MAX-PLANCK-INSTITUT
FÜR PLASMAPHYSIK

Kernfusion: Energieversorgung der Zukunft – Potentiale und Hürden

MEDIENMATERIALIEN

Medienmaterialien zur Fusionsforschung
Informationen

Informationen für Lehrer und Schulen: https://www.ipp.mpg.de/schule

Energieplanspiel "Megawatts & Marbles"
Im Planspiel die Energiewende selber umsetzen

Handyspektrometer zum Selberbauen
Das Spektrometer zerlegt Licht in seine Farbanteile, d.h. in seine einzelnen Wellenlängen.
Die Handykamera wird dabei als Detektor benutzt.

IPP-Schülerlabor
"Plasma – überall und unbekannt"
Zu einer spannenden Einführung in die Plasmaphysik kommen wir in die Schule.

Medienmaterialien zur Fusionsforschung
Besichtigungen

Besucherführungen / Schulklassen: https://www.ipp.mpg.de/besucher

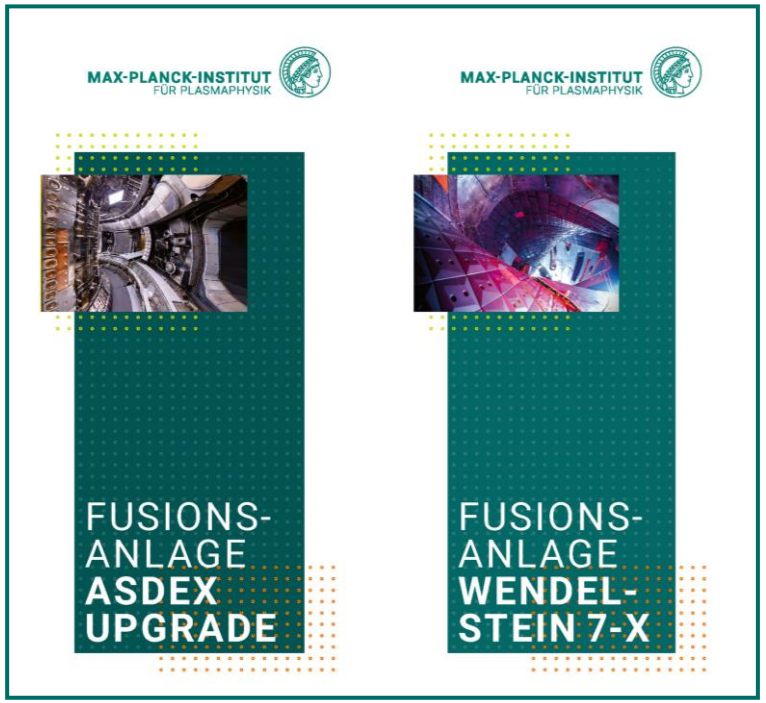
Führungen durch das IPP

Die Führungen dauern rund zwei Stunden.

Die Führungen durch das IPP in Garching beginnen mit einer Einführung zu den Grundlagen der Fusionsforschung. Anschließend wird das große Fusionsexperiment **ASDEX Upgrade** sowie die Stromversorgung der Experimente durch **Stoßstromgeneratoren** und das **Besucherzentrum** mit Exponaten zur Fusionsforschung besichtigt.

Medienmaterialien zur Fusionsforschung
IPP Porträt und Experimente

IPP-Portrait
Forschung für die Energie der Zukunft
Das Kurzportrait gibt einen Überblick über das Forschungsprogramm, die Experimentieranlagen und den Aufbau des Instituts. (12 Seiten, 2021)



Faltblätter zu den Experimenten
Überblick über Aufbau und Forschungsaufgaben der Fusionsanlagen
ASDEX Upgrade in Garching
und Wendelstein 7-X in Greifswald.
(je 8 Seiten, 2023)

Medienmaterialien zur Fusionsforschung
Informationen zur Fusion

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK

FUSION BASICS

Kernfusion: Stand & Perspektiven

Die Energiequelle von Sonne und Sternen auf der Erde nutzbar zu machen, ist das Ziel der Fusionsforschung: Ein Fusionskraftwerk soll aus der Verschmelzung von Atomkernen Energie gewinnen.

Unter irdischen Bedingungen gelingt dies am einfachsten mit den beiden Wasserstoffsorten Deuterium und Tritium. Deuterium wird als schwerer Wasserstoff bezeichnet, weil sein Kern neben einem Proton auch ein Neutron enthält. Tritium wird überschwerer Wasserstoff genannt, weil sich zwei Neutronen im Kern befinden.

Deuterium und Tritium verschmelzen zu Helium, wobei Neutronen freiwerden, die große Energiemengen transportieren können: Ein Gramm Brennstoff könnte in einem Kraftwerk die Verbrennungswärme von etwa 11 Tonnen Braunkohle freisetzen. Oder anders gerechnet: Ein Kilogramm Brennstoff würde den jährlichen Energiebedarf von 1000 Mitteleuropäern decken.

Die dafür notwendigen Grundstoffe – Deuterium und Lithium, aus dem im Kraftwerk Tritium hergestellt wird – sind auf der Erde in großen Mengen vorhanden.

Magnetfusion vs. Laserfusion

Die Fusionsforschung konzentriert sich im Wesentlichen auf zwei Konzepte:

Bei der **Magnetfusion** wird ein mehr als 100 Millionen Grad Celsius heißes Plasma in einem Magnetfeld eingeschlossen. In diesem Plasma verschmelzen leichte Atomkerne, die dabei große Energiemengen freisetzen.

Bei der **Laserfusion** (auch Trägheits- oder Inertialfusion genannt) erreicht man die Verschmelzung, indem man mit hochenergetischen Laserstrahlen auf ein wenige Millimeter großes Brennstoff-Kügelchen schießt. US-Forscherinnen und -Forscher vom Lawrence Livermore National Laboratory gelang damit Ende 2022 ein wichtiger wissenschaftlicher Erfolg: Sie konnten erstmals mehr Fusionsenergie freisetzen, als sie an Laserenergie investiert hatten.

Die Fusionstestanlage ITER wird derzeit in Südfrankreich gebaut. (Grafik: Fusion for Energy)

Tatsächlich liegt aber die Magnetfusion bei der technologischen Realisierung eines Kraftwerks weit vorne. Deshalb verfolgen auch die meisten Forschungsinstitute und Unternehmen dieses Konzept – zum Beispiel beim Internationalen Forschungsreaktor ITER, der derzeit von sieben Projektpartnern (China, Europa, Indien, Japan, Russland, Südkorea, USA) gemeinsam im südfranzösischen Cadarache gebaut wird.

Gleichzeitig investieren China und Großbritannien in nationale Programme zum Bau von Fusionskraftwerken. Und es existieren etwa 40 Start-up-Unternehmen, die für den Bau kommerzieller Kernfusionskraftwerke mehrere Milliarden Dollar von privaten Geldgebern eingesammelt haben.

Magnetfusion und Fusionsbedingungen

Wie ein Kohlefeuer setzt auch ein Fusionsfeuer nicht selbständig, sondern erst bei passenden Zündbedingungen ein. Für den Brennstoff – ein sehr dünnes, ionisiertes Gas, ein „Plasma" –

1

[Fusion Basics]
[Kernfusion - Stand und Perspektiven]
Ein knapper Überblick über Grundlagen,
Stand und Perspektiven der Fusionsforschung (4 Seiten, 2024)

EUROfusion

https://euro-fusion.org/faq/

How does fusion work? +

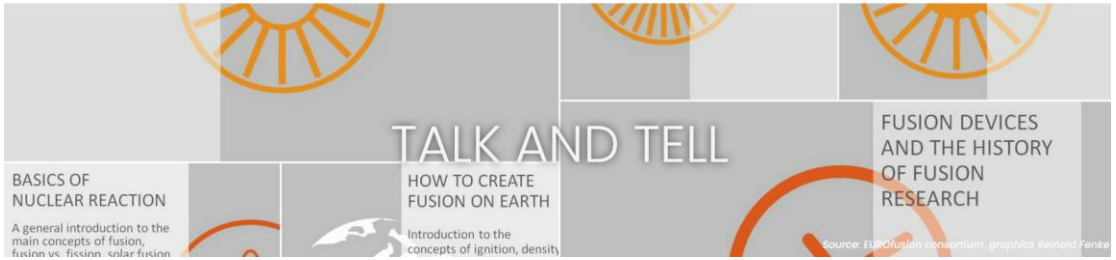
What is a lithium blanket and how does it work? +

Interessante Bücher: https://www.ipp.mpg.de/12241/buecher

Medienmaterialien zur Fusionsforschung
Informationen zur Fusion

Präsentationen:

EUROfusion https://euro-fusion.org/services/teaching-resources/talk-and-tell/



Ein Powerpoint-Kit: Sammlung übersichtlich gestalteter, einfach und flexibel einsetzbarer Präsentationen.

FuseNet https://fusenet.eu/education/material

Medienmaterialien zur Fusionsforschung
Interaktiv

Fusion interaktiv: https://www.ipp.mpg.de/interaktiv

360-Grad-Panorama ASDEX Upgrade
Die Garchinger Forschungsanlage im interaktiven Panorama.

360-Grad-Panorama Wendelstein 7-X
Die Greifswalder Forschungsanlage im interaktiven Panorama.

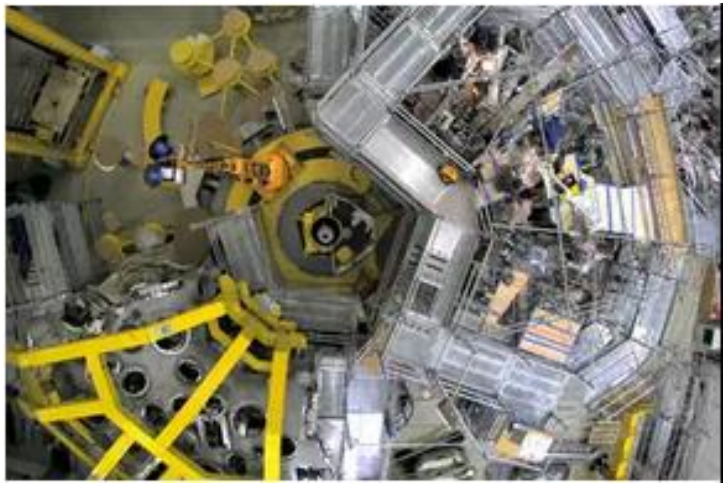
Spiel: Fusion in zehn Schritten
Fusion in zehn Schritten – Lernspiel für Schülerinnen und Schüler ab zwölf Jahren.

Medienmaterialien zur Fusionsforschung

Filme zur Fusion https://www.ipp.mpg.de/12306/filme

Wendelstein 7-X

Im Zeitraffer: Die Fusionsanlage Wendelstein 7-X wird aufgebaut.



Lehrfilm Kernfusion

Die physikalischen Grundlagen und das Potential dieser Energieform sowie noch zu lösende Fragen.

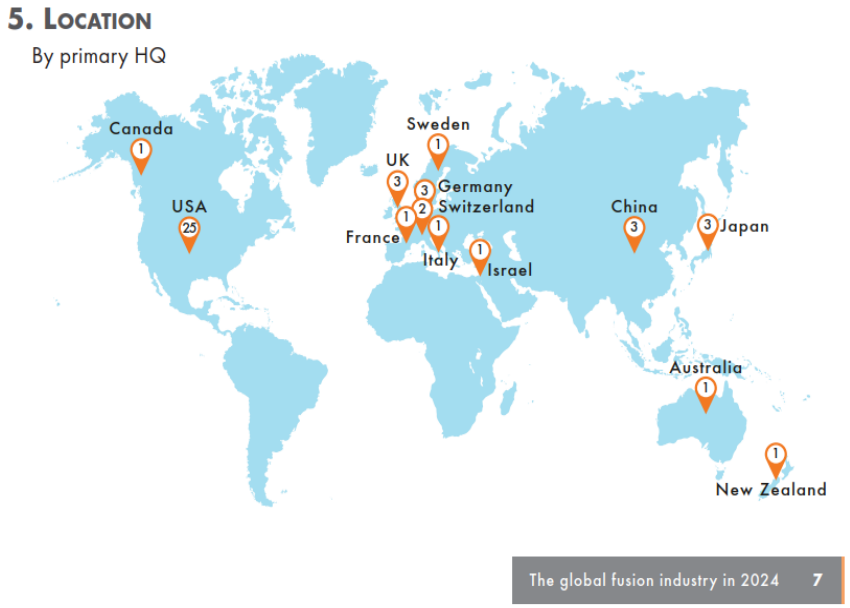
Fusion 2100

Eine Schulklasse im Jahr 2100 vollzieht rückblickend nach, wie die Entwicklung der Energiequelle Fusion verlaufen ist.

Medienmaterialien zur Fusionsforschung
Übersicht Fusionsfirmen - Start-ups

FUSION INDUSTRY ASSOCIATION

https://www.fusionindustryassociation.org/

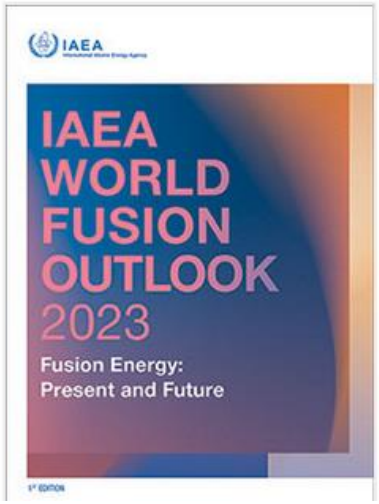


https://www.fusionindustryassociation.org/fusion-industry-reports/

Mai 2024

IAEA Word Fusion Outlook 2023

https://www.iaea.org/publications/15524/iaea-world-fusion-outlook-2023



Medienmaterialien zur Fusionsforschung
Fusionsprojekte - Deutschland

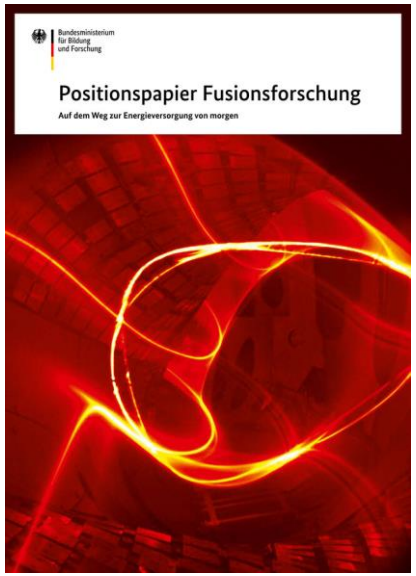
Artikel: MaxPlanckForschung 4/2022

https://www.mpg.de/19685091/MPF_2022_4

Brennpunkte der Kernfusion
Einordnung staatlicher und privater Fusionsprojekte.

BMBF Positionspapier Fusionsforschung

https://www.bmbf.de/



Juni 2023

Bayerns Masterplan Kernfusion

https://www.stmwk.bayern.de/

Sep. 2023

Medienmaterialien zur Fusionsforschung
Rekorde Laserfusion und magnetische Fusion

Lawrence Livermore National Laboratory — National Ignition Facility & Photon Science

NIFS Sets Power and Energy Records

https://lasers.llnl.gov/about/keys-to-success/power-and-energy

updated October 2023

EUROfusion

Breaking New Ground: JET Tokamak's Latest Fusion Energy Record Shows Mastery of Fusion Processes

https://euro-fusion.org/eurofusion-news/dte3record/

February 8, 2024 | *EUROfusion News*

New fusion world record
Press Conference
Joint European Torus (JET)

YouTube DE

https://youtu.be/