

# Kernfusion: Aktuelle Entwicklungen

**Disclaimer:** Komplexe naturwissenschaftliche Zusammenhänge werden leicht verständlich nach besten Wissen und Gewissen fallweise vereinfacht dargestellt. Die gezeigten Bilder stammen aus den angegebenen Quellen. Für deren Abdruck oder kommerzielle Verwendung gilt die Rechtssituation der Quelle.

## Gedanken zur Fusionsenergie:

- **Verfügbar, bevor Klima kippt?**
- **Mini-KKW zur Überbrückung?**
- **Wege zu Fusionskraftwerken**
- **Sind FKW sicher wirtschaftlich?**
- **Was kommt danach?**

DI. Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

Kernfusion: Aktuelle Entwicklungen

Verehrte Damen, sehr geehrte Herren lieber Herr Dr. Lindner und Mitglieder im Vorstand der Gesellschaft „Bürger für Technik“!

Heute kam ich sehr gerne nach Hannover für das anspruchsvolle und spannende Thema Fusionsenergie.

Fusionsenergie ist die Zukunft und viele sagen, bis die funktioniert, hat uns der Hitzetod durch CO<sub>2</sub> ereilt. Also die Industrie muss weg, damit wir nicht den Weltuntergang verursachen.

Dann gibt es immer wieder Jubelmeldungen, was an Fortschritt in der Fusionsforschung erreicht wurde und der Deutsche Wetterdienst macht aus dem in unserem Breiten wechselhaften Wetter gleich Klimakatastrophen

Damit sind die klärungsbedürftigen Fragen angesprochen:

1. Wird Fusionenergie jemals wirtschaftlich funktionieren und wenn ja, welche Arten davon?
2. Welche Energie brauchen wir, bis Fusionenergie verfügbar ist?
3. Verbrennt die Welt durch den Hitzetod, bis es Fusionsenergie haben?

Wir werden diese Punkte in umgekehrte Reihenfolge anschauen, d.h. den kürzesten Punkt zuerst.

# NUKLEARE ENERGIE STATT KLIMAPANIK!

Wir zeigen:

- IPCC-Modell rechtfertigt keine Klimapanik
- Sonne bringt eine kleine Kaltzeit bis 2053
- Den Vorsatz der Märchenerzähler des IPCC

Slide 2 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Ich denke, Sie wissen, der Klimapanik fehlt jede solide Begründung. Wie gelingt es dann, dass das EU-Parlament einen Klimanotstand erklärt und die Regierung in Berlin diesem in einer Art und Weise folgt, dass man meint, die Wirtschaft zu ruinieren sei ein gigantischer Fortschritt?

Wissenschaft ist gekennzeichnet durch Untersuchungen von These und Antithese, experimentell geprüft nach Karl Popper. Darauf baut die Synthese auf. Das ist nicht die Arbeitsweise der Klimapanikmacher!

In 2019 meldete die Nachrichtenagentur Reuerts, die Regierungen in Wien und Berlin machten einen Vorstoß in Brüssel, die Finanzierung nuklearer Projekte, einschließlich Fusion, durch die Kommission verbieten zu lassen. Unsere Gruppe arbeitete damals mit einer starken Fusionsentwicklungsfirma für eine Partnerschaft mit einem Konzern in Deutschland. Das Kanzleramt hatte sich nicht mit dem zuständigen Ministerium abgestimmt, wie dies vorgesehen ist, bevor derlei nach Brüssel geht, wurde mir berichtet.

## Spannungsfeld wissenschaftlicher Klärung: These, Antithese und Synthese

- Prof. F. Rademacher: „wir bräuchten eine neue Art von Dampfmaschine“ <sup>1)</sup>
- Dr. Wolfgang Sassin: „mit Fusionsenergie wären die Herausforderungen lösbar“ <sup>2)</sup>
- Dr. P. Moore: „2.6 million years ago we had 500 ppm CO<sub>2</sub> and the ice age cycles began. CO<sub>2</sub> is basic for life.“ <sup>3)</sup>
- Viele wissenschaftliche Berichte und Zeugen fordern Korrekturen der Fehler im IPCC-Klimamodel <sup>4)</sup>

1. Club of Rome Germany. Aus Laudatio zur Ehrung von Dennis L. Meadows, Mai 2019, München
2. Nach meinem Vortrag „Fusionsenergie zum Greifen nahe“ im Wirtschaftsbeirat, Juli 2020, Ingolstadt. Früher IPCC und IIASA. Sciences Autor: „homo sapiens an endangered species“, Uni Innsbruck. CV auf Anfrage.
3. War 16 Jahre Gründungspräsident von Greenpeace. Ist pro Wissenschaft, gegen Ideologie. [https://youtu.be/IX1z\\_6pvM-Q](https://youtu.be/IX1z_6pvM-Q)
4. CLINTEL erstellte Grundlage für wiss. Diskurs. Wasser hat stabilisierenden Klimaeinfluss. Alle IPCC-Modelle laufen der Wirklichkeit davon. Keine belastbaren Daten von Michael C. Mann, wie er rechnete, um z.B. die „kleine Eiszeit“ auszublenden, berichtet Prof. Lindzen.

Slide 3 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Prof. **Rademacher**, der in Deutschland Chef des „Club of Rome“ war, sagte im Mai 2019 bei der Laudatio für Dennis Meadows in München „wir bräuchten eine neue Art von Dampfmaschine“. Fusionskraftwerke entsprächen diesem Wunsch.

Dr. Wolfgang **Sassin** († 11/2021) befasste sich sehr genau mit den Fragen der globalen Ressourcen während der Jahre. Die er für die IIASA, dem **Internationale Institut für Angewandte Systemanalyse** südlich von Wien, tätig war. Er ist Autor des Buches „**Evolutionary Environments - homo sapiens – an Endangered Species?**“. Das schrieb er mit einem russischen und einem chinesischen General. Das ältere Buch von Meadows verblasst diesem gegenüber. Nach meinem Vortrag zum heutigen Thema im Wirtschaftsbeirat im Sommer 2020 sagte er mir, wenn wir Fusionsenergie haben, sind auch die in seinem Buch dargestellten Herausforderungen lösbar. **Mit Fusionsenergie verdunstet auch die Behauptung, wir nutzen bereits 1,7 Planeten.**

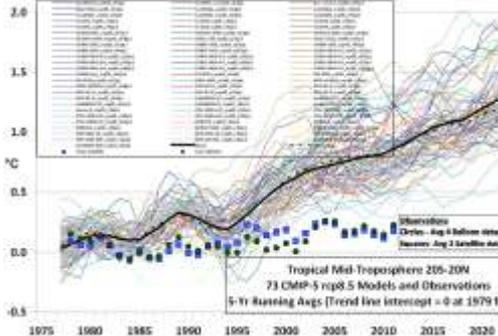
Statt einem Experiment genügt auch ein Blick in die Geschichte unseres Planeten. Darauf verweist u.a. **Dr. Patrick Moore**, der 16 Jahre Gründungspräsident von Greenpeace war. Mir gefiel diese Gruppe nie. Sie war weder wissenschaftlich noch friedfertig. Dem Dr. Moore ging es auch so. Er wandte sich von Greenpeace ab. Heute berichtet er, wir hatten 500 ppm CO<sub>2</sub> vor 2,6 Millionen Jahren. Die Erde brannte nicht, sondern der Zyklus von Eiszeiten begann. Das bestätigt auch die Arbeiten von Dr. Sassin für das IPCC.

Sein wissenschaftliches Ergebnis wurde politisch passend verändert. Er verweigerte die Unterschrift.

Mein Respekt gilt diesen Herren, da sie sich **für die Wissenschaftsethik** entschieden. Davon gibt es viele.

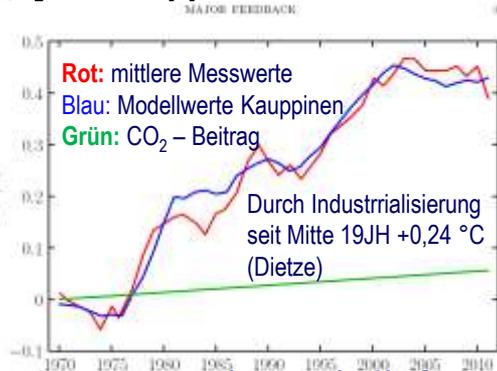
# Viele Einflüsse auf das Weltklima Klärungsbedarf zur Gewichtung!

## IPCC-Models & Daten



Das richtige Klimamodell ist nicht Auftrag des IPCC, sondern nur menschengemachter Einfluss. Natürliche Fakten sind ausgeblendet.

## Jyrki Kauppinen Modelldaten



Kauppinen verlangte als Chefauditor des IPCC-Modell dies zu korrigieren. Wurde verweigert.

Wärmespeicherkapazität von Ozeane  $\neq$  der von Kontinenten. IPCC machte Fehler! Kauppinen ging weg.

Q.: MAJOR FEEDBACK FACTORS AND EFFECTS OF THE CLOUD COVER AND THE RELATIVE HUMIDITY ON THE CLIMATE, 30.Dec. 2018, physics.aö

DI Robert Lechner-Schobel

Slide 4 Date: 29.09.2023

© Lechner & Partner

Ideologen finanzieren nur die Forschung für deren Ideologie, nicht die Antithese. Die jüngere Erdgeschichte zeigt, die **Ideologie der Klimapanikmacher ist widerlegt. Nur wahrhaben will das die Regierung nicht.**

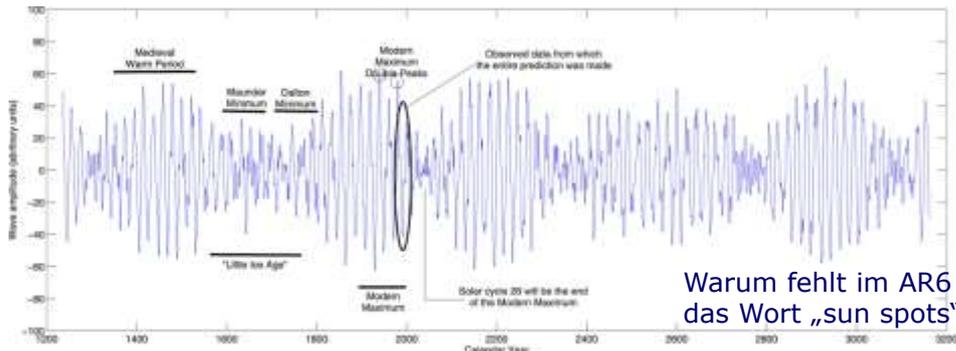
Der Finne **Jyrko Kauppinen** wurde vom IPCC als Chefauditor für das Klimamodell gerufen. Die Modelle liefen der Wirklichkeit davon. Deshalb untersuchte er genauer, warum. Ein Punkt ist auch für Nicht-Physiker gut verständlich: Nichts speichert Wärme so gut wie Wasser. Die Oberfläche der Ozeane speichert deshalb mehr Wärme wie die Oberfläche der Kontinente. Seit Beginn ist im IPCC die Speicherfähigkeit der Planetenoberfläche gleich angesetzt.

Kauppinen verlangte eine Korrektur, die ihm aus politischen Gründen verweigert wurde. Er verließ das IPCC und ging zurück nach Finnland, wo er mit Malmi ein korrigiertes Modell berechnete. Natürlich liefert CO<sub>2</sub> einen Beitrag zur Klimaerwärmung. Der von Kauppinen ermittelte Trend passt zu den von **Herrn Dietze** ermittelten Wert von 0,24 °C durch CO<sub>2</sub> seit der Industrialisierung ab Mitte des 19JH. Die Berechnung des Herrn Dietze sind vor 30 Jahren aufgenommen worden in der Archiv des wissenschaftlichen Dienstes des Bundestags.

Aber die Erwärmung seit Mitte des 19JH war deutlich größer als 0,24 °C. Was ist der Grund?

# Sonnenpartikelstrahlung schwächt – bewirkt Kaltzeit <sup>8)</sup>

Sonnenflecken im 11-jährigen Polwechselzyklus sind ein Indikator



IPCC stützt sich ab auf 2 Sonnenzyklen und behauptet, CO<sub>2</sub> sei der dominante Grund. Das ist falsch. Die Sonnenphysik, rückgerechnet, stimmt auch in der antiken Historie (z.B. Homer). Nicht im AR6!

- 8) "Heartbeat of the Sun from Principal Component Analysis and prediction of solar activity on a millenium timescale" in SCIENTIFIC REPORTS, 29. Nov. 2015 und <https://www.youtube.com/watch?v=g-tio5w32Ug> Prof. Dr. Valentina Zharkova;  
 9) „Multidekadische Schwingung“ zeigt Abkühlung im Nordatlantik, E-Mail Prof. Dr. Vahrenschon, 06.01.2023, 17:07

Slide 5 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
 © Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
 Fusion

Von der Sonne kennen wir die 11-jährigen Zyklen der Polumkehr, was uns die Sonnenflecken zeigen. Der Fusionsofen im Sonnenkern läuft immer mit gleicher Leistung, was Prof. Ganteför berechnete. Woher der Klimaeinfluss der Sonne kommt erforschte das Team der Physikerin Prof. Dr. **Valentina Zharkova** aus UK und Kanada.

Da gibt es zwei signifikante Einflussgrößen:

1. **Plasmaströmungen** in zwei Schichten oberhalb des Fusionskerns der Sonne.
2. Die Verlagerung des **baryzentrischen Zentrums des Sonnensystems** im Bereich der Sonnenoberfläche.

Die Perioden von zwei zyklischen Plasmaströmungen sind etwas ungleich. Deren Wirkung kann sich teilweise aufheben, was die Zahl der Sonnenflecken verringert. Denn dann schleudert die Sonne weniger Protonen ins All, was wir als Polarlicht sehen. Das ist historisch belegt: Von der kleinen Eiszeit bis zur Kaltzeit bei Homer.

Das Baryzentrum war mal in der Sonnenmitte (1951 & 1952; 1990 & 1991) und mal einen Sonnenradius außerhalb der Sonne (1956 bis 1961 und 1978 bis 1986, dann wieder ab 1995 usw.). Dies ändert die Sonneneinstrahlung auf die Erde gewaltig und wirkt um ein vielfaches stärker auf das Klima als das CO<sub>2</sub>. Dies erklärt auch den Großteil des Klimawandels seit Mitte des 19. JH.

Die Herren Lüdecke und Weiss kamen aus den Oszillationen im Klimaverlauf zu den gleichen Ergebnissen, veröffentlicht in FUSION, Heft 1/2022. **Wir haben keinen Klimanotstand! Unser Klimabewegt sich im Normalbereich.**

## Umstellung auf nukleare Energie soll in 40 Jahren gelungen sein

- Sonnenphysik nicht berücksichtigt vom IPCC (V. Zharkova)
- Stimmige Modellierung nicht möglich (G. Ganteför)
- Bei 500 ppm CO<sub>2</sub> begannen die Eiszeiten (P. Moore)
- Keine existentielle Bedrohung für die Menschheit (J. Skea)
- Klimanotstand ist Wissenschaftskorruption (J. Clouser)
- Kein Klimarisiko durch fossile Energie (Lindzen & Happer)
- Unterschrift verweigert, IPCC änderte Ergebnis (W. Sassin)
- CLINTEL: 1.600 Wissenschaftler, Katalog von Fehlern im 40-seitigen SPM des IPCC AR6 für Entscheider;
- „Unsettled“, Buch gegen IPCC (S. Koonin, Obama)
- **Wer IPCC widerspricht, sei kein Wissenschaftler (M. Latif)**

Slide 6 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Selbst für jene, die das IPCC-Modell für richtig halten, müsste klar sein, **die Menschheit hat Zeit für die Umstellung auf nukleare Energie.**

Was Prof. **Valentina Zharkova** erforschte, wollte das IPCC nicht im AR6 haben.

**Prof. Ganteför** erläuterte in einem YouTube-Vortrag auch die Schwierigkeiten einer Modellierung. Die sei stimmig nichtmöglich, selbst bei viel einfacheren Modellen als fürs Klima. Vertrauen wird den **Fakten! Die sprechen gegen das IPCC, speziell deren Summary.**

Wir haben **keinen Kipppunkt**, sonst hätten bei 500 ppm CO<sub>2</sub> nicht die Eiszeiten begonnen, berichtete **Dr. Patrick Moore**.

Selbst Jim Skea, der neue Chef des Weltklimarates IPCC, stellt fest, der Klimawandel sei keine existentielle Bedrohung für die Menschheit. Das berichtete Epoch Times.

Der Nobelpreisträger **Prof. John Clouser** unterstützt auch die **CO<sub>2</sub>-Coalition**. Das nützt der Welternährung, und die hat Priorität 1 der UN

Die am längsten mit Klimafragen befassten Professoren **Happer und Lindzen** sagen seit Langem, es gibt kein Klimarisiko durch verbrennen fossilen Materials.

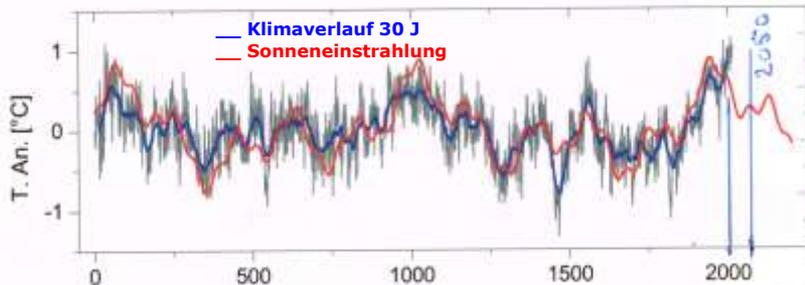
Die Erde kühlt ab und war vor 65 Millionen Jahren, bevor ein Meteorit die die Saurier auslöschte, um 12,5 °C wärmer, berichtete **Dr. Sassin**.

Die **Stiftung CLINTEL**, gegründet in 2019 von Prof. em. für Geophysik, **Guus Berkhout**, informiert die breite Öffentlichkeit objektiv und transparent über Fakten zum Klimawandel.

**Dr. Steven Koonin**, Vizeminister bei Obama für Klimafragen, schrieb das Buch "Unsettled". Darin zeigt er die Täuschung der Öffentlichkeit im Abschnitt für „Entscheider“ des AR6 auf.

Der **IPCC-Chefideologie Latif** erklärt, die gegen das IPCC sind, seien keine Wissenschaftler. Auch seine Behauptung, mehr CO<sub>2</sub> führt zur Übersäuerung der Ozeane, ist falsch. Denn in den Ozeanen ist 40-mal mehr CO<sub>2</sub>, das bei Erwärmung entweicht.

## Drei Sonnenstrahlungszyklen dominieren den Klimawandel



Q.: FUSION 1/2022; Lüdecke & Weiss

Windräder wärmen den Kontinent:

- Wind transportiert die Bodenerwärmung durch Sonneneinstrahlung
  - Windräder bremsen diesen Transport → Bodenerwärmung → mehr H<sub>2</sub>O → kontinentale Erwärmung und Trockenheit
  - Globale Kühlung durch erspartes CO<sub>2</sub> ~1 % der Erwärmung in DE
  - Green Deal will mehr Windparks → **Schildbürgerstreich!**
- **Kein Klimanotstand; Zeit für nukleare Energie**

Slide 7 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-Fusion

Aus dem historischen Klimaverlauf der Eisbohrkerne lassen sich mit der mathematische Methode der Fourier-Transformation drei wesentliche Schwingungszustände der Sonne herleiten: mit Perioden um die 200, 500, 1.000 und 2.000 Jahren. Daraus lässt sich der Klimaeinfluss der Sonne vorhersagen. Dafür sind die Sonnenflecken ein Indikator.

# ENERGIEWENDE VOR FUSIONSKRAFTWERKEN

Wir zeigen,

- Die Welt braucht bezahlbare Energie!
- Wind- & Solarparks ungeeignet
- Kernkraftwerke weiter betreiben
- Dual-Fluid und typgeprüfte Mikro-Reaktoren

Slide 8 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Tun wir das RICHTIGE aus Sicht des globalen Wettbewerbs, in dem die EU steht?

Die Welt braucht bezahlbare Energie. Dazustellen wird die Frage, was wäre bezahlbar. Wo elektrifiziert wurde, sinken die Geburtenraten. Die wirtschaftliche Entwicklung ein Weg gegen die Überbevölkerung.

Wir werden sehen, die Energieversorgung mit Wind- und Solarparks sind nicht nur in der EU eine Fehlinvestition, sondern sehr umweltschädlich.

Jetzt brauchen wir alles an nuklearer Energie was verfügbar gemacht werden kann. Doch bereits in 2019 versuchten die Regierungen in DE und AT, die **Finanzierung nuklearer Projekte – einschließlich Fusion – zu verbieten!** Das meldete Reuters, hier aber keine Zeitung.

Kernkraftwerke könne hochgerüstet werden als Fusionskraftwerk. Auch **Kohlekraftwerke!** Denn jedes Kraftwerk bedarf eines Kühlsystems, Dampfturbinen, Stromgeneratoren und eine Hochspannungsanbindung an das Stromnetz.

## Bezahlbare Energie für die Welt: Mit Wind und Sonne unmöglich!



Slide 9 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

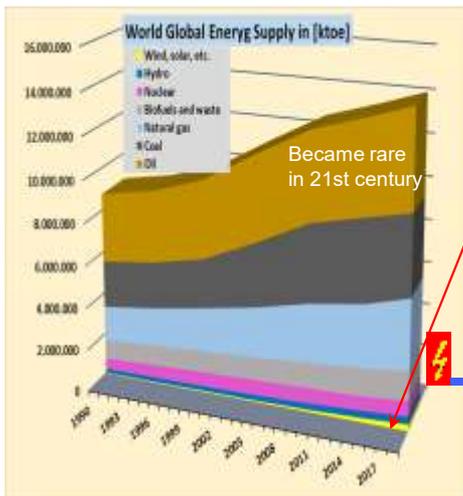
File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Dieser Wohlstandskelch dürfte sich zwar durch China und Indien in der letzten Dekade mit dem breiten Anteil etwas nach unten geschoben haben, zeigt aber, die Mehrheit der Menschen lebt weltweit noch immer in bitterer Armut. Wie sollen die ein „**grünes Stromnetz**“, wie hier in Deutschland, jemals bezahlen?

Das schließt Insellösungen mit Backup für Hotels und Betriebe nicht aus. D.h., eine **doppelte Generatorleistung** und viele zusätzliche Leitungen für Backup-Stromversorgungen wären dort nötig.

Doch gerade in diesen armen Ländern sind Kupferdrähte ein begehrte Diebesgut!

## EP rief Klimanotstand aus: 28.11.19 EU-Kommission unterstützt mit 1.000 Milliarden



### Clean Energy:

- UN: 2.500 Mrd. in letzter Dekade dafür investiert
- Deckte nur 13,5% des Verbrauchsanstiegs
- Stromrechnung in D 60 bis 80 € je EW p.M.
- Ansatz ungeeignet für die Ärmsten 3 Milliarden
- Wirtschaftliche Speichertechnik / Alternativen?

**Technologie & Innovation!**

Q: Website UN, IEA, eigene Recherchen und Hochrechnung bis 2020

Slide 10 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-Fusion

Weltweit steigt der Energiebedarf. Das Bild zeigt, der Anstieg wird primär gedeckt durch verbrennen von Öl, Kohle und Erdgas.

Ein geringer Teil wird für Elektrizität verwendet. Deren Beitrag sehen Sie rechts im Bild, rot und für die EU blau gefärbt.

Wie das blaue Kästchen und zeigt, liefert das Stromnetz der EU liefert einen recht kleinen Beitrag zum Weltenergiebedarf.

**Nur dessen Anstieg in der Dekade bis 2020 war bereits 7-mal größer als der Beitrag des EU-Stromnetzes zu weltweiten Energiebedarf!**

Lassen sie das bitte in Ihre Gedanken hineinwachsen.

**Die EU-Energiewende im Stromnetz ist irrelevant für die weltweite Verbrennung fossilen Materials.**

Wind- und Sonne schicken keine Rechnung? Wirklich, wo ohne Backup nichts läuft?

Die Welt retten mit einer unbezahlbaren Lösung? Ist heute nicht unser Thema.

**Wir schauen in die Zukunft: Nur eine billige saubere Technologie wäre die Lösung für die Herausforderungen, unabhängig davon, ob diese Herausforderungen real sind oder nur als eingebildetes Narrativ bestehen.**

## EP rief Klimanotstand aus: 28.11.19 EU-Kommission unterstützt mit 1.000 Milliarden



### Clean Energy:

- UN: 2.500 Mrd. in letzter Dekade dafür investiert
- Deckte nur 13,5% des Verbrauchs

Green Deal nicht machbar! → hohe Energiedichte nötig (LaRouche)

- Nur nukleare Technologie kann Verbrennungsanstieg beenden
- Stromversorgung „Modell DE“ unbezahlbar für 2/3 der Menschheit
- Ein Blackout kilt das Nervensystem der EU & US: die Kommunikation
- DE und AT wollten die Finanzierung nuklearer Technologie verhindern
- US-Senat beschließt am 28.07.22 gegen Fusionsinfrastrukturfinanzierung

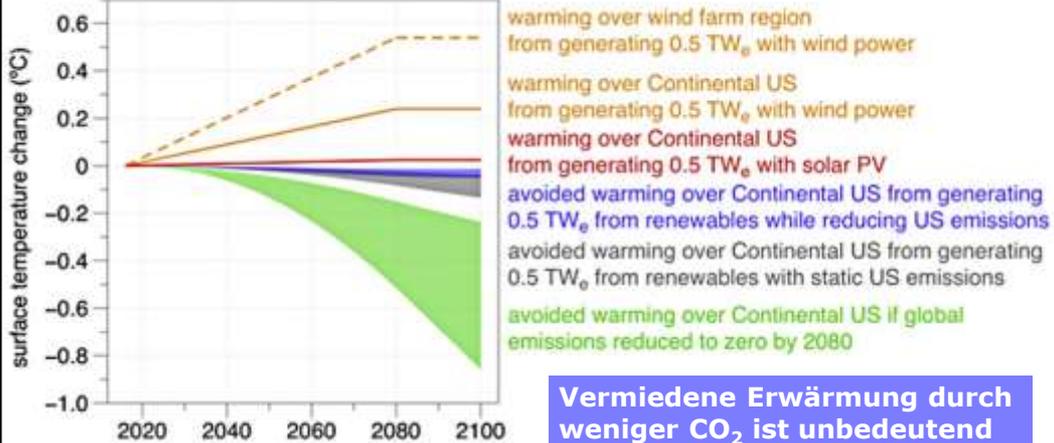
- Wirtschaftliche Speichertechnik / Alternativen?

**Technologie & Innovation!**

Q: Website UN, IEA, eigene Recherchen und Hochrechnung bis 2020

## Klimaeinfluss durch Windparks In US: S. Bild; in DE >0,48 °C

Erwärmung in US erreicht 0,24 °C. DE hat 7-fache Bevölkerungsdichte. Zubau von 126 GW erreicht doppelte Energiedichte/km<sup>2</sup> des Modells.



Q.: Climatic Impacts of Wind Power; Lee M. Miller, David W. Keith; 2628 Joule 2, 2618–2632, December 19, 2018

Slide 12 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

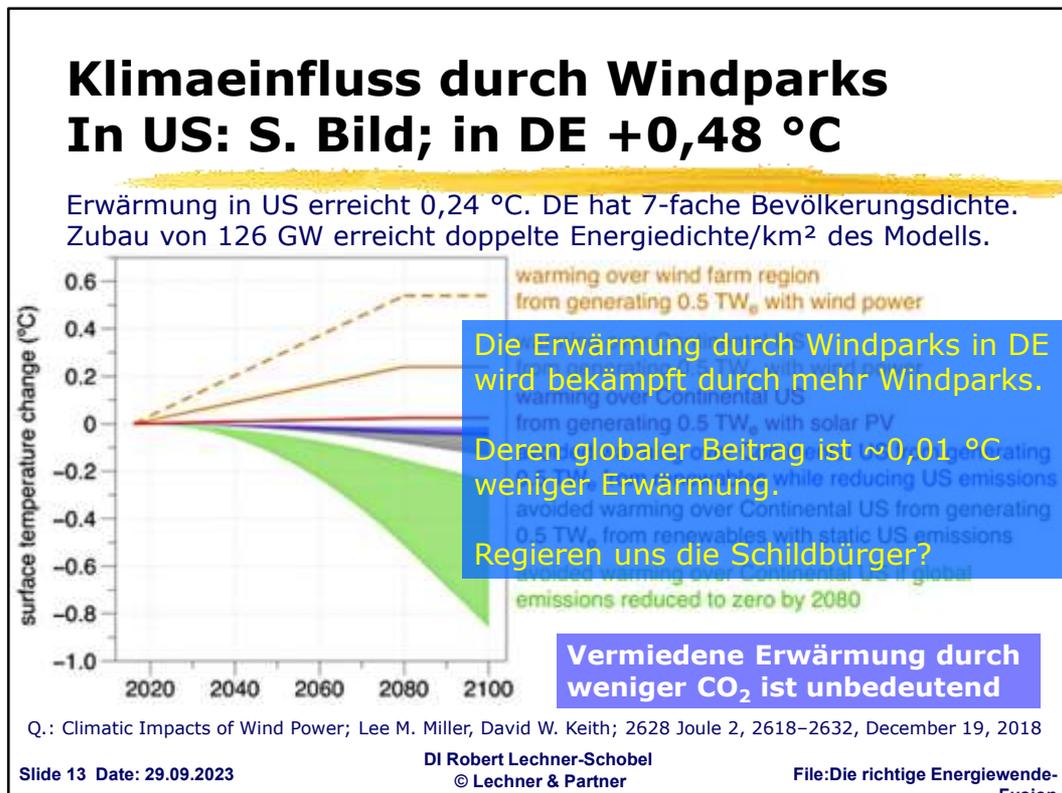
File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Die Umwelt soll durch grüne Energie geschützt werden. Damit haben wir kein Problem.

Windparks schaden der Umwelt und sind deshalb keine grüne Energie, die die Umwelt schützt. Das erkennen Sie aus diesem Bild. Die oberste Kurve zeigt den Temperaturanstieg im Bereich der Windparks und darunter, was dies fürs Land bedeutet.

Der Messwert der NASA in 1 m Bodentiefe beim größten Windpark in Texas ist 0,73 °C Temperaturanstieg.

Würde man in DE bis 2035 jährlich 10 GW Windparkleistung dazu bauen, käme man auf mehr als 0,48 °C Temperaturanstieg. Dafür wärmt CO<sub>2</sub> in DE um den kleinen blauen Strich in der Mitte weniger oder weltweit um < 0,01 °C.



Ähnlich verhält es sich bei Solarpaneelen, die sehr heiß werden.

Das kennt jeder, der bei Sonnenschein barfuß von der Wiese auf den asphaltierten Weg steigt.

Da gäbe es eine Lösung: Beschichtete Solarpaneele, die Licht reflektieren, das nicht in Solarstrom gewandelt wird.

Für die Windparks gibt es keine Lösung. Die bewirken Trockenheit im Land. Die Ernteerträge sinken. In Waldgebieten vermehren sich die Borkenkäfer. Über viele Dekaden wird weniger CO<sub>2</sub> eingespart, als durch die Rodung vorzeitig entnommen wurde und in Hackschnitzeln verheizt wird.

**Windparks sind das größte Schadensprojekt an der Natur, nicht nur in Deutschland!**

## Kernkraftwerke (KKW) jetzt zwingend nötig!

- KKW abschalten in US → 5.200 Tote
  - Kohle-KW liefern zwar → mehr Umweltbelastung
  - In DE wurde das nicht untersucht
- Endlagerung 4-ten Generation KKW gelöst
  - Verbrauchen gebrauchte Brennelemente
  - Kugelhaufen- Flüssigsalz- und Laufwellenreaktoren, z.B. Dual-Fluid (Thorium) und Terrapower (Bill Gates)
  - Endlagerung problemlos
- Neuer Ansatz: Typgeprüfte Microreaktoren

Q.: DoE; <https://www.energy.gov/ne/articles/what-nuclear-microreactor>

Slide 14 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

Kernfusion: Aktuelle Entwicklungen

Der richtige Begriff war immer **Kernkraftwerke**. Zur Assoziation mit Atombomben führten die Gegner dieser Energieform den Begriff Atomkraftwerke ein. Damit wurde immer „Gefahr“ assoziiert.

Was Sie nicht wissen sollten, wurde verheimlicht. Denn Sicherheit war in Deutschland das höchste Gebot. Keiner der drei GAU, der in Three Miles Island, in Tschernobyl und in Fukushima, wäre in einem Kernkraftwerk in Deutschland möglich gewesen. Tschernobyl war ausgelegt für die Produktion von Plutonium für Atombomben und ist noch lange gefährlich.

Fukushima zeigte, wie wichtig ein Notstromaggregat ist, das dort durch eine falsche Konstruktion unter Wasser nicht arbeitete.

In Frankreich wurden die Kernkraftwerke mit Notstromaggregaten hochgerüstet, die MAN aus München lieferte.

Warum macht man das nicht Deutschland? ..... Da waren diese Notstromaggregaten seit Beginn vorhanden.

In US wurde untersucht, was passiert, wenn man wie in Deutschland die Kernkraftwerke abschaltet. Das gibt im Jahr danach 5.200 zusätzliche Tote, weil Kohlekraftwerke zwar den benötigten Strom liefern könnten, wie hierzulande, aber bei weitem nicht so sauber sind. Ein auf Ideologie basierenden Politik ist keine Sachpolitik und lässt auch tödliche Punkte nicht klären.

Kernkraftwerke der 4-ten Generation verbrauchen gebrauchte Brennelemente und lösen das Endlagerungsthema, was kein technisches Problem ist, sondern ein psychologisches.

Typgeprüfte Microreaktoren mit bis zu 20 MW können auf einem LKW transportiert und schnell aufgestellt werden. Sie werden künftig auch in Schiffen eingesetzt und sind inhärent sicher.

## FUSIONSKRAFTWERKE:

Wir zeigen,

- was bei Fusion geschieht,
- Welche Wege zur Fusion eher gelingen,
- dass FKW inhärent sicher sind und
- dass sie wirtschaftlich werden mit der Stückzahl.

Slide 15 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Das Prinzip der Fusion werde ich kurz erläutern, damit jeder versteht, da kann nichts explodieren wie bei einer Wasserstoffbombe.

Aus den vielen Wegen zur Fusion bringe ich Ihnen einige Beispiele, aber auch die Punkte für eine begründete Skepsis zum Mainstream mit ITER.

Besonders bei kleinen FKW lässt der Skalierungseffekt im Volumen einen Kostenvorteil erwarten, der Fusionenergie auch für ärmere Länder attraktiv macht.

## Den Rückstand der EU aufholen mit einem pro-Fusion-Programm!

- International laufen 37 privat finanzierte Entwicklungen für Fusionsenergie:
  - In US 21; In UK 4
  - In JP 2; In EU 4, davon 2 in DE
- Kleine Fusionskraftwerke sind im Kommen:
  - < 1 MW 6; < 50 MW 9
- Einsatzgebiete
  - Mobilität: E-Lok, LKW, Schiffe, Flugzeuge, ....
  - Prozesswärme: Wasserstoff, Chemie, Heizungen
  - Stromversorgung: Hochrösten von Kohlekraftwerken

DE hat deutlichen Rückstand aufzuholen

Slide 16 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Am 18. Feb. präsentierte unser Team dem Dr. Köhler im Bundestag auch dieses Slide, um die Notwendigkeit für ein pro-Fusion-Programm deutlich zu machen. Aktuell redet auch Herr Söder davon, so ein Programm zu machen.

Die **Fusion Industry Association (FIA)** erstellte in 2022 ein Dokument zu den die Firmen, die Fusionskraftwerke entwickeln. Darin sind auch deren wichtigsten Eigenschaften genannt.

**Es wäre ein Wunder**, wenn alle von der von der FIA genannten Fusionsentwicklungen das Ziel erreichen und im Wettbewerb überleben. Ein größeres Wunder wäre, wenn eine Entwicklung in der EU dies schafft. Nicht nur wegen der anti-nuklear-Mentalität sondern, was Kultusminister d.D. Spahnle mir vor einem Monat sagte: Weil viele Universitäten die Nuklearforschung beendeten.

Besonders wichtig werden die Entwicklungen für **kleine Fusionskraftwerke**. Prozesswärme ist wichtig in der Industrie, z.B. in der **Stahlindustrie** für die Produktion von Wasserstoff in einem thermo-chemischen Verfahren. Kleine FKW passen in E-Loks, auf Schiffe und in Flugzeuge. Vielleicht auch in LKW und PKW, wofür von der FIA noch kein überzeugendes Beispiel angeführt wurde.

Also: Es gibt viele Chancen für Fusionenergie, die noch nicht abgedeckt sind.

Später werden Sie, **erstmal in Deutsch** für ein interessierte Personen, ein paar Worte zur niederenergetischen nuklearen Technologie hören, die nicht radioaktiv ist. In Englisch heißt diese „**Low Energy Nuclear Reaktion**“, abgekürzt LENR.

## Die Elsitungsdichte in Watt/Liter ist entscheidend



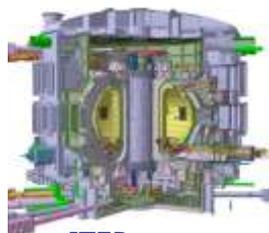
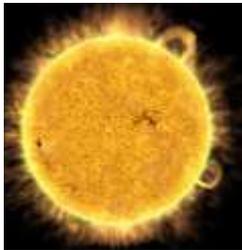
~15 W/L



55 kW/L



<4 kW/L



ITER



GeneralFusion

Slide 17 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Für technische Produkte im Energiebereich ist immer eine hohe Energiedichte von Vorteil. Die Verarbeitung von Material lässt sich zwar automatisieren, aber ein großes Volumen bedeutet immer eine hohen Materialverbrauch.

Verglichen mit der Natur ist erstaunlich, was unsere Ingenieure, deren Hirn 15 Watt je Liter verbraucht, an Leistungsdichte in deren Erfindungen erreichten. Der Motor eines 3-er BMW mit 55.000 Watt je Liter Hubraum ist ein Beispiel.

Wie sieht es damit bei der Fusionenergie aus? Wissen Sie das? Zur Sonne bitte ich Sie schätzen:

Die Sonne hat einen Fusionskern der 20 % bis 25 % des Durchmessers ausmacht. Da ist der Druck 200 Milliarden atm und die Temperatur 15 Millionen °C. **Dazu eine Schätzfrage:**

Ist die Leistungsdichte dort mehr als 10-mal größer oder wie der Verbrauch in unserem Gehirn in Watt je Liter?

Bitte die Hand heben.

**Zur Vollständigkeit die Gegenfrage:** Ist die Leistungsdichte im Fusionskern der Sonne dort kleiner als 1/10 des Verbrauchs in unserem Gehirn, wieder in Watt je Liter? Bitte die Hand heben.

Danke.

## Leistung in Watt/Liter: entscheidend für die Anwendung



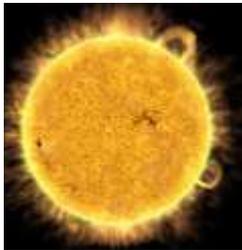
~15 W/L



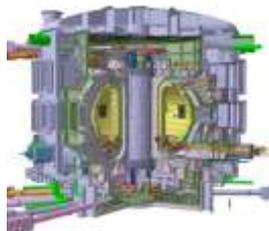
55 kW/L



<4 kW/L



Im Fusionskern 0,023 W/L



ITER in Torus  
thermic 0,62 W/L

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner



Pre-compression  
thermic 7,9 kW/L

Slide 18 Date: 29.09.2023

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Danke. Sie – einer - lag richtig. Wir holen uns die Sonne nicht auf die Erde, sondern machen es besser.

Die Sonne ist so groß. Deren Fusionskern reicht von hier bis fast 2/3 Entfernung zum Mond. Diese gigantische Größe liefert die ungeheure Energiemenge.

Mir ist aufgefallen, demokratische Prozesse versagen, wenn keine Zahlen und keine Bezugsgrößen genannt werden.

Gute Politiker antworten auf solche Fragen, es nicht zu wissen, oder ich lasse das klären, oder die Arbeitsgruppe ließ mich wissen, dass ..., aber schwurbeln nicht.

Demokratie funktioniert dann, wenn vollständig und korrekt informiert wird.

**Die Kunst ist, die richtigen Fragen zu stellen.** Machen das die großen Medien?

Falsch ist, so zu tun, als wüsste man etwas, und kennt es doch nur vom **Hörensagen**.

Auch bei ITER, dem super kostspieligen Experiment für Fusion, ist die Energiedichte lächerlich klein.

Damit Fusion gelingt, bedarf es fortschrittlicher Lösungen. Ein Fernziel ist eine Energiedichte wie beim Automotor.

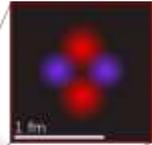
Wir kommen jetzt zur Frage, was ist die nukleare Fusion wirklich?

# Grundlagen: Heißes Plasma?

## Winziger Atomkern und Fusion ab 150 Millionen °K

### Heliumatom:

- 2 Elektronen
- 2 Protonen
- 2 Neutronen



**Kern ist Stecknadelkopf  
in 100m Elektronenwolke**

$$100\,000\text{ fm}_{(= 1\text{ \AA})} = 0,1\text{ nm}$$

*mit Maßstab  $10^{15}:1$*

### Fusion:

- Plasma trennt Elektronen vom Kern → wird stromleitend
- Atomkerne positiv → stoßen sich ab
- Hohe Temperatur → überwindet Abstoßung
- Treffen sich selten → Dichte möglichst groß
- Plasma im Magnetfeld → Dichte gering

Helium\_atom\_QM.svg: User:Yzmoderivative work: Cepheiden (talk) - <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6949216>

Slide 19 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Am Heliumatom lässt sich gut zeigen, wie so eines aufgebaut ist. Sie könnten es wissen.

Der Atomkern enthält 2 Protonen und 2 Neutronen, umgeben von einer Ladungswolke aus zwei Elektronen.

Stellen Sie sich das Hundert Millionen mal eine Milliarde vergrößert vor, wird der Atomkern so groß wie ein Stecknadelkopf und das Heliummolekül hätte einen Durchmesser von 100 m.

Wird ein Gas erhitzt, oder liegt eine entsprechende elektrische Feldstärke vor, trennen sich die Elektronen vom Kern und es entsteht ein Plasma. Sie kennen das bei jeder Blitzentladung oder wenn sie im dunkeln einen Pullover ausziehen. Auch in Leuchtstoffröhren leuchtet das Plasma und es leitet den elektrischen Strom.

Elektrischer Strom im Plasma erzeugt ein Magnetfeld. Dieses schnürt das Plasma ein. Das sehen wir bei Gewitterblitzen.

Im Atomkern würden die Protonen, da positiv geladen, voneinander wegfliegen durch deren elektrisches Feld. Doch da gibt es Kernbindungskräfte, die die Teilchen im Atomkern, das sind die Nuklide, zusammen halten. Diese Kernbindungskräfte sind stärker als die elektrostatischen Abstoßungskräfte der Protonen.

## Häufigste Fusionsentwicklung: Deuterium und Tritium

Deuterium

Tritium

Fusion

Helium

Neutron

ENERGY

- Aufheizen des Gases aus D + T
- He ist die Asche. Entfernen?
- Neutronen nötig für T:  $n + {}^6\text{Li} \rightarrow \text{He} + \text{T}$
- Neutronen abschirmen?
- T gewinnen aus Abschirmung?

Slide 20 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-Fusion

Weltweit nutzen 62 % der privaten Entwicklungen für Fusionsenergie die Fusion von Deuterium mit Tritium.

Eigentlich sieht die Fusion ganz einfach aus:  
Die Atomkerne von D und T müssen

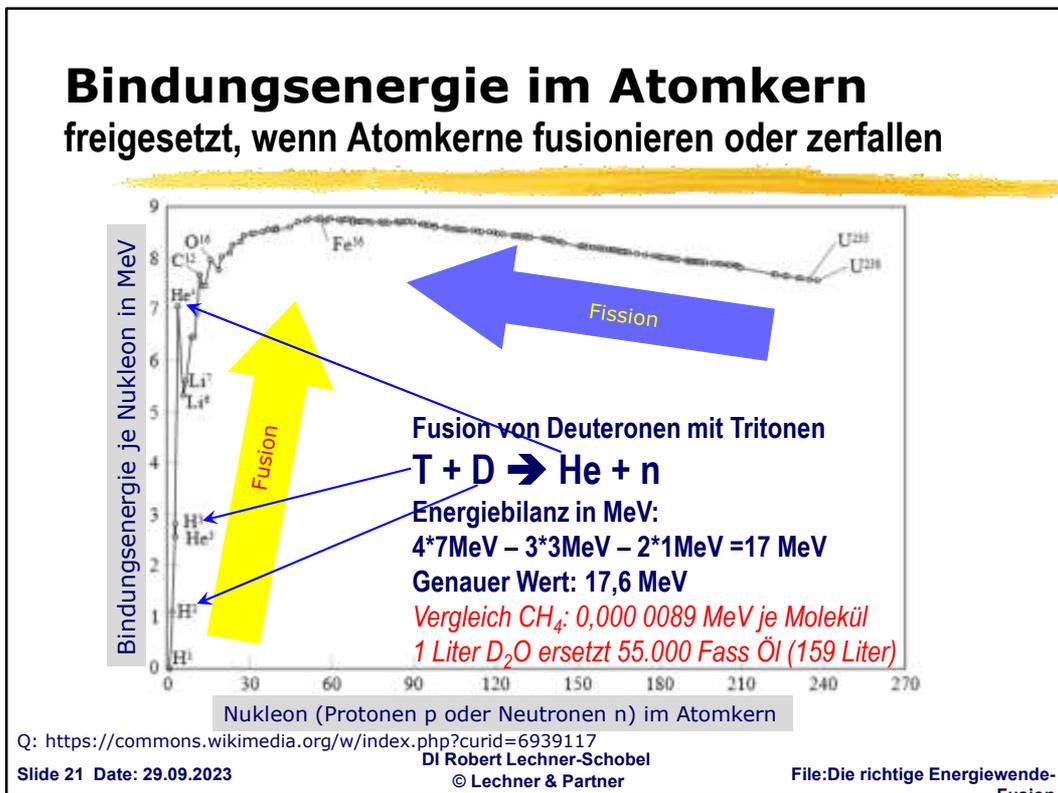
1. sich treffen und
2. das nötige Energieniveau, d.h. die Geschwindigkeit haben, dass die elektrostatischen Abstoßungskräfte überwunden werden

In einem Plasma wirbeln die Atomkerne und Elektronen durcheinander.

Die Kerne treffen sich häufiger, wenn

1. Die Dichte größer ist ;
2. Die Temperatur größer ist, weil schnellere Nukleide früher andere treffen;
3. Die Einschlusszeit größer ist.

**In der Literatur ist dies als Lawson Kriterium bekannt.**



Je nach Zahl der Nukleide sind die Kernbindungskräfte unterschiedlich. Bei Wasserstoff, das ist ein Proton mit einem Elektron. D ist diese Null.

Diese Kernbindungskräfte kann man sich vorstellen wie ein Energiefeld. Der Energie in diesem Feld entspricht eine Masse nach der Formel von Einstein,  $E = m \cdot c^2$ . Oder umgekehrt, die Masse  $m = E/c^2$

Verbinden sich Nukleide bis zum Eisen, wird je Nuklid die Bindungsenergie als Fusionsenergie freigesetzt. Die Neutronen und Protonen sind dadurch weniger schwer als im Helium.

Zerfallen schwere Atomkerne, z.B.  $^{235}\text{U}$ , wird ebenfalls Bindungsenergie freigesetzt. Die ist zwar klein je Nuklid, aber es sind halt 235 Nukleide.

Diese Energie wird in Elektronenvolt, abgekürzt eV, gemessen. Das ist die Energie, die nötig ist, ein einzelnes Elektron gegen ein elektrisches Feld von einem Volt zu bewegen und natürlich winzig klein. **Ein eV ist  $1,60 \times 10^{-19}$  Wattsekunden.**

Doch lassen wir die Theorie: Zahlen und Bezugspunkt sind wichtig, wie vorhin bei der Demokratie:

Da sehen Sie, die **chemische Bindungsenergie** bei Methan ist winzig je Molekül.

Aus einem Liter schwerem Wasser lässt sich soviel Energie erzeugen wie aus 55.000 Fass Öl mit 159 Liter je Fass.

**Das macht Fusionenergie so richtig attraktiv! Die Brennstoffkosten sind im Bereich von 0,015 Cent je kWh, wenn Tritium aus  $^6\text{Li}$  erzeugt wird..**

Bei 4.000 kWh für einen gehobenen 2-Personen-Haushalt wären das im Jahr € 0,60.

## Fusion Reaction Candidates

Reaction	Ignition $T$ [keV]	Cross-section $\langle\sigma v\rangle/T^2$ [ $\text{m}^3/\text{s}/\text{keV}^2$ ]
${}^2_1\text{D}-{}^3_1\text{T}$	13.6	$1.24 \times 10^{-24}$
${}^2_1\text{D}-{}^3_2\text{He}$	58	$2.24 \times 10^{-26}$
$\text{p}^+-{}^6_3\text{Li}$	66	$1.46 \times 10^{-27}$
$\text{p}^+-{}^{11}_5\text{B}$	123	$3.01 \times 10^{-27}$

Q.: [https://en.wikipedia.org/wiki/Aneutronic\\_fusion#Boron](https://en.wikipedia.org/wiki/Aneutronic_fusion#Boron)

Slide 22 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Diese Tabelle ist aus Wikipedia.

Bei der Fusion von D + T bleibt ein Neutron übrig, das für die Produktion von T verwendet wird.

Bei der Fusion von D mit  ${}^3\text{He}$  bleibt ein Proton, d.h. der Kern eines Wasserstoffatoms übrig.

Bei der Fusion eines Protons mit  ${}^6\text{Li}$  erhält man ein Alpha-Teilchen und  ${}^3\text{He}$ .

Bei der Fusion eines Protons mit  ${}^{11}\text{B}$  erhält man drei Alpha-Teilchen. Diese erfordert auch den höchsten Energieaufwand. Freigesetzt wird nur das 14,5-fache der eingesetzten Energie. Dies bedeutet, die Umwandlung in elektrische Energie ist sehr wesentlich.

Da gibt es drei wesentliche Faktoren:

1. Wie viel elektrische Energie geht verloren, um die Nukleide auf Fusionstemperatur zu bringen? Z.B. für die Plasmaheizung mit Mikrowellen.
2. Wie viele der auf Fusionstemperatur gebrachten Nukleide fusionieren wirklich? S. Slide 29: 40 % fusionieren nicht.
3. Wie groß ist der Prozentsatz der bei der Fusion von Nukleide freigesetzten Energie, der in elektrische Energie umgesetzt werden kann?

High nuclear cross section aneutronic reactions <sup>[1]</sup>	
Isotopes	Reaction
Deuterium - <sup>3</sup> He	${}^2\text{D} + {}^3\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + {}^1\text{p} + 18.3 \text{ MeV}$
Deuterium - <sup>6</sup> lithium	${}^2\text{D} + {}^6\text{Li} \rightarrow 2 {}^4\text{He} + 22.4 \text{ MeV}$
Proton - <sup>6</sup> lithium	${}^1\text{p} + {}^6\text{Li} \rightarrow {}^4\text{He} + {}^3\text{He} + 4.0 \text{ MeV}$
<sup>3</sup> He - <sup>6</sup> lithium	${}^3\text{He} + {}^6\text{Li} \rightarrow 2 {}^4\text{He} + {}^1\text{p} + 16.9 \text{ MeV}$
<sup>3</sup> He - <sup>3</sup> He	${}^3\text{He} + {}^3\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + 2 {}^1\text{p} + 12.86 \text{ MeV}$
Proton - Lithium-7	${}^1\text{p} + {}^7\text{Li} \rightarrow 2 {}^4\text{He} + 17.2 \text{ MeV}$
Proton - Boron-11	${}^1\text{p} + {}^{11}\text{B} \rightarrow 3 {}^4\text{He} + 8.7 \text{ MeV}$
Proton - Nitrogen	${}^1\text{p} + {}^{15}\text{N} \rightarrow {}^{12}\text{C} + {}^4\text{He} + 5.0 \text{ MeV}$

Slide 23 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-Fusion

Für jeden Reaktionsweg wird anderer Faktor an Energie freigesetzt.

Bei  $\text{p} + {}^{11}\text{B}$  sind das 8,7 MeV.

Damit ein in einer gepulsten Fusion genug Nukleide fusionieren, ist eine höhere Temperatur als die vorhin gezeigte Zündtemperatur erforderlich. Dann die Zeit bei gepulsten Lösungen ist sehr klein.

## Warum haben wir noch keine Fusionskraftwerke?

- **Tokamak:** тороидальная камера в магнитных катушках
  - **Übersetzt:** Toroidale Kammer in Magnetspulen
  - **Erfinder:** Andrei Sacharow & Igor Jewgenjewitsch Tamm; 1952
- Langsamer Fortschritt, da große Experimente teuer sind
- Leistung ITER-Plasma ~0,62 kW/Liter in 837 m<sup>3</sup> (Torus)
- **ITER** Netto-Energiebedarf: Plasmaleistung x thermischer Wirkungsgrad – Eigenbedarf = **-86 MW → minus 15 %**
- **Weniger Kühlleistung mit besseren Supraleitern: 520 MW x 48 % - 150 MW Eigenbedarf → 20 % → Kühltürme ?!**
- Ein Systemwirkungsgrad ≥40 % mit TOKAMAK/Stellarator wäre nötig, um wirtschaftlich zu sein

Slide 24 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Ein heißes Plasma kann gut in einer ringförmigen Magnetspule gehalten werden. Das erfanden Andrei Sacharow und Igor J. Tamm in 1952. In diesem Jahr wurde die erste Wasserstoffbombe der US gezündet, entwickelt von Edward Teller. In der UdSSR entwickelte Sacharow die sowjetische Wasserstoffbombe, die im August 1953 zündete. Als Kritiker atomarer Rüstung erhielt er 1975 den Friedensnobelpreis.

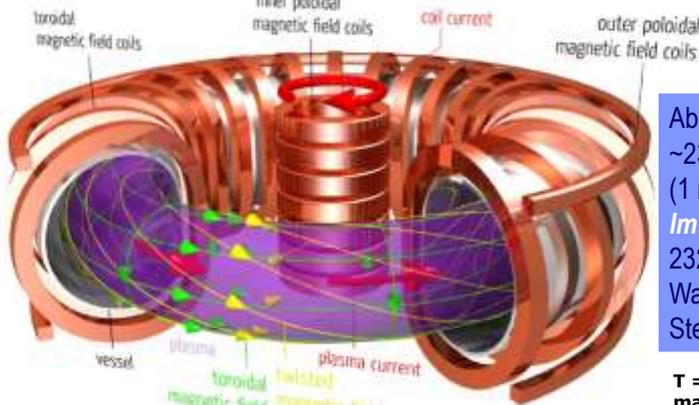
Der Fortschritt in der Fusionsforschung war langsam. Einerseits waren große Experimente sehr teuer. Andererseits baute man Kernkraftwerke. Dies war einfacher für die Energieerzeugung.

ITER steht für **International Thermonuclear Experimental Reactor** und ist das bislang teuerste Experiment. Es wird über € 20 Milliarden kosten. Wie wir heute wissen, ist dieses **Forschungsprojekt eine sündteure Sackgasse.**

Selbst mit technologisch weiterentwickelten Supraleitern ist ein Erfolg wenig wahrscheinlich. Das gilt auch für die privat finanzierten Projekte von Commonwealth Fusion, ein Spin-Off des MIT, und Tokamak-Fusion in UK. Wir kommen darauf zurück.

## Plasma im starken ringförmigen (toroidalen) Magnetfeld (Tokamak)

**Fusion:** Deuterium + Tritium → Helium + Neutron + Energie  
**Magnetfeld:** ITER 12 T ; W7X 3 T Stellarator  
**Dichte @300°K:** ITER  $4 \cdot 10^{-6}$  atm; W7X  $3,14 \cdot 10^{-6}$  atm  $\sim 0,8 \cdot 10^{20} / \text{m}^3$   
**Dauer:** ITER 400 sec bis 1 h; W7X 30 min



Abstand der Atomkerne:  
 $\sim 232 \text{ nm} = 232 \cdot 10^{-9} \text{ m}$   
 (1 nm = 1 Mio fm)  
**Im Maßstab  $10^{15}:1$**   
 232.000 km im Mittel  
 Wann treffen sich die  
 Stecknadelköpfe?

**T = Tesla; Einheit für magnetische Feldstärke**

Q: physics.stackexchange.com/questions/333151/how-many-times-does-plasma-do-a-full-loop-tokamak-before-fusion

Slide 25 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
 © Lechner & Partner

File: Die richtige Energiewende-  
 Fusion

Anhand ringförmiger Magnetspulen ist gut erklärbar, was heute die Hauptrichtung der Fusionsforschung macht. Sie werden erkennen, wo die Schwierigkeiten liegen.

In das Vakuum im ringförmigen Magnet wird mit der gleichen Teilchenzahl von Deuterium und Tritium gering befüllt. Der Druck bei Raumtemperatur ist dann nur 4 millionstel des normalen Luftdrucks.

Dieses Gas wird zuerst durch Mikrowellen erhitzt, bis es ein Plasma wird. Dann ist es stromleitend und wird weiter erhitzt durch die senkrechte Spule. Das Plasma wirkt wie eine Kurzschlusswicklung bei einem Transformator, der mit etwa 50 kHz läuft.

Mit der Temperatur steigt proportional auch der Druck im Plasma. Auf 4 atm bei einer Million °C und auf 600 atm bei 150 Million °C. Ein gewaltiger Druck, bei dem das Magnetfeld bewerkstelligen muss, das Plasma zusammen zu halten.

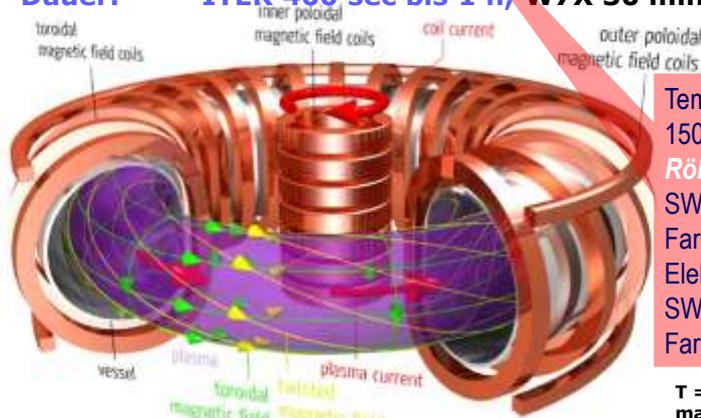
Entsprechend stark sind die mit flüssigen Helium gekühlten Magnete. Mit 12 Tesla sind die Elektromagnete 10-mal so stark wie die stärksten Dauermagnete aus einer Neodym-Legierung.

Betrachten wir das Plasma im Maßstab wie vorhin: Der Heliumkern ist so groß wie ein Stecknadelkopf.

Dann wäre die mittlere Entfernung zum nächsten Atomkern etwa 2/3 der Entfernung von der Erde zum Mond und ITER wäre im Bereich von 4 Lichtjahren hoch. Also, dass sich da die Kerne treffen, ist schon eine Herausforderung.

## Plasma im starken ringförmigen (toroidalen) Magnetfeld (Tokamak)

**Fusion:** Deuterium + Tritium → Helium + Neutron + Energie  
**Magnetfeld:** ITER 12 T ; W7X 3 T Stellarator  
**Dichte @300°K:** ITER  $4 \cdot 10^{-6}$  atm; W7X  $3,14 \cdot 10^{-6}$  atm  $\sim 0,8 \cdot 10^{20} / \text{m}^3$   
**Dauer:** ITER 400 sec bis 1 h; W7X 30 min



Temperatur in eV:  
 150 Mio °C = 13 keV  
**Röhrenfernseher:**  
 SW-TV: 14 kV bis 18 kV  
 Farb-TV: 25 kV bis 35 kV  
 Elektronentemperatur:  
 SW-TV: 162 bis 208 Mio °C  
 Farb-TV: 288 bis 404 Mio °C

**T = Tesla; Einheit für magnetische Feldstärke**

Q: physics.stackexchange.com/questions/333151/how-many-times-does-plasma-do-a-full-loop-tokamak-before-fusion

DI Robert Lechner-Schobel

© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-Fusion

Slide 26 Date: 29.09.2023

Die Temperatur ist weniger erschreckend. Den 150 Millionen °C entspricht die Energie eines Teilchens, Protons oder Elektrons, von 13 keV. Mit 14 keV beim Schwarzweiß-Fernsehen hatten Sie diese Temperatur bereits im Wohnzimmer.

Temperatur kann in eV oder °C angegeben werden. Lässig gesagt, 150 Millionen °C wäre eine Temperatur wie im Wohnzimmer (im Röhrenfernsehen).

Aber es gibt bestimmte Arten von Fusion, die viel höhere Temperaturen erfordern. Z.B. die von  $^{11}\text{B}$  mit einem Proton. Da sind 3 Milliarden °C erforderlich. Da entstehen 4 Heliumkerne oder Alpha-Teilchen, wie die Physiker dies nennen.

Das schöne dabei ist, es entstehen keine Neutronen, die einer Abschirmung bedürfen.

Alpha-Teilchen sind geladen. In einem Plasmastrahl ziehen diese sehr viel leichtere Elektronen mit sich. Die Direktwandlung in elektrischen Strom ohne Dampfturbine ist möglich. Ein Magnetfeld trennt die Elektronen von den Neutronen.

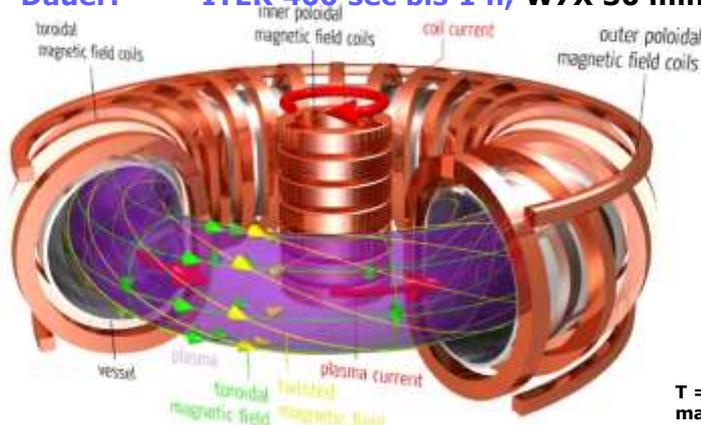
Der Stellarator ist so konstruiert, dass er ohne die zentrale Spule die gekrümmten Magnetlinien erzeugt. Das Plasma sollte dann dauerhaft mit eigener Energie brennen. Ein großer Fortschritt, der Chance hat, Produkt zu werden.

Allerdings bleiben bei allen diesen Lösungen drei Probleme:

1. Wie erreicht man, dass fast alle Neutronen mit  $^6\text{Li}$  auch Tritium werden?
2. Wie wird das so gewonnene Tritium aus dem Lithium geborgen?
3. Wie bekommt man ohne lange Betriebsunterbrechungen das Helium, als die Acher aus der Fusion, aus dem Torus?

## Plasma im starken ringförmigen (toroidalen) Magnetfeld (Tokamak)

**Fusion:** Deuterium + Tritium → Helium + Neutron + Energie  
**Magnetfeld:** ITER 12 T ; W7X 3 T Stellarator  
**Dichte @300°K:** ITER  $4 \cdot 10^{-6}$  atm; W7X  $3,14 \cdot 10^{-6}$  atm  $\sim 0,8 \cdot 10^{20} / \text{m}^3$   
**Dauer:** ITER 400 sec bis 1 h; W7X 30 min → **Wettbewerb**



Ziel ist eine sich selbst erhaltende Fusion.  
Deshalb viele Fortschrittsberichte

T = Tesla; Einheit für magnetische Feldstärke

Q: physics.stackexchange.com/questions/333151/how-many-times-does-plasma-do-a-full-loop-tokamak-before-fusion

DI Robert Lechner-Schobel

© Lechner & Partner

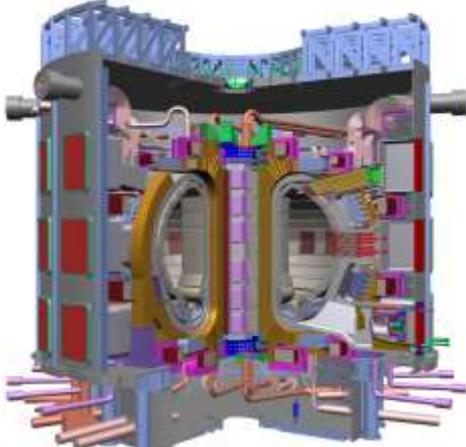
File:Die richtige Energiewende-Fusion

Slide 27 Date: 29.09.2023

Der Wettbewerb spielt sich heute in der Brenndauer des Plasma ab.

## Fusionsexperiment in Cadarache: ITER *International Thermonuclear Experimental Reactor*

Forschungsprojekt für Ausbildung  
von Wissenschaftlern;  
Weiterentwicklungen oft national



**Kosten:** bis 2035 € 20 Mrd.

**Staaten:** EU; Schweiz; USA; China;  
Südkorea; Japan; Russland; Indien

- Plasmaheizung: 50 MW
- Fusionsleistung im Plasma: 500 MW
- Netto-Energiebedarf **~86 MW**



U.S. DoE - commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=64243476

Oak Ridge National Lab - commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=74249965

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Slide 28 Date: 29.09.2023

In diesem Bild erkennen Sie links den riesigen TOKAMAK von ITER. Der hat ein Volumen von  $635 \text{ m}^3$ .

Rechts sehen Sie ein Foto der riesigen Baustelle in Cadarache, Frankreich.

Zwar erzeugt das mit 50 MW beheizte Plasma durch Fusion eine Leistung 500 MW, aber wenn daraus Dampf für die Turbine erzeugt wird, höchstens  $250 \text{ MW}_{\text{el}}$ . Der Strombedarf für das Heizen des Plasmas und die Kühlung der Supraleiter ist deutlich größer.

Der Systemwirkungsgrad ist sehr negativ.

## Fusionsexperiment in Cadarache: ITER *International Thermonuclear Experimental Reactor*

Forschungsprojekt für Ausbildung  
von Wissenschaftlern;  
Weiterentwicklungen oft national

**Kosten:** bis 2035 € 20 Mrd.

**Staaten:** EU; Schweiz; USA; China;  
Südkorea; Japan; Russland; Indien

- Plasmaheizung: 50 MW
- Fusionsleistung im Plasma: 500 MW
- Netto-Energiebedarf **~86 MW**



### Allgemeiner Eindruck:

- Wird es TOKAMAK-Kraftwerke jemals geben?
- Werden diese nicht viel zu teuer?
- Werden diese riesig und störanfällig?

→ **Mit He-gekühlten Supraleitern nicht machbar**



U.S. DoE - commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=64243476

Oak Ridge National Lab - commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=74249965

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

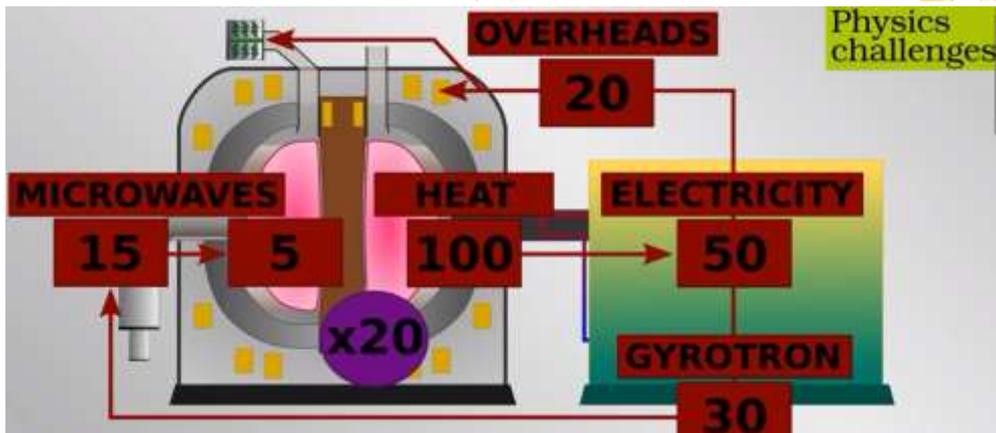
File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Slide 29 Date: 29.09.2023

Für die Nutzung der Kernfusion in Kraftwerken ist schließlich nicht die Energiebilanz der Fusionsreaktion entscheidend, sondern der Systemwirkungsgrad des ganzen Kraftwerks. Mit heliumgekühlten Supraleitern erscheint ein positiver Wirkungsgrad nicht möglich.

Wird diese ausreichend positive, wenn mit Stickstoff gekühlte Supraleiter eingesetzt werden? Das schauen wir uns noch an!

## Herausforderung bei Fusion mit TOKAMAK: Systemwirkungsgrad



**Kleiner Systemwirkungsgrad → riesiges Kühlsystem**  
**Stellarator: Plasma heizt sich selbst, Gyrotron nur zum Start.**  
 Q.: <https://www.youtube.com/watch?v=JurplDfPi3U>

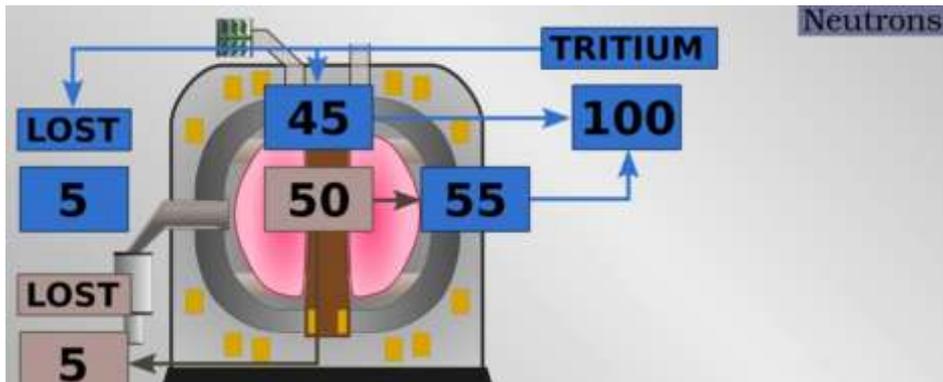
Slide 30 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schober  
 © Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
 Fusion

Ein Analyst zeigt in diesem Bild, dass nach dem TOKAMAK-Prinzip auch dann kein positiver Systemwirkungsgrad zu erwarten ist, wenn im Plasma durch Fusion das 20-fache der Heizleistung erzeugt wird. Es geht zu viel im Heizvorgang des Plasmas verloren.

## Tritium wird im TOKAMAK mit Verlusten erzeugt aus $p + {}^6\text{Li}$



**Nicht jedes Tritium-Atom wird fusioniert.  
Nicht jedes Neutron trifft auf  ${}^6\text{Li}$   
Nachkauf von teurem Tritium vermeiden?**

Q.: <https://www.youtube.com/watch?v=JurpIDfPi3U>

Slide 31 Date: 29.09.2023

Dr. Robert Lechner-Schnödel  
© Lechner & Partner

File: Die richtige Energiewende-  
Fusion

Nicht alles Tritium wird fusioniert und in der Abschirmung vor Neutronen wird Tritium aus Lithium sechs erzeugt. Doch dieser Kreislauf ist nicht hermetisch geschlossen und mit Verlusten behaftet.

Tritium ist leichter wie Helium. Was da entweicht, steigt in die Stratosphäre auf. Dort zerfällt es in  $12\frac{1}{2}$  Jahren zu Wasserstoff und Deuterium. Es kann sich auch mit Sauerstoff verbinden, was einer Flammtemperatur Temperatur bedarf. Doch es ist zu wenig, verglichen mit dem was in der Natur ist, um dies zu finden.

## Andere Wege zur Fusion

### Viele private Fusionsentwicklungen ohne TOKAMAK

TOKAMAK und Stellarator: heißer Dauerzustand → ???

Gepulste Lösungen ohne Supraleiter:

- Magnetized Target Fusion (MTF) → 100 T
  - Erhalt der magnetischen Energie bei Volumenverkleinerung
- Ion Beam Collider (IBC)
  - Optional mit Rotation des Plasmaringes mit Neutronen
- Plasma Focus Fusion (PFF) → N x 100 T
  - Viele Blitzentladungen fokussieren in einem Punkt
- Inertial LASER Fusion (ILF)
- Low Energy Nuclear Reaction (LENR)
  - EU-CORDIS: H2020-EU.1.2.2; koordiniert Uni Stettin

T = Tesla; Einheit für magnetische Feldstärke

Slide 32 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

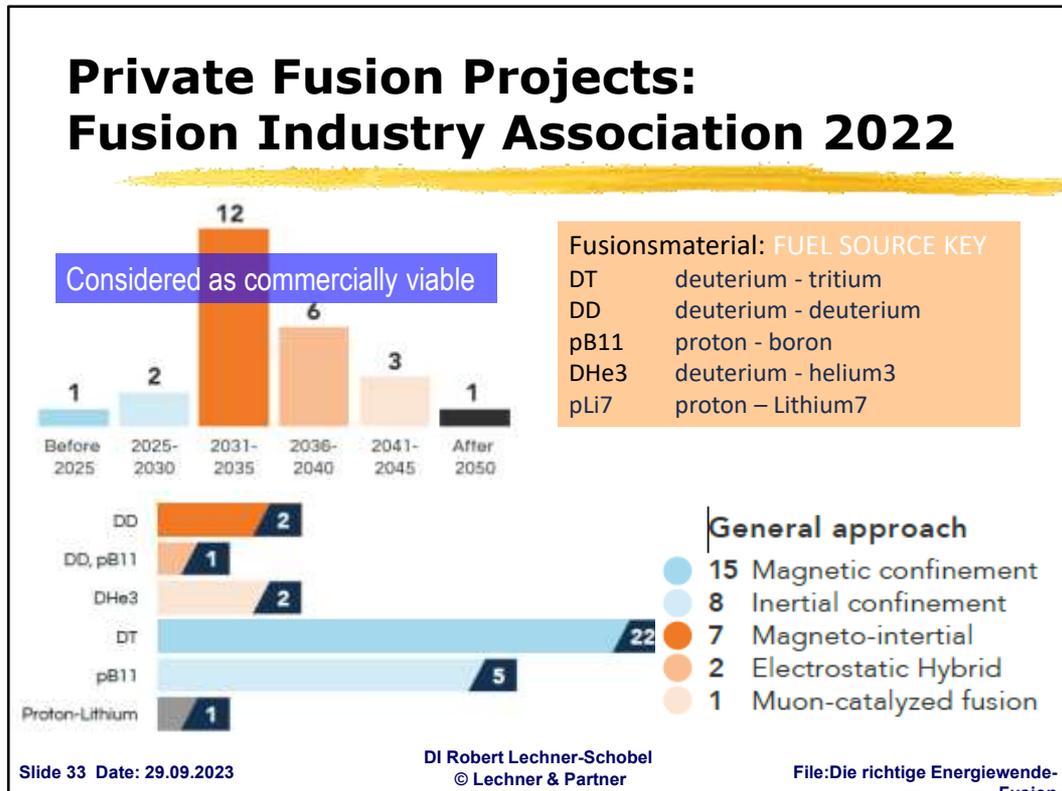
File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Ob der Stellarator einen guten Wirkungsgrad erreicht, wird sich zeigen. Er wird moderne Supraleiter haben, sagte mit Prof. Heinz Wagner, der Chef des IPP war. Die höhere Feldstärke dank moderner Supraleiter erlaubt eine Verkleinerung um etwa eine Größenordnung. Dadurch steigt der Neutronenfluss in die Kacheln zur Absorption der Neutronen um zwei Größenordnungen.

Betriebsunterbrechungen wird der Stellarator haben, wenn die Kacheln zur Abschirmung getauscht werden. Wie lange und wie oft ist offen.

Fusionslösungen mit Pulsbetrieb und ohne Supraleiter erscheinen vorteilhaft:

1. Für die Magnetized Target Fusion wird ein Ionenstrahl in eine Kammer geschossen, dessen Magnetfeld durch Kompression der Kammer auf 100 Tesla, also das 8-fache als bei ITER für wenige tausendstel Sekunden ansteigt, was zur Fusion führt.
2. Rotierende Ionenstrahlen bewirken einen sich selbst erhaltenden Plasmaring, der sich durch die eigene Feldstärke erhält. Zum auslösen einer Fusion lässt man zwei davon kollidieren.  
Eine Alternative besteht darin, viele kleine Blitze auf einen Punkt zu fokussieren, um dort Fusion auszulösen.
3. Die Trägheitsfusion versucht, in mittels eines LASER-Blietze in einem Fusionstarget die Fusion auszulösen.
4. Neu ist die **niederenergetische nukleare Reaktion**, LENR steht für Low Energy Nuclear Reaction. Die ist nicht radioaktiv und dürfte viele neue Anwendungen erschließen.



Die Fusion Industry Assciation veröffentlichte in 2022 einen Überblick zu den privat finanzierten Lösungen.

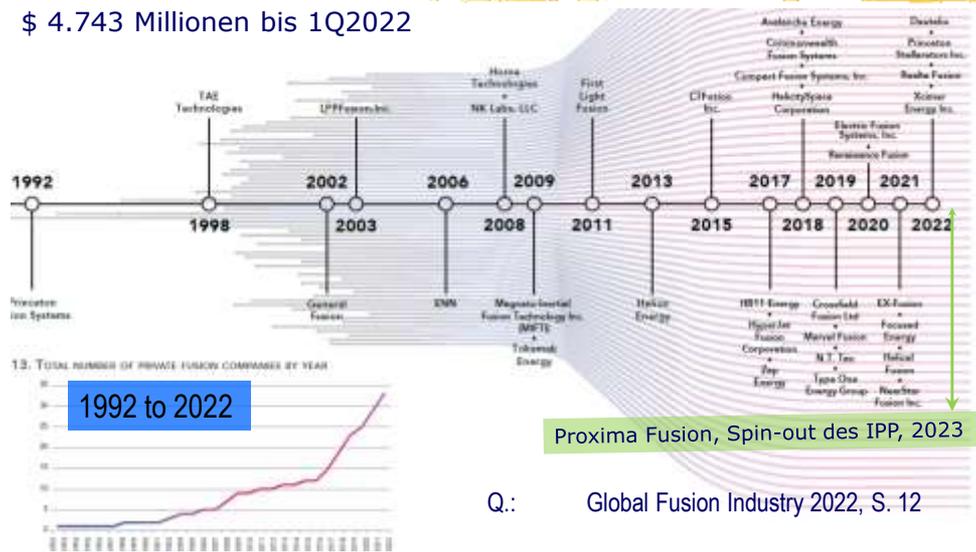
Sie sehen daraus, die Mehrzahl will zwischen 2031 und 2035 ein Produkt haben. Die Mehrzahl nutzt die Fusion von Deuterium mit Tritium, weil andere höhere Temperaturen benötigen. Bis zu 3 Milliarden °C bei pB11.

Die Electric Fusion will das Rennen machen, aber ich wäre überrascht, wenn da heuer noch was käme. Die streben eine Leistung im Bereich von 10 kW bis 10 MW an. Deren Lösung hat Ähnlichkeit mit einer alten Quecksilberdampf Lampe.

Wir werden eine kleine Auswahl erläutern.

# Private Fusionsfirmen seit 1992: Einige werden das Ziel erreichen

\$ 4.743 Millionen bis 1Q2022



Slide 34 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Beachtenswert ist auch die Anzahl der Neugründungen, wie das Bild links unten zeigt. Die Zeitachse zeigt, in 2017 begann regelrecht eine Explosion in der Zahl der Neugründungen.

In 2023 kam ein Spin-Off der Stellarator-Entwicklung in Greifswald hinzu. Das ist die Proxima Fusion. Die hat eine reale Chance, wenn schnell vorangeschritten wird.

# GeneralFusion

The world largest plasma injector is ready



Slide 35 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

General Fusion aus Vancouver wird in 5 Jahren mit dem Bau des ersten kommerziellen Fusionskraftwerkes beginnen.

Der Demonstrator wird derzeit in Culham in der Nähe von Oxford errichtet. Der soll bis Ende 2026 ausgetestet sein.

Der weltgrößte Plasmainjektor ist fertig. Er braucht keine Supraleiter.

Im Fusionskraftwerk wird er auf den Fusionszylinder montiert. Dann ist er etwa 12 m hoch.

Eine riesige Kondensatorbank liefert einen Energieimpuls, damit der Plasmastrahl mit einigen Millionen Ampere herausgeschossen wird. Wie ein Gewitterblitz.

Die Plasmaschüsse können im Sekundentakt oder langsamer wiederholt werden. Dadurch ist eine gewisse Regelbarkeit möglich.

## Principle MTF: GeneralFusion

### Plasma Injection into rotating liquid metal shell

Pistons compress the liquid shell.  
 A plasma beam creates a magnetic field.  
 Less volume → magnetic field goes up



Source with video:  
<https://generalfusion.com/fusion-technology/>



Slide 36 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
 © Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
 Fusion

Der blaue Pfeil zeigt, wo der Plasmainjektor das Plasma in den Fusionszylinder schießt.

An dessen Innenseite fließt flüssiges Metall aus Blei und Lithium.

An dessen Außenseite sind Kompressionskolben montiert.

Die Lösung ist theoretisch klar und in selbstzerstörenden Test bestätigt.

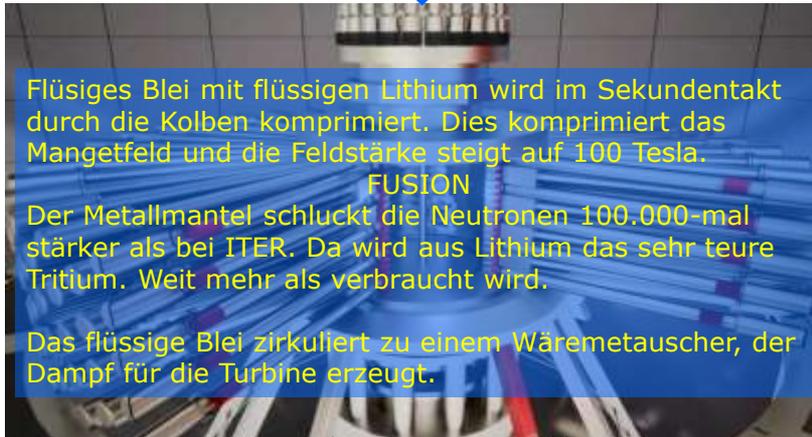
# Principle MTF: GeneralFusion

## Plasma Injection into rotating liquid metal shell

Pistons compress the liquid shell.  
Plasma beam creates a magnetic field.  
Less volume → field goes up



Source with video:  
<https://generalfusion.com/fusion-technology/>



Slide 37 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Ist der Plasmaschuss im Zylinder, komprimieren diese Kolben mit einer Präzision von einer millionstel Sekunde das Plasma. Allerdings auf eine indirekt Art, denn wenn Plasma auf Metall trifft, wird es zerstört.

Komprimiert wird das Magnetfeld, dessen Energie erhalten bleibt, aber dann in ein Tausendstel des ursprünglichen Volumen gepresst ist. Das Magnetfeld steigt deshalb auf bis zu 100 Tesla und klingt dann sehr schnell ab. Doch das Plasma zündet. Der Mantel aus flüssigem Metall erreicht 1 m Dicke und verschluckt die Gammastrahlung und die Neutronen 100.000-mal besser als bei ITER. Diese Fusionstechnik ist daher **quasi frei von Neutronen**.

Von Vorteil ist, dass fast alle Neutronen sich im Tritium wiederfinden und je nach Mischungsverhältnis im flüssigen Metall bis zu 40 % mehr Tritium erzeugt als verbraucht wird.

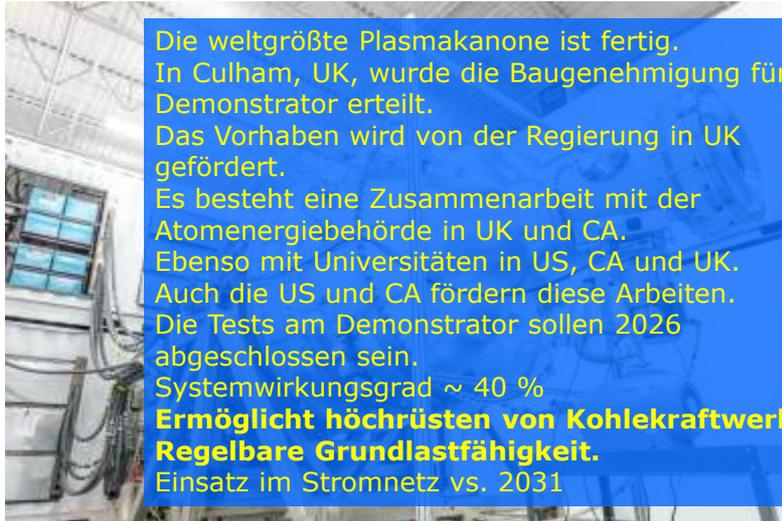
Im Kreislauf des flüssigen Metalls ist ein Gasabscheider und ein Wärmetauscher, der den Dampf für die Turbine erzeugt.

Es wird ein Systemwirkungsgrad nahe 40 % erwartet. Wie bei einem Kohlekraftwerk. Also weg mit dem Kesselhaus und stattdessen den Fusionsofen von GeneralFusion hinstellen. Bei diesem Fusionstyp ginge das. Wahrscheinlich ist das die wirtschaftlichste Lösung für Deutschland.

Die kWh soll für 5 Cent je kWh ins Netz geliefert werden können. Je Fusionszylinder wird eine elektrische Leistung von um die 120 MW erwartet. Natürlich ist dies Grundlast fähig.

# GeneralFusion

## The world largest plasma injector is ready



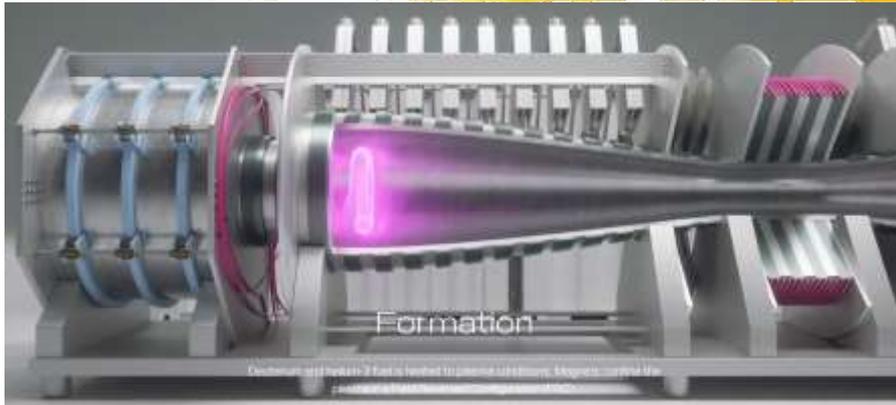
Die weltgrößte Plasmakanone ist fertig.  
In Culham, UK, wurde die Baugenehmigung für den Demonstrator erteilt.  
Das Vorhaben wird von der Regierung in UK gefördert.  
Es besteht eine Zusammenarbeit mit der Atomenergiebehörde in UK und CA.  
Ebenso mit Universitäten in US, CA und UK.  
Auch die US und CA fördern diese Arbeiten.  
Die Tests am Demonstrator sollen 2026 abgeschlossen sein.  
Systemwirkungsgrad  $\sim 40\%$   
**Ermöglicht höchststen von Kohlekraftwerken!**  
**Regelbare Grundlastfähigkeit.**  
Einsatz im Stromnetz vs. 2031

Slide 38 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

## HELION Energy: Das erste 50 MW Fusionskraftwerk?



Neutronenfreie Fusion von  $^3\text{He}$  mit D  
 Plasmaringe werden links und rechts erzeugt mit 1,6 Millionen km/h  
 Bei der Kollision in der Mitte kommt es zu Fusion  
 Der Schock im Magnetfeld erzeugt einen Stromimpuls in der Spule

Slide 39 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
 © Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
 Fusion

**HELION Energy**, nördlich von Seattle in Washington, fusioniert Deuterium und Helium drei. In natürlicher Form ist  $^3\text{He}$  am Mond zu finden. Statt es von dort zu holen, fand HELION einen Weg, es in seiner Anlage zu erzeugen. Eine solche Anlage erzeugt für 10 solcher Fusionskraftwerke genug Helium drei.

Im Bild sehen Sie violett dargestellt, wie gerade ein Plasmaring aufgebaut wird. Das Plasma hält sich selbst im Ring durch den darin fließenden Strom. Im rechten Teil der Anlage passiert dies gleichzeitig.

Diese Plasmaringe werden durch die starken außenliegenden Magnete zur dünnen Mitte auf eine unverstellbare Geschwindigkeit von 1,6 Millionen km/h beschleunigt. Bei deren Kollision kommt es zu Fusion.

Für diese Art der Fusion der Begriff „Field Reversed Configuration“ (FRC) verwendet.

Laut Helion induziert dabei nach dem Faradayschen Gesetz die Feldänderung elektrischen Strom in den zentralen Spulen, der dann direkt als sehr starker elektrischer Impuls entnommen wird. Helions Fusionsgenerator benötigt deshalb keinen Dampfkreislauf.

In der Reaktion  $^3\text{He} + \text{D}$  entsteht  $^4\text{He} + \text{p}$ . Aber auch  $^3\text{He} + ^3\text{He} \Rightarrow ^4\text{He} + \text{D}$  sind möglich.

So ein Plasmaschuss wird jede Minute wiederholt. Die Kondensatorbänke sind riesig. Wir werden in 5 Jahren wissen, ob es so funktioniert. Die kWh soll für 2 Cent erzeugt werden können.

Mit Microsoft wurde ein Power Purchase Agreement geschlossen

# Attraktive Fusionstechniken I

FOCUS FUSION DEVICE  
Weiterentwicklung zu 5 MW  
NO Radioactive Waste!

ZAP Energy → 50 MW  
Driving current through the flow creates the magnetic field, confining and compressing the plasma.

tae DA VINCI 2030  
p +  $^{11}\text{B}$

150+

Slide 40 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-Fusion

Einen sehr bemerkenswerter Ansatz kommt von **Fokus Fusion**. Das Bild links oben Es stammt von **Eric Lerner**, CEO der Livermore Plasma Physik Fusion, kurz LPPFusion in New Jersey. Das Ziel ist die Fusion von Protonen mit Bor11, also  $p + ^{11}\text{B}$ . Dabei entstehen keine Neutronen, wie zuvor bei HELION. Die Fusion von Deuterium mit Tritium ist bereits gelungen.

Bei diesem Ansatz werden Blitzentladung auf die milliardstel Sekunde gleichzeitig gezündet, die sich im Fokuspunkt durch das Magnetfeld zu einer ungeheuren Dichte vereinen. Das zündet die Fusion, die in diesem Fall 3 Milliarden °C erfordert.

Die Stromstärke ist so groß, dass mehrere Koaxialkabel nötig sind, diesen zu transportieren. **Paul Höß** in München hat eine entschiedene Weiterentwicklung patentiert, damit diese Blitzentladungen wirklich synchronisiert werden.

Ein Fusionsreaktor mit Fokus Fusion wird die Größe eines Schreibtisches haben und eine Leistung von 1 bis 5 MW liefern. Also gut genug für eine E-Lok ohne Oberleitung. Oder mit zwei davon für einen Airbus-Elektro-Jumbo.

ZAP Energy (rechtes Bild) ist nur 2 km entfernt von HELION Energy. Deren Konzept ist einen Plasmaring zu erzeugen, wie HELION es macht. Danach bewirkt das starke Magnetfeld um einen dünnen Plasmafaden, der den starken Strom leitet, dass Deuterium mit Tritium fusionieren. Außerhalb des Zylinders ist ein dicke Abschirmung, in der Neutronen eingefangen werden. Man fand eine Lösung, so dass der Plasmafaden stabil bleibt.

Tae technologies südlich von LA wurde 1998 gegründet. Es gab konzeptionelle Weiterentwicklungen uns Spin-Offs. Deren Lösung ist ähnlich der von HELION, aber man stellt auf die Fusion um von  $p + \text{Bor}11$ .

In 2030 will man Strom ins Netz einspeisen.

## Attraktive Fusionstechniken II

Electric Fusion  
Systems  
10 kW pilot 2023  
pulsed & aneutronic



Q...: Electric Fusion Website

HB11: Doppelblitz  
1. LASER → H+B11 Target  
2. kTesla-Magnetfeld

**Magnetic confinement**  
Second laser and capacitive coil



**Kilotesla magnetic field**  
by second laser and capacitive coil  
increases reaction yield  
in cylindrical shaped fuel

Demonstration of kilotesla field  
FUJIOKA S. et al. Nat. Sci. Rep. 3: 1115-1116 (2013)  
Realization of higher reaction yield  
LALOUZES P., HORA H. et al. J. Fusion Energy 34, 62-67  
(2015)

Q...: HB11 Website

MARVEL FUSION  
LASER → H+B11 Target  
Pilot in US; Penzberg hatte  
Proteste



Q.: Target-Kammer der  
National Ignition Facility, US,

Slide 41 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Vermeiden von Neutronen ist ein Trend in der Fusionsentwicklung.

Für **Electric Fusion** werden wir bald wissen, ob es gelungen ist. Das Konzept sieht ähnlich aus wie eine Quecksilberdampf Lampe. Nur nicht mit Quecksilber. Hohe Dichte und Entladungen bewirken hohe Magnetfelder. Bei deren Ansatz könnte ein Übergang zu LENR gegeben sein.

LASER FUSION ist ein alter Traum. Ein gefrorenes Target aus Bor und Wasserstoff so schnell entzünden, dass es dank der hohen Dichte zur Fusion kommt. Der kritische Punkt dabei ist, dass als Fusionsenergie nur das 14,5-fache rauskommt, was in jedes Atom an Energie gesteckt wurde. Mit dem Wirkungsgrad des LASERS funktioniert kein Energieüberschuß.

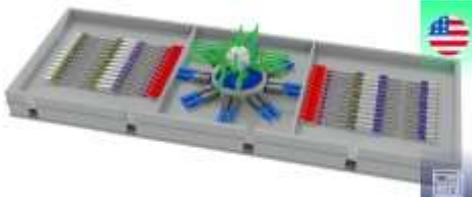
**HB11** in Australien entwickelte deshalb ein Target, welches vom LASER nur gezündet wird. Die Grundlagen dafür gehen zurück auf den über bereits 90 Jahre alten deutschen Physiker **Heinrich Hora**. Da löst ein LASER-Blitz einen Lawineneffekt zur Fusion im Target aus, muss also nicht das komplette Target auf die 3 Milliarden °C erhitzen. Das ist der Schlüssel zum Design der Trägheitsfusion ohne Neutronen.

**MARVEL Fusion** in München braucht entsprechendes, sagt aber nicht was die vorhaben. Deren Demonstrator entsteht in US. Dort sind die Bedingungen für die Finanzierung und die Genehmigung viel einfacher. Hier darf fast jeder Verein, der genug Geld hat, gegen Infrastrukturprojekte lagen.

Aus National Ignition Facility ging kürzlich eine Meldung in die Welt, es wurde ein Energieüberschuss erzielt. Rechnet man den Strombedarf des LASERS hinzu sind es minus 99 %. Der Systemwirkungsgrad ist die Herausforderung.

## Attraktive Fusionstechniken III

FOCUS ENERGY; 800 MW  
mit Laser; Austin & Darmstadt



AVALANCHE ENERGY:  
Smallest Fusion Device: 5 kW



Kopernikus von tae technologies



Princeton Satellite System:  
Fusion with Field Reversal Configuration



Slide 42 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Hier ist anzumerken, FOCUS ENERGY geht einen Weg, mit langen LASER-Impulsen D + T zu fusionieren. Ursprünglich aus Darmstadt wird die Entwicklung in Austin, Texas, durchgeführt und auch von Deutschland gefördert.

AVALANCHE Energy macht Electrostatic Confinement, wobei das elektrische Feld senkrecht zum magnetischen verläuft, ähnlich wie in einem Magnetron. Da wird versucht, den kleinsten Fusionapparat mit nur 5 kW Leistung zu realisieren. Im April 2023 bekam diese Firma weitere 40 Millionen Venture Capital.

Kopernikus von tae war eine Vorstufe zum Produkt und klärte laut Michael Binderbauer wichtige Punkte für den vorhin gezeigten Produktansatz.

Heißes Plasma, auf hohe Geschwindigkeit gebracht, erzeugt einen Impuls, der in der Raumfahrt dank der hohen Geschwindigkeit das geringste Treibstoffgewicht erfordert. Denn der Impuls ist Masse mal Geschwindigkeit. Daran forscht man u.a. in Princeton.

## **Kleine Fusionskraftwerke eröffnen neue Anwendungen**

Vergleiche mit dem Übergang vom  
Transmissionsriemen zu Elektromotoren:

- E-Lokomotiven mit 5 MW FKW von HÖB KG
- E-Auto und E-LKW mit Mini-FKW und nicht entflammenden Batterien
- E-Flugzeuge und E-Schiffe und Raumfahrt
- Hausheizungen, auch mit Stromgenerator
- Prozesswärme, z.B. Plasma-Recycling

**Im Technologiesgeschäft bleibt, wer früh diese  
Fusionstechnologien beherrscht!**

## **Wir zeigen, Fusionskraftwerke (FKW) sind zum Greifen nahe**

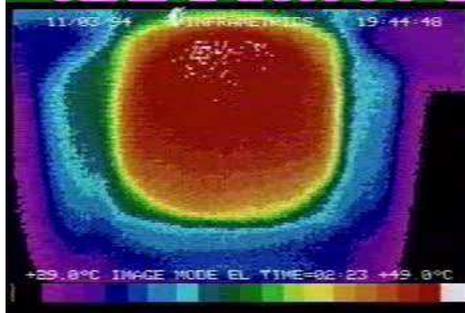
- Ein Klimakipppunkt droht nicht wirklich, denn Fusionsenergie ist zuvor ausgebaut;
- Die Verbrennung global zurückdrängen erfordert kostengünstige Fusionsenergie;
- Fusionsenergie wird wirtschaftlich: zuerst in Triade und China, dann in der Welt;
- Wind- und Sonne kann in DE den Energiebedarf nicht decken;
- Wasserstoff für Industrie: kostengünstig mit Fusion in thermochemischen Prozess

## Sichtweisen zur Fusionsenergie: Richtig oder falsch?

- Fusionsenergie ist viel zu teuer, siehe ITER → falsch
- Fusionsenergie kommt viel zu spät, 2060 lt. BMBW → falsch
- Energiebedarf kann durch Wind- und Sonne in DE gedeckt werden → falsch
- Der Klima-Kipppunkt droht und wir stoppen den Klimawandel → falsch
- Wasserstoff ist die Lösung zur Rettung der Industrie → falsch

## Low Energy Nuclear Reaction LENR Ein neues EU Forschungsprogramm

- Pons & Fleischmann 1989; „Cold Fusion“
- Weltweit Viele Bestätigungen
- EU-Förderprogramm **CleanCME** (1.8 2020; H2020-EU 1.2.2.)
- **Uni in Stetin koordiniert.**
- Theorie entsprechend Standardmodell
- Hot Spot auf Kathode bei SPAWAN, Cal.
- Keine brauchbare Leistung (Mai 2009).



Slide 46 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-Fusion

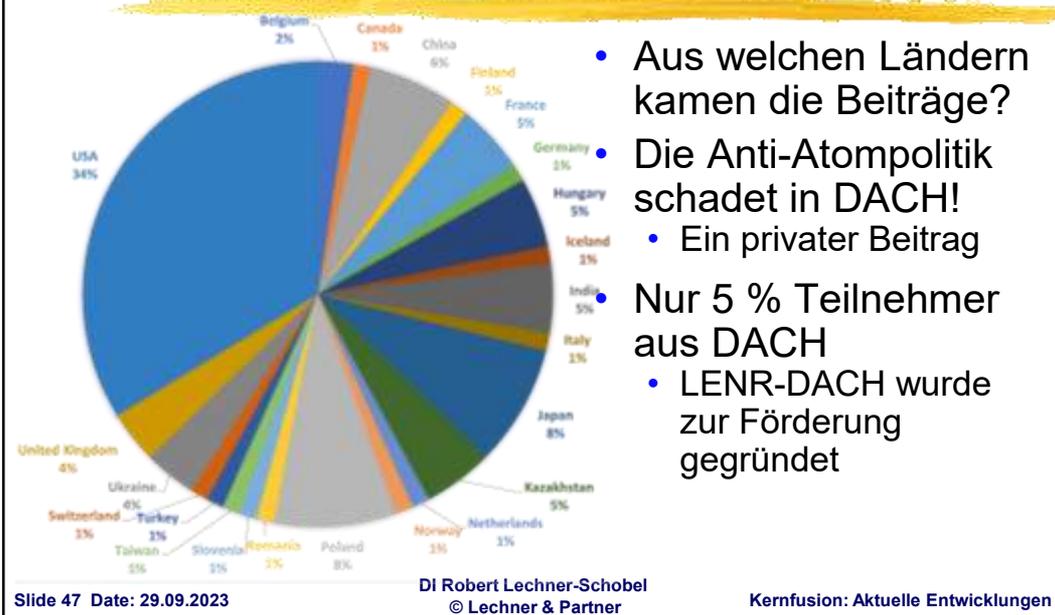
Low Energy Nuclear Reaction, abgekürzt LENR, hat eine lange Vorgeschichte. LENR steht für niederenergetische nukleare Reaktion und ist nicht radioaktiv.

Als die Chemiker Pons und Fleischmann in 1989 entdeckten, dass in Elektrolysezellen mit Palladium ein Energieüberschuss auftritt, wurde dies auf Wunsch der Universitätsleitung „kalte Fusion“ genannt. Das löste einen Aufschrei bei den Physikern aus. Denn es fehlten die Neutronen und die Gamma-Strahlung.

Deren Experiment war schwer zu replizieren, was an nicht erfüllten und scheinbar unwichtigen Bedingungen lag, doch es zeigten sich hunderte erfolgreiche Experimente. Heute wissen wir, die wissenschaftliche Definition von Fusion wurde im Experiment von Pons und Fleischmann nicht erfüllt, auch wenn versucht wurde, innerhalb der LERN-Gemeinschaft den Nachweis von Fusion zu erbringen. Eine für den praktischen Einsatz geeignete Lösung gibt es noch nicht.

Die zahlreichen erfolgreichen Experimente verlangten eine wissenschaftlich Klärung. Die EU fördert seit Sommer 2020 in deren CleanCME Programm entsprechende Forschung, die von Universität Stettin aus koordiniert wird.

## ICCF25, Stettin: Internationale Konferenz zu LENR - Beiträge



Für jeden deutlich sichtbar ist die Dominanz der Beiträge aus den US, gefolgt von Japan. Dort wird 2025 die ICCF26 stattfinden.

Alle EU-Staaten zusammen kommen auf 1/3 der Beiträge in US.

Die DACH-Länder waren nicht institutionell vertreten, sondern nur durch zwei private Wissenschaftler: Prof. em. Dr. Winzeler aus der Schweiz und Aleksandr Nikitin aus Deutschland mit je einem Poster.

Die kleinen Energiequellen werden eine industrielle Revolution auslösen wie seinerzeit der Übergang vom Transmissionsriemen zu kleinen Elektromotoren. Wie will Deutschland und die EU dabei sein als Lieferant angesichts einer Ausgangslage des fehlenden Wissens?

## LENR Überblick: Theorie und Anwendungen

- **LENR steht für Low Energy Nuclear Reaction**
  - Ersetzt den irreführenden Begriff Kalte Fusion
  - Ergebnis ist eine Transmutation mit einem anderen Atomkern
- **Wichtigste Theorien:**
  - Tunneleffekt überwindet Coulomb-Barriere (Sacharow, Alvarez)
  - Elektronen-Cluster an Metalloberfläche (Widom & Larsen)
  - Condensed Plasmoids (Lutz Jaitner, <https://condensed-plasmoids.com/> )
- Energieerzeugung für Heizung belegt (H.P. Bierbaumer)
- Umwandlung von gefährlichem (nuklearen) Müll
- Erbebenwarnung
- Kosmologie – erklärt Materialkonzentrationen

Slide 48 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & PartnerFile:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Unter LENR fallen nukleare Prozesse, die nicht erklärbar sind mit heißer Fusion, wie dies vorhin behandelt wurde.

**Sacharow** berechnete in 1948, dass Deuteronen durch den Tunneleffekt zu Helium verschmelzen, wenn sie sich nahe genug kommen, was dann der Fall ist, wenn Elektronen durch Myonen, das sind schwere Elektronen, ersetzt werden. Alvarez konnte das 1956 in einem Labor in Berkely nachweisen.

**Widom und Larsen** entwickelten die Theorie, wenn statt einem Myon eine Elektronenwolke zugegen ist, funktioniert das auch. Das war bei Pons und Fleischmann der Fall, erforderte aber zuvor entgaste Elektroden.

Magnetfelder an Metalloberflächen können so stark werden, dass sich sogar Löcher bilden und Wege durch die Oberfläche bahnen. Bei Feldstärken von Millionen Tesla führt dies zur Fusion im Material. Einen entscheidenden Beitrag dazu bracht **Lutz Jaitner** aus Bayern mit seinem Team, der privat daran forschte. Er schuf den Namen **Condensed Plasmoids (CP)**

Phänomene in der Erdkruste erzeugen auch neue Atomkerne durch **Transmutation**. Die kündigen sogar Erdbeben an.

Nicht zuletzt spielt Transmutation auch eine große Rolle bei bestimmten Materialien im **Kosmos**, fand Widom heraus. Auch dies ist durch LENR begründet.

Wir haben es hier mit einem breiten Forschungsgebiet zu tun.

Die Energieerzeugung ist wirtschaftlich von höchsten Interesse. Ein Durchbruch ist in den nächsten 5 Jahren zu erwarten.

## ICCF25, Stettin: Internationale Konferenz zu LENR - Themen



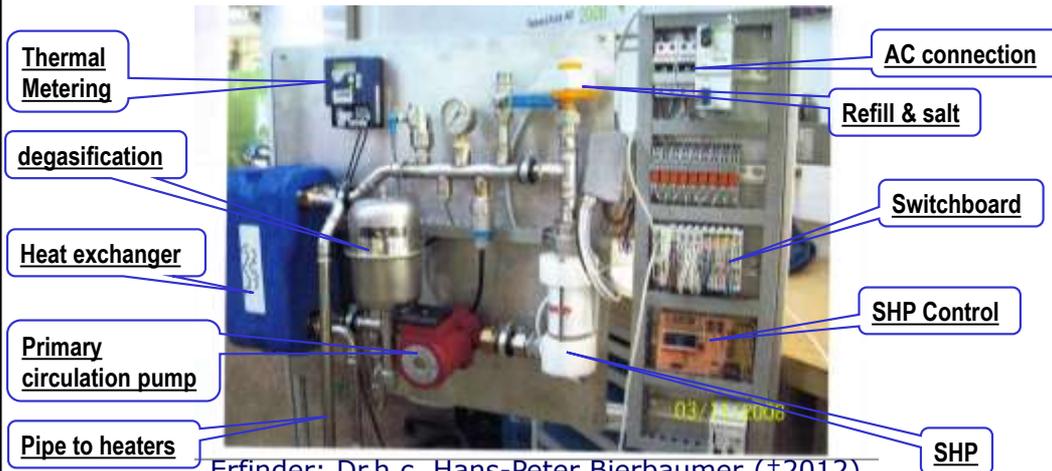
Slide 49 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

Kernfusion: Aktuelle Entwicklungen

Themen zur Hitzeerzeugung und Transmutation waren die wichtigsten.  
Theorie und Studien an Computern waren der häufigste Themenbereich.

# Labor-Prototyp 20 kW Heizung – funktionierte 2 Monate



Erfinder: Dr.h.c. Hans-Peter Bierbaumer (†2012)  
Herstellkosten SHP Control + SHP ~ € 0,15 je Watt  
SHP = Super Heat Pump; COP 20 bis 50 lt. Messung

Slide 50 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-Fusion

## Das Team LENR-DACH Stettin, 31.08.2023



Wir beabsichtigen, für LENR die  
Nuklearforschung in DACH zu beleben

Slide 51 Date: 29.09.2023

DI Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

Kernfusion: Aktuelle Entwicklungen

Die 5 % der deutschsprachigen Konferenzteilnehmer taten sich zusammen um dies zu ändern.

Das Foto zeigt die Gründer der Gruppe LENR-DACH vom 31.08.2023 in Stettin zum Abschluss der Konferenz ICCF25.

Alexander Rieder (3ter von links) machte den Vorschlag und organisierte das Treffen.

Wo möglich, helfen Sie bitte mit, dass dem Thema LENR ans den Universitäten und Fachhochschulen Beachtung geschenkt wird.

## Ein Auto mit lebenslanger Onboard-Energie bis 2028?

See also [LENR Cars](#) \_\_\_\_\_ *Ein Auto mit lebenslanger Energiequelle*



<https://inhabitat.com/laser-power-systems-is-developing-cars-fueled-by-nuclear-power/>  
[https://www.youtube.com/watch?v=Fy\\_RE00jFwY](https://www.youtube.com/watch?v=Fy_RE00jFwY)

Slide 52 Date: 29.09.2023

Dr Robert Lechner-Schobel  
© Lechner & Partner

File:Die richtige Energiewende-  
Fusion

Mein Traum ist ein Auto, dass nie an die Steckdose oder Zapfsäule muss.  
Der kann Wirklichkeit werden! Und Sie werden dabei sein.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit. Jetzt ist noch kurz Zeit für Fragen.