

Die Lösung mit erprobter Technik – TRISO SMR - und Billionen Ersparnissen

Das EWI der Universität zu Köln hat aufgrund einer Dena Leitstudie vor zwei Jahren ermittelt, dass die Energiewende 1.9 Billionen Investitionen erfordert. Und das schon bis 2030 – ohne Industrie, nur für Gebäude, Mobilität und Strom. Dabei sind Erhaltung, Erneuerung, Unterhalt noch nicht mitgerechnet.

Die Wissenschaftliche Studie im Auftrag der Deutschen Industrie- und Handelskammer “NEUE WEGE FÜR DIE ENERGIEWENDE („PLAN B“ von Frontier Economics) kommt im September 2025 zu noch weit höheren Zahlen: 4.8 bis 5,4 Billionen bis 2050.

Jeder kann wohl erkennen, dass unser Volk dies niemals wird aufbringen können. Industrie und High Potentials werden grünere Weiden im Ausland aufsuchen.

Da Fossil, Wind und Sonne es bei diesen Kosten nicht schaffen, gibt es nur eine Aussicht: Der Jülicher TRISO-Hochtemperatur-Kugelreaktor läuft seit 2021 in China am Netz. Zwei Module à 100 MWe. Der nächste mit 1.200 Megawatt ist im Bau schon weit fortgeschritten. Ein weiterer dieser Größe wurde soeben begonnen. 10 weitere dieser Klasse sind in Vorbereitung und Planung, also nochmal 10 bis 12 Gigawatt. In USA haben Amazon und DOW für 20 Jahre mit X-energy kontrahiert, die TRISO Technik mit gesteigerter Effizienz (höherer Abbrand) einzusetzen.

Was macht gerade diese Art der Kerntechnik so attraktiv? Es gibt doch seit Jahrzehnten Hunderte Leichtwasser-Reaktoren in Kraftwerken rund um den Erdball.

Nicht nur die inhärente Sicherheit des deutschen Genies Rudolf Schulten in Jülich ist der Grund.

Auch die Wirtschaftlichkeit haben die kritischen Chinesen und die Controller von Amazon offenbar erkannt.

Auf dieser Basis haben wir mal errechnet, wie viel uns die jährlich 3.500 Terawattstunden **Endenergie** kosten würden, die wir bis 2050 erwarten. Wir waren selbst erstaunt: etwas mehr als eine Billion Euro insgesamt von jetzt bis dann. Und zwar so:

Man rüstet erst alle 460 fossilen Kraftwerke auf genormte 100 MW Module (nach chinesischem Standard), oder auf 320 MWe 4-packs (nach US-x-energy Norm) um. Schon dabei gewinnt man aus diesen Hochtemperatur-Öfen viel Industrie- und Heizungsfernwärme, daneben auch genügend Strom. Und zwar an den alten Standorten und verbrauchernah verteilt im ganzen Land.

Bis 2050 steigt die Zahl der Modulkraftwerke mit dem jeweils prognostizierten Energiebedarf an Strom und Wärme. Die Mobilität wird dabei durch Ethanol-Motoren gewährleistet wo e-Autos nicht in Frage kommen. Denn die Hochtemperatur der TRISO-Öfen verbilligt die Wasserstoff – und Kraftstofferzeugung dramatisch. Mit optimierter Fischer-Tropsch Hydrierung, die sich schon in den 1940ern bewährte.

Mit allen Haupt- und Nebenkosten kann man 2,5 Mio. Euro je MWe rechnen. Warum: weil die meisten teuren Sicherheitseinrichtungen wegen der inhärenten Sicherheit entbehrlich sind. Das heisst: ein 1.000 MWe Kraftwerk kostet 2,5 Mrd. Euro. Benötigt werden wie heute 400 bis 500 Standorte. Und einige 100 bei Stadtwerken. Alle zusammen kosten dann rund 1,3 Billionen Euro. Ein Schnäppchen im Vergleich mit der DIHK-Studie.

Inhaltsverzeichnis der Langfassung – siehe unter Kachel C4, Reserve

1. Einleitung	1
2. Anspruch	2
3. Teil 1: Wirtschaftlichkeit eines SMR-Moduls	3
a. ein Modul à 100 MW	4
b. Beschreibung der Kosten	4
1. Vorgaben:	4
2. Kapital, Investition.....	4
3. Laufender Betrieb	7
4. Kapital- und Betriebskosten.	8
5. Finanzielle Risiken und Chancen	8
4. Teil 2: Wirtschaftlichkeit für unser Land	8
a. Bedarfsschätzung Strom	9
b. Kosten des Austausches und Netzvorteile	10
c. Bedarfsschätzung Gesamtenergie,	11
d. Produktion.....	11
e. Vorausschau bis 2050.....	13
f. Vergleich mit aktueller Planung.....	14
5. Fazit:.....	16

Mit KI bewertet sieht es so aus:

Hier die Antwort von KI, die ein Teilnehmer angefordert hatte

Guten Tag – ich bewerte die Argumentation **inhaltlich und quellenkritisch**, nicht die Person. **Kurzurteil** **vorweg:** Die Argumentation von Herrn Michels hat **einen technischen Kern, der ernst zu nehmen ist** – insbesondere bei **TRISO/HTGR-Sicherheit, hohen Prozesstemperaturen** und dem möglichen Nutzen für **Industriewärme. Als energiepolitischer Gesamtfahrplan für Deutschland ist sie aber in der vorliegenden Form nicht belastbar**, weil mehrere zentrale Aussagen **überzogen, unpräzise oder nicht durch die von mir überprüfbaren Primärquellen gedeckt** sind. Besonders problematisch sind die Punkte **Kosten, Skalierungsgeschwindigkeit, Reifegrad, China-Rollout, X-energy/Amazon/Dow als angeblicher Wirtschaftlichkeitsbeweis** und die Behauptung, es gebe „nur eine Aussicht“. [[powermag.com](https://www.powermag.com)], [oecd-neo.org], [x-energy.com], [[iea.org](https://www.iea.org)]

1) Was an der Argumentation plausibel ist

1.1 TRISO/HTGR haben echte technische Stärken

Dass **TRISO-brennstoffbasierte Hochtemperaturreaktoren** interessante Eigenschaften haben, ist sachlich richtig. Das chinesische **HTR-PM** ist seit **6. Dezember 2023** im kommerziellen Betrieb; es ist die weltweit erste kommerzielle Gen-IV-Anlage dieser Art. Die Technologie bietet **passive Nachwärmeabfuhr** und eine **sehr hohe Brennstoffrobustheit**; die chinesischen Sicherheitstests 2023/2024 wurden in Fachquellen ausdrücklich als Nachweis der **inhärenten Sicherheit auf kommerziellem Maßstab** hervorgehoben. [world-nuclear-news.org], [[powermag.com](https://www.powermag.com)], [[pris.iaea.org](https://www.pris.iaea.org)]

Ebenfalls richtig ist: **HTGR/HTR** sind für **hochtemperaturfähige Anwendungen** interessant. Das ist für **Industrieprozesse, Dampf**, potenziell **Wasserstoff** und bestimmte **chemische Prozesse** ein echter Vorteil gegenüber vielen anderen SMR-Konzepten. Auch X-energy positioniert den **Xe-100** explizit nicht nur als Stromquelle, sondern auch als Quelle für **industriellen Dampf und Prozesswärme**. [x-energy.com], [[energy.gov](https://www.energy.gov)], [x-energy.com]

1.2 Hohe Transformationskosten der Energiewende sind kein Randthema

Auch der Hinweis, dass die deutsche Energiewende **sehr hohe Systemkosten** verursacht, ist nicht aus der Luft gegriffen. Die von der DIHK beauftragte Frontier-Studie nennt für den Zeitraum **2025–2049** tatsächlich **4,8 bis 5,4 Billionen Euro Gesamtsystemkosten** im „Status quo“-Pfad und verweist zudem

auf sehr hohe jährliche Investitionsbedarfe. Das ist eine legitime wirtschaftliche Problembeschreibung – nur folgt daraus **noch nicht automatisch**, dass TRISO-SMR deshalb die günstigere Gesamtlösung sind. [\[dihk.de\]](http://dihk.de), [\[ihk.de\]](http://ihk.de)

2) Wo die Argumentation schwach oder fehleranfällig wird

2.1 Aus „hohe Kosten der Energiewende“ folgt nicht automatisch „TRISO-SMR sind billiger“

Die zentrale Schwäche ist ein **logischer Sprung**: Herr Michels setzt **hohe Kosten des heutigen Transformationspfads** faktisch mit einem **Beweis für die Überlegenheit seines TRISO-Pfads** gleich. Diese Schlussfolgerung ist mit den überprüfbaren Quellen **nicht belegt**. Selbst die chinesischen Entwickler des HTR-PM sagen laut POWER/Joule, dass die **Stromgestehungskosten des HTR-PM derzeit noch rund 20 % über kommerziellen PWR-Anlagen liegen** und dass Wirtschaftlichkeit erst durch **Kopplung an Wärme/Steam-Anwendungen, Standardisierung und Massenfertigung** erreicht werden soll. Das ist ein wichtiger Punkt: **Die behauptete Wirtschaftlichkeit ist ein Zielbild – kein bereits empirisch bewiesener Ist-Zustand**. [\[powermag.com\]](http://powermag.com), [\[world-nuclear-news.org\]](http://world-nuclear-news.org)

Auch bei X-energy/Dow ist die Lage deutlich vorsichtiger, als der Text suggeriert. Dow und X-energy haben zwar 2025 einen **Construction Permit Application** eingereicht; Dow sagt aber selbst, dass das Projekt nur weitergeht, **wenn die wirtschaftlichen Renditeziele erreicht werden**. Das ist gerade **kein Nachweis**, dass HTGR heute bereits eindeutig kostengünstig sind. [\[corporate.dow.com\]](http://corporate.dow.com), [\[energy.gov\]](http://energy.gov)

2.2 „Erprobte Technik“ ist nur eingeschränkt richtig

TRISO/HTGR sind **nicht reine Papierkonzepte** – aber die Formulierung „die Lösung mit erprobter Technik“ ist für den deutschen Systemmaßstab **zu stark**. Richtig ist:

- Es gibt **langjährige Forschung und Betriebsreferenzen** aus AVR/THTR/HTR-10 und jetzt HTR-PM. [\[powermag.com\]](http://powermag.com), [\[world-nuclear-news.org\]](http://world-nuclear-news.org)
- Gleichzeitig betont der **NEA SMR Dashboard**, dass SMR-Kommerzialisierung nicht nur eine Technikfrage ist, sondern von **Lizenzierung, Standort, Finanzierung, Lieferkette, Stakeholder Engagement und Brennstoff** abhängt. Gerade diese sechs Felder sind der eigentliche Engpass. [\[oecd-nea.org\]](http://oecd-nea.org), [\[ans.org\]](http://ans.org)

Mit anderen Worten: **Das Reaktorphysik-/Sicherheitskonzept** ist weiter als viele andere Advanced-Reactor-Linien – aber **die industrielle Massenreife** ist **noch nicht** in dem Sinn bewiesen, dass Deutschland nun einfach Hunderte solcher Anlagen ausrollen könnte. [\[oecd-nea.org\]](http://oecd-nea.org), [\[powermag.com\]](http://powermag.com)

2.3 Die China-Behauptungen sind überzeichnet

Ein besonders kritischer Punkt sind die Aussagen zum chinesischen Folgeprogramm. In den überprüfbaren Quellen sehe ich Folgendes:

- Tsinghua meldet mehrere **kommerzielle Projekte „under preparation“**. [\[tsinghua.edu.cn\]](https://www.tsinghua.edu.cn), [\[tsinghua.edu.cn\]](https://www.tsinghua.edu.cn)
- ARIS/IAEA listet das **HTR-PM** in Betrieb, aber **keinen Folgeblock als „unter Bau“** in der zugänglichen HTR-PM-Statusdarstellung. [\[aris.iaea.org\]](https://aris.iaea.org)
- Die öffentlich sichtbare Diskussion dreht sich um standardisierte Folgekonzepte wie **HTR-PM600** und um industrielle Dampf-/Wärmeanwendungen – **nicht** um einen durch Primärquellen klar bestätigten „bereits weit fortgeschrittenen 1.200-MW-Bau“ plus „ein weiterer begonnen“ und „10 weitere in Vorbereitung“ in dem konkreten Sinne, wie Herr Michels es formuliert. [\[tsinghua.edu.cn\]](https://www.tsinghua.edu.cn), [\[aris.iaea.org\]](https://aris.iaea.org)

Ich würde diesen Teil daher als **zu falsch formuliert** bewerten. **China arbeitet an der Kommerzialisierung – ja**. Aber die im Text implizierte Botschaft eines praktisch schon angelaufenen **serienreifen Gigawatt-Rollouts** ist durch die von mir geprüften Primärquellen **nicht abgesichert**. [\[tsinghua.edu.cn\]](https://www.tsinghua.edu.cn), [\[aris.iaea.org\]](https://aris.iaea.org)

2.4 Amazon und Dow sind kein belastbarer Wirtschaftlichkeitsbeweis

Ja, Amazon ist bei X-energy eingestiegen, und ja, es gibt ambitionierte Ziele von **>5 GW bis 2039**. Aber das ist vor allem ein **Investitions- und Entwicklungscommitment**, kein bereits realisierter kommerzieller Beweis. Ebenso ist das Dow-Projekt ein **genehmigungs- und renditeabhängiges Demonstrations-/Erstprojekt**, das durch das **DOE Advanced Reactor Demonstration Program** unterstützt wird. Solche Projekte zeigen **ernsthaftes Marktinteresse**, aber sie ersetzen **keinen belastbaren Nachweis niedriger Vollkosten in Serie**. [\[x-energy.com\]](https://www.x-energy.com), [\[energy.gov\]](https://www.energy.gov), [\[corporate.dow.com\]](https://www.corporate.dow.com), [\[energy.gov\]](https://www.energy.gov)

Die Formulierung „die Controller von Amazon haben die Wirtschaftlichkeit erkannt“ ist deshalb rhetorisch zugespitzt. Korrekt wäre eher: **große Industrie- und Tech-Akteure sehen strategisches Potenzial und finanzieren die Entwicklung mit**, obwohl das kommerzielle Risiko noch erheblich ist. [\[x-energy.com\]](https://www.x-energy.com), [\[corporate.dow.com\]](https://www.corporate.dow.com)

2.5 Die Annahme von 3.500 TWh Endenergie pro Jahr wirkt fragwürdig

Der Text unterstellt für 2050 **jährlich 3.500 TWh Endenergie**. Das passt schlecht zu den offiziellen deutschen Energieeffizienzzielen und zu vielen Szenarien. Das Umweltbundesamt nennt für 2030 ein gesetzliches Ziel von **1.867 TWh Endenergieverbrauch**; zugleich beschreibt EWI/dena im Klimaneutralitätsszenario, dass der **Endenergieverbrauch bis 2045 gegenüber 2018 um rund 41 % sinkt**, während der Strombedarf auf **910 TWh** steigt. Auch der aktuelle deutsche Primärenergieverbrauch 2024 lag mit **10.529 PJ** bei rund **2.925 TWh** Primärenergie – also **unter** den im Text behaupteten 3.500 TWh Endenergie. [\[umweltbundesamt.de\]](https://www.umweltbundesamt.de), [\[lewi.uni-koeln.de\]](https://www.lewi.uni-koeln.de), [\[ag-energie...ilanden.de\]](https://www.ag-energie...ilanden.de)

Damit will ich nicht sagen, dass jede Zukunftsannahme zwingend unter 2.000 TWh liegen muss. Aber **3.500 TWh Endenergie jährlich** erscheinen für Deutschland **nur mit sehr speziellen Annahmen** plausibel – und diese Annahmen werden im Text nicht sauber hergeleitet. umweltbundesamt.de, ewi.uni-koeln.de

2.6 „460 fossile Kraftwerke einfach umrüsten“ ist als Umsetzungsthese nicht belastbar

Die Idee, **460 fossile Kraftwerke** auf standardisierte TRISO-Module umzurüsten, klingt eingängig, blendet aber die eigentlichen Realisierungsfaktoren aus: **nukleare Genehmigung, Standorteignung, Brennstoffversorgung, Sicherheits- und Sicherungskonzepte, Lieferkette, Fachkräfte, Abfall- und Entsorgungsregime**. Genau deshalb bewertet der NEA SMR Dashboard Fortschritt eben nicht nur technisch, sondern entlang von **sechs Realitätsdimensionen** – darunter **Siting, Fuel** und **Supply Chain**. Diese Punkte sprechen gegen die implizite Annahme, alte Kraftwerksstandorte ließen sich quasi industriell „umstecken“. oecd-nea.org, ans.org

Für Deutschland kommt noch hinzu: Die IEA beschreibt den deutschen Pfad ausdrücklich als Übergang **weg von Kernenergie**, und die Bundesregierung setzt aktuell vorrangig auf **Erneuerbare, Wärmepumpen, Speicher, Elektrifizierung und gezielte Wasserstoffnutzung**. Ohne einen fundamentalen Politikwechsel wäre ein Hunderte-Standorte-HTGR-Programm ohnehin nicht realistisch. iea.org

2.7 Der Satz „es gibt nur eine Aussicht“ ist sachlich nicht haltbar

Das ist aus meiner Sicht der **schwächste** Teil des Textes. Selbst wenn man Wasserstoff deutlich skeptischer sieht, folgt daraus **nicht**, dass nur TRISO-SMR übrig bleiben. Für Deutschland nennt die IEA ausdrücklich **Strom + dekarbonisierte Fernwärme + Effizienz** als primäre Optionen für den Wärmesektor; Euroheat & Power fasst das als **Wärmepumpen und Fernwärme** als Hauptpfad zusammen. Daneben sind **tiefe Geothermie, Abwärme, große Wärmespeicher** und in bestimmten Bereichen **Power-to-Heat** reale, bereits sichtbare Bausteine. Gerade für urbane Wärme ist das ein ernstzunehmender Konkurrenzpfad zu nuklearen Heat-only- oder Cogeneration-Konzepten. iea.org, euroheat.org

Auch im Verkehr ist die Michels-These sehr selektiv. Das EWI/dena-Szenario sieht **direkte Elektrifizierung** als Hauptpfad in vielen Bereichen und **Hydrogen/PtL** vor allem dort, wo Elektrifizierung schwierig ist – etwa im Schwerlastverkehr oder in der Luftfahrt. Eine pauschale Verschiebung auf „Ethanol-Motoren, wo e-Autos nicht in Frage kommen“ ist jedenfalls **nicht der dominierende offizielle Transformationspfad**. ewi.uni-koeln.de, iea.org

3) Mein Gesamturteil

In einem Satz:

Technisch inspirierend, ökonomisch und systemisch aber deutlich überzogen. [\[powermag.com\]](http://powermag.com), [\[oecd-nea.org\]](http://oecd-nea.org)

Etwas genauer:

Ich würde die Michels-Argumentation so bewerten:

Stärken

- Sie lenkt den Blick auf ein reales Problem: **Systemkosten und Umsetzungsrisiken** der deutschen Energiewende. [\[dihk.de\]](http://dihk.de), [\[ihk.de\]](http://ihk.de)
- Sie nimmt eine Technologie ernst, die in Deutschland oft unterschätzt wird: **HTGR/TRISO für Prozesswärme**. [\[powermag.com\]](http://powermag.com), [\[x-energy.com\]](http://x-energy.com)
- Sie erkennt korrekt, dass **Wärme** und **Industrie** im Transformationsdiskurs häufig zu wenig beachtet werden. [\[iea.org\]](http://iea.org), [\[euroheat.org\]](http://euroheat.org)

Schwächen

- Sie behandelt **Interesse von Investoren/Industrie** als Beweis für **bereits gesicherte Wirtschaftlichkeit**. [\[x-energy.com\]](http://x-energy.com), [\[corporate.dow.com\]](http://corporate.dow.com)
- Sie überzeichnet den **chinesischen Rollout**. [\[tsinghua.edu.cn\]](http://tsinghua.edu.cn), [\[aris.iaea.org\]](http://aris.iaea.org)
- Sie unterstellt **sehr günstige Kosten und sehr hohe Skalierung**, ohne dass dies durch die verifizierten Primärquellen bereits getragen wird. [\[powermag.com\]](http://powermag.com), [\[oecd-nea.org\]](http://oecd-nea.org)
- Sie ignoriert faktisch die realen Alternativen: **Wärmepumpen, Fernwärme, Geothermie, Speicher, Abwärme**. [\[iea.org\]](http://iea.org), [\[euroheat.org\]](http://euroheat.org)

Meine Schlussbewertung:

Wenn ich es pointiert formuliere:

Als Diskussionsbeitrag für mehr Technologieoffenheit ist der Text nützlich. Als belastbare volkswirtschaftliche Entscheidungsgrundlage für Deutschland reicht er in der vorliegenden Form nicht aus. [\[dihk.de\]](http://dihk.de), [\[oecd-nea.org\]](http://oecd-nea.org)

Ich freue mich, wenn wir weiter in Kontakt bleiben.