mit einem etwa 70% Nutzungsanteil seine internationale Verpflichtung wahr. Das Tier-2 für CMS wird seit langem in einer Föderation mit der RWTH Aachen betrieben. Für das ATLAS Tier-2 Zentrum wurde eine ebensolche Föderation mit der Universität Göttingen aufgesetzt. Föderation bedeutet dabei eine Koordination der (IT-) Services und eine Vertretung in LHC-Gremien, die von DESY wahrgenommen werden.

Zusätzlich unterstützt DESY eine Vielzahl von weiteren Experimenten, im Grid als virtuelle Organisationen (VO) zusammengefasst. Hierzu gehören wesentlich die HERA-Experimente, ILC und IceCube, aber auch erste Communities auf der Forschung mit Photonen.

Der Aufbau der *National Analysis Facility* (NAF) im Rahmen der HGF-Allianz *Physics at the Terascale* wiederum an beiden Standorten konnte auch dank einer großzügigen Anschubfinanzierung durch das BMBF erfolgreich durchgeführt werden. Das System ist seit längerem betriebsbereit und wird intensiv und überwiegend von externen nationalen Nutzergruppen benutzt. Es wurde ein Nutzerausschuss eingesetzt, in dem Betrieb und weiterer Ausbau mit den Experimenten abgestimmt wird.

Im Rahmen der nationalen Grid-Initiative D-Grid ([www.d-grid.de](http://www.d-grid.de)) konnte wiederum erfolgreich ein Aufstockungsantrag in beträchtlichem Umfang für Investitionen im Hardwarebereich für das Grid-Computing gestellt werden. Gleichzeitig gelang es, in der D-Grid Initiative sowie im EU-Projekt EGEE III Folgeanträge erfolgreich zu platzieren.

Weiterhin hat das dCache Projekt ([www.dcache.org](http://www.dcache.org)) als eine insbesondere von DESY entwickelte und für die LHC-Datenspeicherung weltweit sehr zentrale Komponente die umfangreichen Grid-Aktivitäten (siehe auch <http://grid.desy.de>) geprägt. DESY hat hier eine sehr hohe Sichtbarkeit und Verpflichtung, denn etwa 70% der LHC-Daten außerhalb von CERN werden von dieser verteilt installierten Software verwaltet.



Daneben wird intensiv an der Inbetriebnahme der Computing-Infrastruktur für das offline-Computing an PETRA III gearbeitet. Gleichzeitig berät die IT-Gruppe den XFEL in der Erstellung eines *Computing Technical Design Reports* (CTDR). Bei DESY werden Vorkehrungen getroffen, um den XFEL mit Standard-DV-Leistungen zu unterstützen. Diese Dienste können auf der Basis einer Kosten-Leistungsrechnung gegenüber der XFEL-GmbH abgerechnet werden, entsprechende Basis-Vereinbarungen wurden dazu vorbereitet.

Im Rahmen der nationalen Grid-Initiative D-Grid ([www.d-grid.de](http://www.d-grid.de)) konnte wiederum ein Projektantrag erfolgreich zum Thema Datenmanagement in Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen gestellt werden. An der Fortführung des europäischen Projektes EGEE in einer neuen europäischen Gesamtstruktur EGI wird derzeit gearbeitet. Dazu ist DESY Mitglied der Gauß-Allianz geworden, einem Verein mit den wesentlichen nationalen großen Rechenzentren als Mitglieder. Ziel ist, die nationale Grid-Strategie mit zu gestalten und die Interessen der deutschen Teilchenphysik zu vertreten.

## Weitere Projekte

### ALPS

Zur Suche nach bisher unbekanntem sehr leichten und extrem schwach wechselwirkenden Teilchen mit dem Experiment ALPS (*Any Light Particle Search*) wird ein hochintensiver Laserstrahl durch die Hälfte eines HERA-Dipolmagneten bis zu einer Wand geführt und untersucht, ob in der zweiten Magnethälfte hinter der Wand Licht neu entsteht. Im Jahr 2009 konnte das Projekt erfolgreich abgeschlossen werden. In einer Kollaboration aus vier deutschen Instituten wurden die weltweit empfindlichsten Messungen in diesem Forschungsbereich durchgeführt. Dies gelang durch Steigerung der effektiven kontinuierlichen Laserleistung von 34 W auf bis zu 1300 W und dem Einsatz einer neuen empfindlicheren CCD-Kamera. Damit hat ALPS die ursprünglichen Projektziele deutlich übertraffen. Neben zahlreichen Konferenzbeiträgen ist die-

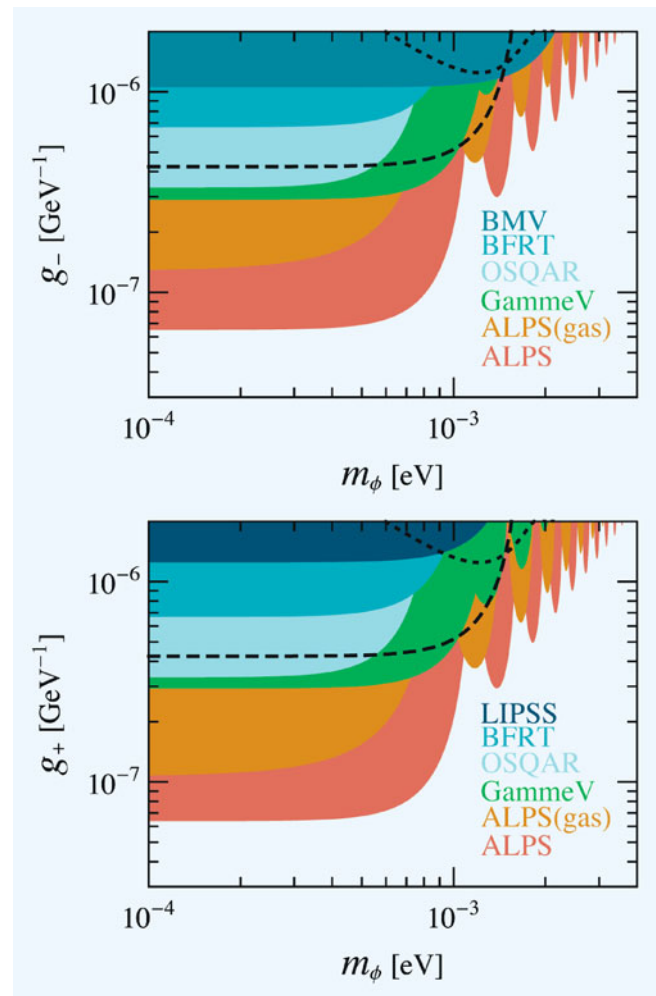


Abbildung 13: Ausschlussgrenzen für pseudoskalare (oben) und skalare (unten) Axion-ähnliche Teilchen von ALPS und anderen Experimenten.

ses wichtige Ergebnis inzwischen veröffentlicht worden (Abbildung 13).

Der Erfolg von ALPS beruht ganz wesentlich auf den Experimentiermöglichkeiten bei DESY sowie der Zusammenarbeit von Hochenergiephysikern und Experten zum Bau und Betrieb großer Laserinterferometer zum Nachweis von Gravitationswellen. Die an ALPS beteiligten Institute haben ihre grundsätzliche Bereitschaft zur Fortführung der Zusammenarbeit erklärt.

In den kommenden zwei Jahren sollen Voruntersuchungen über ein mögliches verbessertes Folgeexperiment durchgeführt werden.

## OLYMPUS

Aus der Hadron- und Kernphysik wurde unter Federführung des Massachusetts Institute of Technology (MIT) ein Vorschlag zur genauen Vermessung der  $e^+p/e^-p$  Wirkungsquerschnitte bei DORIS als OLYMPUS-Experiment eingereicht. Für das Verständnis des Aufbaus des Protons ist die Bestimmung der elektrischen (GE) und magnetischen (GM) Formfaktoren von besonderem Interesse. Diese Formfaktoren beschreiben die Verteilung von Ladung und Magnetismus im Proton. Die seit über 50 Jahren durchgeführten elastischen Elektron-Proton-Streuexperimente besagen, dass das Verhältnis GE/GM als Funktion des Impulsübertrags konstant ist. Neue Messungen mit Polarisation am Jefferson Laboratory zeigen dagegen eine signifikante Abweichung: das Verhältnis GE/GM fällt als Funktion des Impulsübertrags ab. Es wird vermutet, dass dieses durch den Austausch von zwei Photonen bei der Wechselwirkung verursacht wird. Das bisherige Verständnis des Protons basiert dagegen auf dem Austausch von nur einem Photon bei der elastischen Streuung.

Eine präzise Bestimmung des Zwei-Photonaustausches soll nun mit dem OLYMPUS-Experiment bei DORIS durchgeführt werden. Es handelt sich dabei um die erste Messung dieser Art überhaupt. Der Zwei-Photonaustausch lässt sich relativ einfach bestimmen, indem die Streumessungen sowohl mit Elektronen als auch mit Positronen durchgeführt werden. Bei bisherigen Messungen sind nur Elektronen verwendet worden. DORIS zeichnet sich dadurch aus, dass es der weltweit einzige Speicherring ist, der in dem gewünschten Energiebereich ein schnelles Umschalten von Elektron- auf Positronbetrieb mit hohen Strahlströmen ermöglicht.

Für das neue Experiment soll der *Bates Large Acceptance Spectrometer Toroid* (BLAST) verwendet werden, mit dem am Bates-Beschleuniger des MIT in den USA Messungen durchgeführt wurden. Der BLAST/OLYMPUS-Detektor soll dafür in den USA demontiert, zu DESY transportiert und wieder aufgebaut werden. Der Detektor ist im Vergleich zu den HERA-Experimenten relativ klein und einfach strukturiert. Für den Aufbau am DESY muss dazu die frühere

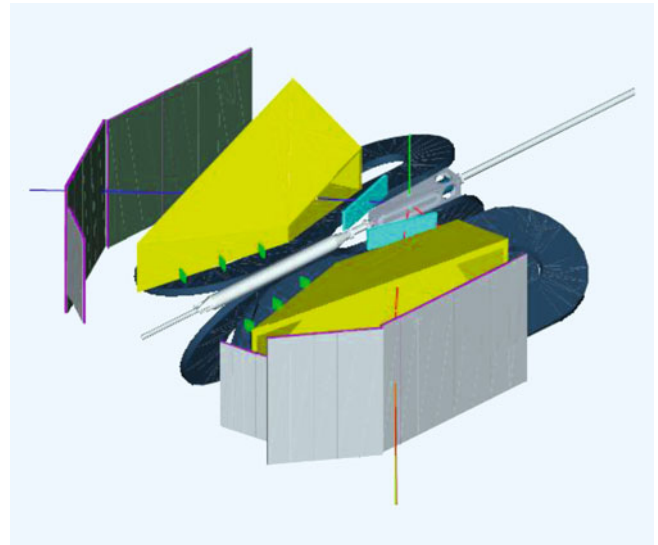


Abbildung 14: Schematischer Aufbau des OLYMPUS-Detektors: In der Mitte die Target-Kammer und das Strahlrohr, umgeben vom GEM Spurdetektor (hellblau), Driftkammern (gelb) und Driftzeit-Detektoren (grau). Die Spulen an der Unterseite sind blau dargestellt.

ARGUS-Wechselwirkungszone bei DORIS umgebaut werden.

Der Vorschlag für das OLYMPUS-Experiment wurde im Herbst 2008 eingereicht (Abbildung 14) und im September 2009 fand eine umfangreiche technische Begutachtung mit externen Gutachtern statt. Das Projekt wurde daraufhin vom DESY Direktorium genehmigt.

Der Zeitplan sieht vor, den BLAST-Detektor Anfang 2010 bei MIT zu demontieren, im Mai zu DESY zu transportieren und anschließend in der DORIS-Halle, unterhalb der Strahlposition, aufzubauen. Die DORIS-Wechselwirkungszone soll im Winter 2010/11 umgebaut werden, so dass im Sommer 2011 der Detektor in die Strahlposition gefahren werden kann. Die Datennahme ist für Januar–Februar 2012 (ein Monat) und Oktober–Dezember 2012 (zwei Monate) vorgesehen. Dieser Zeitplan ist abgestimmt mit dem Betrieb der DESY-Synchrotronstrahlungsquellen.

Die OLYMPUS-Kollaboration besteht zurzeit aus 57 Physikern und Ingenieuren aus 16 Instituten aus den

USA, Deutschland, Italien, Russland, Schottland und Armenien. Das Experiment bietet eine einzigartige Möglichkeit, eine für das Verständnis des Protons wichtige Messung mit relativ geringem Aufwand durchzuführen. Sowohl der Beschleuniger als auch der Detektor existieren bereits. Der Aufwand für die Modifikation von DORIS ist relativ gering.

## Schülerlabor

Das DESY-Schülerlabor *physik.begreifen* am Standort Hamburg bietet Schulklassen von der 4. bis zur 13. Klasse eintägige Praktika zu unterschiedlichen Themenbereichen der Physik an. Die Praktika sind so gestaltet, dass die Kinder und Jugendlichen in kleinen Forscherteams möglichst eigenständig experimentieren und durch eigenes Überlegen oder mit Hilfe von Informationsmappen die beobachteten physikalischen Phänomene erklären können. Die Schülerinnen und Schüler werden bei ihrer Arbeit von fachlich und pädagogisch qualifizierten Studenten unterstützt. Das Ziel dieser Veranstaltungen ist es, das Interesse der Jugendlichen an Naturwissenschaften, insbesondere an Physik, zu wecken und zu fördern. Über die positiven Erfahrungen im Schülerlabor lassen sich die Schülerinnen und Schüler schnell für Physik begeistern und sind sehr viel aufgeschlossener gegenüber dieser „harten Wissenschaft“.

Die Nachfrage für Veranstaltungen bei *physik.begreifen* ist sehr groß. Binnen weniger Stunden sind meist alle angebotenen Termine für Schulklassen und auch die Ferienaktionen ausgebucht. Der Schülerlaborpavillon wird in den kommenden Monaten aufgestockt. Die Baumaßnahmen werden mit Geldern aus dem Konjunkturpaket II finanziert, die uns über die Wissenschaftsbehörde in Hamburg zur Verfügung gestellt wurden.

Das Experimentierangebot im Vakuumlabor in Zeuthen wurde in 2009 von ca. 2500 Schülerinnen und Schülern aus 112 Klassen genutzt. Auch das Cosmic-Lab wurde von zahlreichen Jugendlichen zur Durchführung

von Projektwochen und Praktika besucht. Dabei wurden auch langfristige Arbeiten betreut: vier Schüler aus Cottbus arbeiten für zwei Jahre im Projekt mit, zwei Schüler machen ihre 5. Prüfungskomponente für das Abitur in dem Projekt

## Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Das Jahr 2009 stand für DESY ganz im Zeichen des 50-jährigen Bestehens des Forschungszentrums. Viele Veranstaltungen und Attraktionen begleiteten das Jubiläumsjahr.

Es begann am 2. März 2009 mit einer großen Auftaktveranstaltung, die zugleich die feierliche Amtübergabe des Vorsitzes des DESY-Direktoriums von Albrecht Wagner an Helmut Dosch darstellte. Regelmäßige öffentliche Abendveranstaltungen mit Vorträgen und Vorführungen begleiten durch das Jubiläumsjahr. Im März lud DESY zum *Science Photo Walk*, bei dem rund 100 Fotografen Gelegenheit hatten, bei DESY „Forschung live“ zu portraituren. Die besten Bilder wurden prämiert und in einer Ausstellung im Hamburger Leventehaus in der Mönckebergstraße präsentiert. Auch auf dem 820. Hamburger Hafengeburtstag mit Partnerland Schweiz präsentierte DESY publikumswirksam eine Ausstellung zur *Weltmaschine LHC am CERN in Genf* sowie Vorträge zum Thema Urknall. Eine große Veranstaltung mit Bundesforschungsministerin Schavan gab es am 21. Juli 2009 anlässlich der Grundsteinlegung für die Beschleunigermodul-Testhalle AMTF für den Röntgenlaser European XFEL.

Am 7. November 2009 folgte ein breit gefächertes Programm zur Nacht des Wissens in Hamburg, an der sich DESY beteiligt, und zusätzlich einen Tag der offenen Tür mit verlängerten Öffnungszeiten anbietet. Am 16. November folgte als weiterer Höhepunkt die Inauguration der neuen Lichtquelle PETRA III.

Am 13. Juni 2009 beteiligte sich DESY wieder gemeinsam mit der Humboldt-Universität an der Langen Nacht der Wissenschaften in Berlin.



Abbildung 15: Ada Yonath erhielt den Nobelpreis für Chemie 2009 (Fotos: Arbeitsgruppe Ribosomenstruktur der Max-Planck-Gesellschaft).

# Forschung mit Photonen

## HASYLAB

Im Jahr 2009 haben rund 2320 Wissenschaftler/-innen, darunter etwa 200 Nutzer von FLASH, Experimente bei HASYLAB vorbereitet und durchgeführt. Darin enthalten sind auch die rund 570 Wissenschaftler/-innen, die die Messplätze und Labore von EMBL, MPG sowie der Universität Hamburg bei DESY für Untersuchungen im Bereich der Strukturbiologie nutzen.

Ein herausragendes Highlight in diesem Jahr war die Verleihung des Nobelpreises für Chemie an Ada Yonath vom Weizmann-Institut aus Israel (Abbildung 15). Sie hat über 18 Jahre lang die Max-Planck Forschungsgruppe *Ribosomenstruktur* auf dem DESY-Gelände geleitet und auch DORIS III für ihre bahnbrechenden Messungen genutzt. Der Nobelpreis wurde ihr zusammen mit zwei Kollegen aus den USA für ihre Arbeit zur Aufklärung der Struktur der Ribosoms verliehen.

Wie bereits im letzten Jahr wurde eine Auswahl der experimentellen Ergebnisse und Berichte über den aktuellen Stand der Lichtquellen bei DESY im neuen *Photon Science 2009 – Annual Report and Highlights* Bericht präsentiert. Seit letztem Jahr ersetzt dieser 130 Seiten umfassende Bericht den traditionellen HASYLAB Jahresbericht und bietet in gekürzter Fassung und neuem Layout einen guten Überblick über die Aktivitäten der *Forschung mit Photonen* bei DESY. Die Berichte über jedes einzelne durchgeführte Experiment können nach wie vor auf unter [http://hasylab.desy.de/annual\\_report](http://hasylab.desy.de/annual_report) eingesehen werden.

Anfang des Jahres fand auch die zweite Evaluierung des Programms PNI (Großgeräte für die Forschung mit Photonen, Neutronen und Ionen) des Forschungsbereiches Struktur der Materie innerhalb der programmorientierten Forschung der Helmholtz-Gemeinschaft statt,

die alle 5 Jahre durchgeführt wird. Die wissenschaftlichen und strategischen Ziele der Forschung mit Photonen bei DESY wurden innerhalb des Programms exzellent begutachtet.

## DORIS III

Bei DORIS III konnten wieder 5409 Stunden für Nutzerexperimente zur Verfügung gestellt werden. Die durchschnittliche Verfügbarkeit lag bei 95.6%. Nach der neunmonatigen Betriebspause im letzten Jahr und einer kurzen Messzeit von September bis Dezember wurde die anschließende kurze Betriebspause im Winter 2008/2009 genutzt, um an einigen Strahlführungen Umbauten bzw. Erweiterungen vorzunehmen:

- Der Stahl A1 wurde speziell für Röntgenabsorptionsspektroskopie optimiert. Dazu wurde eine neue Röntgenspiegelkammer eingebaut, die als Prototyp für PETRA III entwickelt wurde.
- Verbesserungen an der Strahlführung D3 wie z. B. eine neue mechanische Halterung der neuen Monochromatorkristalle haben hier zu einer deutlichen Intensitätserhöhung geführt hat.
- Im Gegenzug wurden die Strahlführungen E4 (XAS Aufbau) und G1 (Reflektometer) wie geplant geschlossen.

Insgesamt 273 neue Forschungsanträge wurden von externen Gruppen für DORIS III im Jahr 2009 eingereicht (ohne die biologische Forschung bei EMBL und MPG). Die Gesamtzahl dieser Anträge hat damit im Vergleich zu den vergangenen Jahren einen Rekordwert erreicht. Das ist bemerkenswert, denn im Vorjahr stand deutlich weniger Messzeit für die Nutzer zur Verfügung, da der

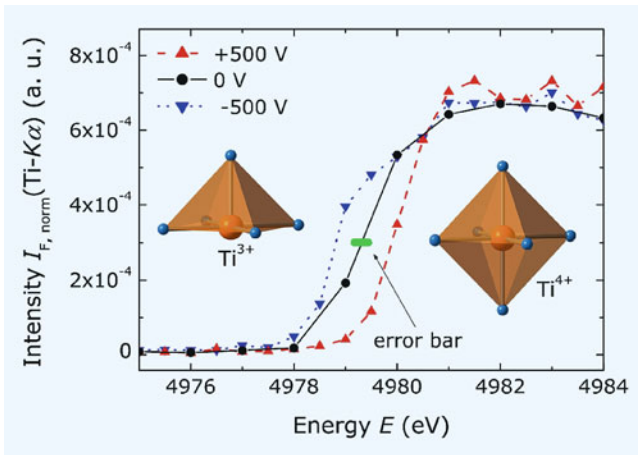


Abbildung 16: XANES-Spektrum für Photonenenergien an der Ti-K-Absorptionskante. Durch das Schalten des elektrischen Feldes verändert sich die Ti-K Absorptionsenergie um  $1.29 \pm 0.05$  eV. Dargestellt ist auch das Koordinationspolyeder mit Sauerstoff (blaue Kugeln) und Ti-Kationen (orangefarbene Kugeln).

PETRA-III-Umbau eine lange Betriebsunterbrechung von DORIS III erforderlich machte.

Unter den zahlreichen Veröffentlichungen gab es interessante Messungen einer Gruppe von Wissenschaftlern der TU Dresden, dem Forschungszentrum Rossendorf, sowie von DESY. Sie haben Strontiumtitanat in einem elektrischen Feld untersucht (Abbildung 16). Das kontrollierte Schalten der Ti-Valenzzustände, das sie nachweisen konnten, könnte für katalytische und andere Anwendungen interessant sein. (T. Lesegang et al., Phys. Rev. Lett. **102**, 087601 (2009))

Über den zukünftigen Betrieb von DORIS III ist endgültig entschieden worden. Wie bereits angekündigt wird diese Synchrotronstrahlungsquelle in der momentanen Konstellation bis zur endgültigen Abschaltung Ende 2012/Anfang 2013 weiter betrieben werden. Erfolgreiche, momentan noch bei DORIS III betriebene Techniken, die in der jetzigen Ausbaustufe von PETRA III nicht verfügbar sind, sollen auch in Zukunft Nutzern bei DESY zur Verfügung stehen. Es ist deshalb geplant die neue PETRA-III-Photonenquelle um zwei Experimentierhallen zu erweitern, die Platz für etwa 10 zusätzliche Strahlführungen an Undulatoren

oder Ablenkmagneten bieten. Zahlreiche Nutzergruppen haben schon Ihr Interesse daran bekundet. Ein erster Workshop zu dieser sogenannten PETRA-III-Extension wurde im November bei DESY unter reger Beteiligung der Nutzerschaft durchgeführt. Mehr als 150 Teilnehmer/innen hatten sich dazu angemeldet.

## PETRA III

Im Jahr 2009 wurden die wichtigsten Meilensteine des PETRA-III-Projektes erreicht. Nach etwas weniger als zwei Jahren wurde der Umbau des Speicherrings beendet und der Aufbau der Strahlführungen und Experimentierhütten in der neuen 288 m langen PETRA-III-Experimentierhalle konnte beginnen oder weitergeführt werden (Abbildung 17).

Der Start der Maschine verlief sehr erfreulich. Am 16. April wurde der erste Positronenstrahl in der PETRA-III-Maschine gespeichert. Kurz darauf konnte, nachdem auch der erste Undulator geschlossen wurde, der direkte Strahl erstmals auf Leuchtschirmen am Eingang der Strahlführung sichtbar gemacht werden. Der nächste, größere Meilenstein war die gelungene Installation des ersten Monochromators an der Strahlführung P09, dessen monochromatischer Strahl am 17. Juli nachgewiesen werden konnte. Im September wurde durch eine Messung bestätigt, dass die horizontalen Emittanz dem Designwert von 1 nmrad entspricht. Die-



Abbildung 17: Blick über die Sektoren 5 und 6 der PETRA-III-Experimentierhalle.

ser Wert ist eine wichtige Größe für die Qualität einer Maschine. PETRA III ist somit eine Synchrotronstrahlungsquelle der dritten Generation mit der weltweit niedrigsten Emittanz.

Insgesamt sieben Undulatoren für harte Röntgenstrahlung, sowie ein Undulator für weiche Röntgenstrahlung (200 eV bis 3 keV) wurden bisher im PETRA-III-Tunnel eingebaut. Der einzige Undulator für weiche Röntgenstrahlung, ein 5 m langer APPLE-II-Undulator mit variabler Polarisation, wurde vom Helmholtz-Institut Berlin (HZB) gebaut.

In der zweiten Jahreshälfte wurden dann die Strahlführungen, Vakuumsysteme, experimentelle Aufbauten sowie das Sicherheitssystem für die drei Beamlines P08, P09 und P10 aufgebaut. Erste Testexperimente von Nutzern starteten am 12. Oktober an der Strahlführung P08. Die offiziellen Strahlzeiten für Nutzer beginnen ab Juli 2010 an denjenigen Strahlführungen, die bis dahin fertig gestellt sind.

Bis Ende 2009 wurden insgesamt 16 Experimentierhütten aufgestellt und mit allen nötigen Versorgungsleitungen (Stromversorgung, Kühlwasser, Ethernet, Kühlung, usw.) ausgerüstet. In den Hütten für optische Komponenten wurden sechs Monochromatoren installiert. Darunter befindet sich auch ein neu entwickelter *Large Offset*-Monochromator (LOM 1200), der den monochromatischen Strahl um 1250 mm nach oben ablenkt. Auch wurden u. a. mehrere Diffraktometer in den Experimentierhütten aufgebaut und getestet.

Über das Jahr verteilt wurden insgesamt acht Workshops organisiert, um die wissenschaftlichen Konzepte und Spezifikationen der Strahlführungen mit den Nutzern zu diskutieren.

Am 7. November wurde die PETRA-III-Halle zum ersten Mal der breiten Öffentlichkeit am *Tag der offenen Tür* der zusammen mit der *Nacht des Wissens* in Hamburg stattfand, vorgestellt. An diesem Tag wurde PETRA III auch als *Ausgewählter Ort* im Land der Ideen ausgezeichnet. Schirmherr dieser Initiative ist Bundespräsident Horst Köhler. Kurz darauf am 17. November wurde PETRA III dann in Anwesenheit von 700 Gästen aus aller Welt offiziell eingeweiht.

## FLASH

Der Freie-Elektronen-Laser FLASH wurde seit November 2007 planmäßig bis zum 21. September 2009 für Nutzerexperimente und Maschinenstudien betrieben. Während dieser langen Strahlzeitperiode konnten mehr als 7600 Stunden Messzeit mit einer Verfügbarkeit von 93% für wissenschaftliche Experimente angeboten werden.

Aufgrund der großen Nachfrage und der bevorstehenden ersten Experimenten am LCLS in Stanford (USA), ist der Nutzerbetrieb bei FLASH um weitere zehn Experimentierwochen im Jahr 2009 verlängert worden. Der Freie-Elektronen-Laser *Linac Coherent Light Source* (LCLS) wird Strahlung im harten Röntgenbereich liefern.

Durch die Verlängerung konnten im Jahr 2009 insgesamt 2955 Stunden Strahlzeit für über 200 Nutzer zur Verfügung gestellt werden. Das entspricht 46% der gesamten Betriebsstunden. Während sich bei der letzten Ausschreibung 50 Projekte für Messzeiten im Jahr 2009 bewarben, haben sich nun 75 Projekte für die nächste Strahlzeitperiode beworben, die nach dem FLASH-Ausbau im Jahr 2010 beginnt.

Die Entwicklungsarbeiten an den FLASH-Experimenten konzentrieren sich vor allem auf die Verbesserung der Strahlführungen und des Anregungslasers. Bei letzterem ist es das primäre Ziel, sowohl kürzere Pulse als die zurzeit zur Verfügung stehenden 100 fs als auch eine höhere Leistung bei höheren Wiederholraten zu erreichen. Damit wäre der Anregungslaser besser an die Zeitstruktur von FLASH angepasst. Dies ist insbesondere für die vielfach genutzte Anregungs-Abfragetechnik (*Pump and Probe*) sehr wichtig. Hierbei werden FLASH-Photonenpulse mit denen von optischen Lasern zeitlich versetzt kombiniert, um Information über das dynamische Verhalten der zu untersuchenden Proben auf diesen ultrakurzen Zeitskalen zu erhalten.

Im Jahr 2009 sind basierend auf FLASH-Experimenten insgesamt 30 wissenschaftliche Publikationen in namhaften internationalen Fachzeitschriften erschienen. Zusätzlich werden jährlich etwa 50 Arbeiten über

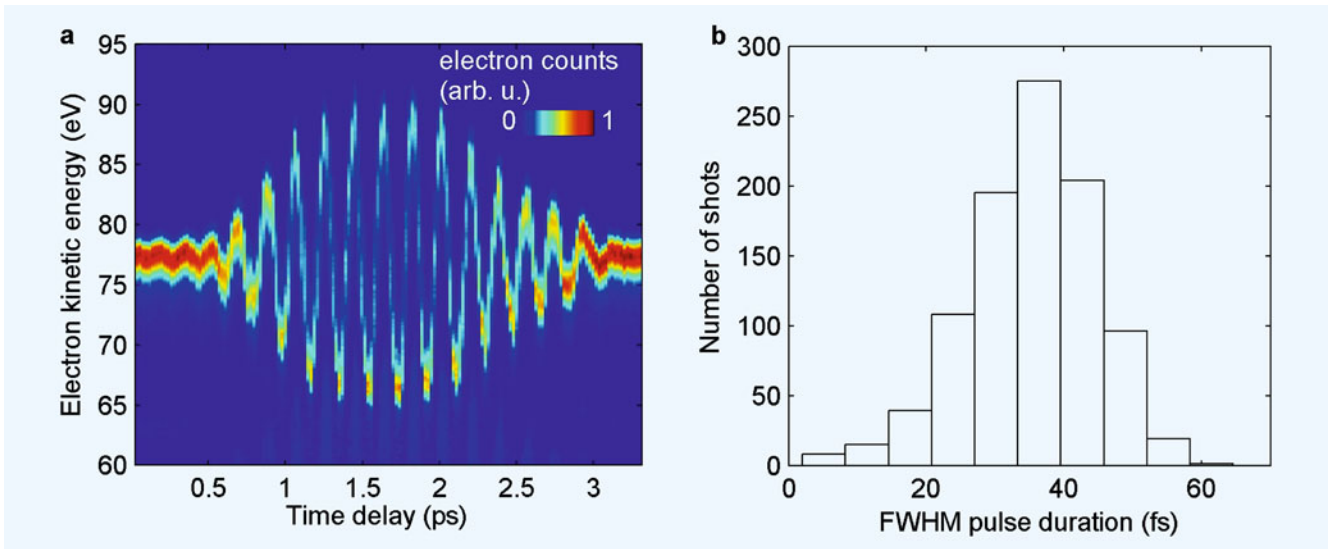


Abbildung 18: *Abbildung a zeigt eine Serie von 25 Einzelschuss-Aufnahmen aufgenommen mit der speziellen THz-Feld getriebenen Streak-Kamera. Abbildung b zeigt die rekonstruierte Breite der Pulsdauern (FWHM) von 1000 einzelnen FLASH-Pulsen, deren Wellenlänge 13.5 nm betrug. Die mittlere Pulsdauer betrug 35 fs mit einer Standardabweichung von 9 fs.*

technische Entwicklungen bei FLASH veröffentlicht. Beispielweise ist es einer Gruppe von Wissenschaftlern/innen der Universität Hamburg, dem HZB, der ETH Zürich und von DESY gelungen, durch Kreuz-Korrelationstechniken erstmals Einzelschuss-Informationen über das longitudinale Profil sowohl des Fern-Infrarot-Pulses als auch des SASE-Pulses zu erhalten (Abbildung 18). Mit dieser speziellen *Streak-Kamera* war es möglich, die FLASH-Pulse im Röntgenbereich mit fs-Auflösung zu vermessen. Dazu wurden Kryptonatome in einem Gasstrahl mithilfe eines FLASH-Pulses ionisiert, der gleichzeitig von einem THz-Puls des FLASH Thz-Undulators überlagert wurde. Durch dieses elektromagnetische THz-Feld werden die dabei entstandenen Photoelektronen beschleunigt und ihre kinetische Energie konnte mithilfe eines Flugzeitspektrometers gemessen werden. Dabei hängt die gemessene Energie von der Phase des Feldes zum Zeitpunkt der Ionisierung ab. (U. Frühling et al. *Nature Photonics* **3**, 523–528 (2009))

Auch bei FLASH steigt das Interesse der Nutzer weiter und es ist geplant, die Kapazitäten deutlich zu er-

weitern. Das FLASH-II-Projekt, das einen zweiten FEL mit einem weiteren Undulator-Tunnel und einer neuen Experimentierhalle mit etwa 5 Strahlführungen beinhaltet, hat bei der Evaluierung der Helmholtz-Forschungsgebiete *Photonen, Ionen und Neutronen* im Rahmen von *Struktur der Materie* in 2009 höchste Bewertungen bekommen. Dabei sollen unterschiedliche *seeding*-Techniken angewendet werden, um die Qualität des FEL-Strahls weiter zu erhöhen. Vorausgesetzt, dass dieses Projekt über Helmholtz-Ausbaumittel finanziert wird, könnte mit den ersten Arbeiten Anfang 2010 begonnen werden. Der reguläre Nutzerbetrieb könnte dann ab 2013/2014 beginnen.

## European XFEL

Das europäische XFEL Projekt hat im Jahr 2009 weitere wichtige Fortschritte gemacht. Die Tiefbauarbeiten für die 3.4 Kilometer lange Röntgenlaseranlage haben im Januar 2009 in Hamburg und Schenefeld (Kreis Pinneberg, Schleswig-Holstein) begonnen und sind weiter fortgeführt worden (Abbildung 19). Auch das äü-





Abbildung 19: Das große Baugelände des European XFEL südlich der Stadt Schenefeld südöstlich in Richtung von DESY gesehen.

Bere Mauerwerk für die neue *Accelerator Module Test Facility* (AMTF) Halle ist größtenteils fertig gestellt. Die Konstruktionsarbeiten sind weitergeführt worden, so dass die Ausschreibungen für zahlreiche wichtige Komponenten ausgeben werden konnten.

Der wichtigste Meilenstein war sicherlich die Gründung der European XFEL GmbH am 30. November. Zehn europäischen Partnerländern haben feierlich das Übereinkommen über den Bau und Betrieb einer europäischen Freie-Elektronen-Röntgenlaseranlage unterzeichnet. Sollte alles wie geplant weiterlaufen, könnten die ersten Strahlen ab Ende 2014 verfügbar sein.

## CFEL

Schwerpunkt der Forschung am *Center for Free-Electron Laser Science* (CFEL) ist es, ein vertieftes Verständnis der Struktur von Materie und dynamischer Vorgänge in Materie zu gewinnen und soweit möglich sowohl Struktur als auch Dynamik zu kontrollieren bei simultaner Orts- und Zeitauflösung im atomaren Bereich. Die Nutzung der FEL Strahlung in Kombination mit weiteren modernsten Quellen, wie zum Beispiel Attosekunden-HHG Laser oder Femtosekunden-Elektronenpulsen, wird dies ermöglichen.

Das CFEL ist eine gemeinsame Gründung von DESY, MPG und Universität Hamburg. Es besteht aus ins-

gesamt sieben Abteilungen, von denen fünf den Kern bilden, der von jeweils einer Abteilung – den sogenannten *Advanced Study Groups* (ASG) – der Universität Hamburg und der Max-Planck-Gesellschaft ergänzt wird. Die fünf Kernabteilungen setzen sich aus zwei experimentellen Abteilungen der Max-Planck-Forschungsgruppe für Strukturelle Dynamik (MPSD), der Universität Hamburg und zwei experimentellen sowie einer theoretischen DESY-Abteilung zusammen.

Die Zusammenarbeit der Partnerorganisationen wird durch die im Juni 2009 begonnene Errichtung eines großzügigen Neubaus für das CFEL gegenüber der PETRA-III-Halle durch die Stadt Hamburg unter Beteiligung des Bundes unterstützt (Abbildung 20). Die sehr große und schwere Bodenplattenkonstruktion für die stabile Gründung der Laserlabore ist bereits fertig. Am 29. September wurde feierlich der Grundstein gelegt. Die Fertigstellung des CFEL Gebäudes ist für den Herbst 2011 geplant. Im Endausbau wird es auf 8600 qm Labor- und Büroraum für mehr als 300 Wissenschaftler bieten.

Zur zwischenzeitlichen Unterbringung der bereits etablierten CFEL Forschungsgruppen wurde von DESY das Gebäude 49 zur Verfügung gestellt. Dieses wurde im September durch einen Büroanbau (Gebäude 49a), finanziert von der Stadt Hamburg, erweitert. Insgesamt stehen nun 70 Büroarbeitsplätze zur Verfügung. Zusätz-



Abbildung 20: Das CFEL Baugelände gegenüber von der PETRA-III-Halle im November 2009.

lich zu den Laboren im Erdgeschoss von Gebäude 49. Darüber hinaus wird auch das Gebäude 67 (ehemaliges Zyklotron-Gebäude) der Universität Hamburg genutzt werden.

Neben einem erfolgreichen Messprogramm am FLASH führten die CFEL-Arbeitsgruppen auch am LCLS eine erste mehrwöchige Experimentierkampagne mit dem dortigen Röntgenlaser durch. Hierfür wurde von der Max-Planck ASG der CFEL ASG Multi Purpose (CAMP) Messstand entwickelt und gebaut, in dem neben Imagingssystemen für Ionen und Elektronen insbesondere auch die weltweit größten pnCCD Röntgen-Kameras implementiert sind. Damit gelang es in einer internationalen Kollaboration erstmals sub-100-fs Einzelpuls-Röntgenbeugungsexperimente im Wellenlängenbereich von 2 nm durchzuführen. Beugungsbilder von z. B. Nanokristalle, Viren und medizinisch interessante Proteinkomplexe konnten aufgenommen werden.

Weitere Schwerpunkte, insbesondere der MPSD waren zum einen der Aufbau und die Ausstattung der momentanen CFEL-Labore mit modernsten Lichtquellen vom THz bis in den sichtbaren Bereich, welche sich durch extrem kurze Pulslängen von wenigen Zyklen des elektrischen Feldes und deren volle Kontrolle auszeichnen und die hauptsächlich für festkörperphysikalische Untersuchungen genutzt werden. Darüber hinaus nutzt die MPSD ausgiebig FELs (FLASH, FELBE) und Synchrotronquellen für die Untersuchung der dynamischen Eigenschaften kondensierter Materie. Zum anderen wurde mit der Planung einer relativistischen Elektronenkanone (REGAE) begonnen, die in Gebäude 23 untergebracht und von allen Partnern gemeinsam finanziert ist. Hier wird erwartet, dass ultrakurze Elektronenpulse einen zum FEL komplementären Weg darstellen, schnelle Dynamik in verschiedensten Systemen zu erforschen.

Die Advanced Study Group der Universität Hamburg hat 2009 unter anderem erstmals ein stroboskopisches Experiment mit THz- und XUV-Pulsen von FLASH mit nahezu perfekter Synchronisation durchgeführt und mit einem XUV-Interferometer die zeitliche Kohärenz der FLASH-Pulse bestimmt. Darüber hinaus wurde

gemeinsam mit den anderen Gruppen bei CFEL und anderen Arbeitsgruppen aus dem Department Physik erfolgreich ein Exzellenzcluster *Frontiers in Quantum Photon Science* in der Hamburger Landesexzellenzinitiative beantragt, der von der Joachim-Herz-Stiftung finanziert wird.

## Forschungsplattformen

Die Pläne für das *Centre for Structural Biology* (CSSB) haben sich im Jahr 2009 weiter entwickelt. Über 14 Partnerinstitutionen aus dem norddeutschen Raum, die auf dem Gebiet der Strukturbiologie arbeiten, haben ihr Interesse bekundet sich an dieser gemeinsamen Forschungsplattform zu beteiligen. Vorausgesetzt, dass CSSB auch auf politischer Ebene weiterhin positiv bewertet wird, könnten die Planungen und Vorarbeiten für den Bau eines eigenen, neuen Gebäudes bereits im Jahr 2010 starten. Die erste Junior-Forschungsgruppe im Rahmen von CSSB hat ihre Arbeit Mitte des Jahres aufgenommen. Vom 24. bis 25. September fand das *First International Symposium on Structural Systems Biology* in Hamburg statt, das gleichzeitig als Startpunkt für die CSSB-Aktivitäten gedacht war.

Forschung mit Photonen ist eines der wichtigsten Forschungsgebiete des Department Physik der Universität Hamburg. Die Kollaboration mit DESY hat eine lange Tradition. Die Universität Hamburg betreibt einige Strahlführungen bei DORIS III und ist auch an zahlreichen Forschungsaktivitäten bei FLASH und PETRA III beteiligt. So wurde beispielsweise während der Betriebspause das Seeding-Experiment sFLASH bei FLASH eingebaut. Erste Tests sind für das Jahr 2010 geplant. Auch der vom BMBF eingerichtete Forschungsschwerpunkt FLASH wird von der Universität Hamburg koordiniert.

Die Außenstelle des GKSS-Forschungszentrums bei DESY deckt einen weiten Bereich an Anwendungen in den Materialwissenschaften ab. Seit drei Jahren steht die GKSS Strahlführung HARWIII bei DORIS III den Nutzern dafür zur Verfügung. Von 2010 an wird sie Außenstelle als *German Engineering Materials Science Centre for Research with Photons* (GEMS-P) betrieben

werden, zusammen mit der neuen *High Energy Materials Science* (HEMS) Strahlführung bei PETRA III, deren Inbetriebnahme im November 2009 begann. An der HARWII Strahlführung wird auch die Hochdruckpresse MAX200x des GeoForschungsZentrum GFZ in Potsdam betrieben.

## Resume

Das Jahr 2009 war ein ganz besonderes Jahr für die Forschung mit Photonen bei DESY und dies nicht nur auf Grund der Verleihung des Nobelpreises an Ada Yonath. Wichtige Meilensteine sind beim European XFEL erreicht worden. Der erfolgreiche Start der neuen Synchrotronstrahlungsquelle PETRA III, die zahlreiche Aktivitäten an FLASH und DORIS III, wie auch die Erweiterungsprojekte PETRA III Extension und FLASH II sowie auch Aktivitäten von CFEL zeigen, dass DESY weiter vorangekommen ist auf dem Weg, ein führendes Labor für Forschung mit Photonen zu werden.

## EMBL

Die EMBL Forschungseinheit in Hamburg hat wichtige Aufgaben in der Bereitstellung modernster Infrastrukturen für Anwendungen in der Strukturbiologie, insbesondere: Experimentierstationen an Synchrotronstrahlrohren, automatisierte Kristallisation, Softwarepakete zur automatisierten Interpretation von Synchrotronröntgen, und Einrichtungen für biologische Probenvorbereitung und Charakterisierung. Eine neue integrierte Einrichtung für Anwendungen in der Strukturbiologie *EMBL@Petra3* am kürzlich eröffneten Speicherring PETRA III ist derzeit im Aufbau und soll 2011 dem Nutzerbetrieb übergeben werden. Ein zusätzliches Annexgebäude für Einrichtungen zur Probencharakterisierung, Kristallisation und Workshops wurde gemeinsam von DESY und EMBL gebaut und befindet sich am südlichen Ende der neuen PETRA-III-Halle, in direkter Nachbarschaft zu den zukünftigen EMBL Synchrotronmessstationen an PETRA III. Die meisten der gegenwärtigen EMBL Forschungsprojekte sind mit

diesen neuen Benutzereinrichtungen assoziiert. In der EMBL Forschungseinheit waren 2009 insgesamt acht Forschergruppen und knapp 100 Mitarbeiter aus ca. 25 Ländern beschäftigt.

## Aktuelle Forschungsschwerpunkte

### AG Schneider und Fiedler

Die Gruppe von Dr. Thomas Schneider hat zwei Hauptforschungsinteressen:

- Die Entwicklung von Software um Informationen von Strukturdaten zu extrahieren
- die Konstruktion von 3 Strahlführungen für Strukturbiologie am PETRA-III-Speicherring.

An diesem zweiten Ziel arbeitet die AG Schneider in enger Kooperation mit der Gruppe von Dr. Stefan Fiedler zusammen, die im Folgenden zusammengefasst beschrieben sind.

Zur Vorbereitung einer möglichst optimalen Infrastruktur an den neuen EMBL-Messstationen bei PETRA III wurden beide EMBL-Strahlführungen am Wiggler BW7 an DORIS III das ganze Jahr über für die Entwicklung von Prototypen benutzt. Während an BW7A eine komplette kristallographische Experimentierumgebung für PETRA III aufgebaut wird, findet an BW7B die Weiterentwicklung des automatischen Kristallmontierroboters statt (Abbildung 21).

An BW7A wurden im Laufe des Jahres ein hochpräzises MD2-Diffraktometer inklusive Kappa-Goniostat und ein RAYONIX 225HE CCD Detektor eingebaut (Abbildung 22). Unter anderem war es möglich die Struktur von Insulin mithilfe von SAD-Phasierung auf BW7A mit der neuen Konfiguration der Strahlführung zu lösen.

Im Bereich der Röntgenkleinwinkelstreuung an biomolekularen Lösungen wurde in 2009 in Zusammenarbeit mit EMBL-Grenoble und ESRF ein Prototyp eines neuartigen Probenwechslers gebaut. Das Gerät benötigt pro Experiment deutlich weniger Probenvolumen als die Vorgängermodelle bei gleichzeitig verkürzter Zeit



Abbildung 21: *MARVIN Probenwechselroboter für Proteinkristallographie an Strahlführung BW7b.*



Abbildung 22: *MD2-Diffraktometer und RAYONIX 225HE CDD Detektor wie im Testaufbau an BW7A (DORIS III) eingebaut.*

für den Wechsel der Proben und wird seit Ende 2009 auf X33 and DORIS III getestet.

### AG Lamzin

Die Gruppe von Dr. Victor Lamzin befasst sich mit der Entwicklung einer integrativen Modellierungsumgebung für die Strukturbiologie von Kristallographiedaten.

Kristallographie ist die meistbenutzte Methode, um biologische Makromoleküle im Detail zu untersuchen. Allerdings wurden diese Ergebnisse, zumindest für Makromoleküle, immer als statisch angesehen, wobei sie eine Momentaufnahme einer bestimmten Konformation der Moleküle zeigen. Bei atomarer oder ultrahoher Auflösung ist diese Momentaufnahme sehr genau und zeigt eine Vielfalt von Strukturdetails, wie z. B. Wasserstoffatome und exakte Bindungsabstände.

Die Mitarbeiter der AG Lamzin haben eine Methode entwickelt, die es erlaubt, in diesen Bewegungsmustern und Regionen von gleichartiger Bewegungsrichtung molekulare Fragmente zu finden. Diese Fragmente können, wie das Beispiel einer TIM-barrel Xylanasestruktur zeigt, den Aufbau des Moleküls im nativen, leeren Zustand widerspiegeln (Abbildung 23). Die acht  $\alpha$ - $\beta$ -Baueinheiten, die die Form des TIM-barrel bestimmen, können klar erkannt werden.

Diese Methode erlaubt es, mögliche Konformationszustände aus einer einzelnen Kristallstruktur darzustellen, und zwar direkt aus den experimentell bestimmten anisotropen Temperaturfaktoren. Bewegliche Regionen können gefunden, Domänen definiert und funktionelle

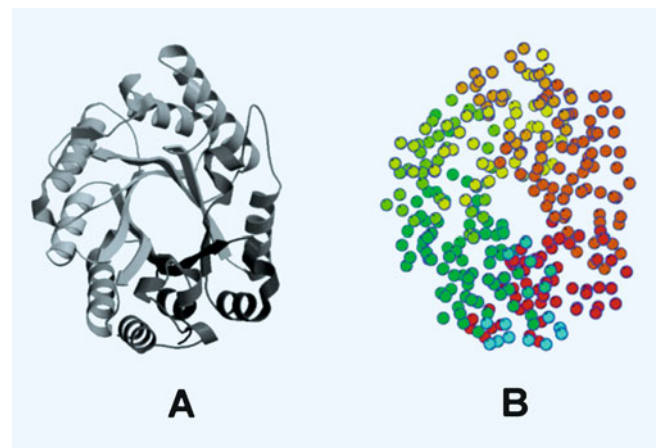


Abbildung 23: *Eine Xylanasestruktur (PDB-ID 1v0k, (2)) in gleicher Orientierung als (A) Ribbon, das TIM-barrel von oben gesehen, mit Blick auf das aktive Zentrum. (B) Molekülfragmente aus der Bewegungsanalyse, C $\alpha$  Atome eingefärbt nach Fragmentnummer, der N-Terminus beginnt.*

Fragmente identifiziert werden. Die Methode kann daher sehr gut für Ligandenkomplexe und Strukturen aus pH-Reihen verwendet werden.

### AG Svergun

Die BioSAXS Arbeitsgruppe von Dr. Dmitri Svergun arbeitet an der Entwicklung und Realisierung einer vollständigen Automatisierung von Kleinwinkelstreuungsexperimenten, angefangen von der Probenverarbeitung bis hin zur Analyse der gewonnenen Daten (Abbildung 24). Dies wird insbesondere für die zukünftigen Forschungsmöglichkeiten der neuen BioSAXS-Anlage an PETRA III wichtig werden, da schnelle Datenaufnahmezeiten von weniger als einer Sekunde angestrebt werden, was neuartige Hochdurchsatzexperimente möglich macht.

Das weltweit erste, ferngesteuerte Kleinwinkelstreuungsexperiment wurde an der von EMBL betriebenen Beamlinie X33 (HASYLAB, Fächer D an DORIS III) am 26. Mai 2009 in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Nanyang (NTU) aus Singapur, im Rahmen eines Kurses über Kleinwinkelstreuanalysen biologischer Makromoleküle, durchgeführt.



Abbildung 24: Ein öffentliches ferngesteuertes SAXS Experiment aufgenommen in der NTU Aula (Singapur). Linker Bildschirm: experimentelles Interface mit Roboter und Probenzelle; rechter Bildschirm: Videokonferenz mit Mitgliedern der BioSAXS-Gruppe, die das Experiment in Hamburg verfolgen.

### AG Wilmanns

Die Arbeitsgruppe von Dr. Matthias Wilmanns beschäftigt sich mit Struktur- und Funktionsbeziehungen größerer Proteinkomplexe. Diese Kenntnisse werden für die Entwicklung neuer Medikamente eingesetzt.

Ein Highlight 2009 war die Aufklärung der ersten Komplexstruktur einer Proteinkinase – Death Associated Protein (DAP) Kinase – in Gegenwart von Calmodulin. DAPK hat sogenannte apoptotische Funktionen, die zum gezielten Zelltod führen. Da viele Tumoren auffällige Konzentrationen dieser Kinase aufweisen, wird sie bereits als diagnostischer Marker eingesetzt und ist für

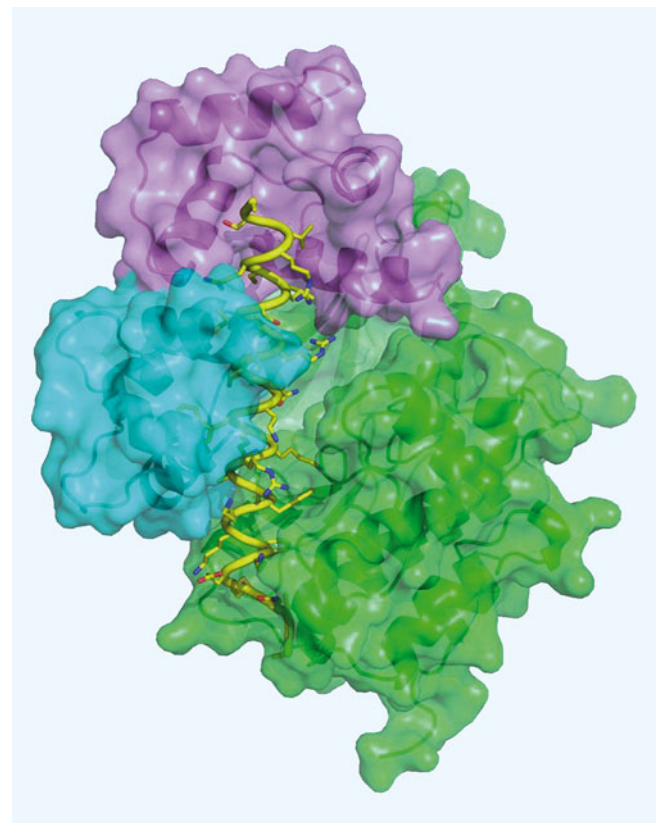


Abbildung 25: Struktur des Komplexes von DAP Kinase (grün, gelb) und Calmodulin (violett, hellblau). Reference: De Diego, I., Kuper, J., Bakalova, N., Kursula, P. and Wilmanns, M.; Molecular Basis of the Death Associated Protein Kinase – Calcium/Calmodulin regulator complex. *Science Signaling*, 26 January 2010.

weitere pharmazeutische Anwendungen von großem Interesse.

Die Struktur des Komplexes zeigt, wie sich CaM um eine lange Helix der DAP-Kinase herumwickelt – ein Bild, das zwar bereits vorhergesagt wurde, aber experimentell so noch niemals gesehen wurde (Abbildung 25). Mithilfe von zusätzlichen biochemischen Daten gelang es der Gruppe ein Modell vorzuschlagen, wie diese Kinase einerseits durch die Bindung von CaM, aber auch durch andere Faktoren wie z. B. Autophosphorylierung, reguliert wird.

## Max-Planck-Gesellschaft

### Arbeitsgruppen für strukturelle Molekularbiologie

Um biologische Prozesse auf molekularer Ebene verstehen zu können ist die Kenntnis der Struktur und Dynamik der an den Prozessen beteiligten Biomoleküle unerlässlich. Gegenüber der Kristallstrukturanalyse mit konventioneller Röntgenstrahlung ermöglicht die Verwendung von Synchrotronstrahlung eine wesentlich schnellere und detailliertere Analyse biologischer Makromoleküle. Der steigende Bedarf an Strukturanalysen in der biologischen Grundlagenforschung, wie auch in Biotechnologie, Medizin und Pharmazie findet seinen Niederschlag in der Bereitstellung immer leistungsfähigerer Röntgenquellen bis hin zu Freie-Elektronen-Röntgenlasern. Damit verbunden ist die Entwicklung neuer Methoden und Techniken in allen Bereichen der makromolekularen Strukturanalyse.

In der Arbeitsgruppe Proteindynamik (H.-D. Bartunik) werden neue Verfahren der Röntgenstrukturanalyse mit Synchrotronstrahlung entwickelt und neue Techniken der Strahlführung, der Probenbehandlung, sowie der Datenerfassung und -verarbeitung erprobt und für die Analyse der Struktur-Funktionsbeziehungen von Proteinen nutzbar gemacht. Der thematische Schwerpunkt der AG Proteindynamik liegt in der Untersuchung enzymatischer Reaktionsmechanismen, die die Grundlage

vieler medizinischer und biotechnologischer Anwendungen bilden.

Die Arbeitsgruppe Zytoskelett (E. Mandelkow) befasst sich mit der Untersuchung des Struktur-Funktions-Zusammenhangs von Mikrotubuli und Mikrotubuli-assoziierten Proteinen. Mikrotubuli sind hohlzylindrische Proteinfasern, die sich in allen höheren Zellen finden. Sie sind zusammen mit Motorproteinen und verschiedenen Klassen regulatorischer Proteine für die Bewegung der Zellen, für die Zellteilung und für den intrazellulären Transport verantwortlich. Mikrotubuli-assoziierte Proteine sind an der Entstehung der Alzheimer-Krankheit und anderer neurodegenerativer Erkrankungen beteiligt.

### Aktuelle Forschungsschwerpunkte

#### AG Proteindynamik

Das Bodenbakterium *Arthrobacter nicotinovorans* „ernährt“ sich von Nikotin. Nikotin, das in Tabakpflanzen nahezu vollständig in der (linksdrehenden) *L*-Form vorliegt und als Insektizid fungiert, dient einer Reihe von Bakterienarten als alleinige Nahrungsquelle, um aus dem Abbau des Alkaloids ihren Bedarf an Kohlenstoff und Stickstoff zu decken.

Wir lösten die Kristallstruktur von 6HLNO und untersuchten den vollständigen Strukturmechanismus des oxidativen Nikotinabbaus auf molekularer Ebene (Abbildung 26). Unter Einsatz von Tieftemperaturverfahren gelang es, den gesamten Verlauf der Enzymreaktion in 6HLNO-Kristallen vom Andocken des Substrats an die aktive Stelle (Michaelis-Zustand) über das Myosmin-Intermediat bis zur Bildung des Keton-Produkts Pseudoxynikotin in einer Serie von Kristallstrukturen hoher Auflösung zu verfolgen.

6HLNO weist in seiner Struktur enge Verwandtschaft zu einem Humanenzym auf, das am Nikotinabbau nicht direkt beteiligt ist, aber durch Nikotinabbauprodukte inhibiert wird und am Entstehen der Nikotinabhängigkeit beteiligt ist. Dieses Enzym spielt eine zentrale Rolle bei der Kontrolle der Konzentration von Neurotransmittern wie Dopamin und Serotonin in der Zelle. MAO-

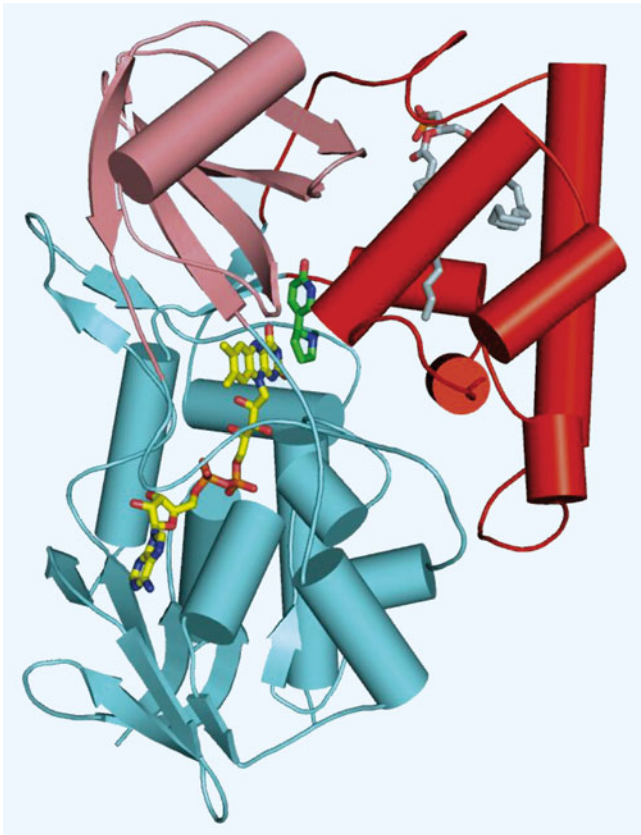


Abbildung 26: Kristallstruktur der 6-Hydroxy-L-Nicotin-Oxidase im Komplex mit dem Substrat L-Nicotin (Kachalova et al., *J. Mol. Biol.* **396**, 785–799 (2010)). Die Abbildung zeigt eine Untereinheit des homodimeren Enzyms, das aus der FAD-bindenden Domäne (cyan) und der Substrat-bindenden Domäne mit zwei Unterdomeänen (S1: rot; S2: lachsfarben) aufgebaut ist. Das Substrat (grün) bindet an das aktive Zentrum an der Re-Seite des FAD-Kofaktors (gelb). Die Funktion eines an tiefe Kanäle in S1 gebundenen Diacylphospholipids (grau) ist noch unbekannt.

Inhibitoren sind von Bedeutung für die Behandlung einer Reihe von neurologischen Erkrankungen, die insbesondere Parkinson, Alzheimer und mentale Störungen einschließen.

### AG Zytoskelett

Eines der Kennzeichen der Alzheimer-Krankheit ist die Entstehung unlöslicher Ablagerungen des Proteins

Tau im Gehirn. Diese pathologische Aggregation von Tau geht mit dem Absterben von Nervenzellen und einem massiven Verlust an Gehirnmasse einher. Tau ist ein Mikrotubuli-assoziiertes Protein, das die Stabilität und die Dynamik der Mikrotubuli reguliert. Es steuert den Mikrotubuli-basierten Transport vieler zellulärer Bestandteile (Proteine und Proteinkomplexe, Vesikel, Zellorganellen, u. a.) durch Motorproteine aus der Familie der Kinesine. Veränderungen der Bindungseigenschaften von Tau beeinträchtigen den Stofftransport innerhalb der Zellen, insbesondere in den langen Fortsätzen der Nervenzellen, was zu Funktionsstörungen und schließlich zum Absterben von Neuronen führen kann. Solche Veränderungen von Tau können durch Phosphorylierung hervorgerufen werden. Eine besondere Rolle spielt dabei die Kinase MARK, die Tau an speziellen Stellen innerhalb der Mikrotubuli-Bindungsregion phosphorylieren kann.

Um die Phosphorylierung von Tau durch die Kinase MARK besser zu verstehen und eventuell für therapeutische Zwecke beeinflussen zu können, wurden Strukturen verschiedener MARK-Isoformen kristallographisch bestimmt. In allen bisher bekannten Strukturen von MARK liegt die Kinasedomäne in einer offenen, katalytisch inaktiven Konformation vor. Über die Funktion der UBA-Domäne herrschte bislang Unklarheit. Biochemische und strukturelle Befunde deuten darauf hin, dass die UBA-Domäne die Kinaseaktivität inhibiert, solange sie in der gewohnten Weise an die N-terminale Subdomäne der Kinasedomäne gebunden ist (Abbildung 27a). Die inhibitorische Funktion der UBA-Domäne wurde weiter untermauert durch einen Vergleich der verschiedenen MARK Strukturen mit der kürzlich veröffentlichten Struktur von AMPK/Snf1 (Abbildung 27b), einer verwandten Kinase aus der Gruppe der CAMK Kinasen. AMPK ist für die Regulierung des Energiehaushalts der einzelnen Zellen und des Gesamtorganismus essentiell und hat wegen seiner Wirkung auf den Blutzuckerspiegel große Bedeutung für die Behandlung von Typ-2-Diabetes mellitus erlangt. AMPK/Snf1 besitzt eine autoinhibitorische Domäne (AID), die analog zur UBA Domäne von MARK auf den C-terminus der Kinase-Domäne folgt und an der Seite der Kinasedomäne gebunden ist, die dem

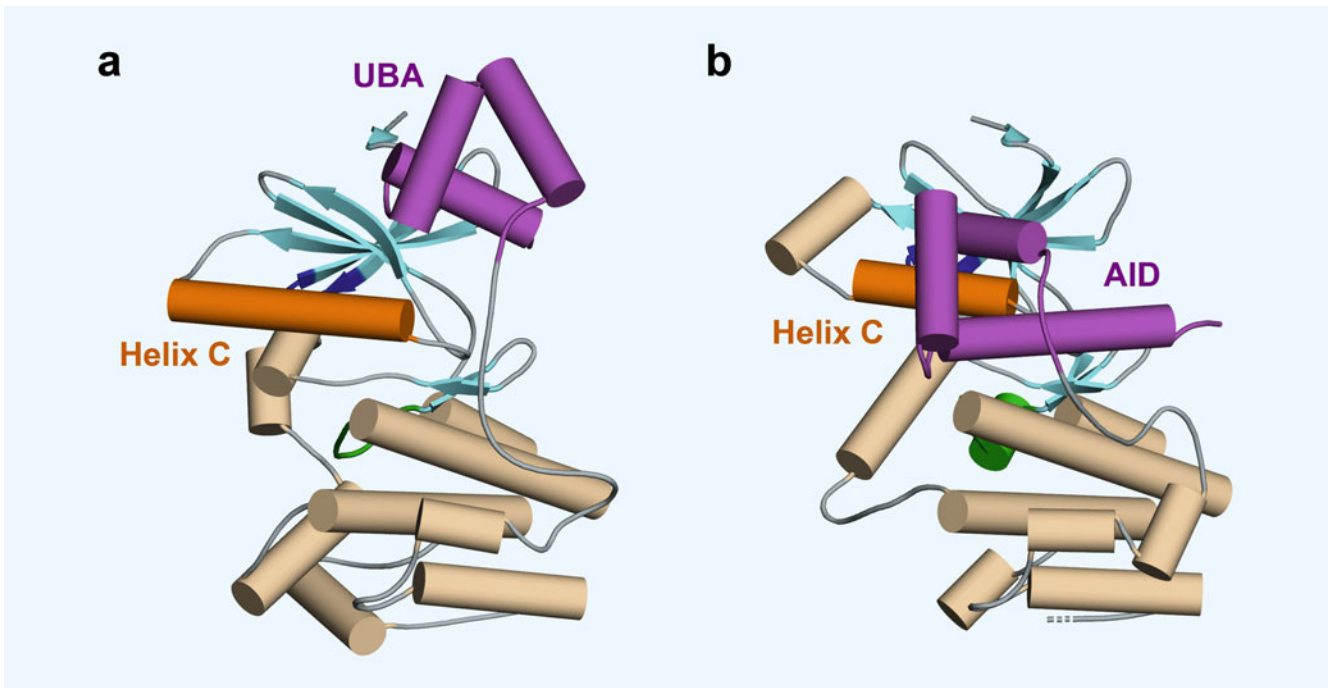


Abbildung 27: Vergleich der Strukturen von MARK und AMPK/Snf1. (a) katalytische und UBA Domäne von MARK3 (Marx et al., *FASEB J.*, doi: 10.1096/fj.09-148064 (2010)). (b) katalytische  $\alpha$ -Untereinheit von AMPK/Snf1 mit autoinhibitorischer Domäne, AID (Chen et al., *Nature* **459**, 1146–1149 (2009)). Der direkte Vergleich der regulatorischen Domänen beider Kinasen (AID und UBA, beide in lila) zeigt eine überraschende Übereinstimmung in der Faltungsstruktur trotz unterschiedlicher Interaktion mit der katalytischen Einheit.

aktiven Zentrum gegenüber liegt. Der Vergleich der regulatorischen Domänen von MARK und AMPK/Snf1 zeigt, dass beide die gleiche charakteristische Faltung

aufweisen, was vermuten lässt, dass AMPK/Snf1 und MARK sich ähnlicher Regulationsmechanismen bedienen.



# Übersicht Beschleuniger

## Speicherring DORIS III

Mit 95.6% lag die Verfügbarkeit von DORIS etwas unter dem Wert des Vorjahres. Die Ursache der Betriebsstörungen war eine defekte Dipolspule, welche ab September die bis dahin hervorragende Zuverlässigkeit beeinträchtigte. Sie wurde im November ersetzt.

Für das im Aufbau befindliche *Olympus*-Experiment, welches seinen Betrieb in 2011/2012 aufnehmen soll, wurde in einigen Studien demonstriert, dass auch bei der niedrigen Strahlenergie von 2.3 GeV der Strahl mit hoher Effizienz injiziert werden kann, ein Strahlstrom von 120 mA erreichbar ist und einige Stunden Lebensdauer möglich sind.

## Vorbeschleuniger

LINAC II und PIA wurden im Jahr 2009 routinemäßig mit Positronen betrieben. Dies entsprach dem Bedarf der nachfolgenden Beschleuniger DORIS und PETRA.

Die Inbetriebnahme des Synchrotrons mit Strahl fand am 03.02.2009 statt. Es gab in diesem Jahr mehrere Betriebsunterbrechungen, um die neuen Hauptnetzgeräte sukzessive in Betrieb zunehmen und schon teilweise für den Strahlbetrieb zu nutzen. Im August ist dann gänzlich auf die neuen Geräte umgeschwenkt worden, was zu deutlich stabileren Magnetstromverhältnissen geführt hat.

## Freie-Elektronen-Laser FLASH

Im Jahr 2009 standen 6384 Stunden Strahlzeit zur Verfügung, von denen fast die Hälfte für Nutzerexperimente genutzt wurden. Der Rest verteilte sich

hauptsächlich auf FEL-Studien und Beschleunigerstudien. Die Verfügbarkeit des Beschleunigers während der Nutzerzeit war mit 92% wieder hervorragend.

In Zusammenarbeit mit internationalen Partnern wurde nach der offiziellen Nutzerperiode in zwei zusätzlichen Wochen ein Experiment durchgeführt, in FLASH einen Strahl mit voller Strahllast von 9 mA zu beschleunigen.

Im Laufe des Experiments wurde über mehrere Stunden ein Strahl mit 800 Pulsen und einer Ladung von 3 nC pro Pulszug mit 5 Hz stabil bei fast 1 GeV beschleunigt. Für kurze Zeit konnte die Zahl der Pulse pro Zug auf 2400 mit Pulsabständen von 300 ns erhöht werden.

Im Anschluß an den 9 mA Testlauf wurde der Betrieb von FLASH für eine Ausbauperiode von fünf Monaten unterbrochen. Die Hauptziele des FLASH Ausbaus sind die Erhöhung der Strahlenergie von 1 auf 1.2 GeV und eine deutlich bessere Kontrolle über den longitudinalen Phasenraum der Elektronenstrahlen durch die Installation von Beschleunigungsstrukturen, die bei 3.9 GHz betrieben werden. Weiter wird neben vielen Maßnahmen zur Verbesserung der Zuverlässigkeit des Beschleunigers ein wichtiges Experiment aufgebaut: sFLASH, das Seeding-Experiment.

Nach der Inbetriebnahme, die Mitte Februar beginnt, wird der erste beschleunigte Strahl Ende April 2010 erwartet.

## Synchrotronstrahlungsquelle PETRA III

Der Umbau PETRAS zu einer Synchrotronstrahlungsquelle war Mitte Februar abgeschlossen. Ab Mitte

März konnte dann das Personeninterlocksystem getestet und erfolgreich abgenommen werden. Nach dem Abschluss der Magnetstromtests konnte die Maschine im April vollständig in Betrieb genommen werden. Am 22.4.2009 wurden zum ersten Mal Teilchen akkumuliert. Mit Hilfe des aus PETRA II stammenden transversalen Multibunch-Feedbacksystems war es dann möglich bis zu 20 mA in 40 Bunchen zu speichern.

Ab Ende Juni wurde sukzessive mit der Installation der Wiggler begonnen, so dass sich bis Ende Juli 15 Wiggler in Strahlposition befanden. Das Vakuumsystem in den Wigglerstrecken verhielt sich während des Ausbackbetriebs weitgehend wie erwartet. Der bis Ende Juli erzielte höchste Strom betrug 48 mA.

Nach längeren Untersuchungen eines Aperturproblems stellte sich heraus, dass das Magnetfeld der kleinen Ablenkermagnete in der Mitte der geknickten DBA-Zellen von sehr schlechter Qualität war. Bis Ende September wurden diese Ablenkermagnete durch neue mit einer wesentlich besseren Feldqualität ersetzt. Danach entsprach die gemessene Apertur mit ca.  $25 \pi$  mm mrad gut der Erwartung von 20 bis  $30 \pi$  mm mrad.

Von da an konnte die Maschine systematisch verbessert werden. Zum einen ließ sich die Dispersion in der Maschine soweit korrigieren, dass mit Hilfe der Diagnosebeamline die horizontale Designemittanz von 1 nmrad nachgewiesen werden konnte.

Des Weiteren wurde das neue Multibunch-Feedback-System mit einer Bandbreite von 60 MHz in Betrieb genommen. Durch die Stabilisierung des Strahls mit Hilfe des neuen transversalen Feedback-Systems konnte der Strahlstrom sukzessive gesteigert werden. Ende Oktober wurde auch noch das neue longitudinale Feedback in Betrieb genommen und es konnte ein Strom von 89 mA, der Designwert beträgt 100 mA, in 960 Bunchen gespeichert werden.

Das Orbitfeedback, das zur Lagestabilisierung der Photonenstrahlen der Undulatoren notwendig ist, wurde im Oktober erfolgreich getestet. Die damit erzielte Lagestabilität des Positronenstrahls am Ort eines Undulators betrug horizontal etwa  $2 \mu\text{m}$  bei geforderten  $14 \mu\text{m}$  und vertikal  $0.8 \mu\text{m}$  bei geforderten  $0.6 \mu\text{m}$ .

Studien zur Vorbereitung des Top-up Betriebs wurden ebenfalls durchgeführt.

Im Laufe des vergangenen Jahres wurden nach und nach weitere Undulatoren installiert, so dass zum Ende des Jahres 10 von 14 Undulatoren eingebaut waren. Für drei Undulatoren konnte die erste Phase der Beamline Inbetriebnahme durchgeführt werden. Drei weitere Beamlines wurden vollständig in Betrieb genommen und an diesem wurden auch schon erste Experimente durchgeführt.

## Freie-Elektronen-Röntgenlaser European XFEL

Die im Januar 2009 begonnenen Tiefbauarbeiten sind weitestgehend plangemäß verlaufen und der Aushub der Baugruben für die verschiedenen Schachtbauwerke und die unterirdische Experimentierhalle ist bereits in erheblichem Umfang erfolgt.

Im April 2009 wurde ein Modul-Kryostat Prototyp (äußerer Vakuumtank und innere sogenannte kalte Masse) vom IHEP-Beijing an DESY geliefert und mit industriell gefertigten und bei DESY endbehandelten supraleitenden Resonatoren zu einem vollständigen Beschleunigermodul zusammengebaut.

Im Juli 2009 erfolgte die Grundsteinlegung für die  $4000 \text{ m}^2$  große AMTF Halle, in der später die Tests der supraleitenden Cavities, der kompletten Beschleunigermodule und der Hochfrequenz-Wellenleiterverteilung stattfinden.

Ebenfalls im Juli 2009 wurde das Ausschreibungsverfahren für die Fertigung und Oberflächenbehandlung der 800 Niob-Seriencavities eröffnet, die DESY gemeinsam mit INFN Milano zum Projekt beiträgt.

Am 30. November 2009 unterzeichneten im Rahmen einer feierlichen Veranstaltung im Hamburger Rathaus 10 Partnerländer das Übereinkommen für den Bau und Betrieb der europäischen XFEL-Anlage. Damit ist auch die XFEL GmbH auf internationaler Basis etabliert.

## Aktivitäten in Zeuthen

Die Arbeiten am Photo-Injektor-Teststand in Zeuthen waren im Jahr 2009 vor allem durch den Betrieb der Anlage dominiert. Für die Elektronenpaketladung 1 nC ergab die beste Messung der transversalen projizierten Emittanz den Wert 0.886 mm mrad. Bei kleineren Ladungen wurden noch deutlich bessere Ergebnisse erzielt.

Das Photokathodenlasersystem wurde weiter ausgebaut, um Laserpulse mit flachem Pulsdach mit bis zu 24 ps FWHM zu erzeugen.

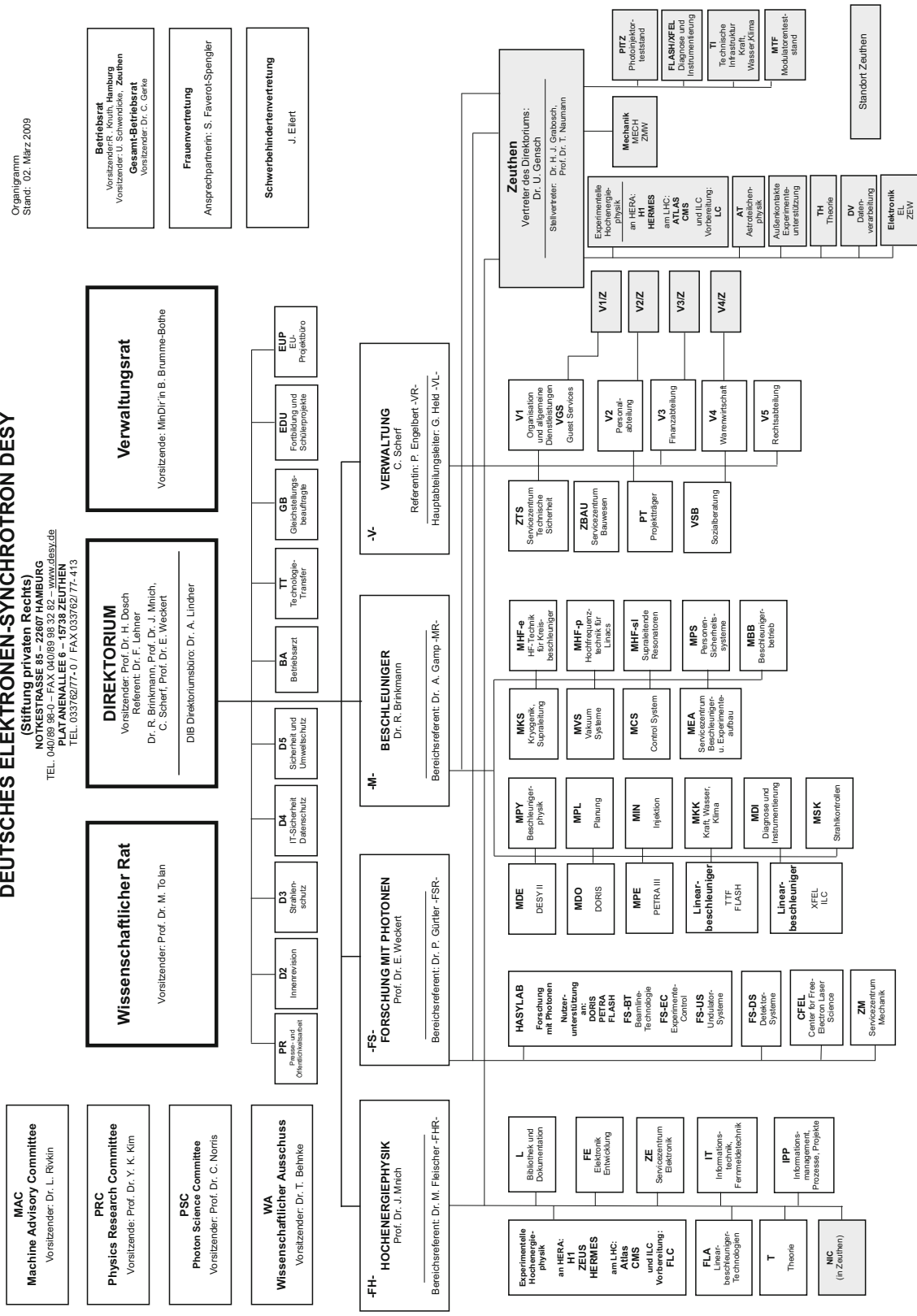
Zur Flexibilisierung der Verteilung des bei FLASH erzeugten Laserlichts auf verschiedene Experimente wurde eine sogenannte schnelle Spiegelkammer konzipiert und aufgebaut. Bei Labortests unter realistischen Bedingungen konnte die erforderliche Genauigkeit (besser als 1  $\mu\text{m}$ ) der Spiegellage erreicht werden.

Bei der Modulator Testfacility wurde in umfangreichen Tests das Zusammenspiel von THOMSON Modulator und 5 MW Klystron untersucht und erfolgreich abgeschlossen. Im Oktober erfolgte der Umbau der Testanlage für den Betrieb mit dem 10 MW Klystron.

## DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY

(Stiftung privaten Rechts)  
 NOTKESTRASSE 85 – 22607 HAMBURG  
 TEL. 040/69 98-0 – FAX 040/69 98 32 92 – www.desy.de  
 PLATANENALLEE 6 – 15738 ZEUTHEN  
 TEL. 0337/6277-0 / FAX 0337/6277-413

Organigramm  
 Stand: 02. März 2009



# Personal und Finanzen

Die Abteilungen Personal und Finanz- und Rechnungswesen gehören neben den Abteilungen Allgemeine Verwaltung, Warenwirtschaft, Recht, Zentrales Bauwesen sowie Technischer Notdienst und den Stabsstellen Technologie-Transfer, Sicherheit und Umweltschutz, Interne Revision sowie IT-Sicherheit und Datenschutz zum Verwaltungsbereich bei DESY. Seit dem 1.10.2009 gibt es die neue Stabsstelle Controlling, die ebenfalls im Verwaltungsbereich angesiedelt ist.

In der ersten Jahreshälfte 2009 wurde das Projekt Infra Fit fortgesetzt, welches die Evaluation der gesamten Infrastruktur von DESY im Fokus hat. Die Administration von DESY ist nahezu mit allen oben genannten Abteilungen und Stabsstellen stark in dieses Projekt involviert. Weitere wichtige Themen der Administration von DESY im Jahr 2009 waren erneut die Begleitung

der Aktivitäten der beiden großen Projekte PETRA III und XFEL sowie die Weiterführung und Umsetzung der Aktivitäten im Projekt ODA (Optimierung DESY Administration) zur Verbesserungen wesentlicher Einzelleistungen der Verwaltung bei DESY.

## Personalbestand

Per 31.12.2009 waren bei DESY an beiden Standorten Hamburg und Zeuthen zusammen 2008 Personen beschäftigt, was einer Steigerung im Vergleich zum Vorjahresende (31.12.2008) von 5% entspricht. 1209 von ihnen befanden sich in einem unbefristeten Arbeitsverhältnis und 799 waren befristet angestellt. Die Verteilung dieser Zahlen auf verschiedene Mitarbeitergruppen kann der Abbildung 28 entnommen werden.

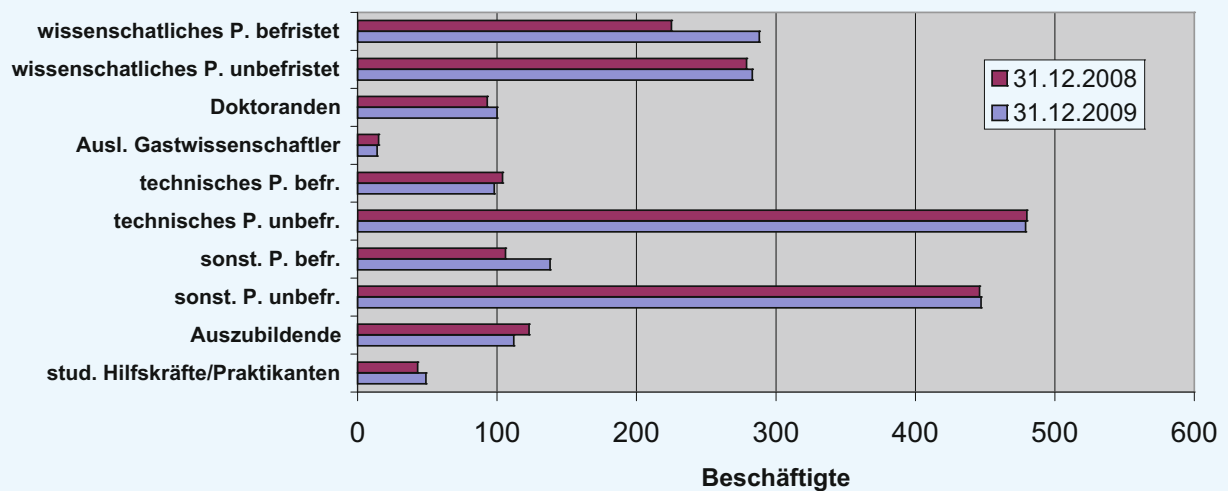


Abbildung 28: Personalbestand DESY gesamt.

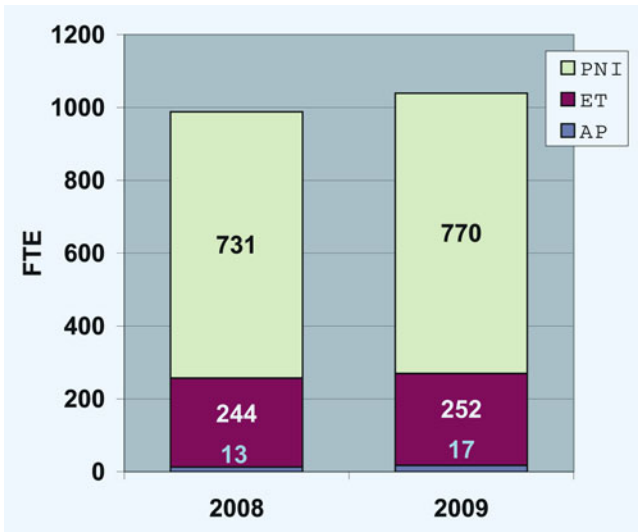


Abbildung 29: Full Time Equivalents (FTEs) nach Forschungsprogrammen – DESY gesamt (ohne Studenten und Praktikanten).

Die Finanzierung der beschäftigten Personen erfolgt zu 93% aus Mitteln der Grundfinanzierung und zu 7% aus Projektmitteln.

Betrachtet man die Verteilung der Full Time Equivalents (FTEs) getrennt nach den drei Forschungsprogrammen: *Forschung mit Photonen, Neutronen und Ionen* (PNI), *ET Elementarteilchenphysik* (ET) und *AP Astroteilchenphysik* (AP) an denen DESY beteiligt ist, so ist für alle Bereiche zum Stichtag 31.12.2009 (siehe Abbildung 29) im Vergleich zum Vorjahreszeitpunkt ein Aufwuchs zu verzeichnen (ET 3%, AP

31% und PNI 5%). Neben den dargestellten FTE-Zahlen für die Forschungsprogramme sind 2009 774 FTEs im Bereich der Infrastruktur und Technologie-Transfer/Sonderaufgaben (inkl. nichtwissenschaftliche Ausbildung) beschäftigt gewesen. Auch diese Zahl ist im Vergleich zum Vorjahr (724 FTEs) um 7% gestiegen.

## Finanz- und Rechnungswesen

Das Gesamtausgabevolumen 2009 beläuft sich auf 283 M€(vorläufiges IST). Die Verteilung und Entwicklung der Ausgaben in den vergangenen drei Jahren sind der Abbildung 30 zu entnehmen.

Die Finanzierung des Gesamtausgabevolumens erfolgte zum überwiegenden Teil aus Zuwendungen des Bundes und der Länder Hamburg und Brandenburg. Die Abbildung 31 (in T€) verdeutlicht das hohe Niveau der Projektmittel in den vergangenen Jahren, insbesondere aufgrund der Finanzierung der großen Projekte PETRA III und XFEL, und gibt eine detaillierte Zusammensetzung für die Jahre 2007 bis 2009 wieder. Im Jahr 2009 wird deutlich, dass erstmalig der überwiegende Teil der Projektmittel für die Realisierung des XFEL verwendet wird.

Die Tabelle 1 zeigt die Entwicklung der Kosten der Jahre 2008 und 2009 nach der Systematik der Programmorientierten Förderung. In der Tabelle 2 werden SOLL und vorläufiges IST der Einnahmen und Ausgaben des Jahres 2009 gegenübergestellt.

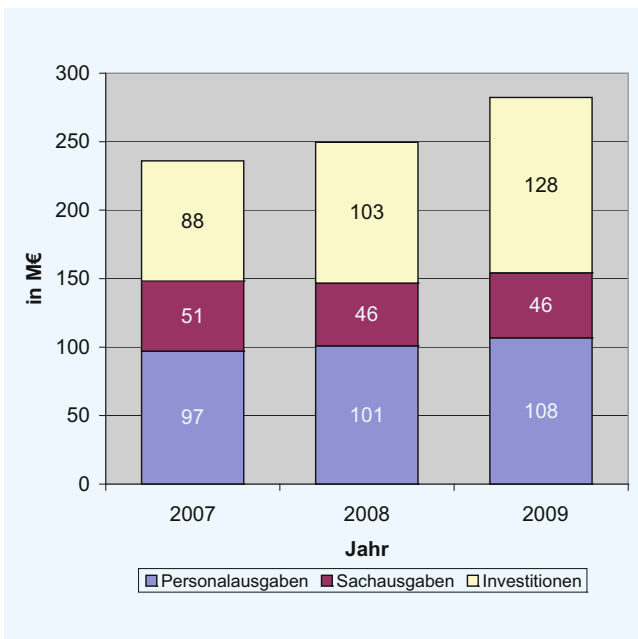


Abbildung 30: IST-Ausgaben DESY gesamt.

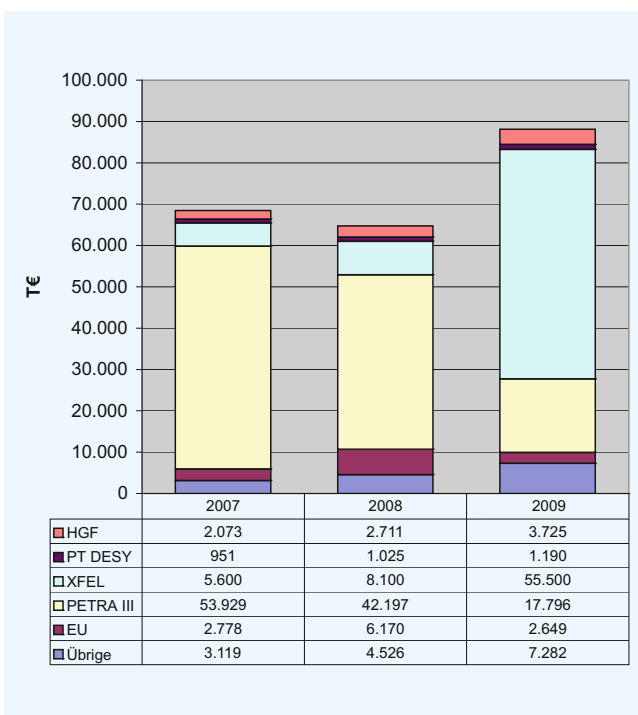


Abbildung 31: Projektmittel DESY gesamt.

	2008	2009
<b>Elementarteilchenphysik</b>		
LK I Personalkosten	11 548	12 491
Sachkosten	2 024	1 955
Abschreibungen	2 416	2 927
Summe direkte Kosten	15 988	17 373
LK II Personalkosten	2 580	1 423
Sachkosten	3 055	2 137
Abschreibungen	2 206	1 800
Summe direkte Kosten	7 841	5 360
<b>Astroteilchenphysik</b>		
LK I Personalkosten	798	1 124
Sachkosten	234	364
Abschreibungen	283	444
Summe direkte Kosten	1 314	1 932
<b>Forschung mit Photonen, Neutronen und Ionen</b>		
LK I Personalkosten	3 754	4 551
Sachkosten	796	1 255
Abschreibungen	1 322	1 561
Summe direkte Kosten	5 873	7 366
LK II Personalkosten	39 617	41 255
Sachkosten	10 393	13 795
Abschreibungen	16 063	17 685
Summe direkte Kosten	66 073	72 735
<b>Programmungebunde Forschung</b>		
LK I Personalkosten	79	125
Sachkosten	9	11
Abschreibungen	5	49
Summe direkte Kosten	93	184
<b>Technologietransfer und Sonderaufgaben</b>		
LK III Personalkosten	2 074	2 023
/ IV Sachkosten	231	310
Abschreibungen	68	94
Summe direkte Kosten	2 373	2 427
<b>Infrastrukturkategorien</b>		
IK V Personalkosten	33 901	36 285
- VII Sachkosten	20 969	24 255
Abschreibungen	15 638	15 548
Summe direkte Kosten	70 507	76 088

Tabelle 1: Kosten der Grundfinanzierung in den Leistungskategorien (LK) I–IV sowie den Infrastrukturkategorien (IK) V–VII in T€ aufgliedert nach Programmorientierter Förderung.

	2008 IST	2009 SOLL	2009 IST
<b>Einnahmen</b>			
Zuwendung im Rahmen der programmorientierten Förderung	163 974	191 467	172 598
davon Bund	147 575	172 320	155 666
davon Betrieb	120 207	130 533	123 981
davon laufende Investitionen	23 516	20 362	18 135
davon Maßnahmen > 2.5 M€	3 852	21 425	13 550
davon Länder	16 399	19 147	16 932
davon Betrieb	13 356	14 504	13 776
davon laufende Investitionen	2 615	2 262	2 015
davon Maßnahmen > 2.5 M€	428	2 381	1 141
Sonstige Erträge	90 122	89 613	115 959
davon Projektmittel des Bundes und anteilige Finanzierung der FHH für PETRA III und XFEL	50 820	12 880	12 796
davon Bund	47 710	11 592	11 516
davon Hamburg	3 110	1 288	1 280
davon Projektmittel des Bundes und anteilige Finanzierung der Länder Hamburg und Schleswig Holstein – XFEL Bauphase	9 646	61 000	55 500
davon Bund	9 646	54 300	55 500
davon Länder	0	6 700	0
Selbstbewirtschaftungsmittel aus Vorjahr	5 300		17 429
<b>Gesamteinnahmen</b>	<b>254 096</b>	<b>281 080</b>	<b>288 557</b>
<b>Ausgaben</b>			
Personalaufwendungen	100 913	100 865	106 646
Sachaufwendungen	42 367	54 108	51 576
davon fremde F+E-Arbeiten	1 678	2 482	1 925
davon Repräsentationen	2	9	9
davon sonstige betriebliche Aufwendungen	40 687	51 617	49 642
Zuschüsse an Dritte / HGF-Impuls-/Vernetzungsfonds	5 891	5 607	5 607
Aufwand für laufende Investitionen	25 792	22 814	32 416
davon Baumaßnahmen < 2.5 M€	2 011	1 220	3 461
davon Beschaffungen < 2.5 M€	23 781	21 474	28 920
davon Fahrzeuge	0	110	17
davon Ausleihungen	0	10	17
Baumaßnahmen und größere Beschaffungen > 2.5 M€	77 806	97 686	96 194
davon Projektmittel für Großmaßnahmen PETRA III und XFEL	60 465	73 880	68 296
Überleitungsposition (Überleitung von Aufwendungen zu Ausgaben)	932	0	-4058
In das Folgejahr übertr. Selbstbewirtschaftungsmittel			
<b>Gesamtausgaben</b>	<b>253 700</b>	<b>281 080</b>	<b>288 381</b>
Kassenmittel	395		177

Tabelle 2: *Wirtschaftsplan DESY gesamt in T€.*



# Organe der Stiftung und weitere Gremien

## Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland:

MinDir'in **B. Brumme-Bothe** (Vorsitzende)  
(Bundesministerium für Bildung und Forschung)

MinR Dr. **R. Koepke**  
(Bundesministerium für Bildung und Forschung)

MinR **H. J. Hardt**  
(Bundesministerium der Finanzen)

Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg:

LRD Dr. **R. Greve**  
(Behörde für Wissenschaft und Forschung)

ORR Dr. **M. Brüser**  
(Finanzbehörde)

Vertreter des Landes Brandenburg:

MinDirig Dr. **J. Glombik** (Stellvertr. Vorsitzender)  
(Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur)

Dr. **C. Menzel**  
(Ministerium der Finanzen)

## Direktorium

Prof. Dr. **J. Mnich** (Bereich Forschung – Hochenergiephysik)

**C. Scherf** (Bereich Verwaltung)

Prof. Dr. **E. Weckert** (Bereich Forschung – Synchrotronstrahlung)

Dr. **R. Brinkmann** (Bereich Beschleuniger)

Prof. Dr. **H. Dosch** (Vorsitzender)

Dr. **U. Gensch** (Vertreter des Direktoriums in Zeuthen)

## Wissenschaftlicher Rat (WR)

Dr. **U. Bassler**  
CEA-DSM Gif sur Yvette (FR)

Prof. Dr. **S. Chattopadhyay**  
Daresbury Laboratory (UK)

Prof. Dr. **M. Danilov**  
ITEP, Moscow (RU)

Dr. **J.-P. Delahaye**  
CERN, Genf (CH)

Prof. Dr. **B. Foster**  
University of Oxford (UK)

Prof. Dr. **S. Holmes**  
Fermi National Accelerator Laboratory (USA)

Prof. Dr. **J. Kirz**  
Lawrence Berkeley National Lab (USA)

Dr. **G. Long**  
Argonne National Laboratory (USA)

Prof. Dr. **J. Nordgren**  
University of Uppsala (SE)

Prof. Dr. **H. R. Ott**  
Laboratorium für Festkörperphysik, Zürich (CH)

Prof. Dr. **M. Tolan**  
Universität Dortmund  
(Vorsitzender)

Dr. **P. Wells**  
CERN, Genf (CH)

## Erweiterter Wissenschaftlicher Rat (EWR)

Prof. Dr. **J. Hastings**  
SLAC, Menlo Park (USA)

Dr. **N. Holtkamp**  
ITER (FR)

Prof. Dr. **E. Iarocci**  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN, Rome (IT)

Prof. Dr. **G. Wormser**  
LAL, Centre d'Orsay (FR)

Prof. **M. Altarelli**  
EXFEL, DESY, Hamburg

sowie die Vorsitzenden

ECFA: Prof. Dr. **K.H. Meier**  
Universität Heidelberg

MAC: Dr. **L. Rivkin**  
Paul Scherrer Institut, Villigen (CH)

PRC: Prof. Dr. **Y.-K. Kim**  
University of Chicago (USA)

PSC: Prof. Dr. **C. Norris**  
Max-Planck-Institut, Potsdam

und die Mitglieder des **Wissenschaftlichen Rates**.

## Wissenschaftlicher Ausschuss (WA)

**A. Astvatsatourov** (Univ. Gießen)

**K. Balewski** (DESY)

**F. Beckmann** (GKSS)

**T. Behnke** (DESY)  
(Vorsitzender)

**M. Bieler** (DESY)

**M.-O. Bönig** (Univ. Dortmund)

**K. Borrás** (DESY)

**W. Buchmüller** (DESY)

**W. Drube** (DESY)  
(Stellvertr. Vorsitzender)

**G. Eckerlin** (DESY)

**H.-J. Eckoldt** (DESY)

**E. Elsen** (DESY)

**T. Finner** (DESY)

**K. Flöttmann** (DESY)

**H. Franz** (DESY)

**P. Göttlicher** (DESY)

**H. Graafsma** (DESY)

**G. Grindhammer** (MPI, München)

**G. Grübel** (DESY)

**V. Gülzow** (DESY)

**J. Haller** (Univ. Hamburg)

**J. Jung** (DESY)

**M. Kasemann** (DESY)

**O. Kind** (Humboldt-Univ. Berlin)

**K. Krüger** (Univ. und MPI, Heidelberg)

**K. Mönig** (DESY)

**A. Mussgiller** (Univ. Erlangen-Nürnberg)

**T. Naumann** (DESY)

**D. Nölle** (DESY)

**K. Rehlich** (DESY)

**K. Rickers-Appel** (DESY)

**S. Riemann** (DESY)

**M. Roessle** (EMBL)

**F.-P. Schilling** (Univ. Karlsruhe)

**S. Schlenstedt** (DESY)

**M. Schmitz** (DESY)

**V. Schomerus** (DESY)

**S. Schreiber** (DESY)

**H. Schulte-Schrepping** (DESY)

**A. Schwarz** (DESY)

**T. Tschentscher** (DESY)

**G. Weiglein** (DESY)

**M. Wieland** (Univ. Hamburg)

**K. Wittenburg** (DESY)

## Machine Advisory Committee (MAC)

Dr. **M. Eriksson** (Univ. Lund (SE))

Dr. **J. Filhol** (Soleil (FR))

Dr. **J. Galayda** (SLAC, Menlo Park (USA))

Dr. **L. Rivkin** (PSI Villigen (CH))  
(Vorsitzender)

Dr. **M. Ross** (FNAL, Batavia (USA))

Dr. **J. Seeman** (SLAC, Menlo Park (USA))

Dr. **N. Toge** (KEK, Tsukuba (JP))

Dr. **R. Walker** (Diamond (UK))

## Physics Research Committee (PRC)

Prof. Dr. **G. Anton** (Univ. Erlangen)

Prof. Dr. **E. Aschenauer** (Jefferson Lab (USA))

Prof. Dr. **P. Buchholz** (Univ. Siegen)

Dr. **M. Carena** (Fermilab (USA))

Prof. Dr. **Y.-K. Kim** (Univ. Chicago (USA))  
(Vorsitzende)

Prof. Dr. **J. Kühn** (Univ. Karlsruhe)

Prof. Dr. **T. Lohse** (HU Berlin)

Dr. **E. Perez** (CERN, Genf (CH))

Prof. Dr. **G. Quast** (Univ. Karlsruhe)

Prof. Dr. **N. Saito** (Univ. Kyoto (JP))

Dr. **J. Timmermans** (NIKHEF/CERN)

Dr. **A. White** (Univ. Texas (USA))

## Photon Science Committee (PSC)

Prof. Dr. **D. Bilderback** (Cornell Univ. (USA))

Prof. Dr. **P. Fratzl** (MPI Potsdam)  
(Vorsitzender)

Prof. Dr. **M. Fröba** (Univ. Hamburg)

Prof. Dr. **J. Hajdu** (Univ. Uppsala (SE))

Dr. **R. Horisberger** (PSI Villigen (CH))

Prof. Dr. **K. Janssens** (Univ. Antwerpen (BE))

Dr. **V. Kvardakov** (Kurchatov (RU))

Prof. Dr. **C. Norris** (Diamond (UK))

Prof. Dr. **F. Pfeiffer** (TU München)

Dr. **H. Reichert** (MPI Stuttgart)

Dr. **J.-P. Samama** (Soleil (FR))

Dr. **P. Siddons** (BNL, Upton (USA))

Dr. **S. Techert** (MPI Göttingen)  
(Stellvertr. Vorsitzende)

Prof. Dr. **J. Ullrich** (MPI Heidelberg)

Prof. Dr. **E. Weckert** (DESY)

Prof. Dr. **P. Withers** (Univ. Manchester (UK))

Dr. **J. Zegenhagen** (ESRF (FR))

# Nationale und Internationale Zusammenarbeit

## HERA Experimente

### H1

I. Physikalisches Institut, RWTH Aachen  
 Universiteit Antwerpen (BE)  
 VINCA Institute of Nuclear Sciences, Belgrade (CS)  
 School of Physics and Space Research, University of Birmingham (GB)  
 Inter-University Institute for High Energies ULB-VUB, Brussels (BE)  
 Rutherford Appleton Laboratory, Chilton, Didcot (GB)  
 The Hendryk Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics, Cracow (PL)  
 Institut für Physik, Technische Universität Dortmund  
 Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RU)  
 CEA, DSM-DAPNIA, CE Saclay, Gif-sur-Yvette (FR)  
 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
 Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg  
 Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg  
 Kirchhoff Institut für Physik, Universität Heidelberg  
 Physikalisches Institut, Universität Heidelberg  
 Institute of Experimental Physics, Slovak Academy of Sciences, Košice (SK)  
 School of Physics and Chemistry, University of Lancaster (GB)  
 Oliver Lodge Laboratory, University of Liverpool (GB)  
 Queen Mary and Westfield College, London (GB)  
 Physics Department, University of Lund (SE)  
 CPPM, Université de la Méditerranée, IN2P3-CNRS, Marseille (FR)  
 Departamento de Física Aplicada, CINVESTAV, Mérida (MX)  
 Departamento de Física, CINVESTAV, México (MX)  
 Institute for Theoretical and Experimental Physics (ITEP), Moscow (RU)  
 Russian Academy of Sciences, Lebedev Physical Institute, Moscow (RU)  
 Max-Planck-Institut für Physik, Werner-Heisenberg-Institut, München  
 LAL, Université Paris-Sud, IN2P3-CNRS, Orsay (FR)  
 Laboratoire Louis Leprince Ringuet, LLR, IN2P3-CNRS, Palaiseau (FR)  
 LPNHE, Université Paris VI et VII, IN2P3-CNRS, Paris (FR)  
 Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University of Montenegro, Podgorica (YU)  
 Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague (CZ)  
 Institute of Particle and Nuclear Physics, Charles University, Prague (CZ)  
 Dipartimento di Fisica, Università Roma 3 and INFN Roma 3, Rome (IT)  
 Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy, Sofia (BG)  
 Institute of Physics and Technology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar (MN)  
 Paul Scherrer Institut, Villigen (CH)

Fachbereich Physik, Bergische Universität-GH Wuppertal  
Yerevan Physics Institute, Yerevan (AM)  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen  
Institut für Teilchenphysik, ETH Zürich (CH)  
Physik Institut, Universität Zürich (CH)

### ZEUS

Department of Engineering in Management and Finance, University of the Aegean (GR)  
Institute of Physics and Technology, Ministry of Education and Science of Kazakhstan, Almaty (KZ)  
National Institute for Nuclear and High Energy Physics (NIKHEF), Amsterdam (NL)  
University of Amsterdam (NL)  
Argonne National Laboratory (ANL), Argonne IL (USA)  
Andrews University, Berrien Springs MI (USA)  
University and INFN, Bologna (IT)  
Physikalisches Institut, Universität Bonn  
H.H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol (GB)  
Panjab University, Chandigarh (IN)  
Rutherford Appleton Laboratory, Chilton, Didcot (GB)  
Physics Department, Ohio State University, Columbus OH (USA)  
Physics Department, Calabria University and INFN, Cosenza (IT)  
The Henryk Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics, Cracow (PL)  
Department of Physics, Jagellonian University, Cracow (PL)  
Faculty of Physics and Nuclear Techniques,  
AGH-University of Science and Technology, Cracow (PL)  
University and INFN, Florence (IT)  
Fakultät für Physik, Universität Freiburg  
Department of Physics and Astronomy, University of Glasgow (GB)  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg  
Nevis Laboratories, Columbia University, Irvington on Hudson NY (USA)  
Institute for Nuclear Research, National Academy of Science and Kiev National University, Kiev (UA)  
Department of Physics, Malaya University, Kuala Lumpur (MY)  
Department of Physics, Chonnam National University, Kwangju (KR)  
High Energy Nuclear Physics Group, Imperial College, London (GB)  
Physics and Astronomy Department, University College, London (GB)  
Institute de Physique Nucléaire, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve (BE)  
Department of Physics, University of Wisconsin, Madison WI (USA)  
Departamento de Física Teórica, Universidad Autónoma Madrid (ES)  
Department of Physics, McGill University, Montreal (CA)  
Moskau Engineering und Physics Institute, Moskau (RU)  
Institute of Nuclear Physics, Moskau State University, Moskau (RU)  
Max-Planck Institut für Physik, München  
Department of Physics, York University, North York (CA)  
Department of Physics, University of Oxford (GB)  
Dipartimento di Fisica, University and INFN, Padova (IT)  
Department of Particle Physics, Weizmann Institute, Rehovot (IL)  
Dipartimento di Fisica, Università La Sapienza and INFN, Roma (IT)  
Polytechnic University, Sagamihara (JP)  
Kyungpook National University, Taegu (KR)

School of Physics, University of Tel Aviv (IL)  
 Department of Physics, Tokyo Institute of Technology, Tokyo (JP)  
 Department of Physics, Tokyo Metropolitan University, Tokyo (JP)  
 Department of Physics, University of Tokyo (JP)  
 Università di and INFN, Torino (IT)  
 Università del Piemonte Orientale, Novara and INFN, Torino (IT)  
 Department of Physics, University of Toronto (CA)  
 Institute for Particle and Nuclear Study, KEK, Tsukuba (JP)  
 Department of Physics, Pennsylvania State University, University Park PA (USA)  
 Institute for Nuclear Studies, Warschau (PL)  
 Institut of Experimental Physics, University of Warschau (PL)  
 Faculty of General Education, Meiji Gakuin University, Yokohama (JP)  
 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen

## HERMES

National Institute for Subatomic Physics (NIKHEF), Amsterdam (NL)  
 Department of Physics and Astronomy, Vrije Universiteit, Amsterdam (NL)  
 Physics Department, University of Michigan, Ann Arbor MI (USA)  
 Physics Division, Argonne National Laboratory, Argonne IL (USA)  
 Dipartimento di Fisica dell'Università and INFN, Bari (IT)  
 School of Physics, Peking University, Beijing (CN)  
 Nuclear Physics Laboratory, University of Colorado, Boulder CO (USA)  
 Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RU)  
 Physikalisches Institut, Universität Erlangen-Nürnberg  
 Dipartimento di Fisica dell'Università and INFN, Ferrara (IT)  
 Laboratori Nazionali di Frascati, INFN, Frascati (IT)  
 Petersburg Nuclear Physics Institute (PNPI), Russian Academy of Sciences, Gatchina (RU)  
 Department of Subatomic and Radiation Physics, University of Gent (BE)  
 II. Physikalisches Institut, Universität Gießen  
 Department of Physics and Astronomy, University of Glasgow (GB)  
 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
 P. N. Lebedev Physical Institute, Moscow (RU)  
 Institute for High Energy Physics (IHEP), Protvino (RU)  
 Institut für Theoretische Physik, Universität Regensburg  
 Gruppo Sanità, INFN and Physics Laboratory, Istituto Superiore di Sanità, Rome (IT)  
 Department of Physics, Tokyo Institute of Technology, Tokyo (JP)  
 Department of Physics, University of Illinois, Urbana IL (USA)  
 TRIUMF, Vancouver (CA)  
 Andrzej Soltan Institute for Nuclear Studies, Warsaw (PL)  
 Yerevan Physics Institute, Yerevan (AM)  
 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Zeuthen

## TESLA Technology Collaboration

Argonne National Laboratory (ANL), Argonne IL (USA)  
Fermi National Accelerator Laboratory (FNAL), Batavia IL (USA)  
Beijing University, Beijing (CN)  
Institute for High Energy Physics (IHEP), Academia Sinica, Beijing (CN)  
Tsinghua University, Beijing (CN)  
Lawrence Berkeley National Lab, Berkeley (USA)  
BESSY Berlin  
Hahn-Meitner Institut Berlin  
AGH-University of Science and Technology, Cracow (PL)  
Henryk Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Science, Cracow (PL)  
Technische Universität Darmstadt  
CCLRC, Daresbury & Rutherford Appleton Laboratory, Chilton, Didcot (GB)  
Forschungszentrum Rossendorf, Dresden  
Joint Institute for Nuclear Research (JINR), Dubna (RU)  
Universität Frankfurt/Main  
Laboratori Nazionali di Frascati, INFN, Frascati (IT)  
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht  
CEA/DSM DAPNIA, CE-Saclay, Gif-sur-Yvette (FR)  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY  
Universität Hamburg  
Raja Ramanna Centre of Advanced Technology (RRCAT), Indore (IN)  
Cornell University, Ithaca NY (USA)  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Legnaro (IT)  
Technical University of Lodz (PL)  
Royal Holloway University of London (RHUL/JAI), London (GB)  
University College London (UCL), London (GB)  
Stanford Linear Accelerator Center (SLAC), Menlo Park CA (USA)  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Milan (IT)  
Institute for Nuclear Research (INR), Moscow (RU)  
Moscow Engineering and Physics Institute (MEPhI), Moscow (RU)  
Bhabha Atomic Research Centre (BARC), Mumbai (IN)  
Jefferson Lab, Newport News VA (USA)  
Budker Institute for Nuclear Physics (BINP), Novosibirsk (RU)  
LAL, Université Paris-Sud, IN2P3-CNRS, Orsay (FR)  
The Andrzej Soltan Institute for Nuclear Studies, Otwock-Swierk (PL)  
University of Oxford (JAI), Oxford (GB)  
Institute for High Energy Physics (IHEP), Protvino (RU)  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Rome II (IT)  
Universität Rostock  
Sincrotrone Trieste (IT)  
Institute for Particle and Nuclear Study, KEK, Tsukuba (JP)  
Canada's National Laboratory for Particle and Nuclear Physics (TRIUMF), Vancouver (CA)  
Institute of High Pressure Physics, Polish Academy of Sciences, Warsaw (PL)  
Warsaw University of Technology (WUT), Warsaw (PL)  
Warsaw University, Department of Physics, Warsaw (PL)  
Bergische Universität-GH Wuppertal  
CANDLE, Yerevan (AM)  
Yerevan Physics Institute, Yerevan (AM)



## HASYLAB

RWTH, II. Physikalisches Institut B, Aachen  
 RWTH, I. Physikalisches Institut, Aachen  
 RWTH, Institut der Anorganischen Chemie, Aachen  
 RWTH, Institut für Kristallographie, Aachen  
 RWTH, Institut für Physikalische Chemie, Aachen  
 University of Aarhus, Department of Chemistry, Aarhus (DK)  
 University of Aarhus, Department of Orthodontics, Aarhus (DK)  
 Norwegian University of Life Sciences, Aas (NO)  
 University of Castilla-La Mancha, Department of Geologic Engineer, Almaden (ES)  
 Vrije Universiteit, Faculty of Science, Condensed Matter Physics, Amsterdam (NL)  
 Università Politecnica delle Marche, Ancona (IT)  
 University of Antwerpen, Department of Chemistry, Antwerpen (BE)  
 Universität Augsburg, Lehrstuhl für Festkörperchemie, Augsburg  
 CELLS – ALBA, Edifici Ciencies Nord. Modul C-3 central, Barcelona (ES)  
 Universitat Autònoma de Barcelona, Dept. Física, Barcelona (ES)  
 Universitat Autònoma de Barcelona, Dept. de Química, Barcelona (ES)  
 University of Bari, Dept. of Environmental Biology and Chemistry, Bari (IT)  
 Universität Basel, Med. Fakultät / Biomaterials Science Centre, Basel (CH)  
 Universität Bayreuth, Anorganische Chemie I, Bayreuth  
 Universität Bayreuth, Laboratorium für Kristallografie, Bayreuth  
 Ben-Gurion University of the Negev, Dept. of Biotechnical Engineering, Beer-Sheva (IL)  
 Institut for Nuclear Sciences, Laboratory of Nuclear and Plasma Physics, Belgrade (RS)  
 VINCA Institute of Nuclear Sciences, Belgrade (RS)  
 Berliner Elektronenspeicherring GmbH (BESSY), Berlin  
 Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin  
 Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, Berlin  
 Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin  
 FU Berlin, Institut für Experimentalphysik, Berlin  
 FU Berlin, Institut für Kristallographie, Berlin  
 Hahn-Meitner-Institut Berlin, Abteilung Synchrotronstrahlung AS, Berlin  
 Hahn-Meitner-Institut Berlin, SF 6, Berlin  
 Hahn-Meitner-Institut Berlin, Solar Energy, Berlin  
 Hahn-Meitner-Institut Berlin, Strukturforschung, Berlin  
 Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Physik, Berlin  
 Institut für Kristallzüchtung, Berlin  
 Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Berlin  
 Techn. Fachhochschule Berlin, Pharmazeutische Technologie / FB II, Berlin  
 TU Berlin, Institut f. Werkstoffwissenschaften und -technologie, Berlin  
 TU Berlin, Institut für Atomare Physik und Fachdidaktik, Berlin  
 TU Berlin, Institut für Chemie, Berlin  
 TU Berlin, Institut für Optik und Atomare Physik, Berlin  
 TU Berlin, Lebensmittelverfahrenstechnik, Berlin  
 Institute of Physics, Bhubaneswar (IN)  
 University at Bialystok, Institute of Experimental Physics, Bialystok (PL)  
 University of the Basque Country, Dept. Física Materia Condensada, Bilbao (ES)  
 Virginia Tech, Dept. Geosciences, Blacksburg (USA)  
 Ruhr-Universität Bochum, Institut für Experimentalphysik IV, Bochum

Ruhr-Universität Bochum, Inst. für Geologie, Mineralogie und Geophys., Bochum  
Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Technische Chemie, Bochum  
Universität Bonn, Institut für Anorganische Chemie, Bonn  
Universität Bonn, Mineralogisch-Petrologisches Institut, Bonn  
Universität Bonn, Physikalisches Institut, Bonn  
Comenius University, Faculty of Pharmacy, Bratislava (SK)  
Institute of Physics, SAS, Department of Multilayers and Nanostructures, Bratislava (SK)  
TU Braunschweig, Institut für Bauwerkserhaltung und Tragwerk, Braunschweig  
TU Braunschweig, Institut für Füge- und Schweißtechnik, Braunschweig  
Technische Universität Braunschweig, Institut für Werkstoffe, Braunschweig  
Universität Bremen, Geowissenschaften, Bremen  
Universität Bremen, Institut für Festkörperphysik, Bremen  
University of Bristol, School of Chemistry, Bristol (UK)  
Masaryk University, Institute of Condensed Matter Physics, Brno (CZ)  
Free University of Brussels, Polymer Physics Laboratory, Brussels (BE)  
National Institute of Materials Physics, Bucharest (RO)  
Academy of Sciences, Chemical Research Centre, Budapest (HU)  
Budapest University of Technology & Economics, Inst. of Phys. Chem., Budapest (HU)  
Eoetvoes University, Institute of Analytical Chemistry, Budapest (HU)  
Eoetvoes University, Institute of Biology, Budapest (HU)  
Hungarian Acad. of Sciences, Research Inst. Solid State Phys. & Optics, Budapest (HU)  
KFKI, Atomic Energy Research Institute, Budapest (HU)  
Semmelweis University, Budapest (HU)  
University of Cambridge, Cavendish Laboratory, Cambridge (UK)  
University of Kent at Canterbury, School of Physical Sciences, Canterbury (UK)  
University of Cape Town, Chemistry, Cape Town (ZA)  
Universite de Cergy-Pontoise, Cergy-Pontoise (FR)  
Chinese Academy of Sciences, Changchun Inst. of Applied Chemistry, Changchun (CN)  
TU Chemnitz, Institut für Physik, Chemnitz  
The University of Chicago, Department of Chemistry, Chicago (USA)  
TU Clausthal, Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik, Clausthal  
Blaise Pascal University, Department of Inorganic Materials, Clermont-Ferrand (FR)  
German Aerospace Center, Institute of Materials Physics in Space, Cologne  
Danish National Space Center, Copenhagen (DK)  
University of Copenhagen, Nano Science Center, Copenhagen (DK)  
University of Copenhagen, Niels Bohr Institut Oersted Laboratorie, Copenhagen (DK)  
University of Western Australia, Faculty of Life and Physical Sciences, Crawley (AU)  
KPSS-Kao Professional Salon Services GmbH, Darmstadt  
TU Darmstadt, Deutsches Kunststoff-Institut, Darmstadt  
TU Darmstadt, Eduard-Zintl-Institut für Anorganische und Phys. Chemie, Darmstadt  
TU Darmstadt, Ernst-Berl-Institut, Darmstadt  
TU Darmstadt, Fachbereich Materialwissenschaft, Darmstadt  
TU Darmstadt, FB 11 / Strukturforschung, Darmstadt  
Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences, Debrecen (HU)  
University of Debrecen, Institute of Experimental Physics, Debrecen (HU)  
Delft University of Technology, Faculty of Applied Sciences, Delft (NL)  
Diamond Light Source Ltd., Didcot (UK)  
ISIS, Didcot (UK)  
TU Dortmund, Physikalische Chemie II, Dortmund

Universität Dortmund, Anorganische Chemie, Dortmund  
 Universität Dortmund, Experimentelle Physik I, Dortmund  
 Universität Dortmund, Lehrstuhl f. Qualitätswesen, Dortmund  
 Forschungszentrum Dresden-Rossendorf, Dresden  
 Fraunhofer Gesellschaft, FI f. zerstörungsfreie Prüfverfahren, Dresden  
 Institut für Polymerforschung Dresden e.V., Dresden  
 Leibniz Institut für Festkörper und Werkstofforschung, Dresden  
 Leibniz-Institut IFW Dresden, Abteilung Röntgenstrukturforschung, Dresden  
 Max-Planck-Gesellschaft, Institut für Chem. Physik fester Stoffe, Dresden  
 TU Dresden, Institut für Physik. Chemie u. Elektronik, Dresden  
 TU Dresden, Institut für Strömungsmechanik, Dresden  
 TU Dresden, Institut für Strukturphysik, Dresden  
 TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft, Dresden  
 Eidgen. Materialprüfungs- u. Forschungsanst., EMPA, Dübendorf (CH)  
 Dublin City University, Physics Department, Dublin (IE)  
 Dublin City University, School of Electronic Engineering, Dublin (IE)  
 Joint Institute for Nuclear Research, Dubna (RU)  
 Universität Duisburg-Essen, Institut für Experimentelle Physik, Duisburg  
 University Duisburg-Essen, Department of Engineering Sciences, Duisburg  
 University Duisburg-Essen, Institute of Nanostructures and Technology, Duisburg  
 Max-Planck Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf  
 Ural State Technical University, Experimental Physics, Ekaterinburg (RU)  
 Universität Erlangen/Nürnberg, Institut für Werkstoffwissenschaften, Erlangen  
 Helsinki University of Technology, Optoelectronics Laboratory, Espoo (FI)  
 Universität Duisburg-Essen, Institut für Anorganische Chemie, Essen  
 J. W. Goethe-Universität Frankfurt/Main, Institut f. Geochemie, Frankfurt/Main  
 J. W. Goethe-Universität Frankfurt/Main, Institut f. Kernphysik, Frankfurt/Main  
 J. W. Goethe-Universität Frankfurt/Main, Institut f. Mineralogie, Frankfurt/Main  
 J. W. Goethe-Universität Frankfurt/Main, Zoologisches Institut, Frankfurt/Main  
 IHP-Microelectronics, Departement Materials Research, Frankfurt/O.  
 TU Bergakademie Freiberg, Institut für Metallkunde, Freiberg  
 TU Bergakademie Freiberg, Institut für Theoretische Physik, Freiberg  
 TU Bergakademie Freiberg, Institut für Werkstoffwissenschaften, Freiberg  
 Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Dept. Energy Technology, Freiburg  
 Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut f. Kristallographie, Garching  
 TU München, FRM-II Reaktorstation, Garching  
 TU München, Lehrstuhl für Technische Chemie II, Garching  
 TU München, Physik Department, Garching  
 TU München, Physik Department E13, Garching  
 Forschungszentrum Geesthacht GmbH, GKSS Geesthacht, Geesthacht  
 Forschungszentrum Geesthacht GmbH, IWW-TU Clausthal Außenstelle, Geesthacht  
 LAMIA-INFM-CNR, Genova (IT)  
 University of Genova, Dept. of Chemistry and Industrial Chemistry, Genova (IT)  
 Ghent University, Department of Analytical Chemistry, Gent (BE)  
 Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut f. Anorg. u. Analyt. Chemie II, Gießen  
 Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für angewandte Physik, Gießen  
 Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Atom- und Molekülphysik, Gießen  
 CEA Saclay, Bat. 125, Gif sur Yvette (FR)  
 Synchrotron SOLEIL, Gif sur Yvette (FR)

Universität Potsdam, Institut für Geowissenschaften, Golm  
University of Nova Gorica, Gorica (SI)  
Max Planck Institute for Biophysical Chemistry, Göttingen  
Universität Göttingen, Institut für Materialphysik, Göttingen  
Universität Göttingen, Institut für Röntgenphysik, Göttingen  
Universität Göttingen, Mineralogisch-Kristallogr. Institut, Göttingen  
Laboratorio de Estudios Cristalograficos, IACT, Granada (ES)  
Universität Graz, Institut für Chemie, Graz (AT)  
Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Institut f. Physik, Greifswald  
Centre Nationale de Recherche Scientifique, Grenoble (FR)  
European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble (FR)  
Institut Laue-Langevin, Grenoble (FR)  
Rijksuniversiteit Groningen, Materials Science Center, Groningen (NL)  
University of Surrey, Department of Physics, Guildford (UK)  
University of Minho, Dept. of Polymer Engineering, Guimaraes, Portugal  
Martin-Luther-Universität Halle, Fachbereich Physik, Halle  
Martin-Luther-Universität Halle, FB Pharmazie, Halle  
Martin-Luther-Universität Halle, Institut für Umwelttechnik, Halle  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Zentrum für Ingenieurwissenschaften, Halle  
European Molecular Biology Laboratory, Außenstelle Hamburg, Hamburg  
Institut für Technische und Makromolekulare Chemie, Fachbereich Chemie, Hamburg  
Philips Research Europe – Hamburg, Sector Medical Imaging Systems, Hamburg  
TU Hamburg-Harburg, Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft, Hamburg  
TU Hamburg-Harburg, Kunststoffe und Verbundwerkstoffe, Hamburg  
Universität Hamburg, Biozentrum Grindel und Zoologisches Museum, Hamburg  
Universität Hamburg, Institut für Angewandte Physik, Hamburg  
Universität Hamburg, Institut für Anorgan. u Angewandte Chemie, Hamburg  
Universität Hamburg, Institut für Experimentalphysik, Hamburg  
Universität Hamburg, Institut für Physikalische Chemie, Hamburg  
Universität Hamburg, Institut für Technische und Makromol. Chemie, Hamburg  
Universität Hamburg, Mineralogisch-Petrographisches Institut, Hamburg  
Zhejiang University, Dept. of Materials Science and Engineering, Hangzhou (CN)  
Medizinische Hochschule Hannover, Molekular- und Zellphysiologie, Hannover  
Medizinische Hochschule Hannover, Orthopädische Klinik, Hannover  
Harbin Institute of Technology, School of Materials Science and Eng., Harbin (CN)  
German Cancer Research Center, Heidelberg  
Universität Heidelberg, Institut für Physikalische Chemie, Heidelberg  
University of Helsinki, Division of X-ray Physics, Helsinki (FI)  
The Chinese University of HongKong, Chemistry Department, HongKong (CN)  
Indian Association for the Cultivation of Science, Jadavpur (IN)  
Friedrich-Schiller-Univ., Inst. f. Spezielle Zoolog. u. Evolutionsbiologie, Jena  
Forschungszentrum Jülich, IFF, Institut für Streumethoden, Jülich  
European Commission, Europäisches Institut für Transurane, Karlsruhe  
Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Nukleare Entsorgung, Karlsruhe  
Universität Karlsruhe, Lab. für Applikationen der Synchrotronstrahlung, Karlsruhe  
Universität Karlsruhe, Institut für Mineralogie u. Geochemie, Karlsruhe  
Universität Karlsruhe, Institut für Werkstoffkunde I, Karlsruhe  
Universität-Gesamthochschule Kassel, Institut für Werkstofftechnik, Kassel  
University of Silesia, Institute of Physics, Katowice (PL)

Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Anorganische Chemie, Kiel  
 Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Exp. u. Angw. Physik, Kiel  
 Leibniz-Institut für Meereswissenschaften, IFM-GEOMAR, Kiel  
 Kyiv National Taras Shevchenko University, Physics Faculty, Kiev (UK)  
 Universität zu Köln, II. Physikalisches Institut, Köln  
 Universität zu Köln, Institut für Anorganische Chemie, Köln  
 University of Pavol Jozef Safarik, Kosice (SK)  
 AGH University, Faculty of Non-Ferrous Metals, Krakow (PL)  
 AGH-University, Faculty of Physics and Applied Computer Science, Krakow (PL)  
 AGH-University, Faculty of Physics and Nuclear Techniques, Krakow (PL)  
 Cracow University of Technology, Institute of Physics, Krakow (PL)  
 Jagiellonian University, Department of Biophysics, Krakow (PL)  
 Jagiellonian University, Histology Dept. Collegium Medicum, Krakow (PL)  
 Jagiellonian University, Institute of Physics, Krakow (PL)  
 Jagiellonian University, Institute of Zoology / Dept. of Neuroanatomy, Krakow (PL)  
 Jagiellonian University, M. Smoluchowski Institute of Physics, Krakow (PL)  
 Polish Academy of Sciences, Institute of Nuclear Physics, Krakow (PL)  
 NAS of Ukraine, Institute of Semiconductor Physics, Kyiv (UK)  
 University of Latvia, Institute of Solid State Physics, Latvia (LV)  
 Universität Leipzig, Fakultät f. Physik u. Geowissenschaften, Leipzig  
 Erich Schmid Institute of Material Science, Leoben (AT)  
 MontanUniversität Leoben, ESI of Materials Science, Leoben (AT)  
 MontanUniversität Leoben, Institut für Metallphysik, Leoben (AT)  
 University of Leoben, Dep. of Physical Metallurgy and Materials Testing, Leoben (AT)  
 Linköping University, Dept. of Physics & Measurement Techn., Linköping (SW)  
 Universität Linz, Institut für Experimentalphysik, Linz (AT)  
 Universität Linz, Institut für Halbleiterphysik, Linz (AT)  
 National Institute of Chemistry, Ljubljana (SI)  
 University of Ljubljana, Faculty of Mathematics and Physics, Ljubljana (SI)  
 Polish Academy of Sciences, Centre of Molecular & Macromol. Studies, Lodz (PL)  
 University of Lodz, Dept. of Crystallography and Crystal Chemistry, Lodz (PL)  
 University of Western Ontario, Dep. of Chemistry, London (CA)  
 City University London, Department of Radiography, London (UK)  
 Los Alamos National Laboratory, Los Alamos (USA)  
 University of Lund, Chemical Center, Lund (SW)  
 University of Lund, MAX-LAB, Lund (SW)  
 Ivan Franko National University Lviv, Physics Department, Lviv (UK)  
 Ivan Franko National University Lviv, Semiconductor Electronics Dept., Lviv (UK)  
 Lviv Polytechnic National University, R&D Center „Crystal“, Lviv (UK)  
 Haldor Topsoe AS, Research Laboratory, Lyngby (DK)  
 Technical University of Denmark, Department of Physics, Lyngby (DK)  
 CIEMAT, Madrid (ES)  
 CSIC, Institute of Catalysis and Petrochemistry (ICP) Madrid (ES)  
 CSIC, Instituto de Estructura de la Materia, Madrid (ES)  
 CSIC, Ito. Ciencia y Tecnologia de Polimeros, Madrid (ES)  
 Universidad Autonoma Madrid, Dpto. Fisica de la Materia Condensada, Madrid (ES)  
 Universidad Complutense Madrid, Dto. de Quimica Inorganica I, Madrid (ES)  
 J.-Gutenberg-Universität Mainz, Anorganische und Analytische Chemie, Mainz  
 J.-Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Physik, Mainz

J.-Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Physikalische Chemie, Mainz  
Max-Planck-Gesellschaft, MPI für Polymerforschung, Mainz  
The University of Manchester, School of Chemistry, Manchester (UK)  
University of Maribor, Faculty of Mechanical Engineering, Maribor (SI)  
Universite de Provence, Madirel UMR 6121 CNRS, Marseille (FR)  
Universita di Milano Bicocca, Dipartimento di Scienza dei Materiali, Milano (IT)  
International Atomic Energy Agency IAEA, Monaco, Monaco  
University of Mons-Hainaut, LCIA, Mons (BE)  
Universita di Cagliari, Dept. of Physics, Monserrat (IT)  
Agfa Gevaert NV., Inorganic Analysis, Mortsel (BE)  
Academy of Sciences, Institute of Organic Chemistry, Moscow (RU)  
Moscow Engineering Physics Institute, Moscow (RU)  
Moscow State University, Chemical Faculty, Moscow (RU)  
Moscow State University, Physics Department, Moscow (RU)  
RRC Kurchatov Institute, Institute of Information Technologies, Moscow (RU)  
Russian Academy of Science, Institute of Crystallography, Moscow (RU)  
Max-Planck-Gesellschaft, MPI für Kohlenforschung, Mülheim/Ruhr  
Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Kristallographie, München  
Ludwig-Maximilians-Universität München, Sektion Physik, München  
Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Physikalisches Institut, Münster  
Universite Notre Dame de la Paix Namur, Laboratoire L.P.M.E., Namur (BE)  
University of Namur, Laboratory for Electron Spectroscopy (LISE), Namur (BE)  
University of Namur, Laboratory for Physics of Electronic Materials, Namur (BE)  
CNRS LPM, Ecole des Mines, Nancy (FR)  
Laboratoire de Physique des Materiaux, Nancy (FR)  
INSERM, Laboratoire d'Ingenierie Osteo-Articulaire et Dentaire, Nantes (FR)  
Seconda Universita di Napoli, Dept. Biochimica e biofisica, Napoli (IT)  
European Space Agency, ESTEC, Noordwijk (NL)  
University of Southern Denmark, Department of Physics and Chemistry, Odense (DK)  
Universidade Nova de Lisboa, Inst. de Tecnologia Quimica e Biologica, Oeiras, Portugal  
Orebro University, Department of Clinical Medicine, Orebro (SW)  
Academy of Sciences, Astronomical Institute, Ondrejov (CZ)  
LIXAM, Centre Universitaire Paris-Sud, Orsay (FR)  
Universität Osnabrück, Fachbereich Physik, Osnabrück  
Kroeller-Mueller Museum, Paintings Department, Otterlo (NL)  
Institute of Atomic Energy, Dept. of Nuclear Methods in the Solid State, Otwock-Swierk (PL)  
University of Oxford, Laboratory of Physiology, Oxford (UK)  
Universität Paderborn, Fakultät f. Naturwissenschaften, Paderborn  
Universita di Palermo, Dip. to Scienze Fisiche ed Astronomiche, Palermo (IT)  
University of Palermo, Dept. of Physical and Astronomical Sciences, Palermo (IT)  
University of the Balearic Islands, Molec. Cell Biology & Biochemistry, Palma de Mallorca (ES)  
CNRS, Institut des NanoSciences de Paris, Paris (FR)  
Ecole Normale Superieure, Lab. de Geologie, Paris (FR)  
Universite Pierre et Marie Curie-Paris 6, Paris (FR)  
Russian Academy of Sciences, Physics Department, Petersburg (RU)  
Centro Ricerche Portici, ENEA, Portici (IT)  
Geoforschungszentrum Potsdam, Potsdam  
Max-Planck-Gesellschaft, MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Potsdam  
Universität Potsdam, Institut für Physik, Potsdam

Istituto Trentino di Cultura, ITC-irst FCS-BEM, Povo (IT)  
 Adam Mickiewicz University Poznan, Dept. of Magnetochemistry, Poznan (PL)  
 Academy of Sciences of the Czech Republic, Institute of Physics, Praha (CZ)  
 Academy of Sciences, Institute of Microbiology, Praha (CZ)  
 Charles University, Faculty of Mathematics and Physics, Praha (CZ)  
 Czech Technical University, Fac. of Nuclear Sciences and Physical Eng., Praha (CZ)  
 Institute of Physics ASCR, Laser Plasma Department, Praha (CZ)  
 Reflex, Praha (CZ)  
 University of Reading, School of Chemistry, Reading (UK)  
 Fachhochschule Gelsenkirchen, Recklinghausen  
 Universität Regensburg, Institut für Physikalische und Theor. Chemie, Regensburg  
 Weizmann Institute of Science, Dept. of Materials and Interfaces, Rehovot (IL)  
 Weizmann Institute of Science, Dept. of Structural Chemistry, Rehovot (IL)  
 Università di Roma „La Sapienza“, Dipartimento di Chimica, Rom (IT)  
 Risoe National Laboratory, Cond. Matter Physics & Chemistry Dept., Roskilde (DK)  
 Risoe National Laboratory, Fuel Cells and Solid State Chemistry Dept., Roskilde (DK)  
 Risoe National Laboratory, Materials Research Department, Roskilde (DK)  
 Risoe National Laboratory, Physics Department, Roskilde (DK)  
 University of Roskilde, IMFUFA, Roskilde (DK)  
 Universität Rostock, Institut für Physik, Rostock  
 University of Sheffield, Department of Engineering Materials, Sheffield (UK)  
 Ben Gurion University, Sheva (IL)  
 Universität Siegen, Institut Physik, Siegen  
 University of Southampton, School of Chemistry, Southampton (UK)  
 Université Joseph Fourier, Laboratoire de Spectrometrie Physique, St. Martin d'Herès (FR)  
 Physiology and Pharmacology, Karolinska Institutet, Stockholm (SW)  
 Kungliga Tekniska Högskolan, Department of Solid Mechanics, Stockholm (SW)  
 STFI-Packforsk, Packaging & Logistics, Stockholm (SW)  
 University of Connecticut, Department of Physics, Storrs (USA)  
 Max-Planck-Gesellschaft, MPI für Festkörperforschung, Stuttgart  
 Max-Planck-Gesellschaft, MPI für Metallforschung, Stuttgart  
 Universität Stuttgart, Biologisches Institut, Stuttgart  
 Universität Stuttgart, Institut für Physikalische Chemie II, Stuttgart  
 Universität Stuttgart, Physikalisches Institut, Stuttgart  
 Andrzej Soltan Institute for Nuclear Studies (IPJ), Swierk (PL)  
 University of Tartu, Institute of Physics, Tartu (EE)  
 Universidad de La Laguna, Dep. de Física Fundamental y Experimental, Tenerife (ES)  
 Aristotle University of Thessaloniki, Department of Chemical Eng., Thessaloniki (GR)  
 N. Copernicus University, Institute of Physics, Torun (PL)  
 Centre Nationale de Recherche Scientifique, CEMES, Toulouse (FR)  
 Centre Nationale de Recherche Scientifique, Lab. de Chimie de Coordin., Toulouse (FR)  
 Norwegian University of Science and Technology, Dept. of Physics, Trondheim (NO)  
 Universität Tübingen, Institut f. Physikalische u. Theoretische Chemie, Tübingen  
 University of Turku, Department of Chemistry, Turku (FI)  
 Universität Ulm, Abteilung für Experimentelle Physik, Ulm  
 Academic Hospital, Clinical Neurophysiology, Uppsala (SW)  
 Swedish University of Agricultural Sciences and Uppsala University, Uppsala (SW)  
 Uppsala University, Physics Institute, Uppsala (SW)  
 Brookhaven National Laboratory, Physics Department, Upton (USA)

University of Utrecht, Debye Institute, Utrecht (NL)  
University of Utrecht, Dept. of Inorganic Chemistry, Utrecht (NL)  
Utsunomiya University, Department of Applied Chemistry, Utsunomiya (JP)  
Ecole Nationale superieure de Geologie de Nancy, Vandoeuvre-les-Nancy (FR)  
Laboratoire Environnement et Mineralurgie (LEM), Vandoeuvre-les-Nancy (FR)  
Universite Henri Poincare, Vandoeuvre-les-Nancy (FR)  
Institut Francais du Petrol (IFP-Lyon), Materials Characterization Dept., Vernaison (FR)  
Universite de Versailles St Quentin en Yvelines, Institut Lavoisier, Versailles (FR)  
La Trobe University, Department of Physics, Victoria (AU)  
University of Science and Technology of Lille, Villeneuve d'Ascq (FR)  
Universite Paris Nord, LIMHP, Centre Paris-Nord, Villetaneuse (FR)  
Universite Lyon I, IRCELYON, Villeurbanne (FR)  
Universite Lyon I, Lab. de Physico-Chimie des Materiaux, Villeurbanne (FR)  
Universite Lyon, Lab. de Physique de la Matiere Condensee, Villeurbanne (FR)  
Paul Scherrer Institute, Nuclear Energy and Safety Department, Villigen (CH)  
Paul-Scherrer-Institut, Allgemeine Energieforschung, Villigen (CH)  
Paul-Scherrer-Institut, Laboratory for Neutron Scattering, Villigen (CH)  
Paul-Scherrer-Institut, Swiss Light Source Project, Villigen (CH)  
CLRC, Daresbury Laboratory, Warrington (UK)  
Institute of Electronic Materials Technology, Warsaw (PL)  
Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Structural Research, Warsaw (PL)  
Polish Academy of Science, Inst. Fund. Techn. Research, Warsaw (PL)  
Polish Academy of Science, Institute of High Pressure Physics, Warsaw (PL)  
Polish Academy of Sciences, Inst. of Fundamental Technological Res., Warsaw (PL)  
Polish Academy of Sciences, Institute of Physics, Warsaw (PL)  
Warsaw University of Technology, Warsaw (PL)  
Warsaw University, Faculty of Geology, Warsaw (PL)  
Industrial Institute of Electronics, Warszawa (PL)  
Technische Universität Wien, Atominstitut Wien, Wien (AT)  
Universität Wien, Institut für Anorganische Chemie/Materialchemie, Wien (AT)  
Polish Academy of Science, Institute of Low Temp. + Struct. Research, Wroclaw (PL)  
Wroclaw University of Technology, Division of Organic Technology, Wroclaw (PL)  
Wroclaw University, Faculty of Chemistry, Wroclaw (PL)  
Bergische Universität Wuppertal, Fachbereich Physik, Wuppertal  
Fraunhofer Gesellschaft, Fraunhofer-Institut für Silikatforschung, Würzburg  
Universität Würzburg, Lehrstuhl f. Exp.Physik IV, Würzburg  
Universität Würzburg, Physikalisches Institut, Würzburg  
ZAE Bayern, Abt. 2, Funktionsmaterialien der Energietechnik, Würzburg  
ETH Zürich, Dept. of Environmental Sciences, Zürich (CH)  
ETH Zurich, Institute for Biomedical Engineering, Zürich (CH)  
ETH Zürich, Institute for Chemical- and Bioengineering, Zürich (CH)  
ETH Zürich, Laboratory for Technical Chemistry, Zürich (CH)  
Universität Zürich, Anorgan.-Chemisches Institut, Zürich (CH)