

Zur Person

Wilfried Hahn

- * 1950
- Wirtschaftsingenieurwesen Karlsruhe
- Familie mit 4 Enkeln

Unternehmer Wiha Werkzeuge 1977 – 2020

Aufsichtsrat Copenhagen Atomics seit 2021

Buchautor 2023

- Zugang zum Thema:
 - Corona: Gedanken über die Zukunft der Gesellschaft gemacht.
 - Über endlose Online-Recherchen auf Kernenergie aufmerksam geworden
 - 2020 Kontakt mit Copenhagen Atomics aufgenommen.



Gliederung des Vortrags

- Energiewende
- Kosten
- Ressourcen
- Kernkraft heute
- Entwicklungen der Kernkraft
- Copenhagen Atomics
- Zukunft

Energiewende

- Ölkrise 1970 Bewusstsein der Energieunabhängigkeit und Umweltschutz
- **1991** Stromeinspeisegesetz mit **Einspeisevergütung und Vorrang**
- **2000 EEG Gesetz Umlagesystem zur Finanzierung 20 Jahre Vergütung und Atomausstieg mit begrenzter Laufzeit**
- 2011 Fukushima , Abschaltung und Ende bis 2022
- Bis 2050 Klimaneutral und möglichst keine fossilen Brennstoffe
- **Deutschland hat 2% Anteil am CO₂ Ausstoß** und China, Indien und viele Entwicklungsländer nutzen weiter Kohle, Gas und Öl. Auch USA, Norwegen oder Großbritannien vergeben neue Lizenzen für fossile Brennstoffe.

Energiewende Kosten

- Systemkosten Wind und Solar + Batterien + Reservekraftwerke mit Gas + Ausbau der Netze erzeugt -3 bis 4-fache Kosten pro kwh
- Bisher 300 Mrd.€ EEG Umlagen (30 Mrd.€ pro Jahr
- Zukünftig + 30 Mrd. Netzentgelte pro Jahr (Vortrag Transnet BW) +30 Mrd.€ EEG
- McKinsey 6.000 Mrd. € bis 2045 von Staat und Privat

Erneuerbare Quellen



Solar Faktor 10



Wind Faktor 10



Tagesspeicher



Batterien 2 000 GWh



Backup für Dunkelflaute



Gaskraftwerke 100 GW
Plus Elektrolyse + Methanisierung



Energiewende Kosten

- Durchschnittlich benötigte Leistung in D 60 GW
- Spitzenlast 80 GW
- Wind und Solaranlagen haben eine installierte Leistung von 154 GW
- Anlagen werden abgeregelt falls mehr Strom erzeugt wird als benötigt. Die Betreiber der Anlagen erhalten dann eine Kompensation.
- In den Netzentgelten sind diese Kompensationen enthalten. Derzeit macht das Netzentgelt 11,5 Cents und wird auf 23 Cents pro kWh bis 2035 steigen
- Wind und Solarenergie soll ausgebaut werden um den Faktor 5 bis 10

Energiewende Kosten

BSP Deutschland	2022	3.867 Mrd. €
Staatsverschuldung	2022	2.566 Mrd. €
Pensionsverpflichtungen.		3.500 Mrd. €
Rentenverpflichtungen		3.000 Mrd. €
Pflegeversicherung		2.000 Mrd. €
Krankenversicherung		2.000 Mrd. €
Sonderschulden		1.519 Mrd. €
Target2 Salden		1.700 Mrd. €
Summe Schulden und langfristige Verpflichtungen		16.285 Mrd.€
Kosten Energiewende (Staatliche + private Investitionen)		
bis 2045 laut McKinsey.		6.000 Mrd. €
bis 2035 Gebäudeenergiegesetz		5.000 Mrd.€

Kostenprobleme der Zukunft

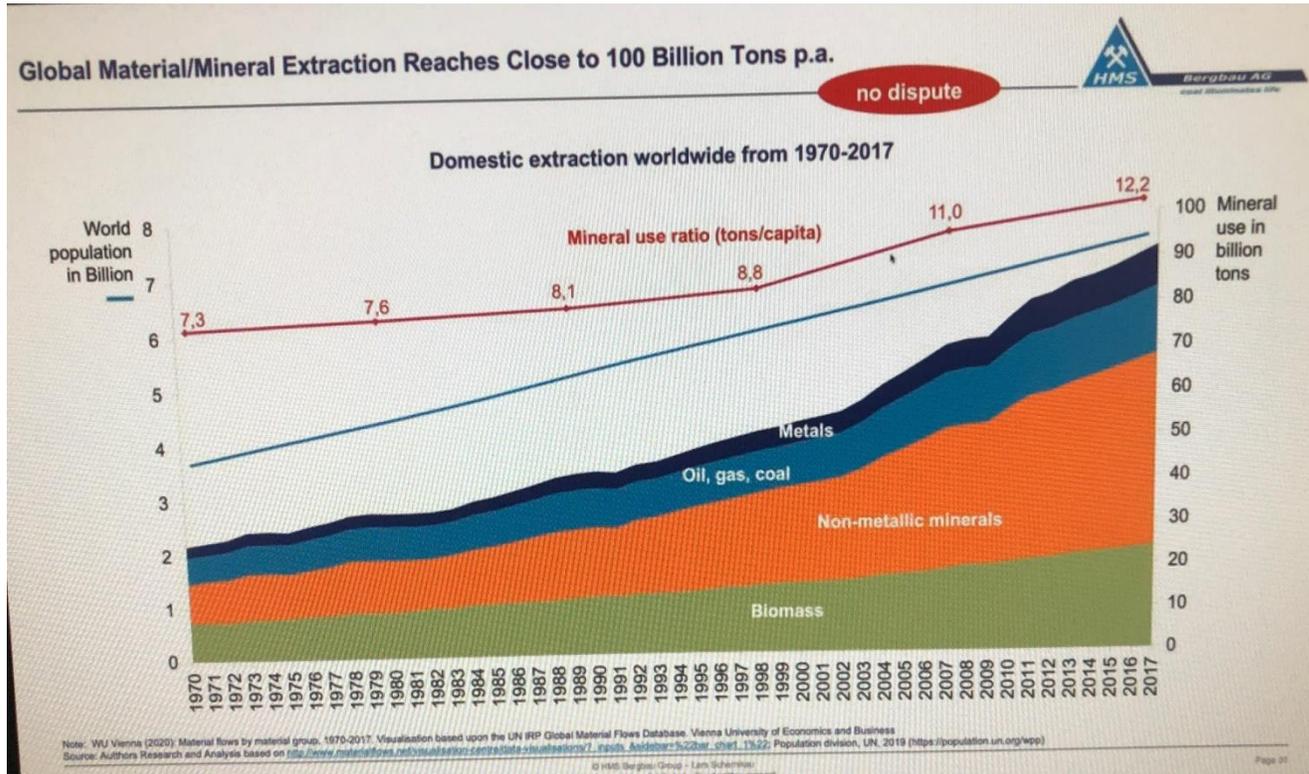
- Demographischer Wandel
- Zerfall der Infrastruktur
- De-Industrialisierung
- Kosten des Sozialsystems
- Digitalisierung
- Bildung
- Kosten der Einwanderung

- **Fazit : Energiewende ist nicht finanzierbar , wir haben völlig andere Problem**
- **Empfehlung Gerd Ganteför YouTube Klima Angst**

Energiewende Ressourcen

Ressourcenverbrauch pro Person weltweit steigend

1970	7,3 Tonnen	4 Mrd. Menschen	29,2 Mrd. Tonnen
2017	12,2 Tonnen	8 Mrd. Menschen	97,6 Mrd. Tonnen



Energiewende Ressourcen

- Studie von Prof Simon Michaux über Metall Vorräte bei 100% geplanter Energiewende
- **Ressourcen sind nicht vorhanden** für eine komplette Umstellung auf EE
- **Kupfer nur 19,23 %** der benötigten Reserven für eine Generation der Anlagen vorhanden
- **16 Jahre** durchschnittliche Bau- und Genehmigungszeit für neue Mine

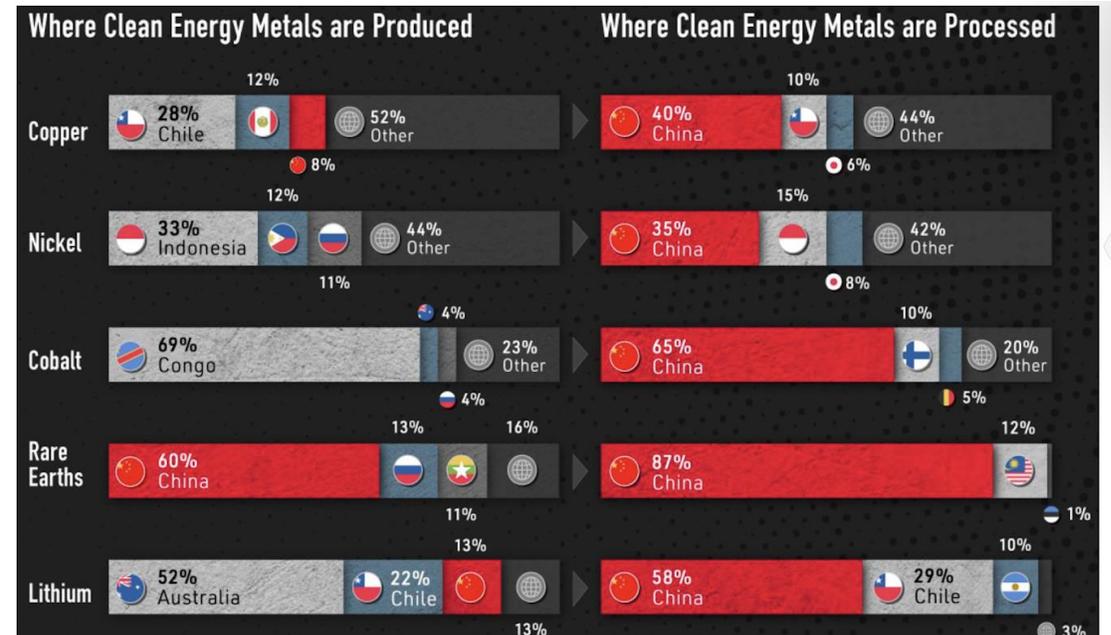
METAL IN 2022 GLOBAL RESERVES



Metal Source: USGS	Total metal required produce one generation of technology units to phase out fossil fuels (tonnes)	Reported Global Reserves 2022 (tonnes)	Global Reserves 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

Energiewende Ressourcen

- Wir sind **abhängig von** Ländern, welche die Ressourcen besitzen oder verarbeiten **China**
- **Steigende Rohstoffpreise** sind die Folge
- Mehr Minen in unberührter Natur



Energiewende Zukunft

- Eine **grundlastfähige** und **bezahlbare** und **CO₂-neutrale** Energieform wird für ein zukunftsfähiges System gebraucht.
- **Kernenergie** mit Kernspaltung und Kernfusion hat einen **Energieinhalt, der millionenfach höher ist** als der von Kohlenwasserstoffen.
- **Die Entwicklung der Kernenergie macht enorme Fortschritte.**

Kernkraft heute

- 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 waren vermeidbar
- Reaktoren der Generation 3+ funktionieren heute mit **sehr hoher Sicherheit.**
- Kernenergie hat die geringsten Schadensfälle pro erzeugte Energie



Kernkraft Entwicklung

Probleme der Kernenergie ?

- Zu teuer ?
- Zu lange Bauzeit ?
- Unfälle ?
- Nicht regelbar ?
- Atommüll ?

I.



Copenhagen Atomics

Gegründet 2015

2 Chemiker

1 Atomphysiker

1 Ingenieur und Elektroniker

Thorium Flüssigsalzreaktor

Konzept aus den Jahren 1965..69

Alvin Weinberg

Reaktor lief 2 Jahre kritisch

Patente waren ausgelaufen und einsehbar

2023

75 Mitarbeiter

10.000 m² Firmengelände



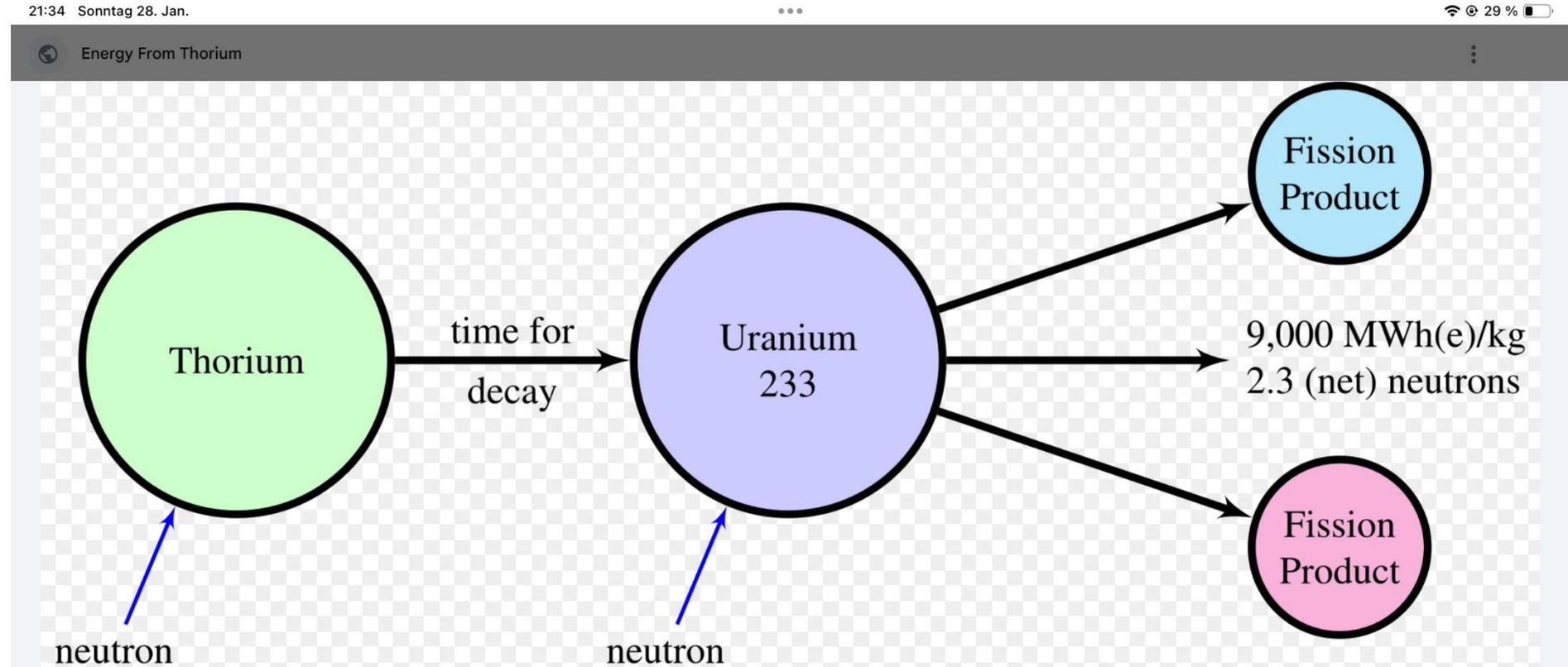
Kernkraft Entwicklung Gen 4

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 vorhandenen Atommülls zur künftigen Stromversorgung
- IV. **Höchste Wirtschaftlichkeit**
Stromherstellungskosten sollen unter 5 Cents pro kWh liegen.

Thorium Flüssigsalz Reaktor

Thorium



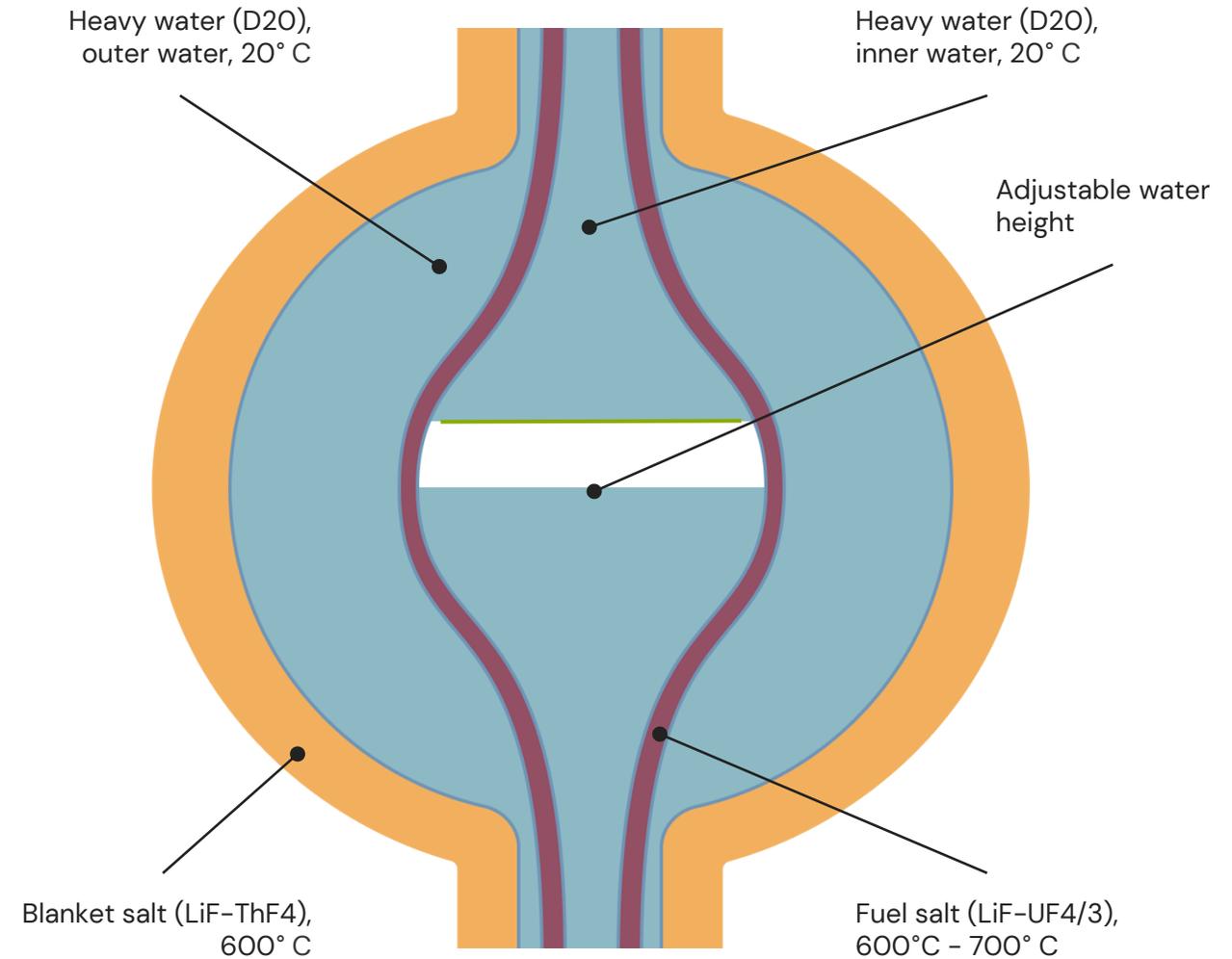
Verfügbarkeit. 3 bis 4 mal häufiger als Uran und ca. 500 mal häufiger als Uran 235

The Onion Core®

Thorium Flüssigsalz Reaktor

Er enthält ca. 1200 Liter schweres Wasser, **200 Liter Brennstoffsalz** und 2000 Liter Thorium Mantelsalz.

Dies setzt voraus, dass fast alle Spaltprodukte online entfernt werden und der Kern aus Kohlenverbundwerkstoffen besteht.



Kernkraft Copenhagen Atomics

- Als Brennstoff wird Thorium und Uran oder Atommüll in einer 700 Grad heißen Salzschnmelze genutzt werden.
- **Hohe Sicherheit:** drucklos – keine Explosion , keine Kernschmelze
- **100-mal** weniger radioaktives Material im Reaktor 0,04 GW zu 1 GW
- **500-mal** geringeren Bedarf an Rohmaterial gegenüber Uran.
- Die Menge an Atommüll ist **100-mal** geringer da keine Brennstäbe , kein Uran 238 und keine langlebige Transurane erzeugt werden



1. Testreaktor

Kernkraft Copenhagen Atomics

- Copenhagen Atomics finanziert, baut, betreibt und entsorgt den Reaktor.
Kein Kauf sondern Miete
- **Die Kosten 2 Cents pro Kwh** mit 40 MW Strom Leistung pro Reaktor
- **Kein Bedienungspersonal**, wird extern überwacht



1. Testreaktor

Kernkraft Copenhagen Atomics

- Mehrere Reaktoren zusammen liefern in einem Kraftwerk die benötigte Energiemenge.
- **Flexibel einsetzbar zur Erzeugung von Strom, Wärme oder Wasserstoff**
- 2028 geplanter Einsatz
**Serienproduktion 1 Reaktor pro Tag
12GW pro Jahr**



1 GW Kernkraftwerk

Kernkraft Copenhagen Atomics

- Kritik laut Internet
- Korrosion durch das Salz
- Komponenten nicht entwickelt
- Entwicklung geht noch sehr lange
60 Jahr Öko Institut



1 GW Kernkraftwerk

Korrosion

copenhagen
atomics

Corrosion in molten salt
2000 hours in purified and unpurified FLiNaK salt at 600C

	Raw unpurified salt	Purified salt	
Before			
After			Very low corrosion rate ←

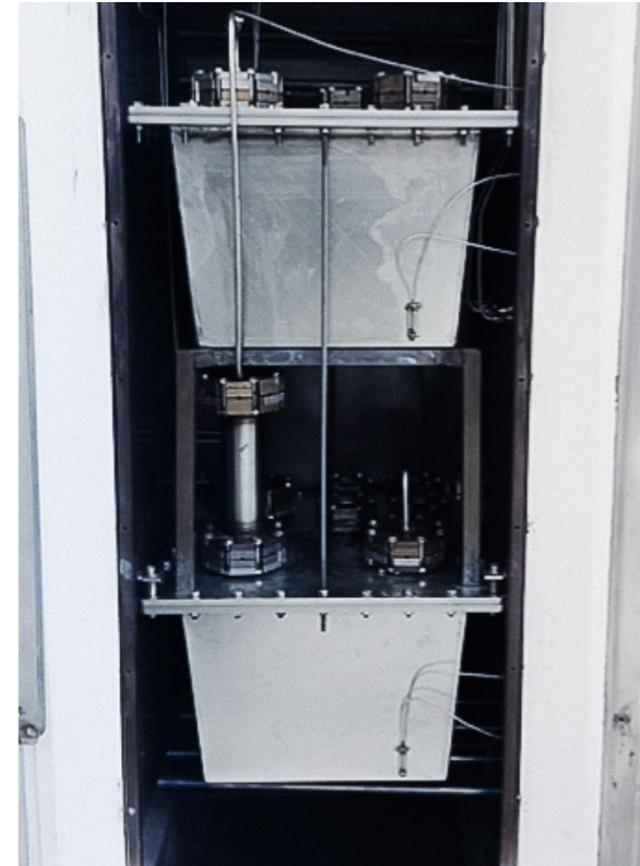
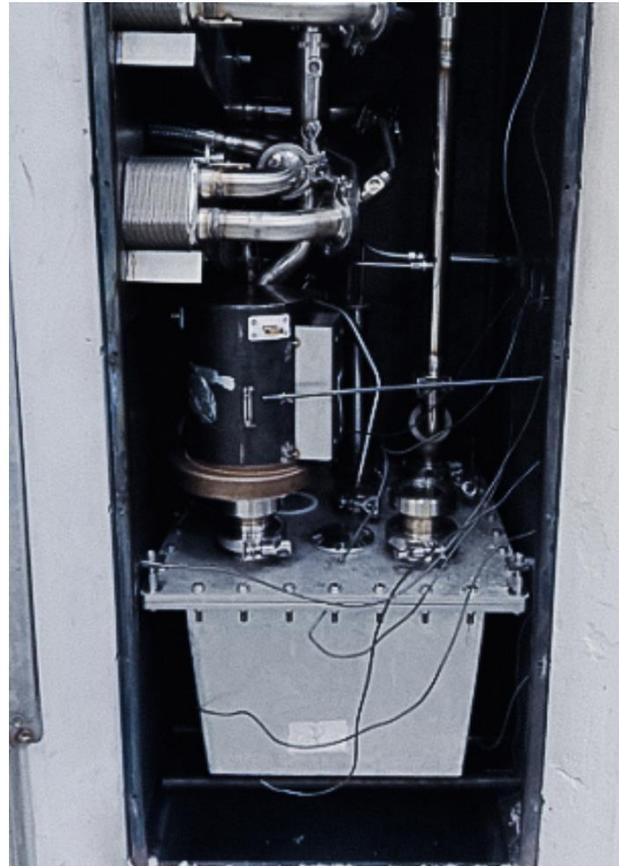
copenhagen
atomics

Untertitel deaktiviert

SUBSCRIBE

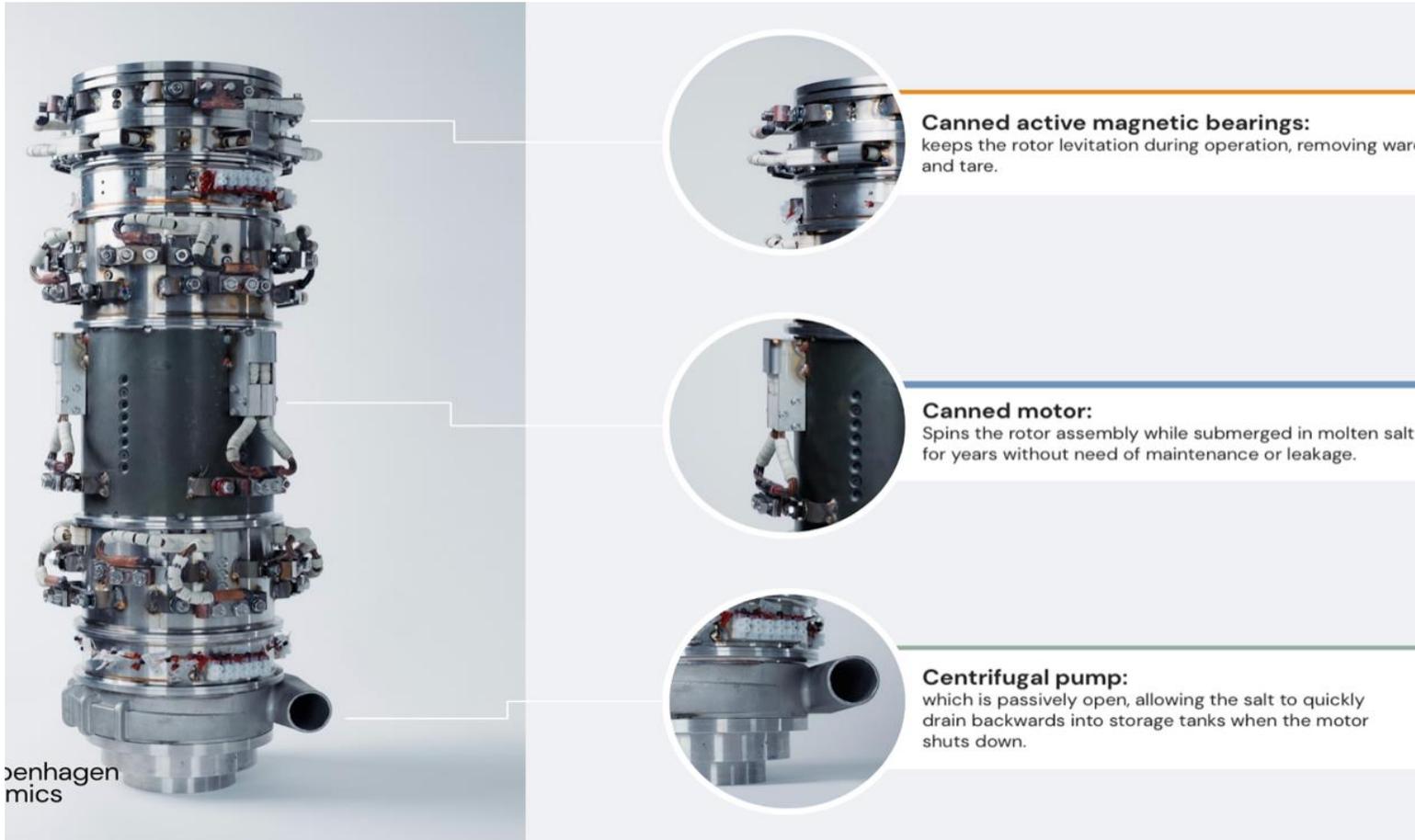
Komponenten Salzkreisläufe

über 50.000 kumulierte Tage getestet



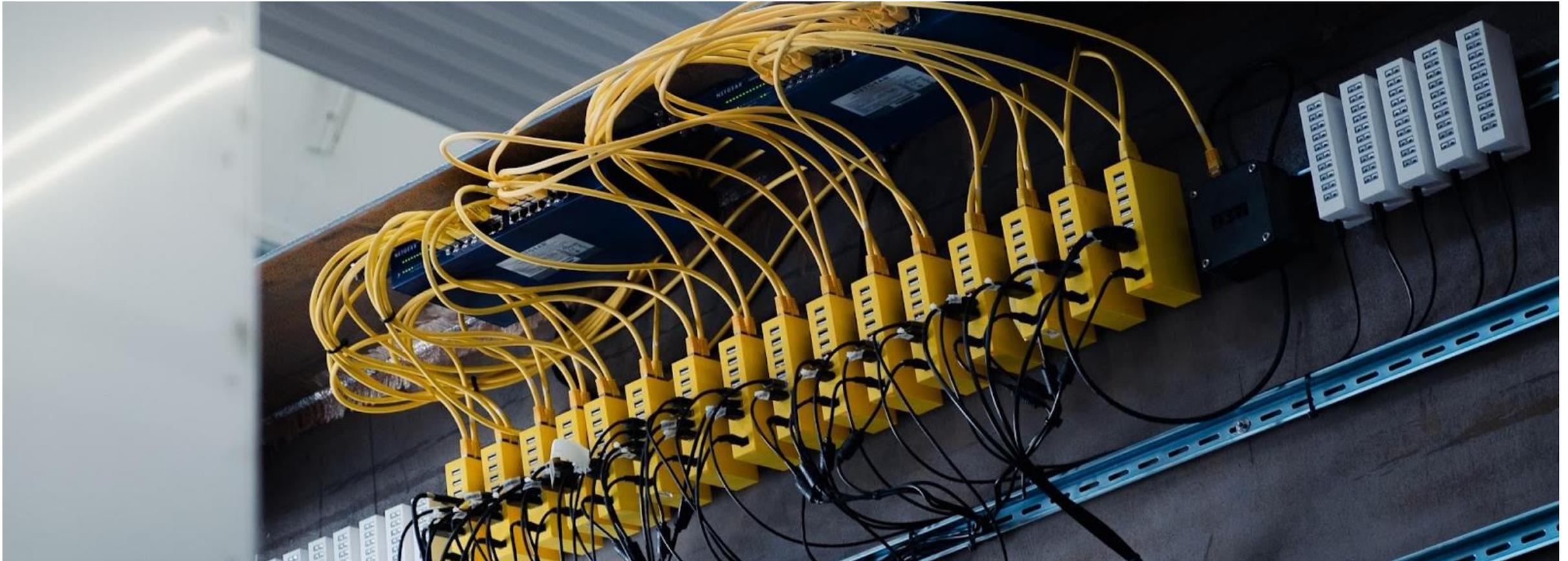


Pumpe



Elektronik

Reguliert die Pumpen und damit die Leistung des Reaktors der von 0 auf 100% regelbar ist.



The Molten Salt Reactor design

Einfach, effizient, sicher

Das Reaktor Design hat 3 Barrieren zwischen dem radioaktiven Salz und der Natur

Das System ist nicht unter Druck.

Wenn die Pumpe stoppt fließt das Salz per Schwerkraft in den Auffangbehälter und die Kettenreaktion stoppt sofort.

Schwerwasser wird als Moderator verwendet und das führt zur überragenden Leistung im Vergleich zu bisherigen Konzeptionen

Die Energie wird über Wärmetauscher übertragen und liefert Wärme in Form von geschmolzenem Salz mit einer Temperatur von 560 Grad Celsius an den Kunden .



Entwicklungsstand

- 2022 1. Prototyp mit mit **Wasser** im Kreislauf um Pumpen, Elektronik zu testen
- 2023 2. Prototyp mit **Flüssigsalz** getestet mit 600 Grad
- 2024 3. Prototyp mit Flüssigsalz und **Thorium**
- 2025 **Kritisches Reaktor Experiment mit Kernspaltung** beim PSI ?!
- 2028 erster kommerzieller Reaktor mit 7 Pumpen und 8 Wärmetauscher

Kernkraft Probleme

- Zu teuer ?
- Zu lange Bauzeit ?
- Unfälle ?
- Nicht regelbar ?
- Atommüll ?

Lösung

2 Cents pro kWh Miete statt Kauf

40 MW pro Tag 12 GW pro Jahr

Drucklos, bei Problem stoppt die Reaktion sofort

0 bis 100%

Kein Endlager max. 300 Jahre

Copenhagen Atomics löst die Probleme + 50 weitere Startups + Kernfusion

Kernenergie ist

- Nachhaltig Vorräte für Jahrtausende
- i. Ökologisch geringster Verbrauch an Ressourcen
- Sozial bezahlbar , geringe Investitionen
- Weniger Konflikte um Ressourcen
- Sorgt für Unabhängigkeit global und lokal
- Kontakt : www.enlitechfuture.com



www.enlitefuture.com

Für eine gute Zukunft mit Aufklärung, Wissensentwicklung, Offenheit, Verantwortung vor Ort



Kernenergie jetzt?!

Warum uns die
Energiewende
Wohlstand und
Frieden kostet



Kernthese

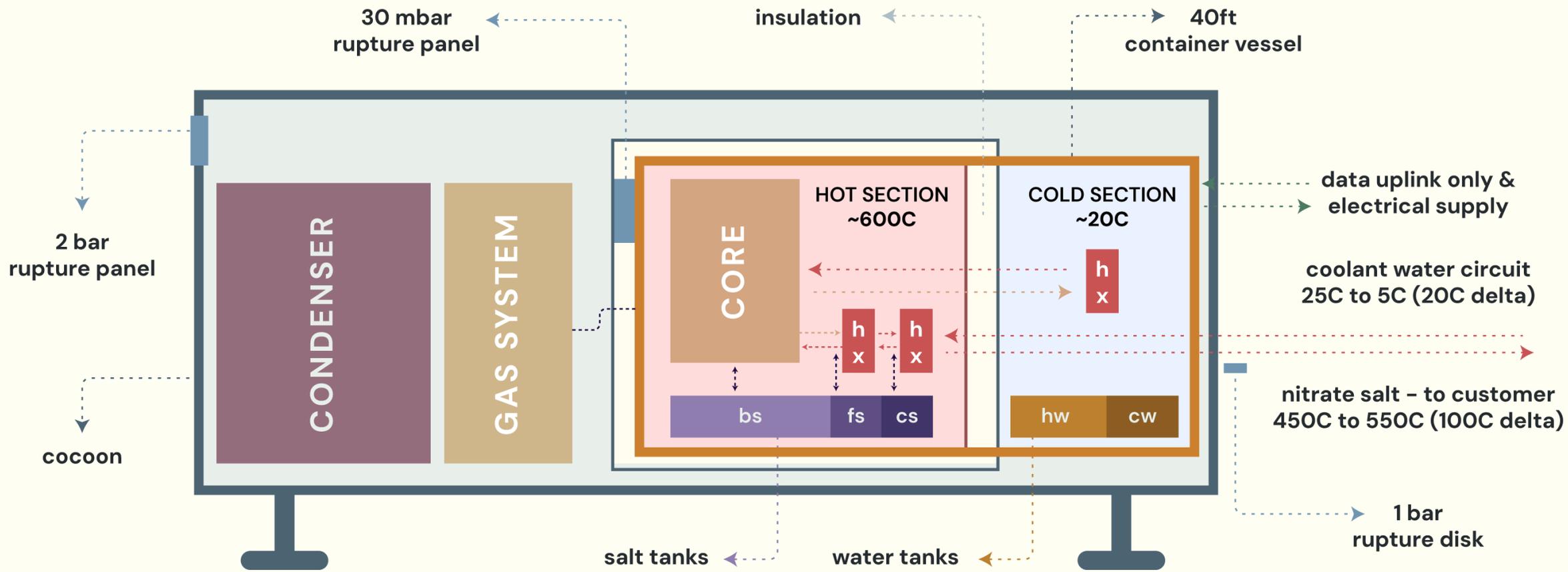
- Wohlstand geht nur mit Industrie und einer vernünftigen Energieversorgung
- Unsere Energiewende kostet 6.000 Mrd. Euro. Copenhagen Atomics liefert Energie zu einem Bruchteil der Kosten
- Die Zukunft ist Kernenergie
- Radioaktivität ist nicht so gefährlich wie sie immer dargestellt wird.-Es kommt auf die Dosis an -.
- Gutes Konzept Kreislaufwirtschaft, schlechtes Konzept Degrowth. Wir müssen sorgfältiger mit den Dingen umgehen, langsam steuern, aber bitte nicht zurück ins Mittelalter

Radioaktivität

- Wie gefährlich ist Radioaktivität ?
- Es hängt von der Dosis ab ! mSv Millisievert Maß der Risiken von Radioaktivität
- Grenzwert von 1 mSv pro Jahr ist sehr niedrig. Natürliche Radioaktivität 4 bis zu 20mSv in den Alpen
- Untersuchungen nach Hiroshima und Nagasaki zeigten bei Einmaldosis von 100 mSv keine Auswirkung auf Lebenserwartung
- Grenzwert von 100 mSv wäre sehr sicher und hätte viel Leid erspart. Die Evakuierungen in Tschernobyl und Fukushima haben viele Todesopfer gefordert. 1000 Abtreibungen allein in Griechenland
- Medizinische Anwendungen sind von den Grenzwerten ausgenommen.
- Hochhaus in Taiwan mit bis zu 600 mSv hatte geringere Krebsrate als Vergleichsgruppe
- Die niedrigen Grenzwerte dienen der Anti-Atombewegung zur Manipulation der Öffentlichkeit und zur Verhinderung der weiteren Entwicklung der Kernenergie
- Kumulative Dosis wird angewandt 1.000 Personen mit 5 mSv ergeben 5 Sievert = 1 Todesfälle analog Blutabnahme 1.000 Personen mit 5 Milliliter Blutspende ergeben 5 Liter = 1 Todesfall. Sollte nur als Messgröße dienen wird aber von Anti-Atomgegner so benutzt. 1 Mio. Tote nach Tschernobyl als Argumentation und erzeugt Angst und Panik

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 Atommüll ist wertvoller Brennstoff für die Zukunft !!
- Copenhagen Atomics, Dual Fluid and Elysium 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.
- Endlager in Finnland wurde gebaut falls nach 1.000 Jahren Leck Austritt von Radioaktivität wie 2 Bananen
- Sondermüll Deponien Herfa-Neurode 2,6 Mio. Tonnen mit Arsen, Quecksilber, Zyan, Dioxin, Furan sind ewig giftig
- Atommüll Deutschland 340.000 Tonnen aber ohne Uran ^{238}U nur 1.000 Tonnen
- Wir brauchen kein Endlager sondern ein Lager für die geringe Menge an Spaltprodukten (300 Jahre)

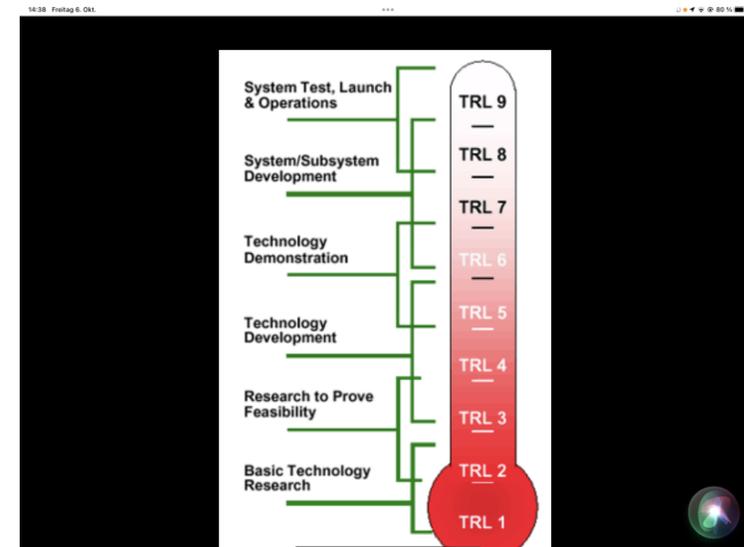
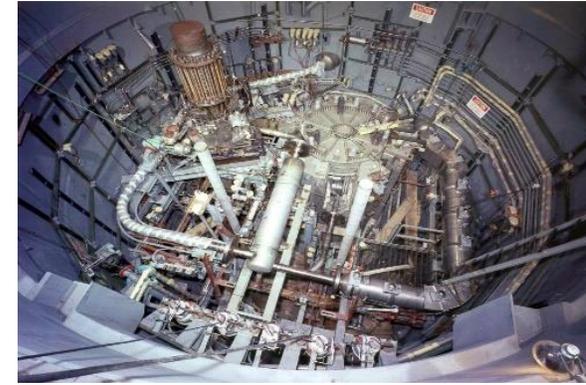


bs - blanket salt
 fs - fuel salt
 cs - coolant salt
 hw - heavy water
 cw - coolant water
 hx - heat exchanger

Technologiereifegrad

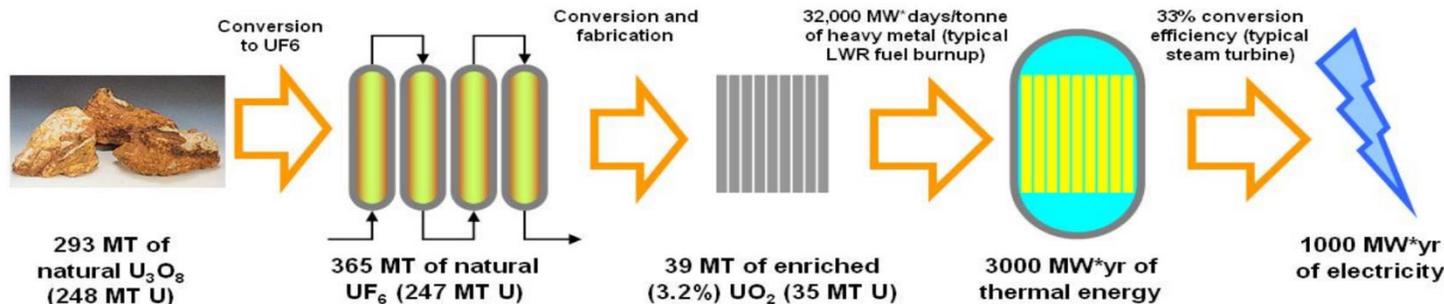
TRL (Technology Readiness Level)

- 1969 Oak Ridge MSR mit 8 MW Leistung und 6.000 Betriebsstunden
- China Testreaktor 2022 mit 2MW
- Einschätzung CA TRL Level 6
Komponenten entwickelt
Simulation + Testläufe
50.000 Tage Tests
- Nach Reaktorexperiment 2025 Level 8

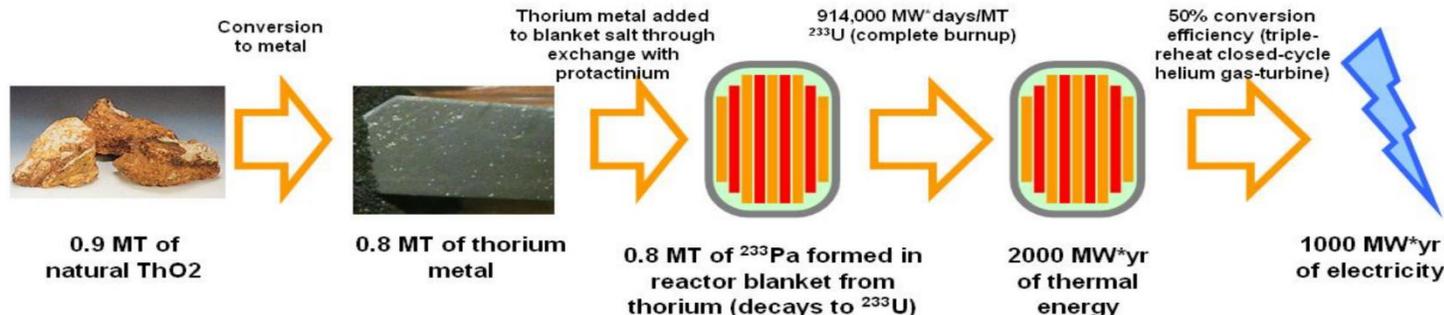


Energy Extraction Comparison

Uranium-fueled light-water reactor: 35 GW*hr/MT of natural uranium



Thorium-fueled liquid-fluoride reactor: 11,000 GW*hr/MT of natural thorium

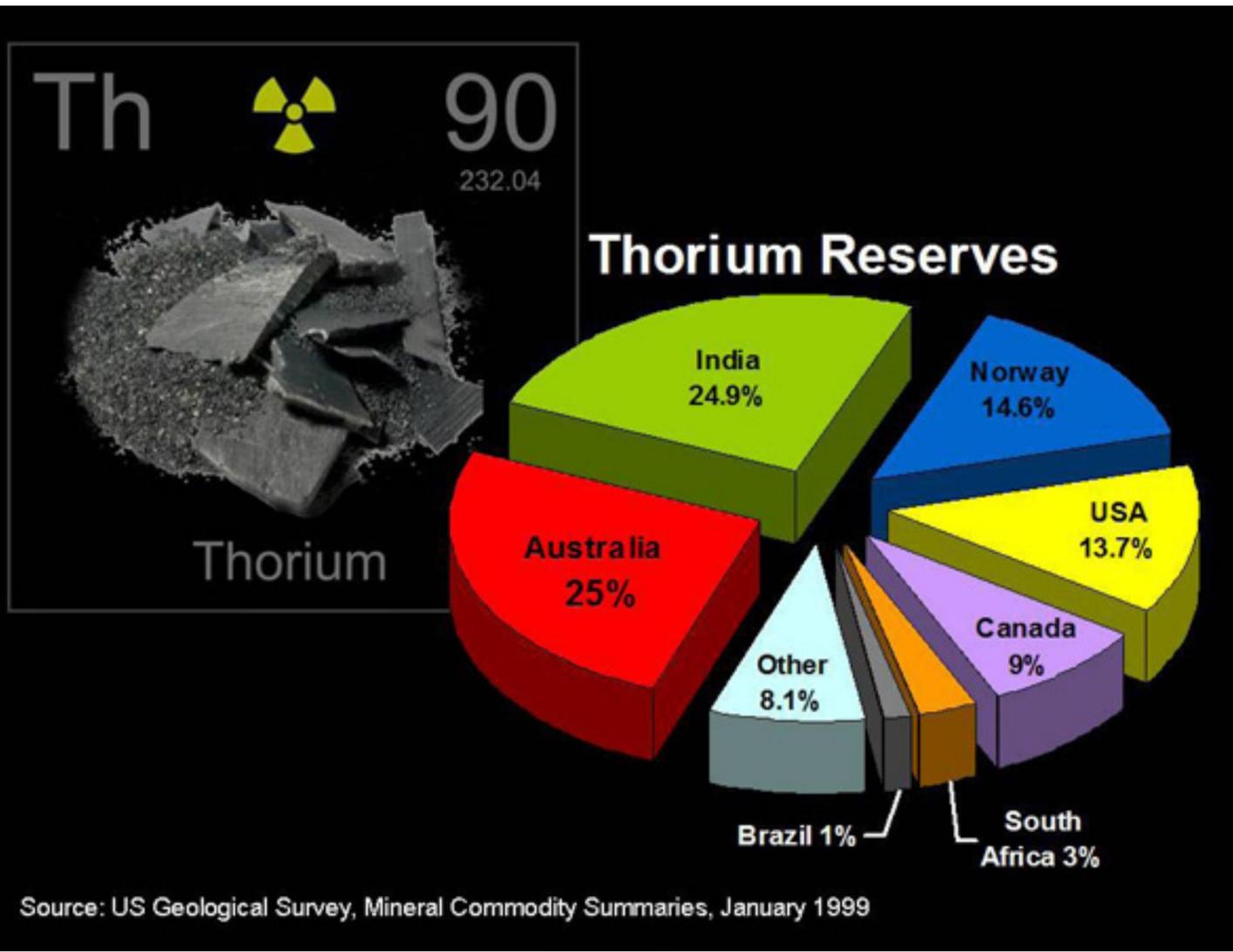


Uranium fuel cycle calculations done using WISE nuclear fuel material calculator: <http://www.wise-uranium.org/nfcm.html>

Thorium reactors for earth and moon | NextBigFuture.com

Bilder sind in der Regel urheberrechtlich geschützt. Weitere Infos

Besuchen >



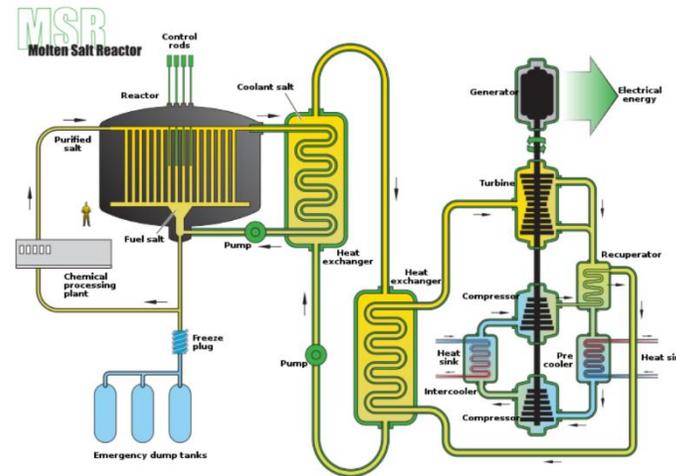
Bilder sind in der Regel urheberrechtlich geschützt. Weitere Infos



Flüssigsalzreaktoren (englisch *molten salt reactor, MSR*) oder **Salzschmelzenreaktoren** sind **Kernreaktoren**, in denen der **Kernbrennstoff** in Form geschmolzenen Salzes vorliegt (beispielsweise **Uranchlorid**). Bei diesem Reaktortyp ist der Kernbrennstoff in flüssiger Form gleichmäßig im Primärkreislauf des Reaktors verteilt, eine **Kernschmelze** im klassischen Sinne ist damit ausgeschlossen – der Kern liegt stets im gewollt geschmolzenen Zustand vor. Flüssigsalzreaktoren lassen sich mit Moderator und **thermischen Neutronen** oder ohne Moderator mit schnellen Neutronen auslegen, in beiden Fällen ist auch ein Betrieb als **Brutreaktor** möglich. Flüssigsalzreaktoren ermöglichen eine Auslegung mit einem stark negativen **Temperaturkoeffizienten**, was eine **Leistungsexkursion** wie beispielsweise bei der **Nuklearkatastrophe von Tschernobyl** physikalisch unmöglich macht.^{[1][2]}

Flüssigsalzreaktoren arbeiten bei Atmosphärendruck und nicht, wie **Druckwasserreaktoren** oder **Siedewasserreaktoren**, bei Drücken von 50 bis 150 **bar**, weshalb eine **Dampfexplosion** im Bereich des Reaktorkerns nicht möglich ist.^[3]

Das Entfernen **neutronenabsorbierender** Spaltprodukte aus dem Reaktor im laufenden Betrieb führt zu einer besseren Neutronenausbeute. Dadurch kann ein Flüssigsalzreaktor theoretisch auch als **Brutreaktor** betrieben werden und so, einmal mit einer geringen Menge Spaltmaterial wie ²³⁵Uran oder ²³⁹Plutonium in Gang gesetzt, ausschließlich mit nicht spaltbaren **Nukliden** (zum Beispiel ²³²Thorium) als Brutmaterial gespeist werden. Im Englischen wird dieses Konzept auch *liquid fluoride thorium reactor (LFTR)*, gesprochen *Lifter*, genannt.



Schema eines Flüssigsalzreaktors vom Typ *Single Fluid MSR*

Da Flüssigsalzreaktoren mit einer permanenten Wiederaufbereitung arbeiten, ist es im Prinzip möglich

MSR Thorium Reaktionszyklus

15:08 Montag 19. Dez.

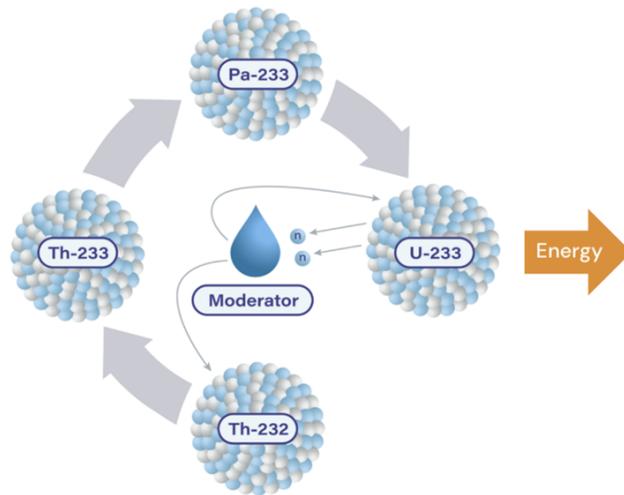
63 %

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

Nachhaltigkeit und Energiewende

Nachhaltigkeit :

- Klimaschutz
- Artenvielfalt
- Ressourcenverbrauch
- Energieverbrauch
- Schuldenlast
- Innovationsfähigkeit von Volkswirtschaften
 - *Quelle Deutscher Bundestag*

Energiewende

- Erneuerbare Energie
- E-Autos
- Transformation von der fossil-nuklearen Energieversorgung zu erneuerbaren Energien in Deutschland