

Bei DESY in Hamburg entsteht eine einzigartige Forschungsinfrastruktur: PETRA IV. Das weltweit beste 4D-Röntgenmikroskop wird eine neue Ära der Röntgenanalytik einläuten. Viele tausende Forschende verschiedenster Fachrichtungen werden die enorme Leuchtstärke von PETRA IV nutzen, um hochpräzise Bilder und Live-Aufnahmen aus dem Nanokosmos für ihre Untersuchungen zu erhalten.

PETRA IV.

The diagram illustrates the layout of the DESY Campus. A large blue ring represents the 'Beschleunigerring 2.3 km lang' (Acceleration ring 2.3 km long). A dashed orange line indicates the path of the 'European XFEL' entering from the left. Several experimental halls are shown as blue blocks around the ring: 'Neue Halle West' (New Hall West), 'Experimentierhalle Paul P. Ewald' (Experiment Hall Paul P. Ewald), 'Experimentierhalle Max von Laue' (Experiment Hall Max von Laue), and 'Experimentierhalle Ada Yonath' (Experiment Hall Ada Yonath). A small brown block labeled 'FLASH' is located between the Paul P. Ewald and Max von Laue halls. A blue circular arrow indicates the direction of electron flow within the ring.

2032

7,35

3000

500

PETRA IV ist um mehr als den **Faktor 500**
heller, schneller, besser als PETRA III

DESY.

1959

3000

350 Mio. €

DESY zählt zu den weltweit führenden Teilchenbeschleuniger-Zentren und erforscht die Struktur und Funktion von Materie – vom Wechselspiel kleinster Elementarteilchen, dem Verhalten neuartiger Nanowerkstoffe und lebenswichtiger Biomoleküle bis hin zu den großen Rätseln des Universums. Die Teilchenbeschleuniger und die Nachweisinstrumente, die DESY an seinen Standorten in Hamburg und Zeuthen entwickelt und betreibt, sind einzigartige Werkzeuge für die Forschung: Sie erzeugen das stärkste Röntgenlicht der Welt, bringen Teilchen auf Rekordenergien und öffnen neue Fenster ins Universum.

Das von DESY neu konzipierte 4D-Röntgenmikroskop PETRA IV wird in Brillanz und Leistungsstärke alles Bisherige übertreffen. Mit dem bei DESY entwickelten Laser-Plasma-Vorbeschleuniger wird PETRA IV zudem erstmals eine revolutionäre Technologie in einer Forschungsinfrastruktur einsetzen.

DESY ist Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft,
der größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands.

HELMHOLTZ

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
Notkestraße 85 | 22607 Hamburg
Auflage September 2025

PETRA IV-Kommunikation
Heidrun Hillen
Tel: +49 40 8998-4596 | M: +49 151 404 824 95
petra4-info@desy.de | www.petra4.de

PETRA IV.

NEW DIMENSIONS

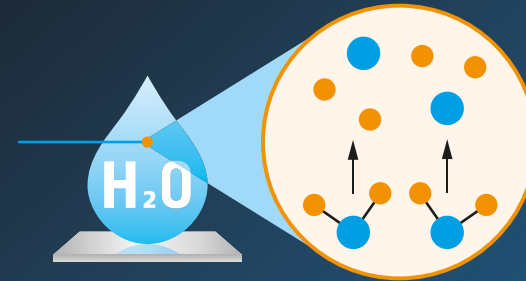
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
Ein Forschungszentrum der Helmholtz-Gemeinschaft



Brillanz im Fokus

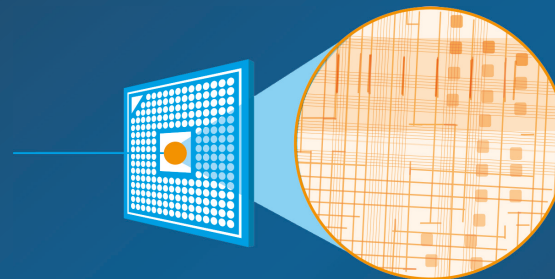
- **Ausbau von PETRA III zu PETRA IV bis 2032:** PETRA IV ist ein 4D-Röntgenmikroskop, das in Brillanz und Leistungsstärke die bisherige Forschungsinfrastruktur um Größenordnungen übertreffen wird. In dem 2,3 Kilometer langen Beschleunigerring bewegen sich Elektronen mit nahezu Lichtgeschwindigkeit, dabei entsteht ultra-helles Röntgenlicht zum Durchleuchten von Materialien.
- Pro Jahr nutzen heute circa 3000 Forschende das PETRA-Licht für Experimente. Der Bedarf liegt viel höher: Durch den Ausbau können langfristig **circa 10 000 Nutzerinnen und Nutzer** aus unterschiedlichen Bereichen an PETRA IV forschen.
- **Das neue 4D-Röntgenmikroskop** zoomt tief in Materialien hinein: Durch Fokussierung des Röntgenlichts auf kleinsten Fleck entstehen **100x detailreichere Bilder** als zuvor. Dadurch lassen sich Naturphänomene im Nanokosmos in ihrer natürlichen Umgebung beobachten und live filmen.
- Ähnliche Lichtquellen entstehen derzeit in den Vereinigten Staaten und China. PETRA IV wird durch seine Größe die beste dieser Anlagen und so die **Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft und Wissenschaft fördern**.
- PETRA IV sichert Spitzenforschung und beschleunigt den Transfer von Erkenntnissen in systemrelevante Branchen wie **Halbleiterindustrie, Biotechnologie, Energiewirtschaft, Maschinenbau und Mobilität**.
- Durch die enorme Helligkeit in Kombination mit KI-gestützter Analytik werden **hochpräzise, extrem schnelle Analysen molekularer Strukturen und Prozesse möglich**. Messungen, die heute mehr als ein Jahr dauern würden, können mit PETRA IV an wenigen Tagen umgesetzt werden.
- Der Ausbau und Betrieb erfolgt besonders **energieeffizient und ressourcenschonend**. Das ermöglichen neue Beschleunigertechnologien. Außerdem soll die Abwärme Gebäude auf dem Campus und in der Nachbarschaft heizen.

Innovationsvorsprung durch PETRA IV



Grüner Wasserstoff

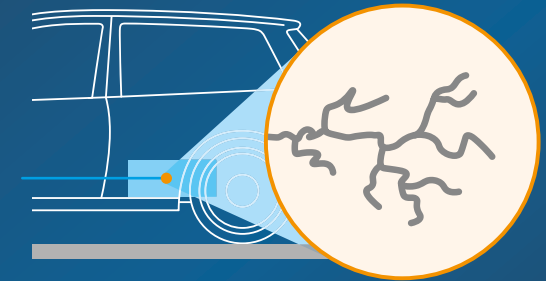
Pflanzen nutzen Sonnenlicht, um Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zu spalten. Ließe sich dieser Prozess mit hohem Wirkungsgrad nachahmen, könnte Wasserstoff klimaneutral hergestellt werden. Noch sind künstliche Labor-Blätter wenig effizient. Mit Röntgenlicht, das bis zur Nanoebene genauestens fokussiert werden kann, könnten Forschende den funktionalen Zentren der Blätter in Labor und Natur bei der Arbeit zuschauen. Diese Detailschärfe ist heute nur mühsam zu erreichen, wird aber mit PETRA IV zur Routine.



Mikroelektronik

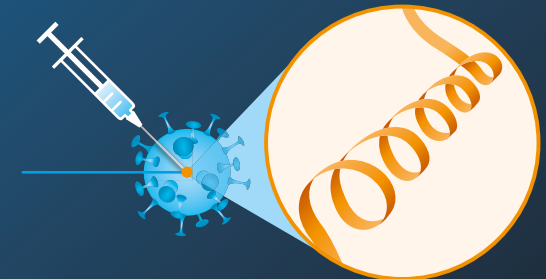
Europäische Firmen lassen Mikrochips oft im Ausland fertigen. Das spart Kosten, birgt jedoch das Risiko versteckter Spionage. Um sicherzustellen, dass Chips wirklich nur ihre Funktion erfüllen, müssen sie Schicht für Schicht überprüft werden. Klassische Verfahren sind dafür zu aufwendig oder nicht möglich. PETRA IV wird helfen: Der brillante Röntgenstrahl macht die integrierte Nanoelektronik auf einem Mikrochip vollständig sichtbar. Während heute PETRA III nur Teilanalysen erlaubt, könnte PETRA IV dank höherer Brillanz ganze Chips in wenigen Tagen statt einem Jahr prüfen.

Naturwissenschaftlicher Fortschritt entsteht oft durch genaue Kenntnis der atomaren Struktur oder mikroskopischen Funktion der zugrunde liegenden Prozesse:



Elektromobilität

Die Röntgenstrahlen von PETRA IV machen sichtbar, wie sich die Nanostrukturen in Batterien während des Betriebs ändern. Denn mit der Zeit entstehen an den Elektroden kleinste metallische Ablagerungen, die wachsen und zu Defekten führen können. An PETRA IV lassen sich solche Details im Betrieb unter realen Bedingungen erforschen und dafür nutzen, funktionale Materialien für bessere Batterien zu entwickeln. Die Forschung an PETRA IV unterstützt so die Wende hin zu einer klimaneutralen Gesellschaft.



Medikamente erforschen

Um Arzneien gegen neue Viren und Krankheitserreger zu entwickeln, müssen Forschende die molekularen und zellulären Wirkmechanismen im Detail kennen. Ein präzises Instrument dabei: Röntgenlichtquellen, mit denen sich gezielt Wirkstoffkandidaten testen lassen. Tausende Substanzen werden so aufwändig durchleuchtet; das kostet viel Zeit. Mit PETRA IV wird die Suche stark beschleunigt. Im Vergleich zu heute ermöglicht das Röntgenlicht der neuen Anlage bildgebende Verfahren mit 100-mal genauerer Detailschärfe und 100-mal schnellere Experimente. Angriffspunkte für Medikamente lassen sich damit rasch entdecken.