



NUKLEARINNOVATIONEN

WILFRIED HAHN 2025

ZU MEINER PERSON

- Wilfried Hahn
 - * 1950
 - Wirtschaftsingenieurwesen Karlsruhe
- Interessen: Sport, Geschichte, Technik, Gesellschaft, Wissenschaft, Aufklärung
- Beruflich:
 - 1977 – 2020 Geschäftsführer Wiha Werkzeuge GmbH
 - Seit 2021 „Senior President“ Wiha Werkzeuge
 - Seit 2021 Aufsichtsrat bei Copenhagen Atomics



AGENDA

- Status Energiewandel
- Neue Möglichkeiten mit Gen 4 Kernenergie
- Detaildiskussion und Perspektive Gen 4 Reaktoren am Beispiel Copenhagen Atomics
- Fazit und weiterführende Informationen

AGENDA

- Status Energiewandel
- Neue Möglichkeiten mit Gen 4 Kernenergie
- Detaildiskussion und Perspektive Gen 4 Reaktoren am Beispiel Copenhagen Atomics
- Fazit und weiterführende Informationen

PROBLEMÜBERSICHT

1. Der menschengemachte Klimawandel ist ein reales Problem:
2. Der Energiebedarf wird weltweit weiter ansteigen:
3. Ressourcenverbrauch : Der weltweit steigend und wird durch die nötige Energiewende noch verschärft
4. Die geplante Energiewende ist teuer und führt zu sozialen Problemen.



RESSOURCENVERBRAUCH 1970 UND HEUTE

Ressourcenverbrauch weltweit

pro Person

Bevölkerung

Verbrauch gesamt

1970

7,3 Tonnen

4 Mrd.

29,2 Mrd. Tonnen

2017

12,2 Tonnen

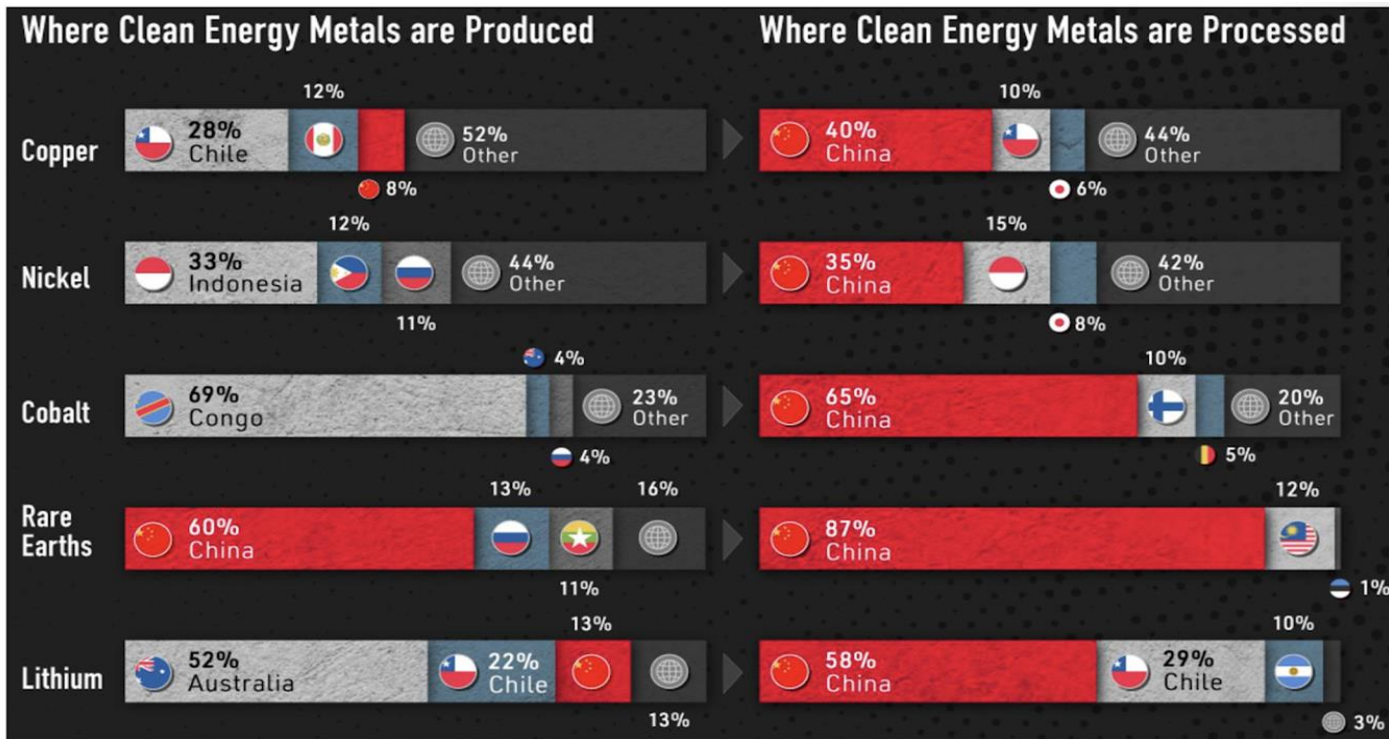
8 Mrd.

97,6 Mrd. Tonnen



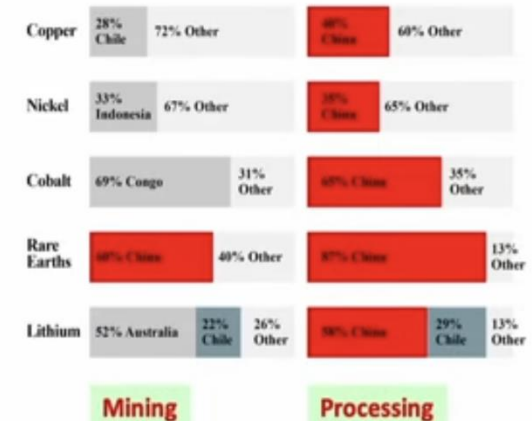
ABHÄNGIGKEITEN VON ROHSTOFFQUELLEN UND VERARBEITUNGSZENTREN

- Wir sind abhängig von den Ländern, welche die Ressourcen besitzen oder verarbeiten (China)
- Steigende Rohstoffpreise auch für Wind und Solar sind die Folge



Supply Chain: China, OPEC of Energy Minerals

"...global gold rush for minerals ... into some remote wilderness areas [that] have maintained high biodiversity because they haven't yet been disturbed."
Australia's Institute for Sustainable Futures



GEPLANTE RESSOURCEN SIND NICHT VORHANDEN

- Studie von Prof Simon Micheaux über Metall Vorräte bei 100% geplanter Energiewende
- Ressourcen sind nicht vorhanden

METAL IN 2022 GLOBAL RESERVES

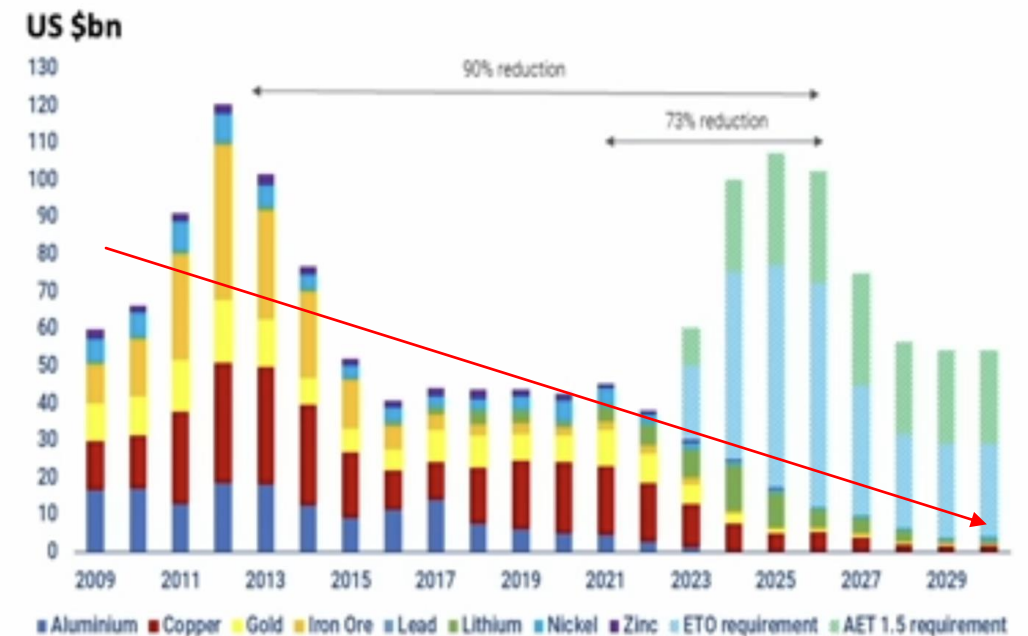


Metal Source: USGS	Total metal required produce one generation of technology units to phase out fossil fuels (tonnes)	Reported Global Reserves 2022 (tonnes)	Global Reseves as a proportion of metals required to phase out fossil fuels (%)	Number of generations of technology units that can be produced from global reserves
Copper	4 575 523 674	880 000 000	19,23 %	
Zinc	35 703 918	250 000 000		7,0
Manganese	227 889 504	1 500 000 000		6,6
Nickel	940 578 114	95 000 000	10,10 %	
Lithium	944 150 293	22 000 000	2,33 %	
Cobalt	218 396 990	7 600 000	3,48 %	
Graphite (natural flake)	8 973 640 257	320 000 000	3,57 %	
Silicon (Metallurgical)	49 571 460	-		
Silver	145 579	530 000		3,6
Vanadium	681 865 986	24 000 000	3,52 %	
Zirkonium	2 614 126	70 000 000		26,8

SINKENDE INVESTITIONEN IN ERSCHLIEßUNG NEUER ROHSTOFFQUELLEN

- Investitionen fehlen für den Ausbau der Förderung von benötigten Mineralien
- Durchschnittliche benötigte Zeit für den Aufbau neuer Minen beträgt 16 Jahre
- Die Ressourcen für die geplante Energiewende sind nicht vorhanden und nicht in der geplanten Zeit bis 2050 verfügbar

Global Metals Mining CapEx: Actual & Needed



Source: Wood Mackenzie Corporate Service

KOSTEN : KOMPLEXES UND TEURES ENERGIE NETZWERKE

- Wind und Solar nicht gleichmäßig und wetterabhängig (Dunkelflaute),
 - daher Kompensation und Reserven und intelligente Steuerung notwendig (→ 5 Cent auf 19 Cent pro KWH ohne Leitungsnetz*)
 - Alternativ: Strommangelwirtschaft, d.h. geplante Abschaltungen

Erneuerbare Quellen



Solar Faktor 10



Wind Faktor 10

Tagesspeicher



Batterien 2 000 GWh

Backup für Dunkelflaute



Gaskraftwerke 100 GW
Plus Elektrolyse + Methanisierung

Smart Grids und Gleichstromleitungen



Verbrauchssteuerung



DEUTSCHLAND KANN SICH DIE ENERGIEWENDE NICHT LEISTEN

BSP Deutschland 2023	4,1 Bill €	781 Mrd. CHF
Staatsverschuldung.	2,6 Bill €	208 Mrd. CHF
Steuereinnahmen	1,0 Bill €	157 Mrd. CHF
Langfristige Verpflichtungen	15 Bill €	

Jährliche steuerfinanzierte EEG Umlage	20 Mrd. €
US Investitionen in neue Nukleartechnik	6 Mrd. USD

**Kosten Energiewende
Bis 2045 laut McKinsey.**

6 Bill €

Bundesministerium Wirtschaft und Klima

4 bis 5 Bill. €

Herausforderungen :
Demographischer Wandel
Zerfall der Infrastruktur
De-Industrialisierung Steueraufkommen
Weitere Bürokratisierung
Einwanderung in Sozialsysteme

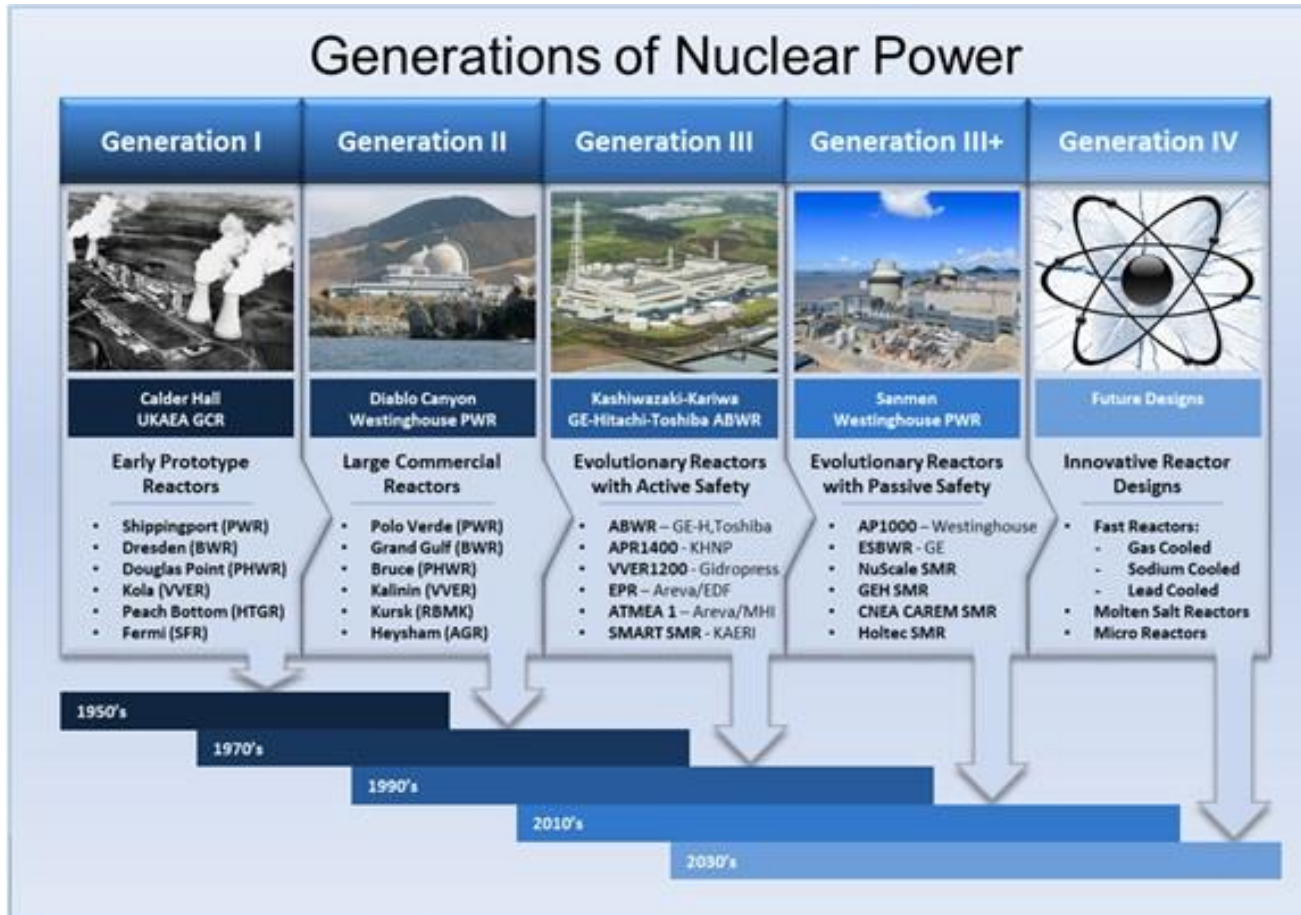
FAZIT

- → Wind- und Solarenergie werden nicht glaubwürdig in der Lage sein, den Energiebedarf zu kompensieren, der durch den Weggang von fossilen Energien bis zum Jahr 2050 entsteht.
- → Die deutsche Energiewende ist gescheitert („Planwirtschaft ohne Plan“)
- Perspektive:
 - Eine grundlastfähige und bezahlbare und CO₂-neutrale Energieform wird für ein zukunftsfähiges System gebraucht.
 - Die Entwicklung der Kernenergie hat in den letzten Jahren enorme Fortschritte gemacht.
 - Kernenergie mit Kernspaltung und Kernfusion hat einen Energieinhalt, der millionenfach höher ist als der von Kohlenwasserstoffen. Bei einem Bruchteil an Ressourcenbedarf. Die benötigten Ressourcen sind in westlichen Demokratien verfügbar
 - → **Kernenergie wird unvermeidlich in der nahen Zukunft eine notwendige Form der Energieerzeugung werden.**

AGENDA

- Status Energiewandel
- Neue Möglichkeiten mit Gen 4 Kernenergie
- Detaildiskussion und Perspektive Gen 4 Reaktoren am Beispiel Copenhagen Atomics
- Fazit und weiterführende Informationen

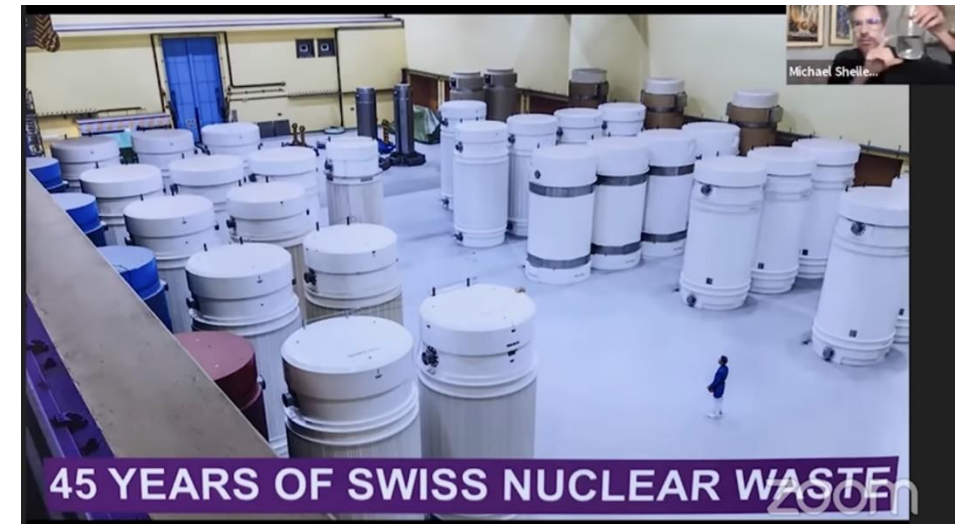
DIE EVOLUTION DER KERNENERGIE



- Gen 4.: SMR, Salzschnmelze und Thorium
- Copenhagen Atomics und dutzende andere Startups
- Kernthese – die 4. Generation Kernkraftwerke ist:
 - Nachhaltig
 - Ökologisch
 - Sozial
 - Dezentral
 - Konfliktarm

KONVENTIONELLE KERNENERGIE LWR GEN 2, GEN 3 UND GEN 3+

- Arbeiten mit 5% angereichertem Uran
- Feste Brennstäbe mit Pellets werden ausgetauscht, sobald der Uran 235 Anteil bei ca 2 % liegt.
- Unfälle in Tschernobyl und Fukushima verursacht durch falsches Design der Reaktoren Typ Generation 2
- Reaktoren der Generation 3+ funktionieren heute mit sehr hoher Sicherheit.
- Kernenergie hat die geringsten Schadensfälle pro erzeugte Energie
- **Probleme:** Atommüll, teuer, lange Bauzeit, Dekommissionierung, Urananreicherung



GOLDEN RULES OF GEN 4

- I. **Inhärente Sicherheit und Selbstkontrolle**
walk away safe, d.h. erlischt von selbst bei Ausfall aller Kontrollsysteme
- II. **Militärisch uninteressant**
Keine Dual-use Möglichkeiten durch Uran/Plutoniumanreicherung
- III. **Nachhaltige Lösung des Atom-Müllproblems**
Durch Nutzung des vorhanden Atom Mülls zur künftigen Stromversorgung
- IV. **Höchste Wirtschaftlichkeit**
Stromherstellungskosten sollen unter 5 Cents pro kWh liegen.

AGENDA

- Status Energiewandel
- Neue Möglichkeiten mit Gen 4 Kernenergie
- **Detaildiskussion und Perspektive Gen 4 Reaktoren am Beispiel Copenhagen Atomics**
- Fazit und weiterführende Informationen

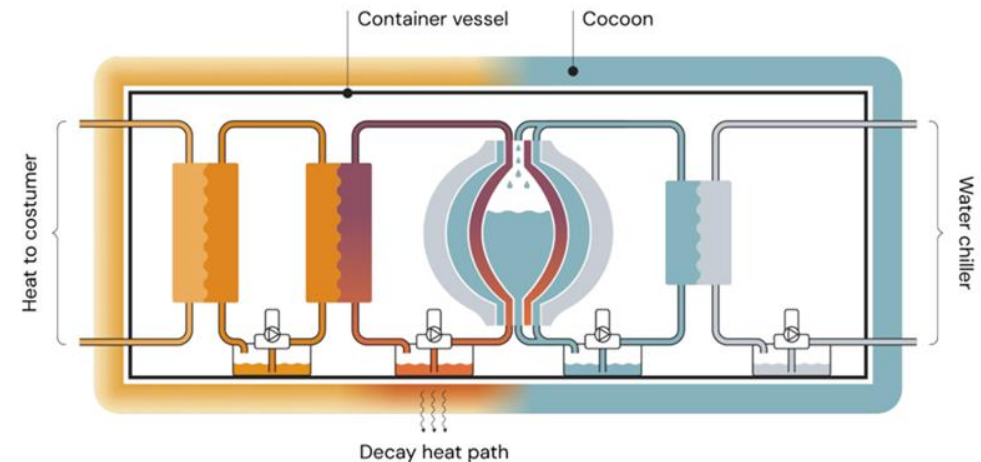
MÖGLICHE LÖSUNG GEN 4 MSR THORIUM REAKTOR ALS SMR

Thorium 100 MW Flüssigsalzreaktor von Copenhagen Atomic in Größe eines 40 Foot Containers

- Der langlebige Atommüll wird genutzt, um Thorium 232 in Uran 233 umzuwandeln
- Als Abfallprodukt entstehen nur Spaltprodukte, die zu 80% nach 10 Jahren auf natürlichem Niveau abgeklungen sind, die verbleibenden 20% müssen nur für 300 Jahre sicher gelagert werden.
- Die Menge an Atommüll ist um einen Faktor von 366 geringer
- Der Reaktor wird in einer Fertigungslinie hergestellt, pro Tag können mehrere Reaktoren gefertigt werden.
- Eine CO₂ freie Energiewende wäre möglich zu einem Bruchteil der Kosten.
- 15 GW Kapazität in einem Jahr aus einer Fertigung. Deutschland braucht im Durchschnitt 60 GW Leistung.
- Strom für 2 Cents pro Kwh , Anlage wird beigestellt und nicht verkauft und nach Nutzungsdauer wieder abgeholt und entsorgt.

REAKTORSICHERHEIT

- Inhärent sicher, regelt sich selbst - bei Temperaturanstieg wächst der Abstand der Atome und Reaktion nimmt ab.
- Keine Feuergefahr da Salz nicht brennt
- Kein Druck im Reaktor, den Pumpen und den Leitungen
- Kein Bedienungspersonal, keine menschlichen Fehler
- Kleine Module von 100 MW haben 25-fach weniger Radioaktivität als heutige 1 GW Reaktoren
- Bei jeglichem Problem stoppen die Pumpen und die Reaktion
- Die Nachzerfallswärme wird ohne Kühlung abgeführt
- **Kein Proliferationsrisiko** Uran 232 und zu kompliziert



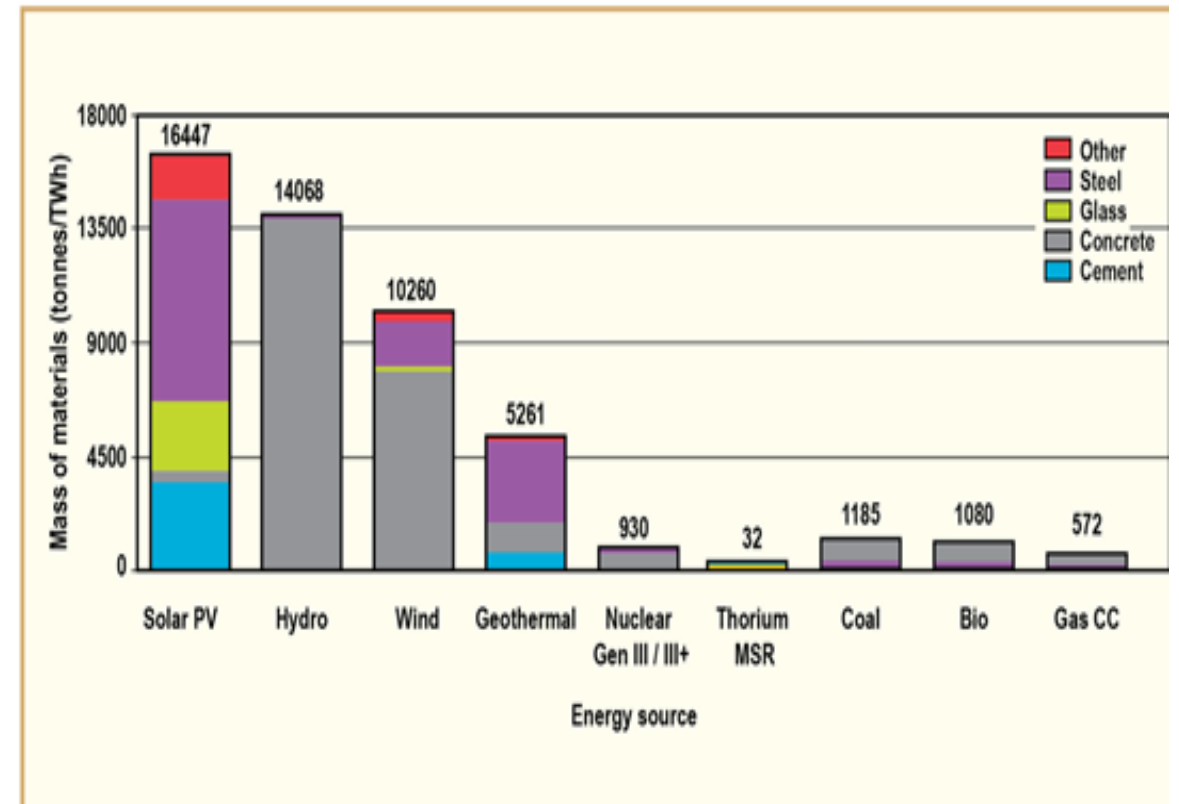
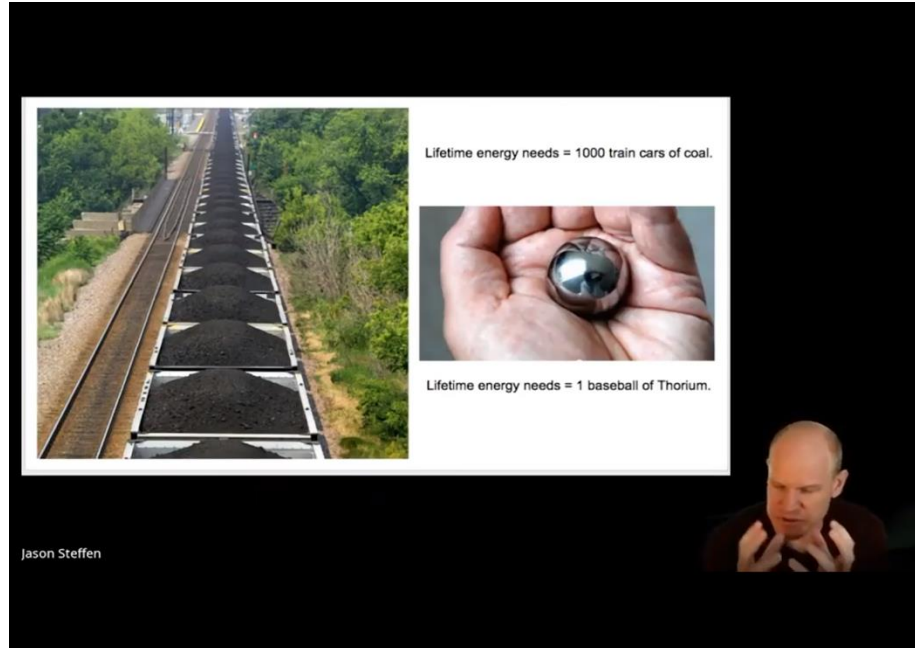
URAN VS. THORIUM

- „Verbrennungsgrad“:
 - Uran 235 nur 0,7% enthalten , wird in Gen 3 Reaktoren nur teilweise genutzt
 - Thorium 232 wird zu 100% genutzt.
 - Thorium 232 wandelt sich durchschnittlich innerhalb 27 Tagen in spaltbares Uran 233 um und erzeugt Energie.
- Vorkommen:
 - Thorium 232 kommt ca. 3-mal häufiger vor als Uran 238 , 500-mal häufiger als Uran 235,
 - In Asche der Kohlekraftwerke ist Thorium enthalten
 - Abfallprodukt bei der Gewinnung von seltenen Erden und daher leicht verfügbar ohne zusätzlichen Bergbau
 - Größere Vorkommen in USA, Norwegen, Türkei, Australien, Brasilien , Indien
- Entsorgung:
 - Salz chemisch sehr stabil, + 100 Jahre,
 - Kein Endlager nötig da Spaltprodukte nur maximal 300 Jahre zu lagern



RESSOURCENVERBRAUCH => ÖKOLOGISCH

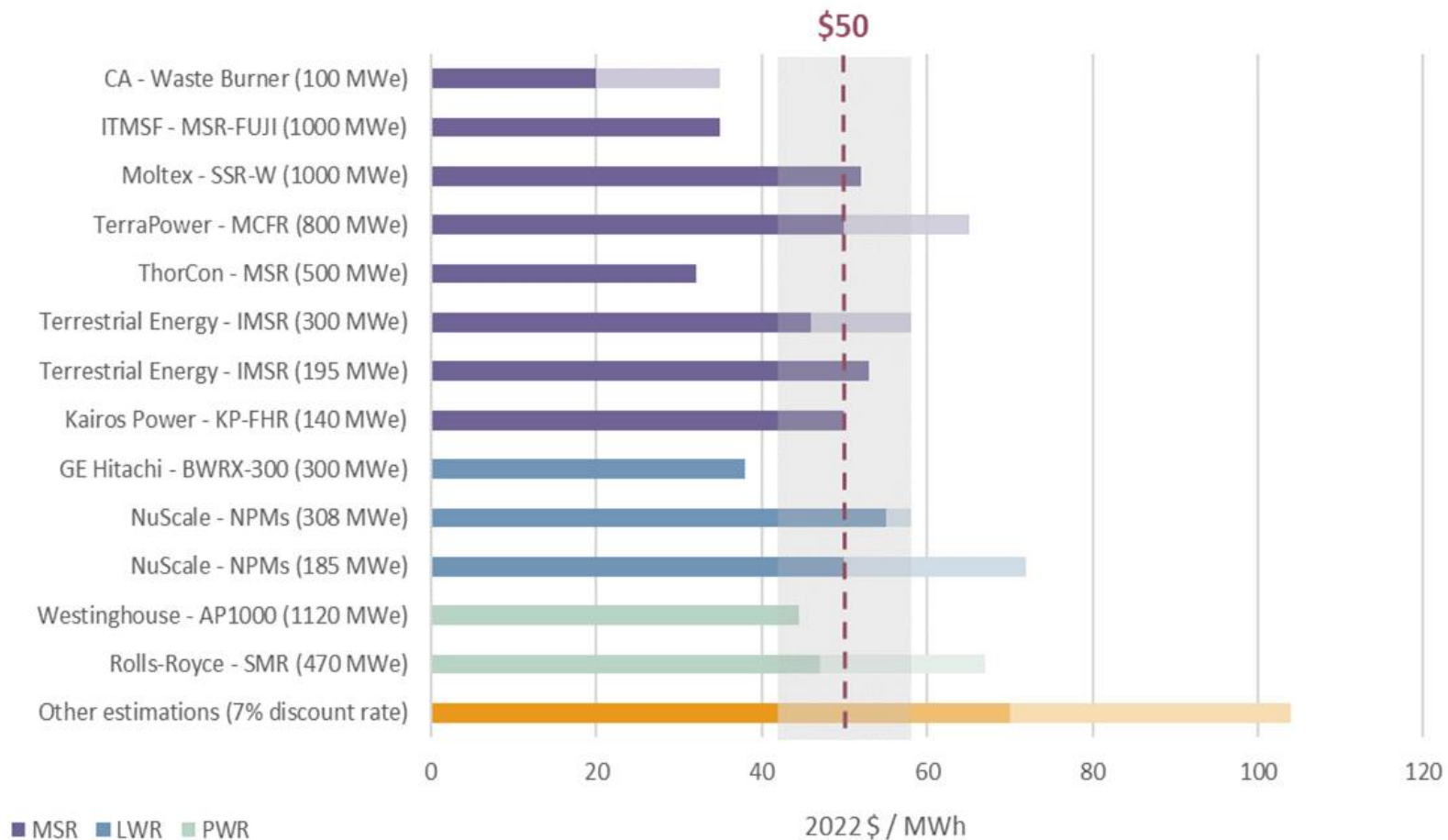
- 1 Kugel Thorium liefert die gesamte Energie, die ein Mensch in seinem Leben braucht.
- Entspricht 1.000 Eisenbahnwaggons voll Kohle
- Thorium MSR hat 500-fach geringeren Verbrauch an Material im Vergleich zu Solar



Quelle :ANT International 2021

KOSTENZIELE VERSCHIEDENER GEN 4 STARTUPS

Self-reported LCOE prices between different companies



DEZENTRAL + THORIUM = KONFLIKTARM!

- Der Kampf um Ressourcen hat zu vielen Konflikten und Kriegen geführt.
- Thorium ist weltweit gut verfügbar.
- Thorium Flüssigsalzreaktor verbraucht geringste Ressourcen
- Vorräte reichen für Tausende von Jahren.
- Die Abhängigkeit von Lieferanten wie Russland, China, Saudi Arabien und USA wird beendet.
- → Warum sollten wir Energie von Ländern mit autoritären Regimen beziehen, welche die Menschenrechte nicht achten, Frauen unterdrücken, keine Gleichberechtigung haben?

MÖGLICHE NUTZUNG ALS MODULARES GROßKRAFTWERK



- Mehrere Reaktoren können in einem Kraftwerk die benötigte Energiemenge liefern.
- 15 GW pro Jahr pro Linie
- Herstellung Wasserstoff
- CO2 freie Energie machbar bis 2050

STAND DER ENTWICKLUNG COPENHAGEN ATOMICS



- Prototyp der 2022 fertig gestellt wurde
- Wird mit Wasser gefüllt um die Abläufe und die Dichtigkeit, Elektronik, Pumpleistung zu testen
- Reaktorkern rechts
- Wärmeschildwand
- Elektronik und Pumpen links

EIN HERZSTÜCK – NEUENTWICKELTE PUMPEN



openhagen
tomics



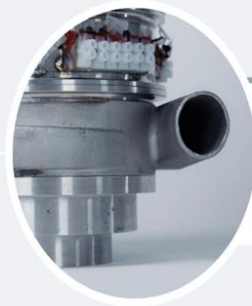
Canned active magnetic bearings:

keeps the rotor levitation during operation, removing wear and tare.



Canned motor:

Spins the rotor assembly while submerged in molten salt for years without need of maintenance or leakage.

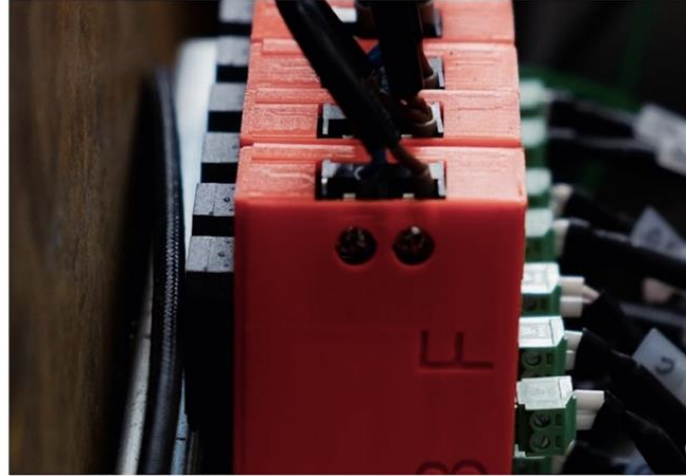


Centrifugal pump:

which is passively open, allowing the salt to quickly drain backwards into storage tanks when the motor shuts down.

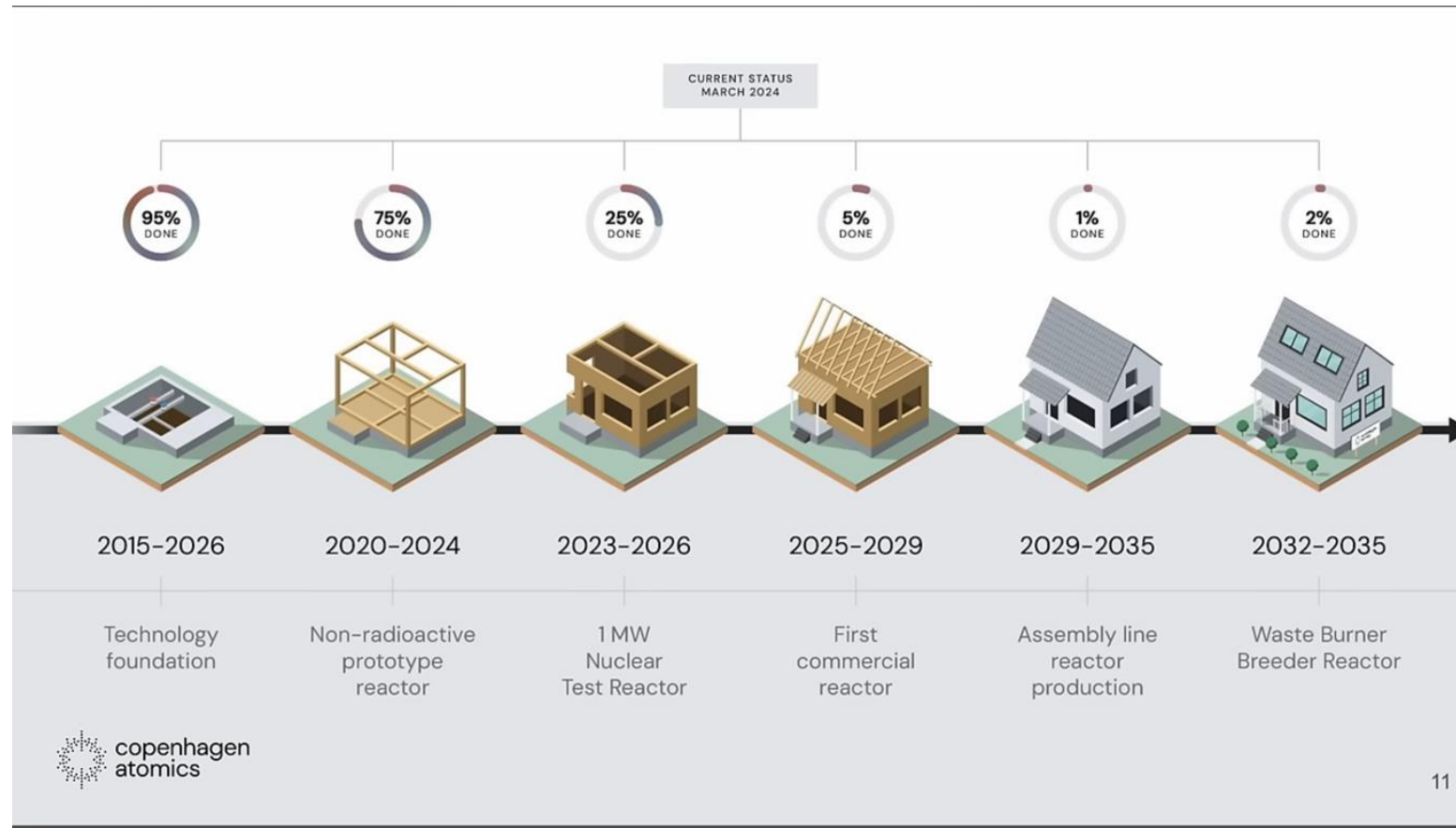
- Pumpe = Eigenentwicklung
- Läuft berührungsfrei durch magnetische Kräfte
- Bei Störung stoppt die Pumpe und der Inhalt des Reaktors läuft durch Schwerkraft in Auffangbecken
- Die Reaktion stoppt sofort

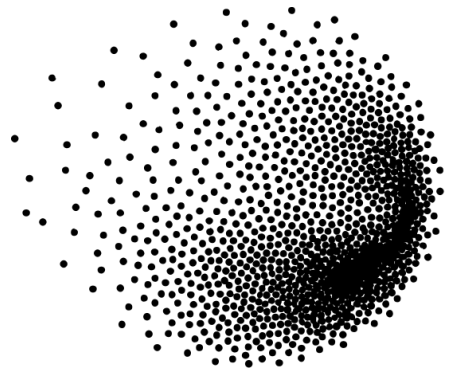
MEHRFACHREDUNANTE UND HACKERSICHERE ELEKTRONIK



- Zustand wird permanent überwacht
- Alle Daten werden per Internet gesendet
- Jederzeit transparent für Atombehörde
- Kein Hacken möglich da nur Information heraus geht

PROJEKTPLANUNG





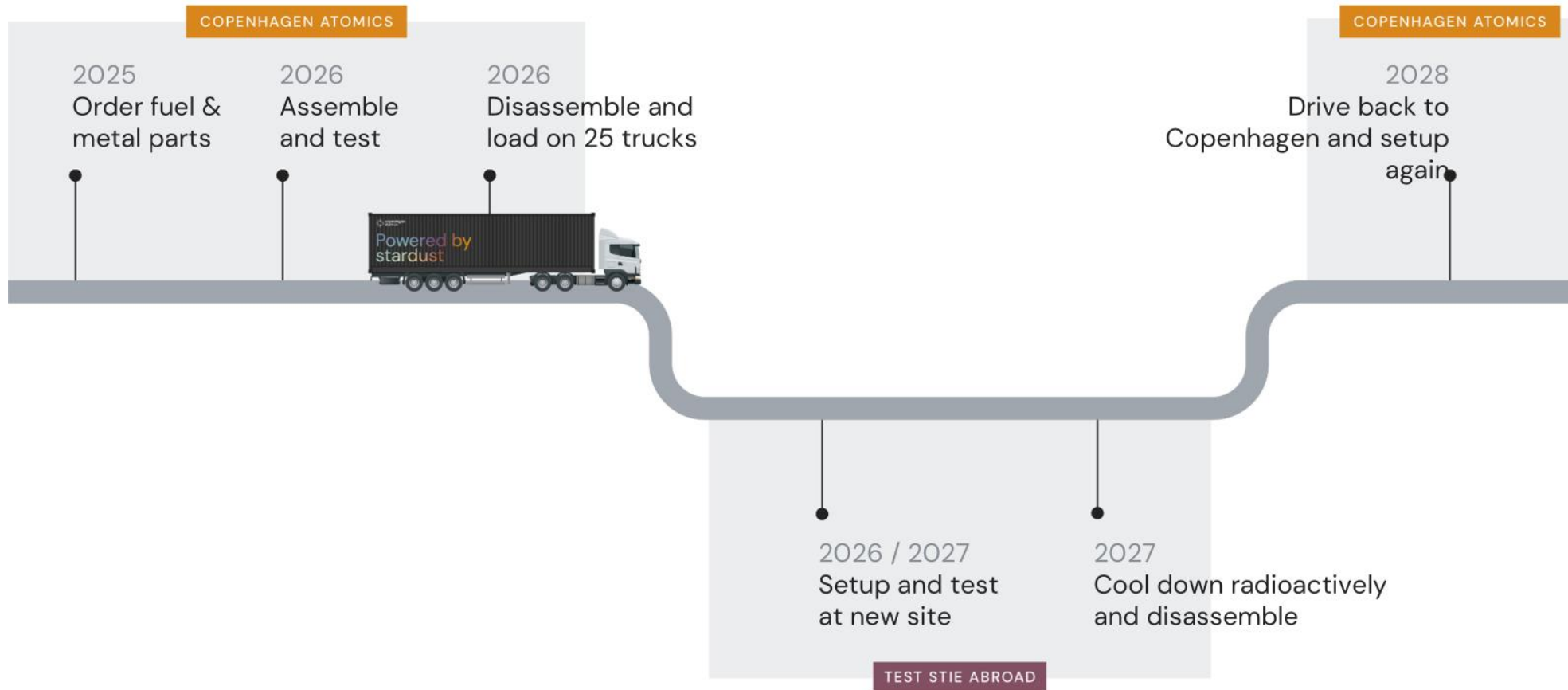
PSI



PROJEKTPLANUNG

1 MW reactor experiment

Run for 30 days (30 MWday)



Uranium solid fuel reactors vs CA thorium reactor

CAPEX not included

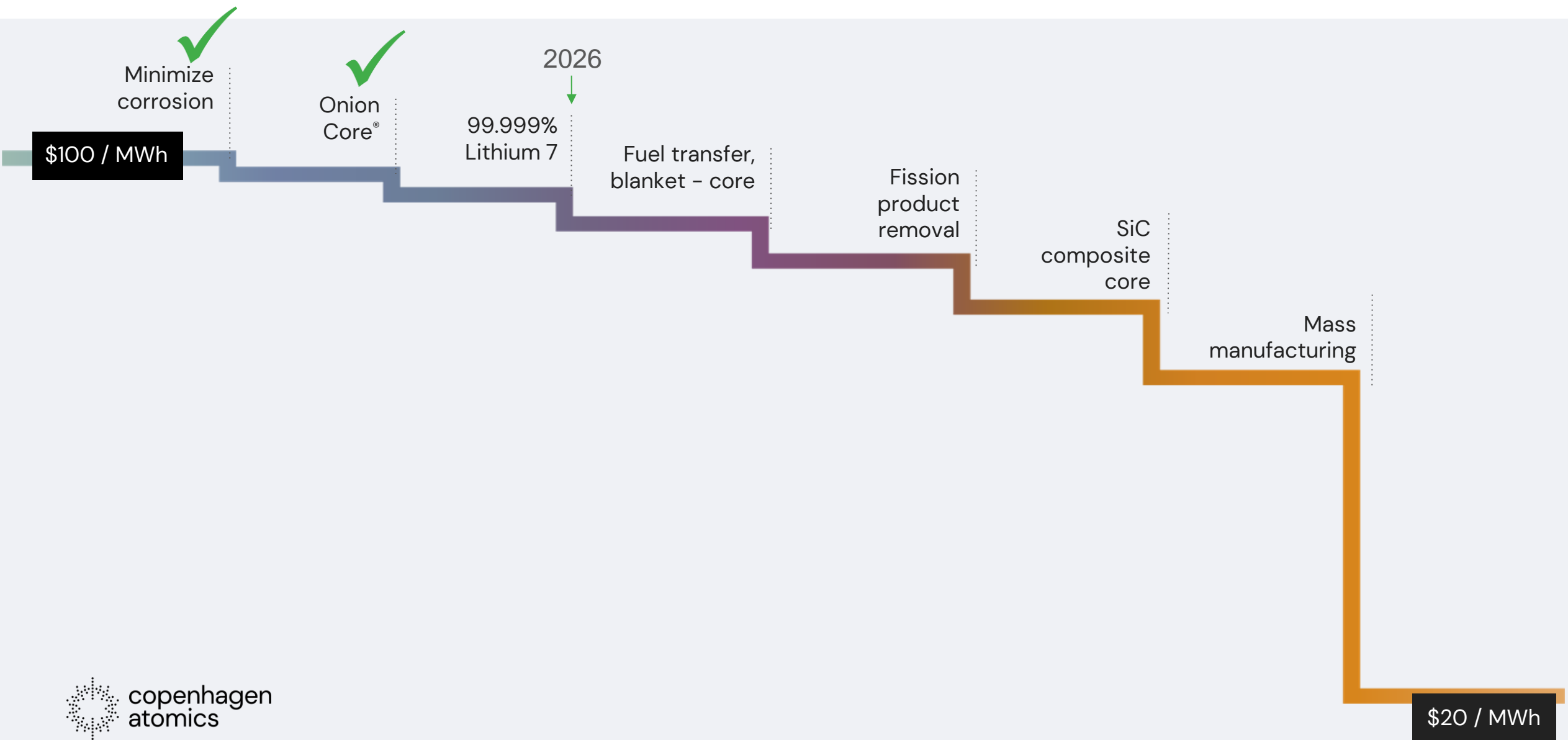
Old vs new	Solid fuel reactors	CA thorium reactor	Difference
Expected plant life	60 years + extension	50 years + extension	1x
Price per kg fuel (U / Th)	\$4500 (5% enriched)*	\$50***	90x
Energy output per kg fuel**	1 - 2 GWh (thermal)	22 GWh (thermal)	15x
Construction time (GW plant)	4 - 15 years	6 - 18 months***	10x
Electricity price	60 - 120 USD / MWh (e)	20 - 40 USD / MWh (e)***	3x

* Source: <https://www.uxc.com/p/tools/FuelCalculator.aspx>

** Look up on the internet (google or ChatGPT)

*** Details available under NDA

Essential steps towards \$20 / MWh

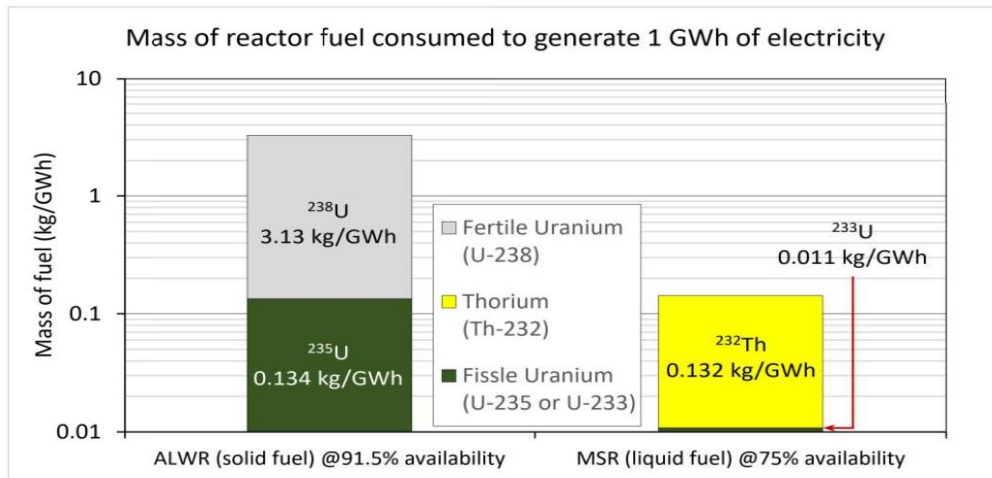


RESSOURCENVERBRAUCH THORIUM MSR PROF. MICHEAUX



Mass balance Th MSR to U ALWR to generate 1 GWh of electricity

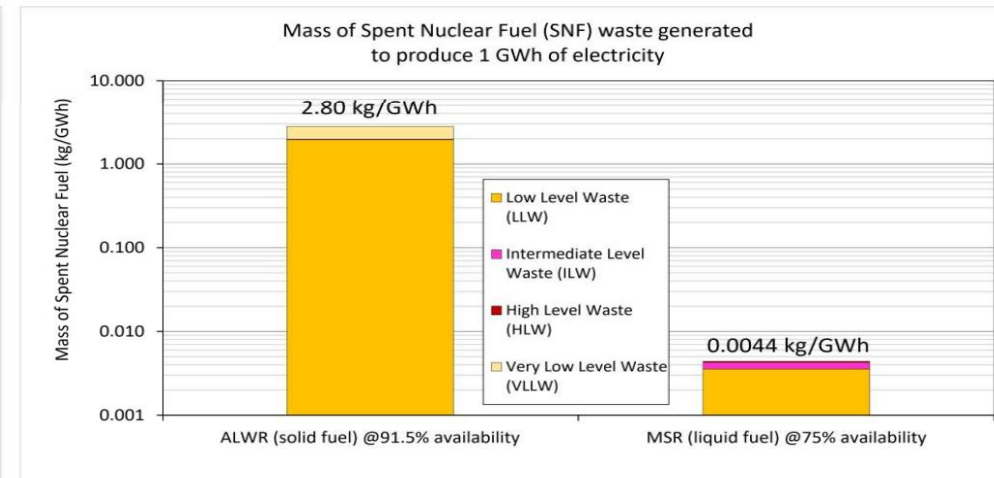
Reactor fuel consumed



U
3.27 kg/GWh

Th
0.143 kg/GWh

SNF waste produced



U
2.80 kg/GWh

Th
0.0044 kg/GWh

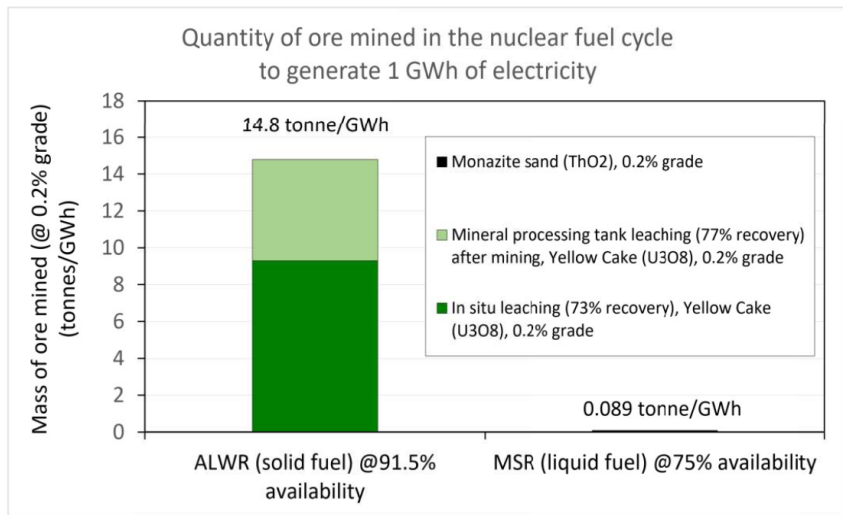
Thorium MSR 636-mal weniger Atommüll als jetzige LWR-Reaktoren

RESSOURCENVERBRAUCH THORIUM MSR PROF. MICHEAUX

Mass balance Th MSR to U ALWR to generate 1 GWh of electricity



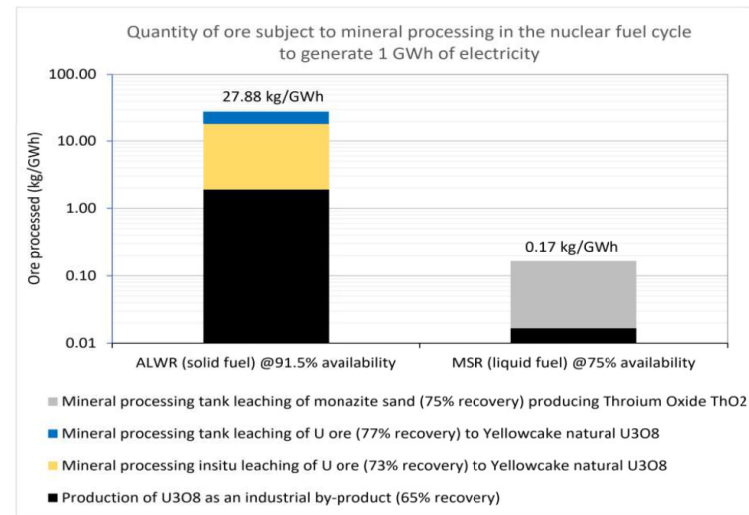
Mining



U
14.8 tonne/GWh

Th
0.089 tonne/GWh

Mineral Processing



U
27.88 kg/GWh

Th
0.17 kg/GWh

Thorium MSR 116-mal weniger Bergbau als jetzige LWR-Reaktoren

AGENDA

- Status Energiewandel
- Neue Möglichkeiten mit Gen 4 Kernenergie
- Detaildiskussion und Perspektive Gen 4 Reaktoren am Beispiel Copenhagen Atomics
- Fazit und weiterführende Informationen

FAZIT – ZUKUNTSFÄHIGER CO2 NEUTRALER ENERGIEMIX UMFASST KERNENERGIE

- @ Wind und Solar:
 - Komplexes Energienetz nach deutschem Wunschmodell führt unweigerlich zu enorm steigenden Kosten
 - Folge ist unweigerlich Deindustrialisierung und Wohlstandsverlust
 - Absehbar enormer Ressourcenverbrauch aufgrund geringer Energiedichte
 - → Solarenergie In Regionen mit täglich ausreichend Sonne mit Speicher und flexiblen Strombedarf
 - → Windenergie Zusatzenergie in windreichen Gegenden und für flexiblen Strombedarf
- @ Kernenergie
 - Kernenergie ist nötig für eine Zukunft mit Wohlstand und Frieden für Alle
 - Kernenergie ist nötig für eine nachhaltige , ökologische und soziale Zukunft !
 - → Kernenergie Perfekt für die Grundlast und konstanten hohen Bedarf besonders Industrie und Wirtschaft



LITERATUREMPFEHLUNGEN

- Thorium energy cheaper than coal Robert Hargraves
- Aufklärung jetzt Steven Pinker
- Factfulness Hans Rosling
- Wie wir die Klimakatastrophe verhindern Bill Gates
- Das Gesetz der Herde Gerd Ganteför
- Schnelles Denken Langsames Denken Kahnemann
- Was Sie schon immer übers Klima wissen wollten Axel Bojanowski
- So rettet ihr das Klima nicht ! Morten Freidel
- Zeitalter der Ängste aber fürchten wir uns vor dem Richtigen ? Walter Rüegg

EMPFEHLUNGEN

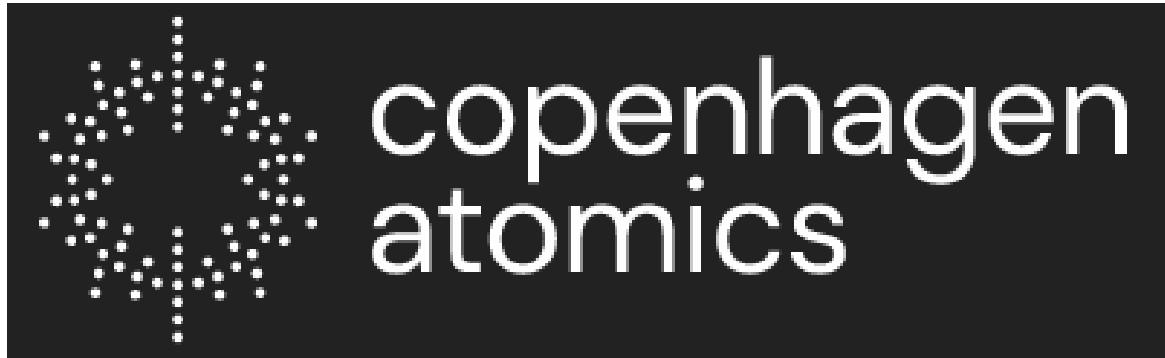


- Walter Rüegg erkennt die Kernkraft als eine Schlüsseltechnologie des 20. Jahrhunderts, sieht sie jedoch kritisch im Kontext der gesellschaftlichen Ängste und ethischen Herausforderungen, die sie hervorgerufen hat. Seine Analyse fokussiert auf die duale Natur der Kernkraft – als Quelle von Fortschritt und Gefahr – und zeigt, wie sie die Wahrnehmung von Technologie in der modernen Gesellschaft geprägt hat.
- https://youtu.be/NnpXnMjv5uI?si=bPLznXPg8k7Ba_5c

- Vortrag Energiegespräche # 76 Eduard Heindl und Heinz-Otto Pleitgen
- Kupfer in der geplanten Dimension ist nicht vorhanden !!! Ehrlich machen !!!
- Gerd Ganteför Youtube Die ZUKUNFT Deutschlands 2025 (Silvester-Special) | Plan B für das Klima
- <https://youtu.be/InIHc631V0k?si=rBjnzau23cP9Yi4r>

WEBSITE UND NEWSLETTER

- Copenhagen Atomics www.Copenhagenatomics.com
- Webseite von Wilfried Hahn www.enlitefuture.com
- Newsletter anfordern Wilfried.hahn@wiha.com



VIELEN DANK

WILFRIED.HAHN@WIHA.COM

THE GOAL

Mass
manufacturing
thorium reactors





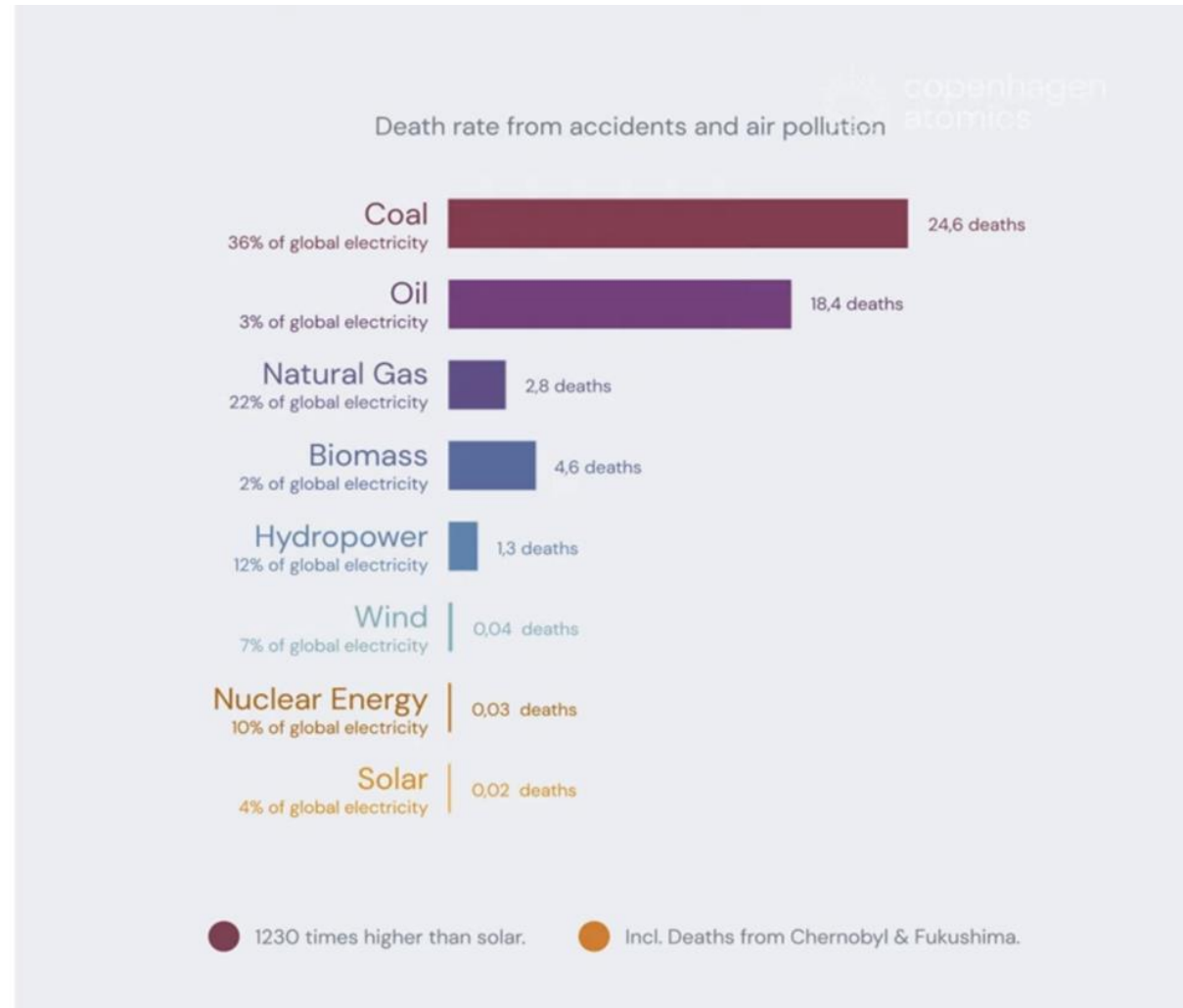
BACKUP

SICHERHEIT VON ENERGIEFORMEN

What are the safest energy sources?

Measured as deaths per terawatt-hour of electricity production.

1 terawatt-hour is the annual electricity consumption of 150.000 people in the EU.



MSR THORIUM REAKTIONSZYKLUS

15:08 Montag 19. Dez.

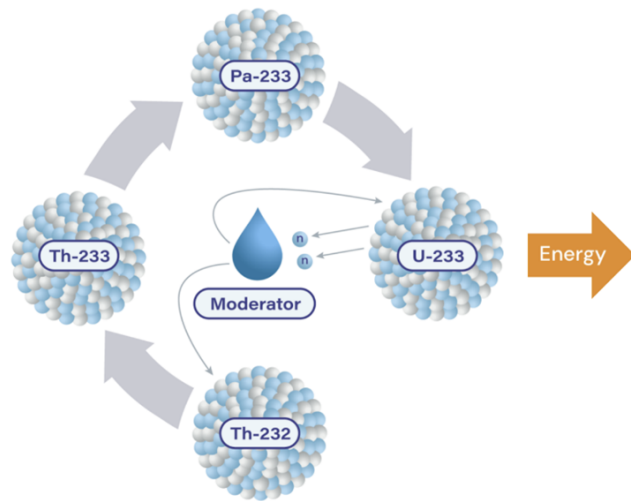
63 %

CA_norway_Nov2022



Thorium

Fuel Cycle



6 o'clock: Natural thorium will convert to Th-233, when hit by a slow neutron, which then quickly convert, through radioactive decay to Pa-233 at 12 o'clock.

Pa-233 converts to U-233 through radioactive decay with a 30 days half life. U-233 is not found in nature, but it is the best nuclear fuel you can get.

When you hit U-233 with a slow neutron it fissions with a high probability and give off 2.35 neutrons on average, which make a chain reaction possible. Copenhagen Atomics will use heavy water as the moderator.



0.04 gram of thorium gives you 1 MWh of energy

Development philosophy

Build & test hardware

Copenhagen Atomics

Others

PRINZIP WASTE BURNER

15:09 Montag 19. Dez.

...

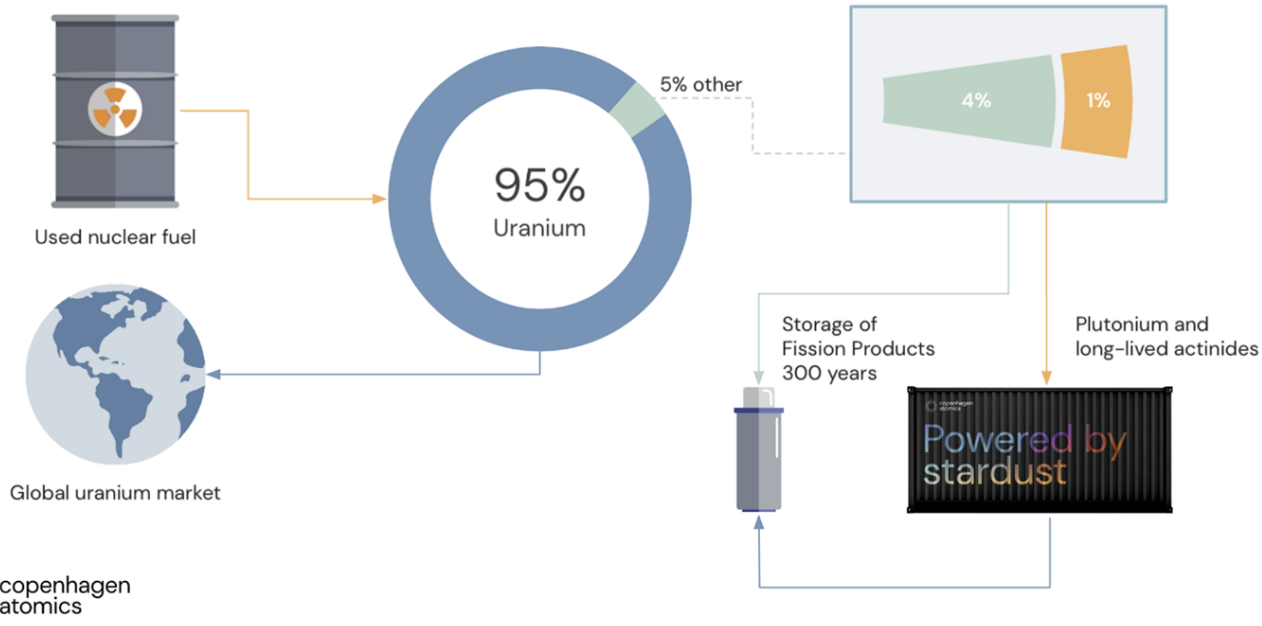
63 %

< CA_norway_Nov2022

> 🔍 👤 🗨️ ⋮

Recycling

Used nuclear fuel



Thorium

Fuel Cycle

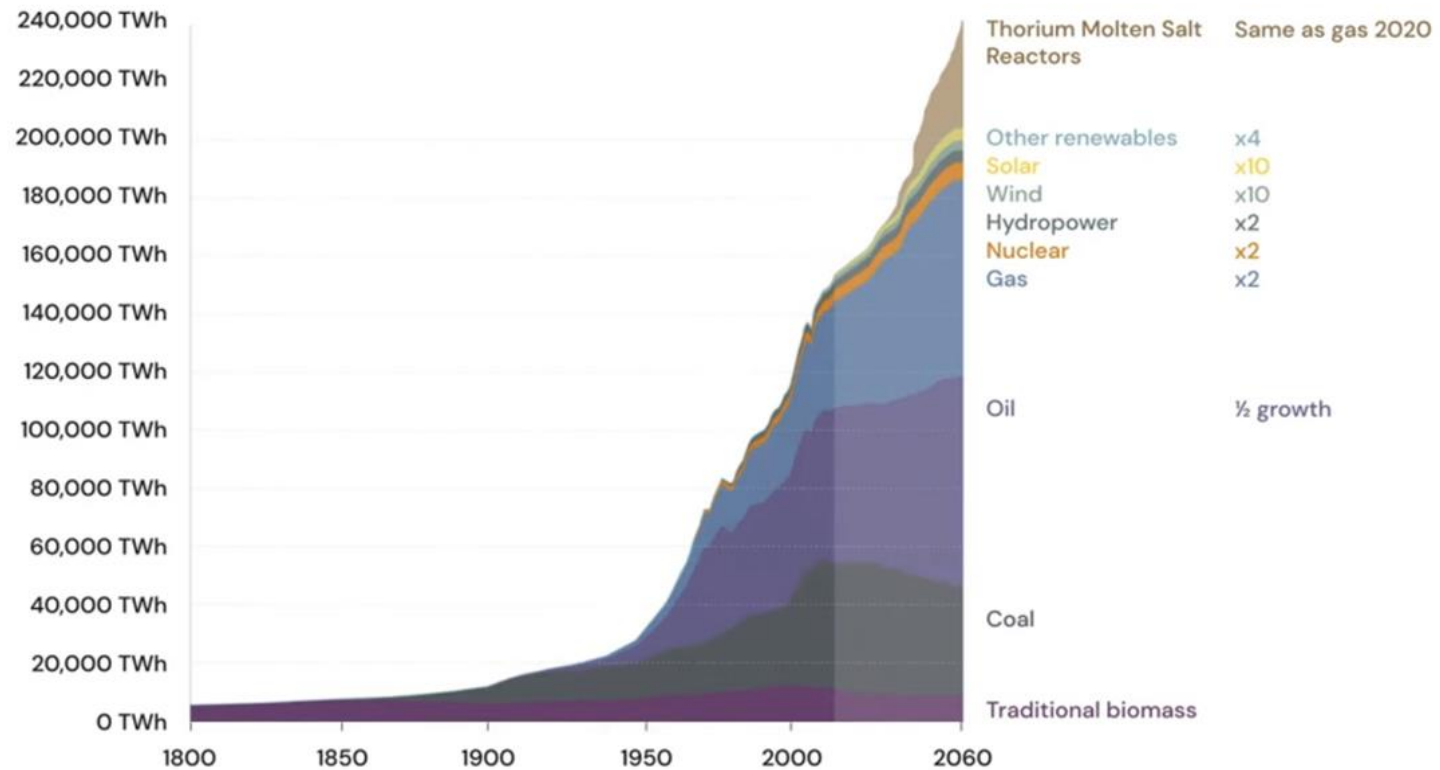


6 o'clock: Natural thorium will convert to

STEIGENDER ENERGIEBEDARF

Global primary energy consumption

1800-2060



DISKUSSION RADIOAKTIVITÄT

LNT. Gegen

Hormesis

X-LNT.org

Gerry Thomas

Walter Ruegg

YouTube

12:49 Montag 19. Dez. www.x-lnt.org

Gründe für die Abschaffung des LNT-Modells

LNT-Modell ist falsch. Es sollte nicht verwendet werden.

LNT-Modellsagt:
Wenn die Strahlendosis leicht ansteigt, würden Krebserkrankungen zunehmen (rote Linie in der Grafik)

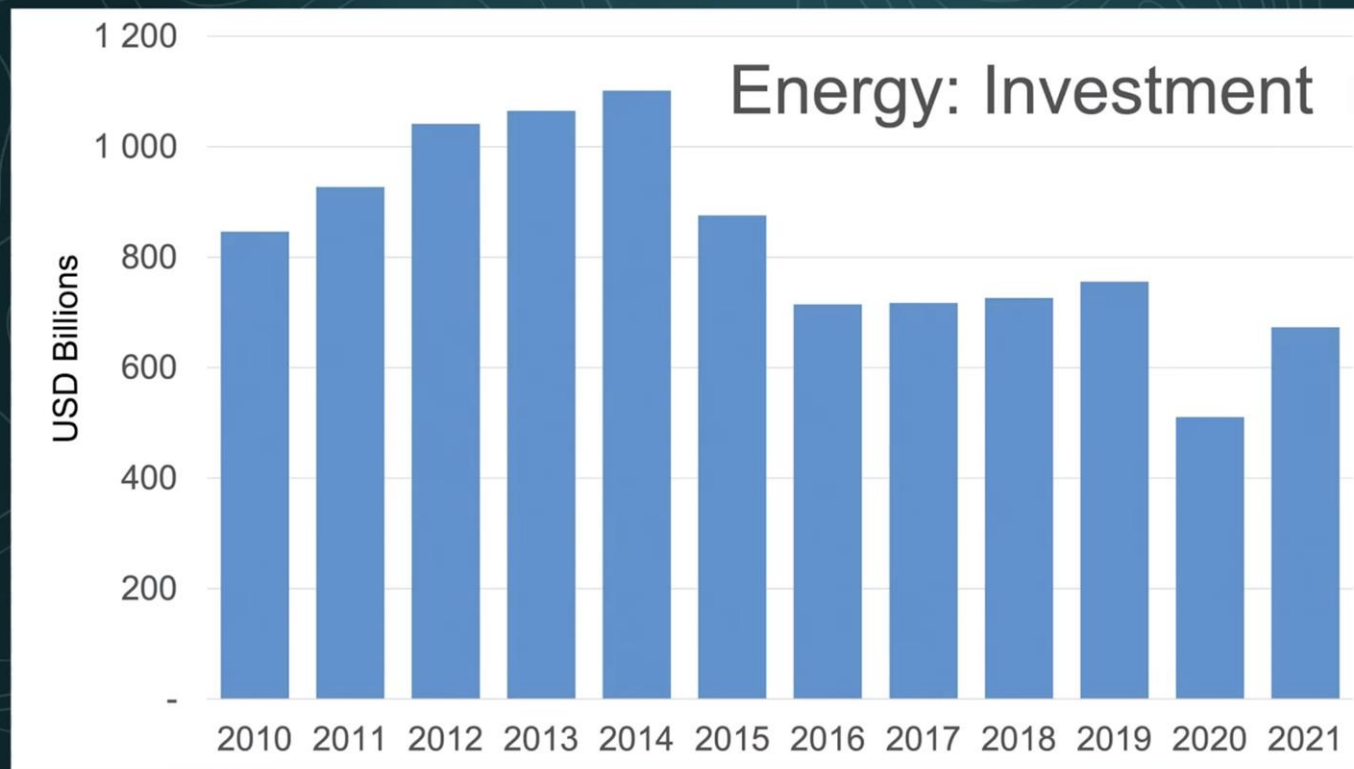
Beweis:
Wenn die Strahlendosis leicht zunahm, nahmen die Krebserkrankungen ab (grüne Datenpunkte)

Fazit: LNT-Modell ist falsch.
Sie sollten LNT aus Ihrem Wortschatz streichen.

Location	Radiation Dose (mSv)	Normalized Cancer Mortality Rate
Background	0	~95
Taiwan	~50	~85
NSWS	~75	~80
British Radiologists	~100	~75
Mayak	~125	~65
LNT Model Prediction	0-250	100

Auch interessant:
What is the LNT Model in Radiation?
LNT stands for "Linear No Threshold" a hypothesis that postulates exposure to ionizing

INVESTITIONEN ÖL UND GAS

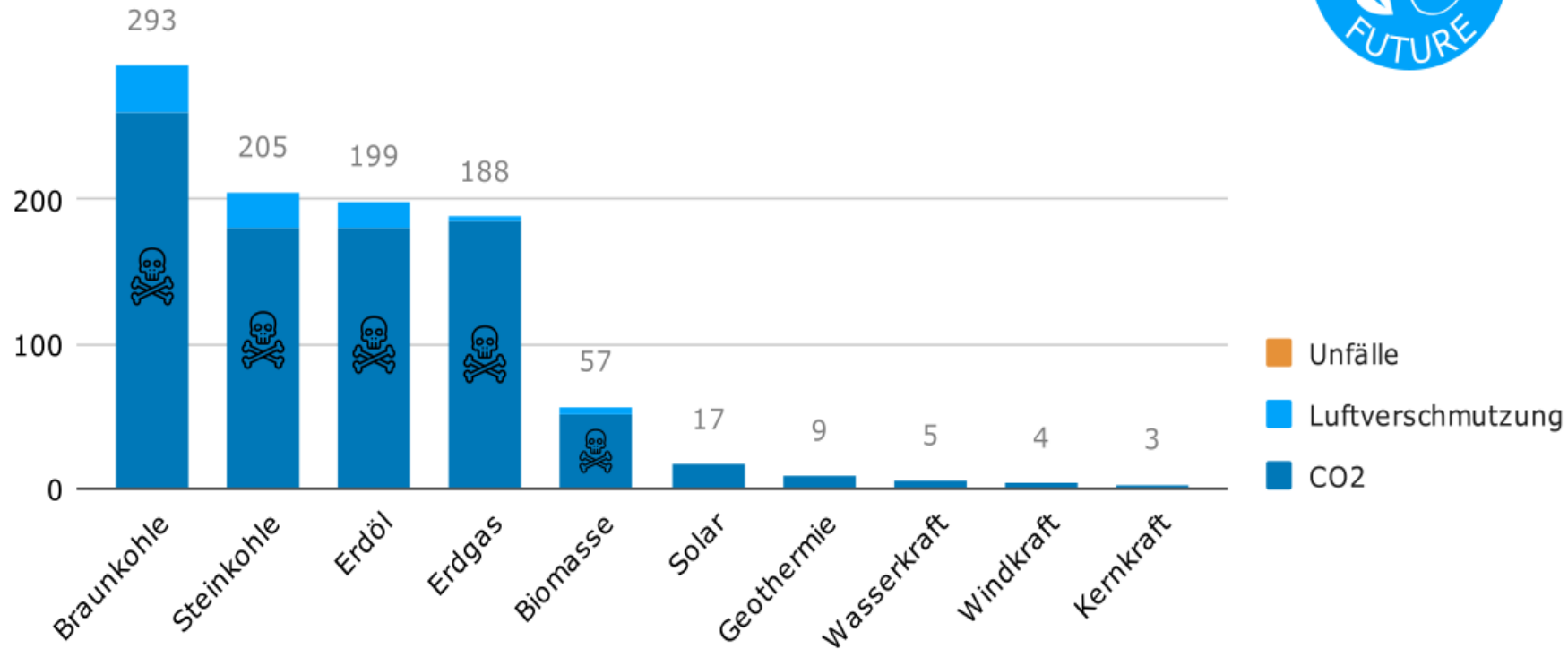


all government, into all oil,
and all natural gas globally.

TODESOPFER NACH ENERGIEQUELLE

Sicherste Energiequellen nach Todesopfern

Mortalität durch Luftverschmutzung, Unfälle & CO₂-Emissionen pro TWh Strom



Quellen: Markandya & Wilkinson (2007), Sovacool et al (2015), Bressler (2021)

ENDLAGER

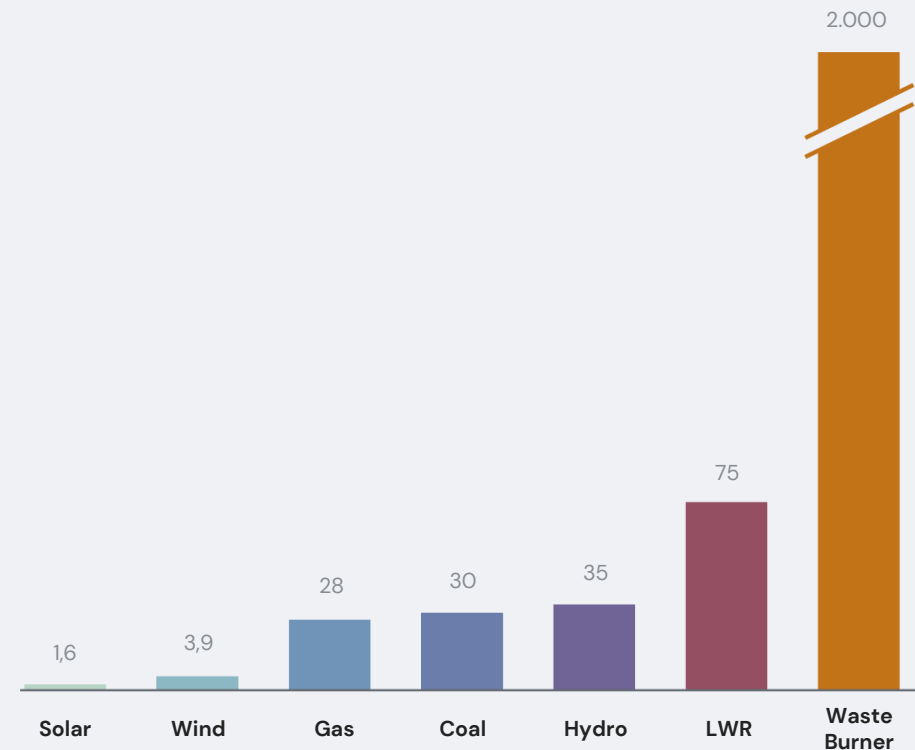
- Neue Reaktoren benutzen und vernichten den langlebigen Atommüll, welcher aus Plutonium und Transuranen besteht. Diese haben eine lange Halbwertszeit, sind zwar schwach radioaktiv aber müssen für 100.000 Jahre sicher gelagert werden.
- Der langlebige Atommüll ist wertvoll und kann Energie für Jahrhunderte liefern
- Copenhagen Atomics und andere entwickeln solche Reaktoren
- Es bleiben Spaltprodukte übrig, die hoch radioaktiv sind, aber zu 82% nur 10 Jahre und der Rest von 18% bis zu 300 Jahre sicher gelagert werden müssen.

RESSOURCENEFFIZIENZ => ÖKOLOGISCH

EROI

- EROI Erzeugte Energie zu aufgewendeter Energie über gesamte Nutzungszeitraum.
- Energien wird benötigt bei der Produktion von Kupfer, Stahl, Beton, Silizium, Bergbau
- Energie wird benötigt zur Erzeugung der Anlagen
- Die Werte für Wind und Solar beinhalten die notwendigen Speicher
- Der EROI ist wesentlich durch die Energiedichte bestimmt, die bei Kernenergie im Vergleich zu Kohle und Gas millionenfach höher ist

Erzeugte Energie zu aufgewendeter Energie über Nutzungszeitraum



Source: <https://www.forbes.com/sites/jamesconca/2015/02/11/eroi-a-tool-to-predict-the-best-energy-mix/>