

# Kernfusion zwischen Narrativ und physikalischer Realität

geschrieben von Admin | 3. Mai 2026

**Eine kritische Analyse der kontrollierten Fusionsenergie und des chinesischen Hybridreaktorkonzepts**

**Dirk Freyling\***

\* Die vorliegende Analyse entstand im Kontext einer interdisziplinären Diskussion über die physikalische Begründbarkeit von Energiewende-Narrativen.

## Abstract

Seit Jahrzehnten wird die kontrollierte Kernfusion als saubere, quasi unerschöpfliche Energiequelle propagiert. Internationale Großprojekte wie ITER binden zweistellige Milliardenbeträge und nähren die Erwartung eines baldigen Durchbruchs. Diese Arbeit untersucht die physikalischen Grundlagen des Tokamak-Konzepts und legt dar, dass es sich bei den immer wieder diagnostizierten Hürden nicht um lösbare Ingenieurprobleme, sondern um unauflösbare Prinzipwidersprüche handelt. Im Anschluss an die fundamentale Kritik des Fusionsphysikers Daniel Jassby werden drei zentrale physikalische Showstopper herausgearbeitet: die Zerstörung der Magnetfeldhomogenität durch Neutronen-induzierte thermische Störungen, die irreversible Materialschädigung durch hochenergetische Fusionsneutronen sowie der prinzipielle Widerspruch zwischen kontinuierlicher Energieauskopplung und Plasmaeinschluss. Alle drei Phänomene zusammen machen einen dauerhaft betreibbaren, stromliefernden Fusionsreaktor physikalisch unmöglich. Vor diesem Hintergrund erscheint die chinesische Entscheidung, auf einen hybriden Fusions-Spaltungs-Reaktor zu setzen, als rationaler Paradigmenwechsel: Gepulste, lokal unkontrollierte Fusionsprozesse dienen dort lediglich als Neutronentreiber für eine unterkritische Spaltungszone. Der Westen hingegen hält an der Illusion der „reinen“ Fusion fest, was als Symptom eines tieferliegenden Problems gedeutet wird – eines wissenschaftspolitischen Narrativs, das physikalische Rationalität durch Wunschdenken ersetzt.

## 1. Einleitung

Seit den 1960er Jahren wiederholt sich ein Mantra: „Kommerziell nutzbare Kernfusion ist dreißig Jahre entfernt.“ Mit jeder technischen Generation wurden vermeintliche Fortschritte erzielt, und mit jeder neuen Anlage traten fundamentale Probleme hervor, die zuvor nicht antizipiert worden waren. Das gegenwärtige Flaggschiff, der internationale Tokamak ITER,

wird mit über 20 Milliarden Euro öffentlicher Mittel finanziert. Die offizielle Rhetorik spricht von Verzögerungen und technischen Herausforderungen, nicht von prinzipiellen Unmöglichkeiten. Genau diesen Sprung – von temporären Schwierigkeiten zu unüberwindbaren physikalischen Widersprüchen – vollzieht die Kritik des US-amerikanischen Plasmaphysikers Daniel Jassby, der 25 Jahre am Princeton Plasma Physics Laboratory forschte und zu den profiliertesten internen Kritikern des Tokamak-Konzepts zählt [1].

Die vorliegende Arbeit nimmt Jassbys Argumentation zum Ausgangspunkt und verdichtet sie zu drei physikalischen Showstoppnern, die jeden Versuch eines kontinuierlich arbeitenden, magnetisch eingeschlossenen Fusionsreaktors ad absurdum führen. Im zweiten Teil wird die chinesische Hybridreaktor-Strategie als rationaler Gegenentwurf skizziert. Abschließend wird die Frage aufgeworfen, warum der Westen – trotz klarer physikalischer Evidenz – an der Fusionsutopie festhält und welche Rolle wissenschaftspolitische Narrative dabei spielen.

## 2. Physikalische Prinzipwidersprüche des Tokamak-Konzepts

Die folgenden drei Problemkreise sind nicht durch bessere Materialien, höhere Magnetfelder oder optimierte Plasmageometrien lösbar; sie sind der Topologie eines Neutronen produzierenden Fusionsreaktors immanent.

Tabelle 1: Physikalische Showstopper des Tokamak-Fusionsreaktors nach Jassby

<b>Problem</b>	<b>Physikalische Konsequenz (nach Jassby u. a.)</b>	<b>Rationaler Schluss</b>
<b>Magnetfeld-Anisotropie</b>	Die unvermeidliche lokale Erhitzung der ersten Wand und des Kühlmantels durch Neutronenbeschuss verursacht thermische Gradienten und Materialverformungen. Diese Störungen brechen die für den Plasmaeinschluss zwingend erforderliche Homogenität des Magnetfeldes auf.	Ein kontinuierlich steuerbarer Prozess wird unmöglich. Es kommt zur lokalen Zerstörung des Einschlusses und zum abrupten Abbruch der Entladung – im schlimmsten Fall zur unkontrollierten Fusion mit Zerstörung der Apparatur.

Problem	Physikalische Konsequenz (nach Jassby u. a.)	Rationaler Schluss
<b>Materialzerstörung</b>	Die 14,1-MeV-Neutronen der Deuterium-Tritium-Reaktion versetzen Atome im Kristallgitter der Strukturmaterialien und erzeugen Leerstellen und Versetzungskaskaden. Die spröde werdenden Komponenten, insbesondere die extrem teuren supraleitenden Magnetspulen, verlieren irreversibel ihre mechanischen und elektrischen Eigenschaften.	Der Reaktor ist kein „wartbares Kraftwerk“, sondern ein Einweg-Forschungsgerät. Ein wirtschaftlicher Dauerbetrieb, bei dem Komponenten turnusmäßig getauscht werden können, scheitert an den physikalisch bedingten Zerstörungsraten und den immensen Kosten.
<b>Energieabfuhr vs. Plasmaeinschluss</b>	Zur Stromerzeugung muss thermische Energie kontinuierlich aus dem Reaktorcore abgeführt werden. Jeder Wärmeaustausch zwischen dem heißen Plasma und der gekühlten Reaktorwand stört jedoch die fragile magnetische Konfiguration, die das Plasma isoliert.	Der Reaktor kann nicht gleichzeitig Energie in nutzbare Wärme umwandeln und das dafür nötige Magnetfeld aufrechterhalten. Die eine Kernfunktion (Energieproduktion) zerstört die andere (Plasmaeinschluss).

Diese drei Kategorien beschreiben kein temporäres Optimierungsproblem, sondern eine prinzipielle Unverträglichkeit zwischen dem gewünschten Betriebszustand eines Kraftwerks und den inhärenten Eigenschaften des magnetischen Plasmaeinschlusses. Jassby selbst kommt zu dem Schluss, dass ITER vor allem „ein Schaufenster für die Nachteile der Fusionsenergie“ sei und dass die Hoffnung auf eine „saubere, unerschöpfliche Energiequelle“ auf einer grundlegenden Fehleinschätzung der Neutronenphysik beruhe [1].

### 3. Der chinesische Hybridreaktor: Ein rationaler Paradigmenwechsel

Während im Westen die politische und wissenschaftliche Elite an der Vision der „reinen“ Fusion festhält, zeichnet sich in China ein grundlegend anderer, physikalisch konsistenter Entwicklungspfad ab. Chinesische Wissenschaftler haben die von Jassby benannten Widersprüche nicht nur zur Kenntnis genommen, sondern in eine neue Reaktorphilosophie übersetzt [2]. Der hybride Fusions-Spaltungs-Reaktor, dessen Prototyp bis etwa 2035 in Betrieb gehen soll, setzt auf folgende Prinzipien:

1. **Gepulste, lokale Mikrofusion als Neutronentreiber.** Anders als der

Tokamak versucht der Hybridreaktor nicht, ein dauerhaft aktives Fusionsplasma einzuschließen. Stattdessen wird durch Trägheitseinschluss oder kurzzeitige Magneteinschlüsse eine kleine Menge Deuterium-Tritium gezündet – eine kurzzeitig unkontrollierte Fusion, deren Energiepuls einen Schauer hochenergetischer Neutronen freisetzt.

2. **Unterkritische Spaltungszone als Hauptenergiequelle.** Diese Neutronen treffen auf eine umgebende Spaltzone aus Uran (auch abgereichertem Uran oder Atommüll), die in einem unterkritischen Zustand gehalten wird. Die durch die Fusionsneutronen getriggerte Kernspaltung setzt die eigentliche Nutzenergie frei, und zwar um das 10- bis 20-Fache der eingesetzten Fusionspulsenergie.
3. **Keine kontinuierliche Neutronenbelastung eines sensitiven Einschlosssystems.** Da der Fusionsteil nur impulsweise arbeitet, entfallen die für den Tokamak tödliche Dauerbestrahlung und die thermischen Dauerstörungen. Die Spaltungszone ist technologisch beherrschbar, und die Fusionskomponente kann als austauschbarer „Zündkopf“ konstruiert werden.

Dieses Konzept umgeht elegant alle drei Showstopper aus Tabelle 1: Es gibt keinen fragilen magnetischen Dauereinschluss, der durch Dauerneutronen zerstört würde; der Fusionsanteil ist ein Opferbauteil ohne Anspruch auf Dauerbetrieb; und die Energieauskopplung geschieht in der konventionellen, gut verstandenen Spaltzone. Hinzu kommt die Möglichkeit, langlebigen Atommüll zu transmutieren. Physikalisch ist der Hybridreaktor daher kein gradueller Fortschritt, sondern eine radikale Abkehr vom Fusionskraftwerks-Mythos und eine Rückkehr zur physikalisch realistischen Nutzung von Fusionsprozessen als intensiver Neutronenquelle.

## 4. Fusionsnarrativ als Wissenschaftspathologie

Die Frage, warum sich der Westen so schwer tut, die geschilderten physikalischen Realitäten anzuerkennen, führt von der Physik zur Soziologie der Wissenschaft und zur politischen Ökonomie von Großforschungsprojekten. Der ITER-Verbund ist zu einem selbstreferenziellen System geworden, in dem jahrzehntelang Karrieren, politische Allianzen und industrielle Zuliefernetzwerke auf der Prämisse der Machbarkeit aufgebaut wurden. Ein öffentliches Eingeständnis der physikalischen Unmöglichkeit hätte nicht nur finanzielle Verluste, sondern auch einen massiven Legitimationsverlust der beteiligten wissenschaftlichen Institutionen zur Folge.

Parallel dazu dient das Narrativ der „sauberen Kernfusion“ als argumentativer Platzhalter in der Energiewendebatte: Es erlaubt, die systemischen Lücken wetterabhängiger Erzeuger mit der Aussicht auf eine künftige, unbegrenzt verfügbare Grundlastquelle zu überdecken, ohne dass diese jemals realisiert werden muss. Genau diese Funktion teilt das Fusionsnarrativ mit vielen anderen Versprechungen der Energiewende, wie die Diskussion um Speichertechnologien und Rohstoffverfügbarkeiten

zeigt. Dass insbesondere das weit verbreitete Sprachmodell: ChatGPT derlei Narrative bereitwillig reproduziert (ChatGPT ist eines der am weitesten verbreiteten Sprachmodelle in der westlichen Welt und weltweit überhaupt), ist – wie an anderer Stelle herausgearbeitet – kein Zufall, sondern Produkt eines auf Stabilität und Optimismus trainierten Sprachmodells, das fundamentale Widersprüche nicht auflösen kann und deshalb in das Muster ausweicht: „Die Herausforderungen sind groß, aber sie werden zu lösen sein.“

China hingegen, das weniger von historisch gewachsenen ideologischen Festlegungen und wissenschaftlichen Pfadabhängigkeiten belastet ist, kann sich einen nüchternen Blick auf die physikalische Realität leisten. Die Entscheidung für den Hybridreaktor ist nicht das Eingeständnis einer Niederlage, sondern die rationale Anwendung des wissenschaftlichen Darwinismus: Was physikalisch nicht funktionieren kann, wird nicht verfolgt.

## **5. Das Täuschungsparadoxon: Warum betreibt China dennoch alternativ reine Fusionsforschung?**

Wenn – wie hier argumentiert – chinesische Wissenschaftler die von Jassby beschriebenen physikalischen Prinzipwidersprüche erkannt und in die Entwicklung des Hybridreaktors übersetzt haben, stellt sich unweigerlich die Frage: **Warum forscht China dann parallel weiterhin an reinen Tokamak-Fusionsanlagen wie dem EAST und dem geplanten CFETR?**

Die Antwort auf diesen scheinbaren Widerspruch lässt sich in zwei – einander ergänzenden – Deutungsrahmen geben: einer bewussten Täuschungsstrategie und einer strategischen Diversifikation.

### **5.1 Die Täuschungsthese: Historische Vorbilder**

Die von US-Präsident Ronald Reagan 1983 angekündigte Strategic Defense Initiative (SDI, „Krieg der Sterne“). Aus heutiger Sicht gilt als gesichert, dass viele der darin versprochenen Technologien – etwa weltraumgestützte Laser zur Raketenabwehr – physikalisch und ingenieurstechnisch nie realisierbar waren. Dennoch trieben die USA das Programm öffentlichkeitswirksam voran. Der strategische Effekt: Die Sowjetunion investierte enorme Ressourcen in eigene, vermeintliche Gegenmaßnahmen und überforderte damit ihre ohnehin angespannte Ökonomie. Beispiel: **„Missile Gap“ (1950er/60er)** In den USA entstand die Angst, die Sowjetunion habe viel mehr Interkontinentalraketen. Tatsächlich war das stark übertrieben – führte aber zu massiven US-Aufrüstungsprogrammen. Die China-These folgt demselben Muster:

- **Ressourcenbindung des Westens:** Solange sich die EU, die USA und private Investoren an der Chimäre der „reinen“ Fusionsenergie abarbeiten und Milliarden in Projekte wie ITER oder Helion stecken, hat China einen strategischen Wettbewerbsvorteil. Der Westen wird

durch ein wissenschaftlich aussichtsloses Projekt finanziell und intellektuell beschäftigt.

- **Zeitgewinn für die eigene reale Entwicklung:** Während der Westen im Narrativ gefangen bleibt, entwickelt China unbeirrt den tatsächlich funktionierenden Hybridreaktor. Jede neue Meldung über einen chinesischen „Fusionsrekord“ (längste Plasmadauer, höchste Temperatur) füttert das westliche Wunschdenken und rechtfertigt weitere westliche Investitionen in denselben Irrweg – während der chinesische Hybridreaktor kurz vor der Prototypreife steht.
- **Legitimation und Prestige:** Die Teilnahme am internationalen Fusionswettbewerb sichert China einen Platz in der globalen wissenschaftlichen Gemeinschaft und verschafft Zugang zu Forschungsergebnissen anderer. Es wäre irrational, diesen Zugang durch einen offenen Ausstieg aus der Tokamak-Forschung aufzugeben.

Die Vermutung, China täusche eine mögliche Anwendung vor, um andere in die Irre zu führen, findet in diesem realpolitischen Kalkül eine vollkommen rationale Grundlage. China hätte damit – ähnlich wie einst die USA mit SDI – die physikalische Erkenntnis (Fusionskraftwerk ist unmöglich) in einen strategischen Hebel übersetzt.

## 5.2 Alternative Deutung: Institutionelle Parallelität und strategische Diversifikation

Neben der bewussten Täuschung existiert eine weniger spektakuläre, aber ebenso rationale Erklärung, die ohne die Unterstellung eines einheitlichen Masterplans auskommt:

- **Keine monolithische Wissenschaftsgemeinschaft:** Chinas Fusionsforschung ist nicht zentral durch eine einzige Denkschule gesteuert. Verschiedene Institute verfolgen parallel unterschiedliche Ansätze – das Institute of Plasma Physics (ASIPP) mit Tokamaks (EAST) und andere Gruppen mit dem Hybridkonzept. Dass manche Wissenschaftler die reine Fusion für aussichtslos halten, bedeutet nicht, dass sich diese Einschätzung sofort in allen Forschungslinien durchsetzt.
- **Risikostreuung:** China könnte schlicht auf mehrere Pferde setzen. Der Hybridreaktor ist physikalisch vielversprechender, aber technologisch ebenfalls anspruchsvoll. Sollte er scheitern, stünde China ohne jede Fusionsperspektive da. Die parallele Forschung an Tokamaks hält eine Rückfalloption offen.
- **Prestige und Signalwirkung:** Der Wettbewerb um die längste Fusionsdauer ist ein Symbol nationaler Technologieführerschaft. Diese Symbolik ist für die innenpolitische Legitimation und das internationale Standing so wertvoll, dass die reine Fusionsforschung auch dann fortgeführt wird, wenn die Kraftwerksperspektive zweifelhaft ist.

Beide Deutungen schließen einander nicht aus. Vielmehr dürfte eine Mischung vorliegen: Die institutionelle Diversifikation wird bewusst

aufrechterhalten, und die nach außen getragene Fokussierung auf reine Fusionsrekorde wird billigend als Nebeneffekt genutzt, um die wahren Absichten zu verschleiern. In jedem Fall bleibt die grundlegende Erkenntnis bestehen, dass die reine Fusionsforschung als Kraftwerkskonzept physikalisch obsolet ist und dass China dies offenbar besser verstanden hat als der Westen – und diesen Wissensvorsprung nun strategisch nutzt.

## 6. Fazit

Die kontrollierte „reine“ Kernfusion auf Basis des Tokamak-Prinzips scheitert nicht an mangelnder Finanzierung oder unzureichender Ingenieurskunst, sondern an unauflösbaren physikalischen Prinzipwiderrsprüchen. Die Argumente Daniel Jassbys – zusammenfassbar als Zerstörung der Magnetfeldhomogenität, irreversible Materialschädigung durch Fusionsneutronen und der Widerspruch zwischen Energieabfuhr und Plasmaeinschluss – belegen, dass ein kontinuierlich arbeitendes Fusionskraftwerk eine physikalische Chimäre ist. Die chinesische Hinwendung zum Hybridreaktor ist die logische Konsequenz dieser Erkenntnis und stellt einen strategischen Vorteil dar, der innerhalb der nächsten Dekade zu einem massiven wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Rückstand des Westens führen könnte.

Die eigentliche Herausforderung liegt nicht im Reaktordesign, sondern in der Fähigkeit des wissenschaftspolitischen Systems, liebgegewonnene Narrative aufzugeben und physikalische Rationalität an die erste Stelle zu setzen. Solange dies nicht geschieht, werden weitere Milliarden in ein Projekt fließen, dessen einziges sicheres Produkt der Beweis seiner eigenen Undurchführbarkeit ist – und eine chinesische Vormachtstellung im Bereich der nuklearen Energieerzeugung.

## Literaturverzeichnis

1. Daniel Jassby. ITER is a showcase ... for the drawbacks of fusion energy. Bulletin of the Atomic Scientists, 14. Februar 2018. Link (abgerufen am 25. April 2026).
2. China National Nuclear Corporation (CNNC). China aims to have Xinghuo, world's first fusion-fission power plant, running by 2030. NucNet, 28. März 2025. Link (abgerufen am 25. April 2026).
3. Daniel Jassby. Fusion reactors: Not what they're cracked up to be. Bulletin of the Atomic Scientists, 19. April 2017. Link (abgerufen am 25. April 2026).
4. Institute of Plasma Physics, Chinese Academy of Sciences (ASIPP). Chinese „Artificial Sun“ Achieves New Record in a Significant Milestone Toward Fusion Power Generation. Pressemitteilung, Hefei, 21. Januar 2025. Link (abgerufen am 25. April 2026).

## **Methodologische Anmerkung**

Die vorliegenden Betrachtungen haben zwar primär nichts mit dem anstehenden Paradigmenwechsel, gemäß dem Prinzip der Parsimonie, im Bereich der Theoretischen Denkmodellphysik zu tun, sind jedoch argumentativ-kombinatorisch aus einer methodischen Mustererkennung und Logik basierenden Minimalanalyse entstanden, so wie diese, im Rahmen der Masse-Raum-Kopplung (Elementarkörpertheorie von Dirk Freyling), übergeordnet, allgemein instrumenteller Standard ist. Siehe: <https://www.dualismus.net/elementarybodytheory/website/>.