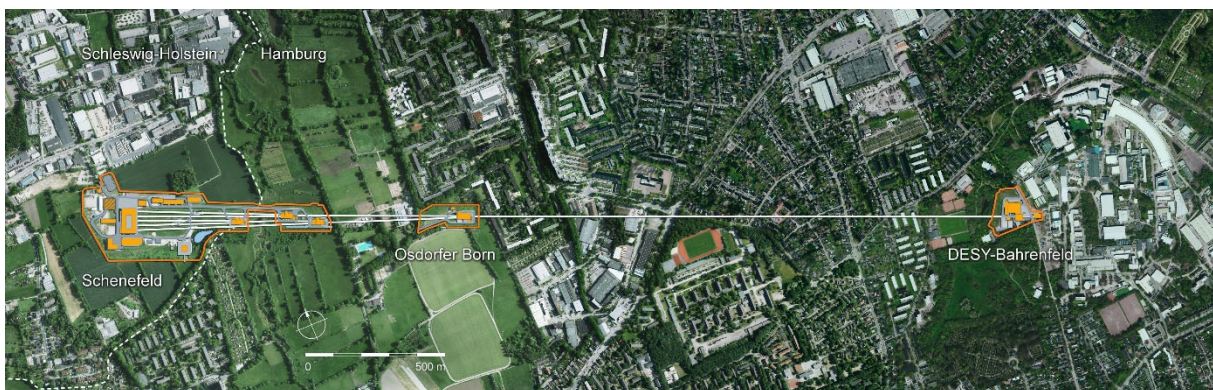


Kommunikator und Wissensvermittler
© European XFEL

Der XFEL - Eine Forschungseinrichtung der Superlative

Der European XFEL ist eine internationale Forschungseinrichtung der Superlative: 27 000 Lichtblitze pro Sekunde mit einer Leuchtstärke, die milliardenfach höher ist als die der besten Röntgenstrahlungsquellen herkömmlicher Art, eröffnen vielfältige neue Forschungsmöglichkeiten. Der Röntgenlaser befindet sich in Tunneln unter der Erde, zu denen drei Betriebsgelände Zugang ermöglichen. Die 3,4 Kilometer lange Anlage reicht von DESY in Hamburg bis in die schleswig-holsteinische Stadt Schenefeld (Kreis Pinneberg). Dort befindet sich der Forschungscampus, auf dem internationale Teams von Wissenschaftlern die intensiven Röntgenblitze für ihre Experimente nutzen.



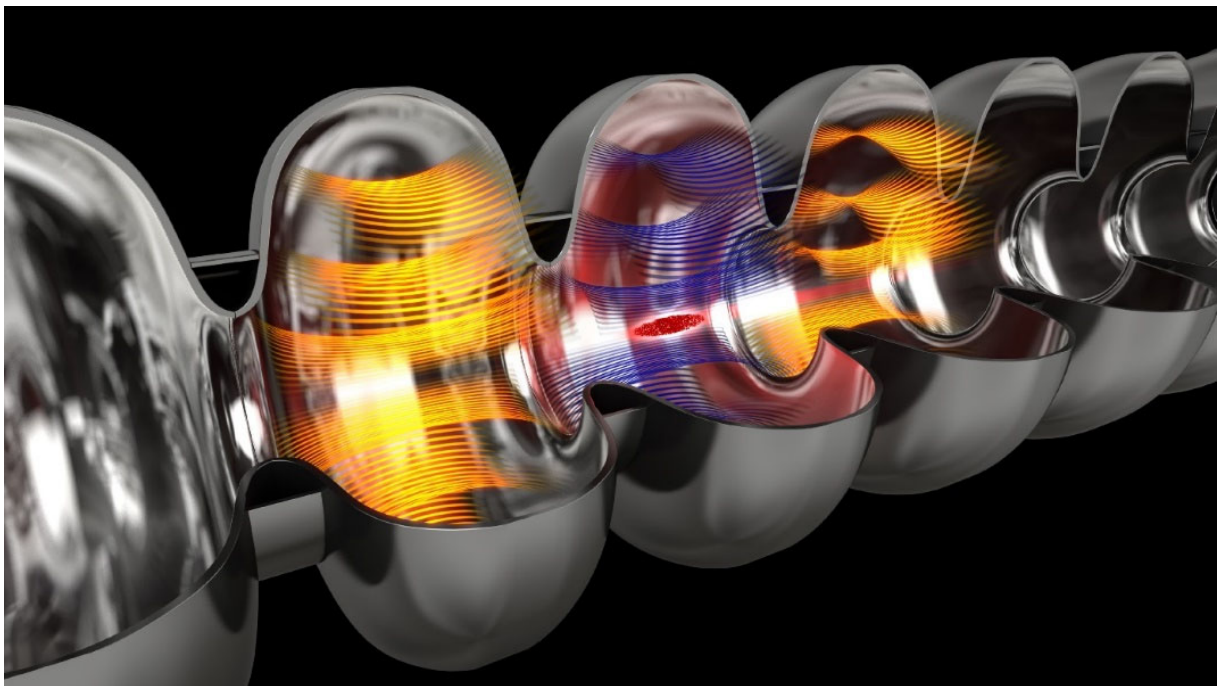
Die European XFEL-Anlage in Hamburg und Schenefeld (Status Februar 2023)

Die 3,4 km lange Röntgenlaseranlage European XFEL verläuft zu einem großen Teil unterirdisch. Die drei Betriebsgelände (orange umgrenzt) liegen in Hamburg (DESY-Bahrenfeld und Osdorfer Born) und im Süden der Stadt Schenefeld (Kreis Pinneberg, Schleswig-Holstein).

© European XFEL / Luftaufnahmen 2017/18/21: FHH, Landesbetrieb Geoinf. und Vermessung

Wissenschaftlerteams aus der ganzen Welt untersuchen am European XFEL Strukturen im Nanobereich, ultraschnelle Prozesse und extreme Materiezustände, nehmen dreidimensionale Bilder von Viren und Proteinen auf und filmen chemischen Reaktionen. Die neue Forschungseinrichtung wird von der European XFEL GmbH betrieben, einer gemeinnützigen Gesellschaft, die eng mit ihrem Hauptgesellschafter, dem Forschungszentrum DESY und weiteren wissenschaftlichen Einrichtungen weltweit kooperiert. Mehr als 350 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten direkt für European XFEL, hinzukommen etwa 240 DESY-Kollegen, die den Linearbeschleuniger für European XFEL betreiben.

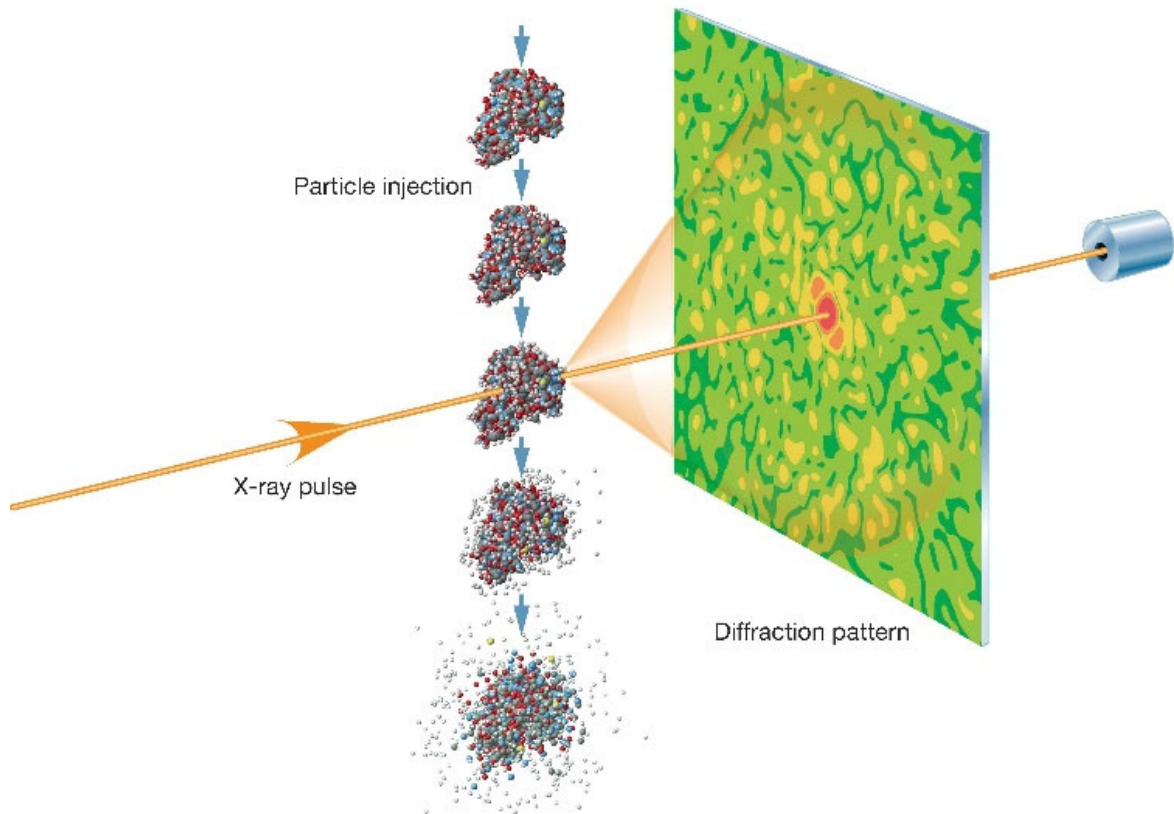
Der European XFEL produziert weit mehr Röntgenlichtblitze pro Sekunde als jede andere Forschungseinrichtung weltweit. Die Blitze erreichen eine extrem hohe Leuchtstärke und sind außerdem extrem kurz – üblicherweise dauern sie nur einige Femtosekunden, also wenige milliardstel Sekunden. Diese herausragenden Eigenschaften ermöglichen es, ultraschnelle Vorgänge bei chemischen Reaktionen und Veränderungen von Biomolekülen zu filmen. Mit den Röntgenblitzen des European XFEL können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die atomaren Details von Viren und Zellen entschlüsseln, dreidimensionale Aufnahmen von Nanostrukturen machen und Prozesse untersuchen, wie sie im Inneren von Planeten und Sternen ablaufen. Von der neuen Forschungseinrichtung profitieren die unterschiedlichsten naturwissenschaftlichen Gebiete, darunter Biologie, Medizin, Pharmazie, Chemie, Materialwissenschaften, Physik, Astrophysik, Energieforschung, Umweltforschung, Elektronik, Nanotechnologie und Photonik.



Computersimulation des Beschleunigervorgangs in einem supraleitenden Hohlraumresonator.
Elektromagnetische Felder beschleunigen die Elektronen in supraleitenden Resonatoren aus Niob
© European XFEL / Option Z

Forschung am XFEL

Kleiner, schneller, intensiver: Der European XFEL eröffnet neue Möglichkeiten für viele Bereiche der Forschung. Mit den einzigartigen Röntgenblitzen lassen sich atomare Details von Viren und Zellen entschlüsseln, dreidimensionale Aufnahmen im Nanokosmos machen, chemische Reaktionen filmen und Vorgänge ähnlich wie die im Inneren von Planeten untersuchen. Forschergruppen aus aller Welt können sich um Experimentierzeit bewerben, ein internationales Expertengremium wählt die besten Vorschläge aus. Die ausgewählten Forschergruppen können dann an einem der komplexen wissenschaftlichen Instrumente für einige Tage ihre Experimente durchführen.



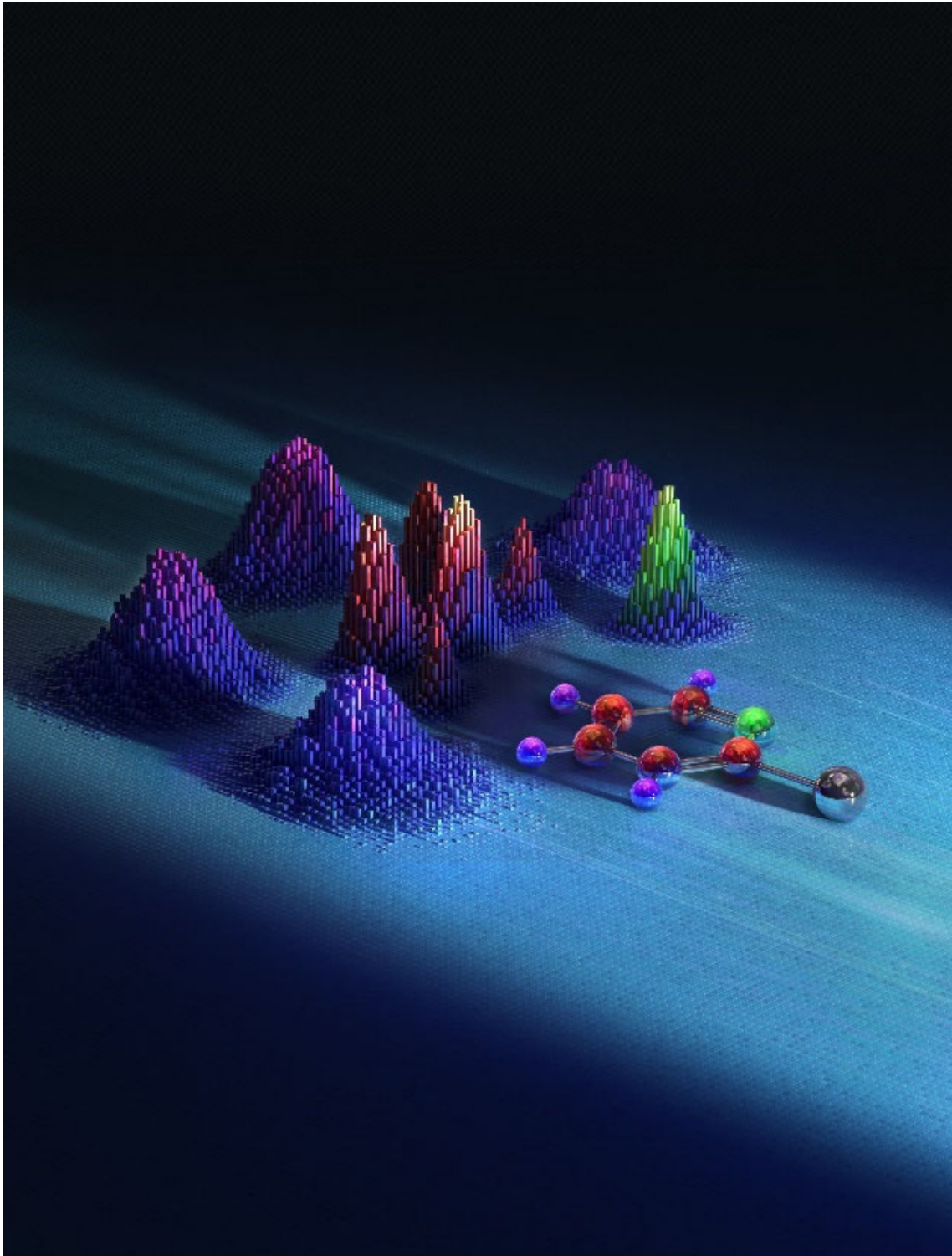
Erzeugung von Beugungsbildern einzelner Teilchen

Ein Röntgenstrahlungspuls aus einem Freie-Elektronen-Laser beleuchtet ein injiziertes Biomolekül. Bevor das Molekül durch den Puls zerstört wird, streut es einen Teil der Röntgenstrahlen, wodurch ein Beugungsmuster entsteht. Eine Kamera hinter dem Wechselwirkungsbereich zeichnet das Beugungsmuster auf, das Informationen über die Struktur des Moleküls enthält. Mithilfe von Messungen zahlreicher solcher Beugungsbilder an unterschiedlich ausgerichteten Kopien des gleichen Biomoleküls können die Wissenschaftler dessen dreidimensionale Struktur entschlüsseln.

© European XFEL

Winzige Strukturen

Die Wellenlängen der Röntgenblitze sind so klein, dass sich mit ihnen die Zusammensetzung und Struktur von Biomolekülen und Werkstoffen auf atomarer Ebene untersuchen lassen. Die Forschung am European XFEL trägt so dazu bei, den Aufbau von biologischen Zellen besser zu verstehen und neue Werkstoffe mit optimalen Eigenschaften zu entwickeln.



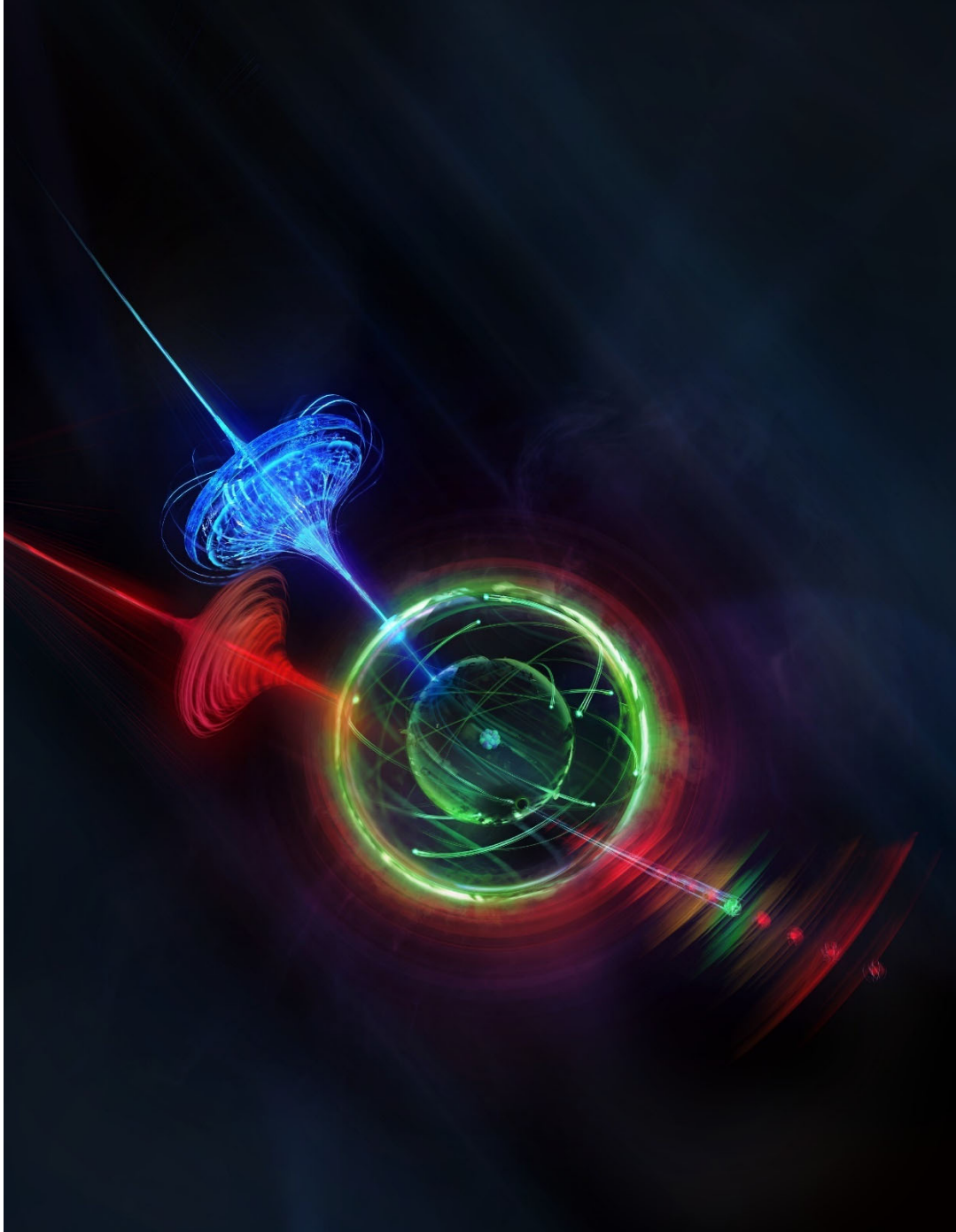
Untersuchung durch Zerbersten - Coulomb-Explosion-Imaging von Iodopyridin (Illustration)

Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen verwenden Röntgenstrahlen, um eine heftige Explosion einzelner Moleküle auszulösen. Aus dem Fragmentierungsmuster schließen sie auf detaillierte Informationen über das Molekül und seine Fragmentierung.

© illustratoren.de/TobiasWuestefeld in cooperation with European XFEL

Ultraschnelle Vorgänge

Die Röntgenblitze sind so kurz, dass mit ihnen ultraschnelle Vorgänge gefilmt werden können, zum Beispiel wie sich chemische Bindungen bilden oder lösen. Die Forschung am European XFEL ermöglicht es, chemische Prozesse besser zu verstehen, um z. B. effizientere Produktionsverfahren für die Industrie zu entwickeln. Sie bildet auch eine Grundlage für die Entwicklung neuer Medikamente.



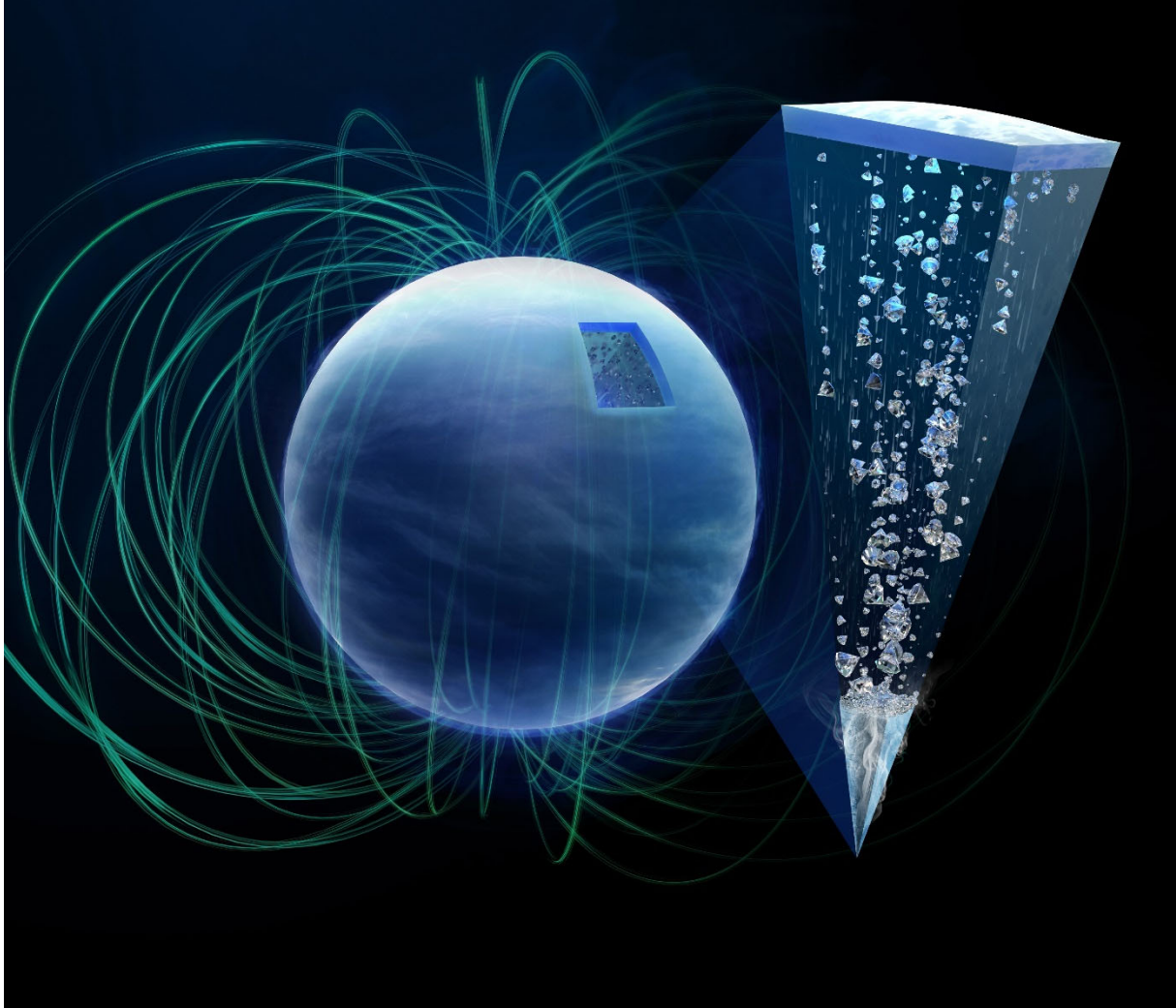
Rekord-Zeitauflösung

Ein ultrakurzer Röntgenpuls und ein optischer Laserpuls wechselwirken gleichzeitig mit einem Neonom. Der Röntgenpuls entfernt ein Elektron aus der inneren Elektronenhülle. Aufgrund des elektromagnetischen Felds des optischen Lasers, das im Moment der Ionisierung vorhanden ist, wird das austretende Elektron in seiner Energie moduliert.

© [illustratoren.de/TobiasWuestefeld](https://www.illustratoren.de/TobiasWuestefeld) in cooperation with European XFEL

Extreme Zustände

Mit den Röntgenblitzen kann Materie unter extremen Bedingungen untersucht werden: bei Temperaturen und Drücken, wie sie im Inneren von Planeten herrschen, und bei extremen elektrischen und magnetischen Feldstärken. Dies führt zu neuen Erkenntnissen über Materialeigenschaften. Andere Untersuchungen an kleinen Objekten, einzelnen Molekülen oder Atomen in extremen Röntgenfeldern ebnen den Weg für neue Röntgenmethoden.



Neue Erkenntnisse zu Diamantregen auf Eisplaneten - Forschende am European XFEL vermuten Auswirkungen auf komplexe Magnetfelder

Ein internationales Team von Forschenden unter Leitung von Mungo Frost vom Forschungszentrum SLAC in Kalifornien hat am Röntgenlaser European XFEL in Schenefeld neue Erkenntnisse zur Entstehung von Diamantregen auf Eisplaneten wie Neptun und Uranus gewonnen. Die Grafik veranschaulicht das Phänomen des Diamantregens im Inneren des Planeten, bei dem Diamanten durch das umgebende Eis nach unten wandern. Je tiefer die Diamanten in das Innere des Planeten vordringen, desto höher werden Druck und Temperatur. Selbst in den extrem heißen Regionen mit glühenden Temperaturen bleibt das Eis aufgrund des unglaublich hohen Drucks bestehen.

© European XFEL / Tobias Wüstefeld

Quelle. Imagebroschüre und Poster XFEL © European XFEL

Weiterführende Informationen und Medien

[European XFEL-Mediendatenbank](#)