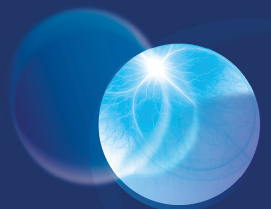


Baden-Württemberg,
Bayern, Hamburg, Hessen,
Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen
und Schleswig-Holstein

FUSIONS
ALLIANZ





Eckpunkte

FUSIONSFORSCHUNGSALLIANZ

der Länder

Baden-Württemberg, Bayern, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Schleswig-Holstein
(Ergänzung v. 08. Januar 2025)

Die Länder Baden-Württemberg, Bayern, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Schleswig-Holstein, vertreten durch Frau Ministerin Petra Olschowski (Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg), Herrn Staatsminister Markus Blume (Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst) und Herrn Staatsminister Hubert Aiwanger (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie), Frau Senatorin Maryam Blumenthal (Behörde für Wissenschaft, Forschung und Gleichstellung der Freien und Hansestadt Hamburg), Herrn Staatsminister Timon Gremmels (Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Forschung, Kunst und Kultur), Frau Ministerin Bettina Martin (Ministerium für Wissenschaft, Kultur, Bundes- und Europaangelegenheiten, Mecklenburg-Vorpommern), Herrn Staatsminister Sebastian Gemkow (Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus) und Frau Ministerin Dr. Dorit Stenke (Ministerium für Allgemeine und Berufliche Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur, Schleswig-Holstein) – im Folgenden **Partner** genannt – einigen sich auf nachstehende Eckpunkte zur Weiterentwicklung der Fusion.

Der Ansatz

Die Erschließung der Fusion als sichere, saubere und vom Zugang zu Rohstoffen weitgehend unabhängige Energiequelle ist die größte Chance für eine energiesouveräne und nachhaltige Zukunft. Deutschland und Europa befinden sich neben den USA und China in einer entscheidenden Phase, die den Weg zum ersten Fusionskraftwerk ebnen kann. Eine führende Rolle der Bundesrepublik wird ein entscheidender Schritt nicht nur für den Klimaschutz, sondern auch für den Wohlstand und die Energiesicherheit der kommenden Jahrzehnte sein.

Vor diesem Hintergrund haben sich die Partner zusammengefunden und

- äußern ihre Überzeugung, dass sich die Fusion als grundlastfähige Form klimaneutraler Energiebereitstellung zum bedeutenden Baustein und Wettbewerbsfaktor im Energiemix der Zukunft bei der Flankierung aller sich derzeit abzeichnender energieintensiver Transformationen entwickeln wird.
- sind sich einig, dass die notwendigen nächsten Schritte auf dem Weg zum ersten Fusionskraftwerk jetzt gesetzt werden müssen; sie haben hierzu seit



Jahren jeweils erhebliche Vorleistungen erbracht, die künftig zur weiteren Wirkungsverstärkung arbeitsteilig gebündelt, strategisch vernetzt und nochmals erheblich ausgeweitet werden sollen.

- einigen sich auf eine gemeinsame Mission, die – unter Kooperation von Industrie und Forschung – die Erforschung, den Bau und Betrieb von kommerziell genutzten Fusionsreaktoren zum Ziel hat.
- erklären sich unter dem Vorbehalt entsprechend zur Verfügung stehender Stellen und Mittel bereit, zur Erfüllung der Mission auch öffentliche Mittel noch stärker einzusetzen.
- binden Forschung und Wirtschaft unter Beteiligung von Industrie und Start-ups zusammen, um durch Kooperationen die Fusionsentwicklung zu beschleunigen.
- stimmen ihr Vorgehen in der Fusionsentwicklung eng untereinander ab und unterstützen sich gegenseitig in ihrer gemeinsamen Mission. Die Abstimmung erfolgt auch im Hinblick auf die Hightech Agenda Deutschland vom 30.07.2025 sowie den Aktionsplan Kernfusion der Bundesregierung vom 01.10.2025 und die dort geplanten Maßnahmen.

Das Commitment

Die beiden nach Stand der Forschung aussichtsreichsten Ansätze zur Fusion sind die laserinduzierte Trägheitsfusion und die Fusion unter Magneteinschluss. Beiden liegen unterschiedliche physikalische Prinzipien zu Grunde, die zu unterschiedlichen wissenschaftlich-technischen Herausforderungen führen. Diese Herausforderungen für die Magneteinschlussfusion sind z. B. die Herstellung von Hochfeld-Magnetspulen und die stabile Erzeugung und Kontrolle eines Plasmas. Für die laserinduzierte Fusion sind dies vor allem die Entwicklung von energieeffizienten Hochleistungslasern mit hoher Betriebsdauer und Wiederholungsrate, die präzise und preiswerte Herstellung sowie die Zufuhr der Brennstoffpellets sowie die Hydrodynamik der Kompression. Bei beiden Prinzipien sind noch grundlegende wissenschaftliche und anwendungsorientierte Fragestellungen zu beantworten. Außerdem ist die Tritium-Versorgung und -Rückgewinnung sowie die Strahlungs- und Wärmebelastung des Wandmaterials eine Herausforderung. Eine große Herausforderung besteht in beiden Fällen in der Skalierung vom Labor- über den Pilotmaßstab bis zum wirtschaftlichen Dauerbetrieb in kommerziellen Kraftwerken, wobei sich die beiden Ansätze im jeweils erreichten Technology Readiness Level (TRL) etwas unterscheiden.

Die parallele Erforschung beider Technologieansätze verteilt dabei technologische Risiken und erhöht die Chance, die besten wirtschaftlichen Lösungen für eine zuverlässige Energieversorgung bei unterschiedlichen Einsatzanforderungen zu finden.

Vor dem genannten Hintergrund leiten sich für die Partner Aufgabenpakete ab, die in der synergetischen Umsetzung zu ersten Fusionskraftwerken führen sollen.



- **Die Partner unterstützen das Land Hessen, den für den Bereich der Laserfusion relevanten FusionsCampus Biblis weiter auszubauen.**

Um die oben beschriebenen Chancen perspektivisch zu nutzen, wird ein FusionsCampus Biblis errichtet: Mit dem ehemaligen AKW Biblis (bestehende Infrastruktur und Erfahrung im Umgang mit radioaktiven Stoffen, wie z.B. Tritium, inkl. deren Lagerung und Entsorgung), einem erfahrenen Kraftwerksbetreiber am Standort, den in Deutschland in der Laserfusion führenden Start-ups, in Lasersystemen breit aufgestellten, global marktführenden Unternehmen sowie der direkten Nachbarschaft zur TU Darmstadt und des GSI Helmholtzzentrums bietet der FusionsCampus Biblis bestmögliche Rahmenbedingungen im internationalen Wettrennen um den ersten kommerziellen Fusionsreaktor. Das GSI Helmholtzzentrum etwa verfügt mit dem PHELIX-Laser über eine Forschungsinfrastruktur, an der Grundlagenforschung mit Hochenergielasern und im Bereich der Plasmaphysik schon jetzt möglich ist. Auf dem Campus entstehen Testanlagen (SubScale Implosion Facility, LaserHub) sowie Demonstrations- und Prototypkraftwerke. Weiterhin werden ein interdisziplinäres Forschungsnetzwerk und eine Innovationsplattform etabliert und Unternehmen sowie Zulieferer der laserbasierten Kernfusion unterstützt.

Dadurch soll in diesem strategischen Technologiefeld ein wissenschaftlich-wirtschaftliches Innovationsökosystem errichtet werden, das über Deutschland hinaus ausstrahlt. Durch den Aufbau einer hochentwickelten Infrastruktur und die Schaffung neuer Arbeitsplätze in Forschung, Entwicklung und industrieller Fertigung können Energiewirtschaft und Industrielandschaft in Hessen für Deutschland zukunftsfähig ausgebaut werden. Das Campuskonzept ermöglicht die systematische Entwicklung der Fusionsenergie: wissenschaftliche und angewandte Forschung, die Zusammenführung der gesamten Kraftwerkstechnologie durch in Technologieimplementierungen erfahrenen Unternehmen (inklusive Aufbau von Lieferketten), Wirtschaftlichkeit, Technologieexport, wissenschaftliche und technische Personalausbildung, nicht zuletzt Öffentlichkeitsarbeit werden synergetisch bearbeitet. Ziel des Campus ist der Aufbau des ersten industriellen Fusionskraftwerks der Welt.

- **Die Partner unterstützen das Land Mecklenburg-Vorpommern bei der Weiterentwicklung des Forschungsreaktors Wendelstein 7-X und dem Aufbau des Instituts für Hochenergiedichtephysik.**

Der Stellarator Wendelstein 7-X (W7-X) des IPP in Greifswald ist die weltweit führende Stellarator-Anlage, die beweisen konnte, dass optimierte Stellaratoren hervorragend für ein Fusionskraftwerk geeignet sind. Ein besonderer Vorteil von W7-X ist, dass er demonstrieren soll, dass sich ein Stellarator kontinuierlich,



also im Dauerbetrieb mit hoher Performance, betreiben lassen kann – ein entscheidender Schritt in Richtung realer Kraftwerksbedingungen.

Um die Leistungsfähigkeit von W7-X weiter zu verbessern, sind verschiedene Ausbaumaßnahmen geplant. Dazu gehört vor allem eine deutliche Erhöhung der Heizleistung, um Plasmen zu erzeugen, die noch näher an die Bedingungen in einem echten Reaktor herankommen. Zusätzlich soll die Anlage künftig nicht nur mit Wasserstoff, sondern auch mit Deuterium betrieben werden.

W7-X wird außerdem von dem neuen Stellarator profitieren, der als Nachfolgeprojekt zu ASDEX Upgrade geplant ist (siehe unten). Am neuen Stellarator sollen u.a. gezielt neue Konzepte für die Wärmeabfuhr aus dem Plasma untersucht werden. Im Unterschied zu W7-X erfolgt kein Dauerbetrieb, sondern ein Betrieb im gepulsten Modus. Das erlaubt eine einfachere Bauweise und schnellere Umbauten. Erkenntnisse daraus können später auch bei einem möglichen Umbau von W7-X genutzt werden. Ein solcher Umbau ist bei W7-X aufwändiger, da alle Komponenten mit Wasserkühlung ausgestattet sind. Über das Engagement auf dem Feld des Magneteinschlusses hinaus investiert Mecklenburg-Vorpommern ebenfalls in die Technologie der laserinduzierten Fusion und beteiligt sich an dem gemeinsamen Antrag zur Trägheitsfusion des HZDR, der Universität Rostock und des European XFEL (siehe unten). Die Landesregierung hat alle Voraussetzungen geschaffen, um am Standort Rostock ein Institut für Hochenergiedichtephysik im Rahmen des HZDR zu errichten.

- **Die Partner unterstützen den Freistaat Sachsen bei der Stärkung der Forschung und der Infrastruktur zur Laserfusion am Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf (HZDR).**

In Sachsen entsteht am HZDR derzeit im Rahmen eines gemeinsamen Joint Labs mit der Amplitude Laser Group eine neue Forschungsplattform zur Entwicklung leistungsfähiger Lasersysteme mit hoher Wiederholrate, optimiertem Kontrast und verbesserter Strahlqualität. Parallel dazu wird das Lasersystem PENELOPE, ein diodengepumpter Petawatt-Laser mit 150 J Pulsenergie bei 1 Hz, zur vollen Leistungsfähigkeit ausgebaut. Die damit entstehende Infrastruktur eröffnet neue Kooperationsperspektiven insbesondere mit der Exzellenzuniversität TU Dresden im Bereich der Strahlenquellen. Neben dem Schwerpunkt Strahlenquellen liegen in Bezug auf Fusion insgesamt die Stärken des Freistaates Sachsen insbesondere in den Bereichen Anlagen, Materialien und Simulation. Das aus Mitteln des Strukturwandels aufgebaute und zum HZDR gehörende Center for Advanced Systems Understanding (CASUS) in Görlitz entwickelt u.a. Simulationstools für die Laserfusion, um in der Praxis eine stabilere Kompression der Targets zu erreichen. Außerdem unterstützen die Partner den im Rahmen der Helmholtz Leuchtturminitiative eingereichten Antrag des HZDR, der Universität Rostock und des European XFEL zum Aufbau eines Inertial Fusion Energy (IFE) Instituts



in Rostock als einen zentralen Baustein für die Weiterentwicklung der Fusionsforschung in Deutschland.

- **Die Partner unterstützen das Land Schleswig-Holstein und die Freie und Hansestadt Hamburg bei der Erweiterung der fusionsrelevanten Forschungsinfrastrukturen am European XFEL.**

Der European XFEL ist die weltweit anerkannte Forschungseinrichtung für extrem intensive Röntgenlaserblitze von herausragender räumlicher Kohärenz und spektraler Brillanz, die Forschende aus der ganzen Welt nutzen, um atomare Details zu erkennen und chemische Reaktionen zu filmen. Der European XFEL bietet mit seinen Bildgebungs- und Spektroskopieverfahren ein hohes Maß an Präzision, das zur Diagnose aller relevanter Fusionsgrundlagen, insbesondere zur Validierung potenziell neuer Targets, genutzt werden kann. Er bietet mit seinen bereits vorhandenen Gebäuden und Infrastrukturen, der fachlichen Expertise und den beteiligten wissenschaftlichen Einrichtungen in Schleswig-Holstein und Hamburg und der engen Zusammenarbeit mit einem der führenden Start-ups zur Laserfusion ideale Voraussetzungen, um mit dem Einsatz von Hochenergielasern die Laserfusion auf dem Weg zu einem Fusionskraftwerk entscheidend weiterzuentwickeln. Das Instrument High Energy Density, das vom Deutschen Elektronensynchrotron (DESY) in Hamburg gemeinsam mit dem Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) aufgebaut wurde und beim European XFEL betrieben wird, ist für die Diagnostik in der Laserfusionsforschung (Warm Dense Matter, XRTS) entscheidend. Mit der geplanten Erweiterung entsteht am European XFEL eine international sichtbare Plattform zur Untersuchung von Materiezuständen unter extremen Bedingungen, sogenannten Hochenergiedichte-Zuständen, die zukünftig mit dem neuen Institut für Hochenergiedichtephysik am Standort Rostock noch gestärkt werden wird. Der European XFEL kombiniert erstmals und weltweit einzigartig einen leistungsstarken Laser im Kilojoule-Bereich mit ultrakurzen Röntgenpulsen, wodurch zeitaufgelöste Messungen an extrem kurzlebigen Materiezuständen, hierbei insbesondere an Fusionsprozessen, möglich werden. Durch die vorhandenen baulichen Voraussetzungen am European XFEL kann dies bereits in 2-3 Jahren konkret umgesetzt werden. Die Relevanz dieser Methodik für den beschleunigten Fortschritt in der Fusionsforschung wird von internationalen Experten hervorgehoben. Eingebettet ist der European XFEL in der Science City Hamburg Bahrenfeld und auf dem Campus Schenefeld in eine enge Zusammenarbeit mit Universitäten, Forschungseinrichtungen, Start-up-Labs/Inkubatoren und Flächen für Unternehmensansiedlungen.

- **Die Partner unterstützen den Freistaat Bayern bei der Errichtung eines Nachfolgeexperiments für die Fusionsanlage ASDEX Upgrade.**



Mit der erfolgreichen Inbetriebnahme des Stellarators Wendelstein 7-X in Greifswald ist die Stellaratorforschung bereit für den entscheidenden Schritt zum Fusionskraftwerk: die Demonstration eines Fusionsreaktors mit positiver Energiebilanz des Plasmas. Mit Hilfe modernster Technologien und Hochleistungsrechnern kann heute ein Stellarator gebaut werden, der etwa die gleiche Größe wie Wendelstein 7-X hat, aber durch 4-fach höhere Magnetfelder und verbesserte Optimierung um einen Faktor 300 mehr Fusionsenergie bei gleicher Heizleistung erzeugen kann. Ein solches Projekt ließe sich am besten in einem Public-Private Partnership (PPP) realisieren. Das IPP in Garching würde seine weltweit einzigartige Expertise beim Design der Magnetfeld-Konfiguration sowie beim Betrieb von Stellaratoren einbringen. Die Industrie würde ertüchtigt, im nächsten Schritt ein Fusionskraftwerk basierend auf den beim Bau dieser Anlage qualifizierten Technologien (bspw. Stellarator-Spulen mittels Hoch-Temperatur-Supraleitern) zu bauen. Bei einer Realisierung in einem PPP wäre es möglich, dass der Tokamak ASDEX Upgrade am IPP in Garching während des Aufbaus der neuen Anlage weiter sehr erfolgreich wissenschaftliche Beiträge, insbesondere für die Vorbereitung des ITER-Betriebs, leisten kann. ASDEX Upgrade ist zurzeit noch die erfolgreichste europäische Tokamak-Anlage, wird aber mit der Inbetriebnahme von DTT (Italien) und ITER in den 2030er Jahren ihre wissenschaftliche Strahlkraft verlieren. Der Bau des neuen Stellarators am Standort des IPP Garching oder in unmittelbarer Nähe würde sicherstellen, dass die Expertise der ca. 700 Mitarbeitenden des Standorts zum wissenschaftlichen Betrieb dieses Technologiedemonstrators weiterhin genutzt werden kann. Darüber hinaus beteiligt sich Bayern mit dem Centre for Advanced Laser Applications (CALA) der LMU München in Kooperation mit Start-ups maßgeblich an der Grundlagenentwicklung der Laserfusionstechnologie. Mit der ATLAS-Anlage betreibt es eine der weltweit stärksten Kurzpuls-Laseranlagen.

- **Die Partner unterstützen das Land Baden-Württemberg bei der Entwicklung von notwendigen Materialien und Technologien zur Tritium-Versorgung für ein künftiges Fusionskraftwerk.**

Die Entwicklung und der Test von geeigneten Materialien für ein künftiges Kraftwerk sowie das Erbrüten des Brennstoffs Tritium haben für die Mission Kernfusion besondere Bedeutung. Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) kann dazu wichtige Beiträge leisten. Konkret sollte dazu das Fusionsmateriallabor (FML) am KIT, im Zuge des internationalen Projekts IFMIF-DONES zur Charakterisierung von Materialien unter realistischen Fusionsbedingungen, ausgebaut werden. Gemeinsam mit weiteren wichtigen Forschungsplattformen wie die derzeit im Bau befindliche DIPAK (Direct Internal Recycling Development Plattform Karlsruhe) und das weltweit einzigartige Tritiumlabor (TLK) könnte das KIT seine Spitzenstellung auf dem Gebiet



zentraler Technologien für die Fusionsforschung, im Verbund mit kooperierenden Kompetenzteams, weiter zu einem Fusion Nuclear Technology Hub ausbauen und entscheidende technologische Beiträge für den Bau eines Fusionskraftwerks liefern.

Gemeinsam auf dem Weg zum Fusionskraftwerk

- Die Partner werden **gemeinsame Forschungsanstrengungen** zur Weiterentwicklung der Fusion ausbauen und gemeinsam mit den Hochschulen und Forschungseinrichtungen die weitere Vertiefung der Zusammenarbeit forcieren. Sie werden sich dazu eng mit der Bundesregierung und mit den Europäischen Akteuren abstimmen.
- Die Partner werden **gemeinsam die Ausbildung** von Nachwuchswissenschaftlern, Ingenieuren und Technikern auf dem Gebiet der Fusionsforschung verbessern. Landeseigene **Initiativen zum Kompetenzausbau** sollen inhaltlich abgestimmt werden.
- Die Partner streben die Vernetzung in der Fusionsforschung auch durch **landesübergreifende Master- und Graduiertenstudiengänge** und gemeinsame Workshops und Veranstaltungen an, um für jedes Forschungsprojekt die bestmögliche Expertise der Partner zusammenzubringen.
- Die Partner werden die **gemeinsame Nutzung** bereits bestehender **Forschungsinfrastrukturen** ermöglichen.
- Die Partner **verknüpfen ihre Ökosysteme** und gewähren Forschungseinrichtungen **gegenseitig Zugang zu den Einrichtungen** in den genannten Ländern; die Partner gewähren zudem Unternehmen Zugang zu ihren Forschungseinrichtungen.
- Die Partner setzen bei der Umsetzung ihrer Ziele **gemeinsam auch auf die leistungsfähige Zulieferindustrie und starke Lieferketten**, die schon beim Aufbau der existierenden Forschungsanlagen ihr technologisches Know-how unter Beweis stellten.
- Die Partner werden ihre Expertise und Ressourcen im wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Bereich bündeln, um auch auf **internationaler Ebene führend in der Kernfusionstechnologie** zu werden und insbesondere Kooperationen mit europäischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen zu fördern.



München, den 08.01.2026

Für das Bayerische Staatsministerium
für Wissenschaft und Kunst

Herr Staatsminister Markus Blume

Für das Bayerische Staatsministerium
für Wirtschaft, Landesentwicklung und
Energie

Herr Staatsminister Hubert Aiwanger

Für die Behörde für Wissenschaft,
Forschung und Gleichstellung der
Freien und Hansestadt Hamburg

Frau Senatorin Maryam Blumenthal

Für das Hessische Ministerium für
Wissenschaft und Forschung, Kunst
und Kultur

Herr Staatsminister Timon Gremmels

Für das Ministerium für Wissenschaft,
Kultur, Bundes- und
Europaangelegenheiten, Mecklenburg-
Vorpommern

Frau Ministerin Bettina Martin

Für das Sächsische Staatsministerium
für Wissenschaft, Kultur und Tourismus

Herr Staatsminister Sebastian Gemkow

Für das Ministerium für Allgemeine und
Berufliche Bildung, Wissenschaft,
Forschung und Kultur, Schleswig-
Holstein

Frau Ministerin Dr. Dorit Stenke

Für das Ministerium für Wissenschaft,
Forschung und Kunst, Baden-
Württemberg

Frau Ministerin Petra Olschowski