

# Over de Onvermijdelijkheid van Kernenergie

Provinciale Staten Flevoland  
Lelystad, 6 september 2023

Prof.Dr.  
Lid CO<sub>2</sub> Coalition

# De wereldenergiebehoefte en hoe daarin te voorzien

Veilige, betrouwbare, en betaalbare energie is essentieel voor de toekomst van een groeiende wereldbevolking.

Wetenschap en technologie zijn de enige rationele basis om dit te realiseren. Historisch gebeurde dat door inzet van dieren, tijdens de industriële revolutie door houtstook, daarna door de inzet van **fossiele** energie. Ideologie is nooit een oplossing.

De voorraden fossiele energiebronnen zijn eindig (een paar honderd, tot een paar duizend jaar).

**Hoe nu verder?**

# Zonder energie geen welvaart of vooruitgang

Goedkope, betrouwbare, veilige energie is de basis voor elke vooruitgang op onder meer wetenschappelijk, technologisch, medisch, landbouwkundig en economisch gebied.

Het is dan ook een enorme uitdaging om de energievoorziening van een wereldbevolking die groeit met 1,1 % per jaar met een toenemende energiebehoefte per hoofd te realiseren.

In de afgelopen 100 jaar is deze rol met groot succes vervuld door fossiele brandstoffen. Fossiele centrales zijn hoogstandjes van wetenschap en technologie, en zijn in staat veilige, betrouwbare en betaalbare energie te leveren op ieder moment dat daar vraag naar is. **Aanbod gestuurde energie is essentieel voor iedere modern samenleving.**

# Wind, zon, biomassa

Wind en zon leveren in tegenstelling tot vraag-gestuurde centrales op fossiele brandstof aanbod-gestuurde energie. Zonder fossiele back up kan dit nooit op grote schaal werken. Gevolg: black-outs.

Overaanbod en onderaanbod strijden om voorrang

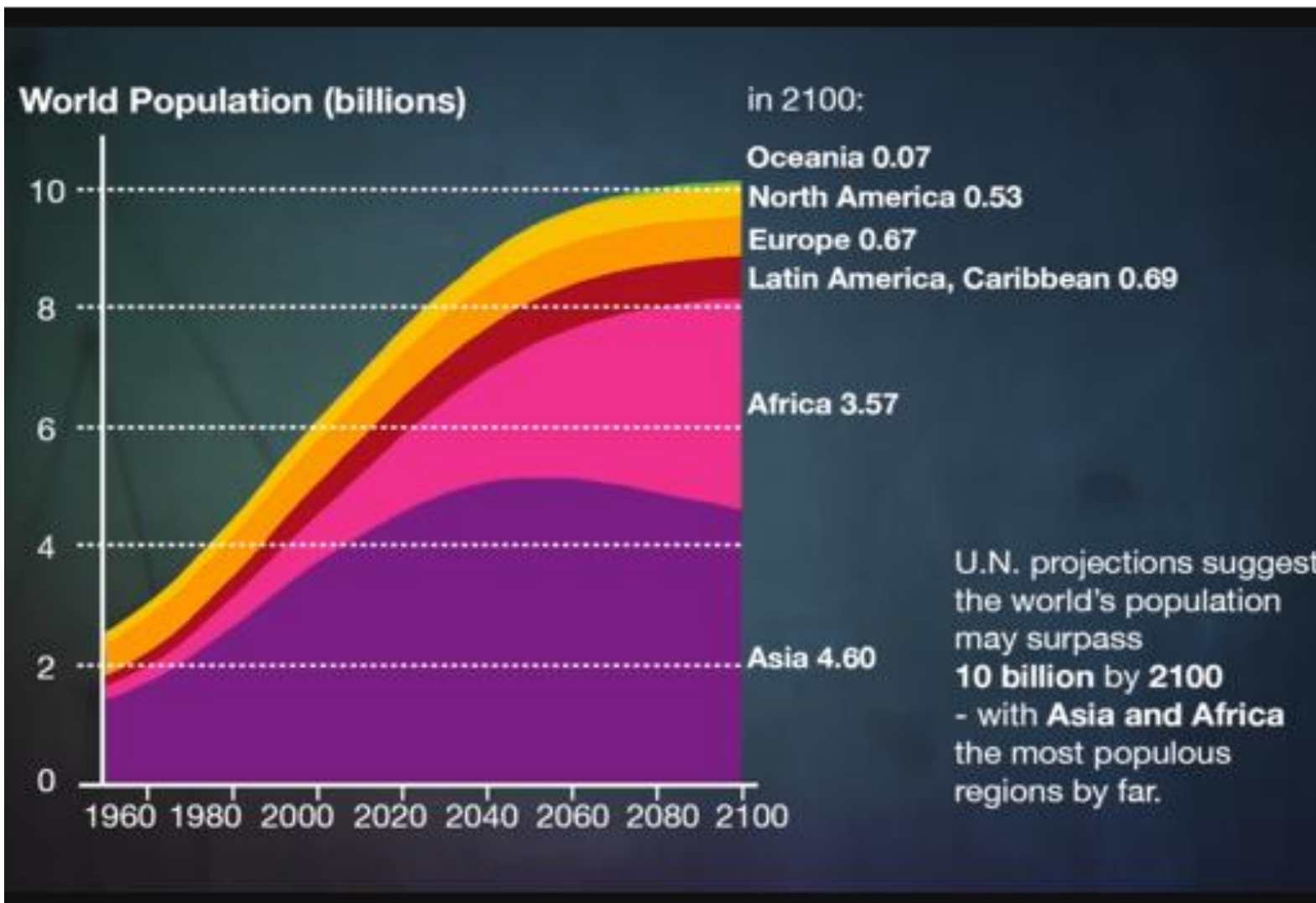
Zonder opslag kan aanbod-gestuurde energie niet op grote schaal ingezet worden

Batterijen en waterstof zijn lapmiddelen

Gigantische kosten voor alleen elektriciteitsopwekking

Elektriciteit is slechts ~15% van de totale energierekening

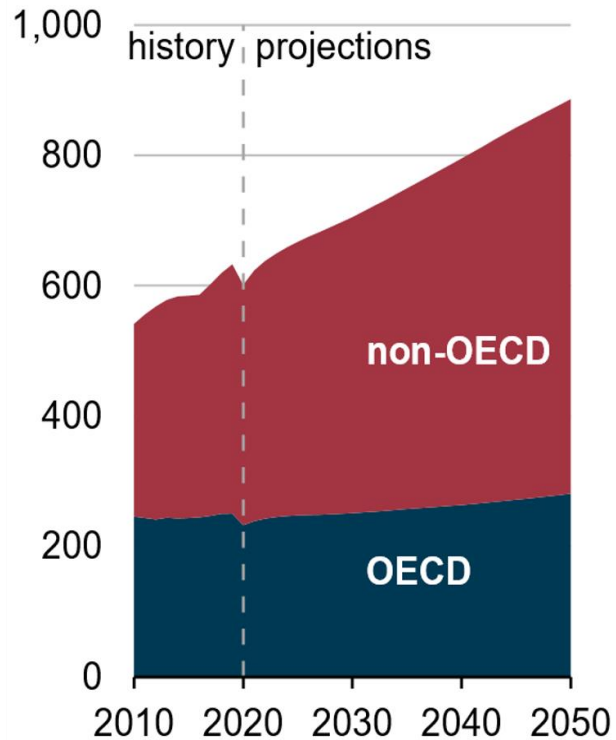
# Prognose groei wereldbevolking



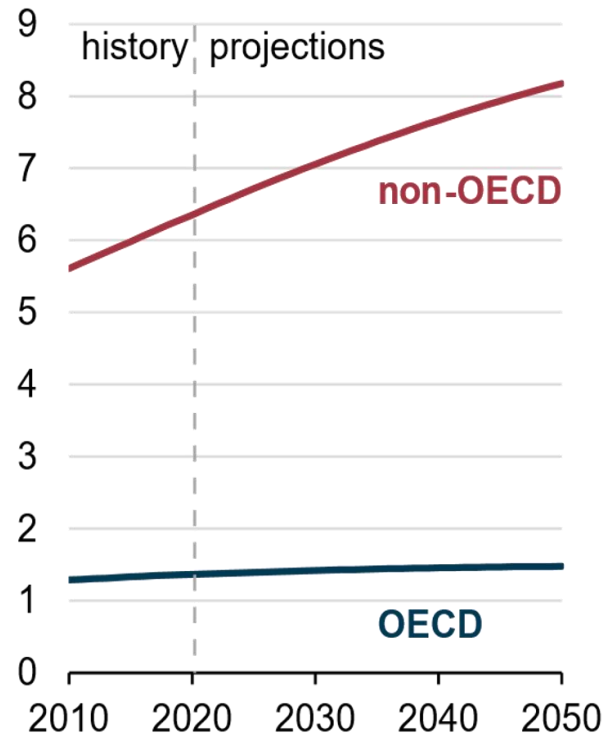
# US Energy Information Administration



**World energy consumption**  
quadrillion British thermal units

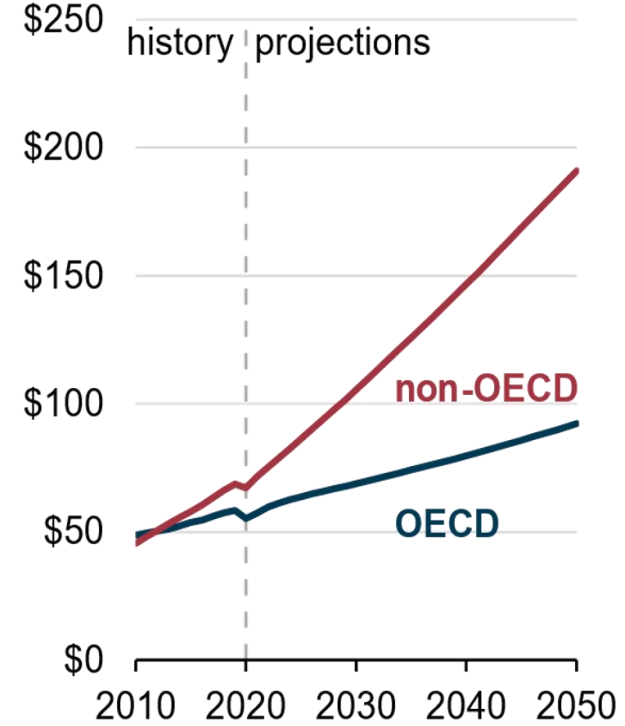


**World population**  
billion people



**World GDP**

trillion 2015 dollars,  
purchasing power parity (PPP)



Source: U.S. Energy Information Administration, *International Energy Outlook 2021* (IEO2021) Reference case

# Energie

## Grootschalige energieopwekking

Kolen

zeer ruim voorradig, goedkoop

Olie

politieke risico's

Gas

flexibel, politieke risico's

Wind

duur, uitontwikkeld, onzeker

Zon

marginaal (als de zon schijnt)

Biomassa

politiek, grote weerstand

Opslag

accu's, waterstof, etc.

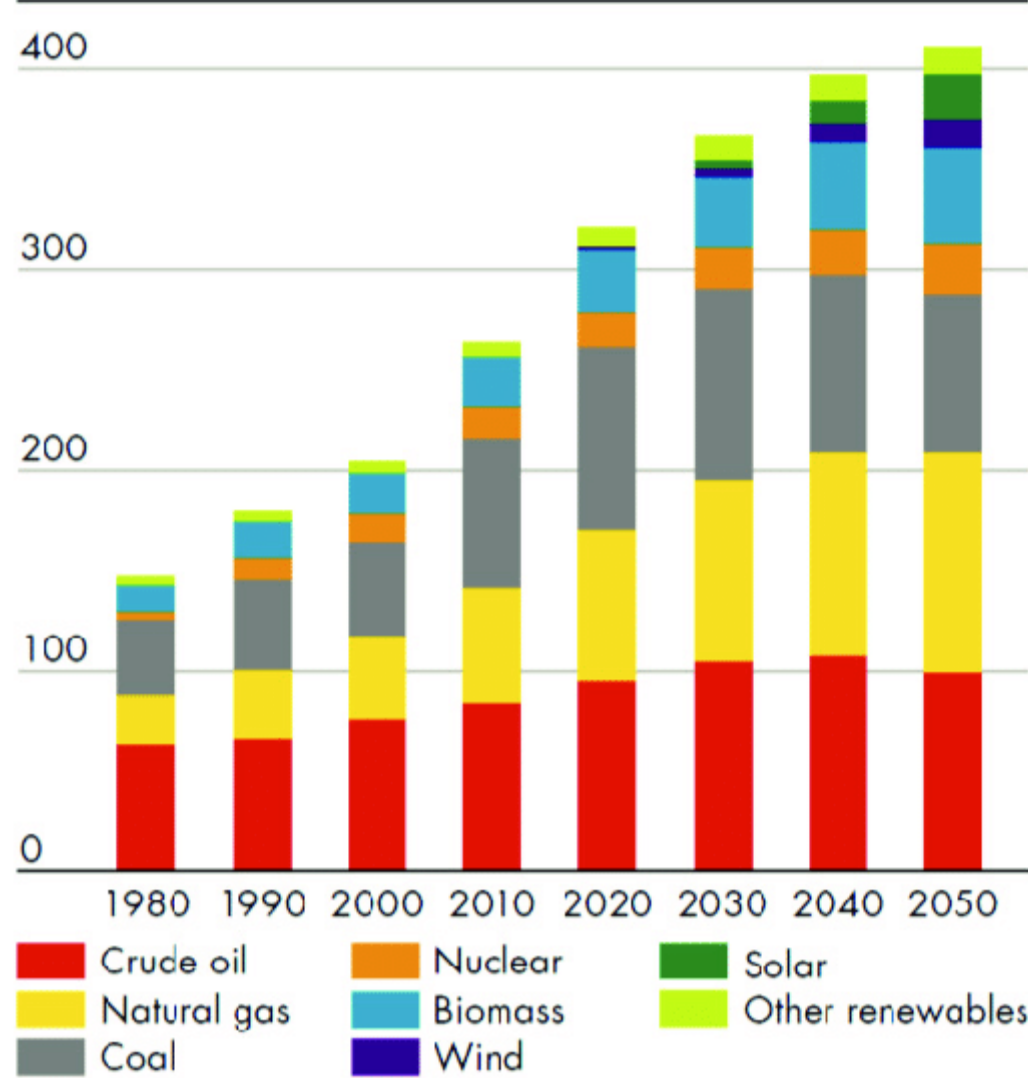
Kernsplijting

onmisbaar, vooral thorium MSR

Kernfusie

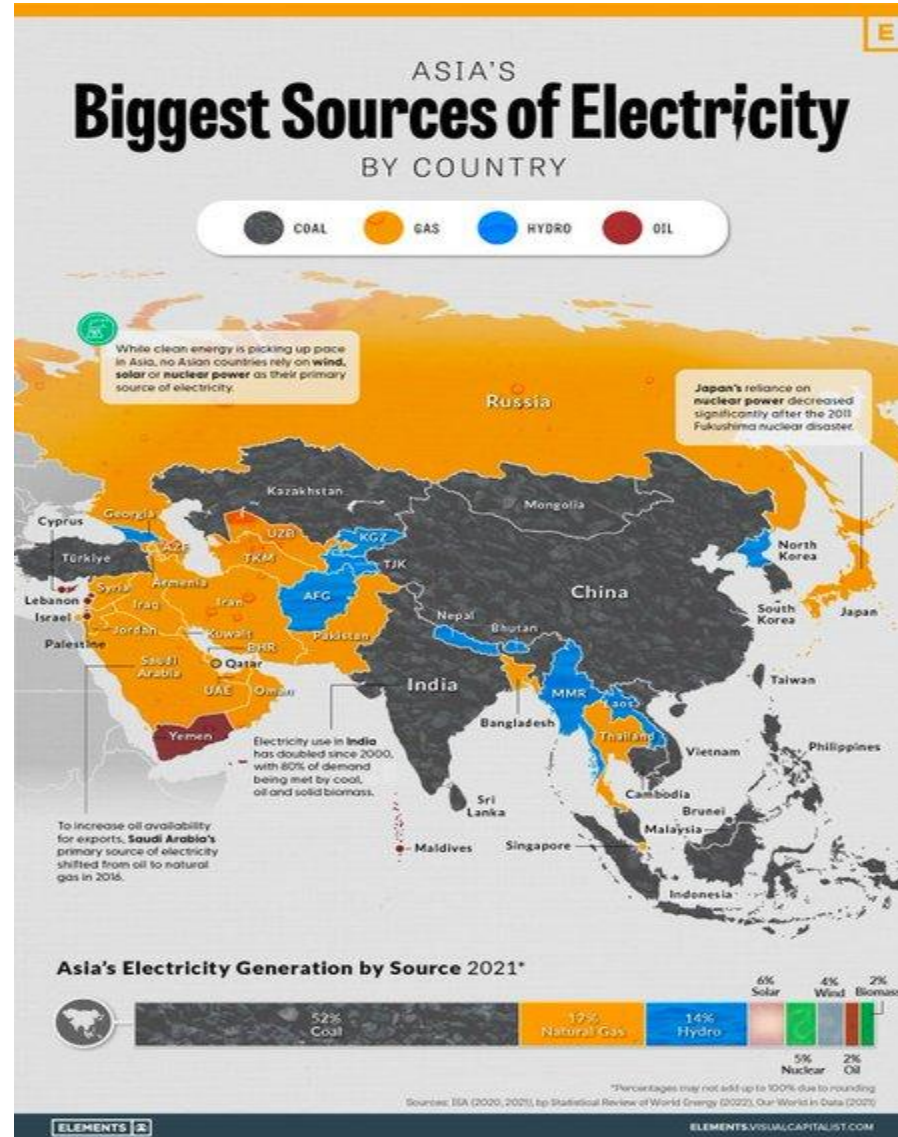
ideale oplossing, veel research nodig

million barrels of oil equivalent a day





# Hoe het Aziatisch Continent electriciteit opwekt



# Hoe gaat energieopwekking de groeiende energiebehoefte op wereldschaal invullen?

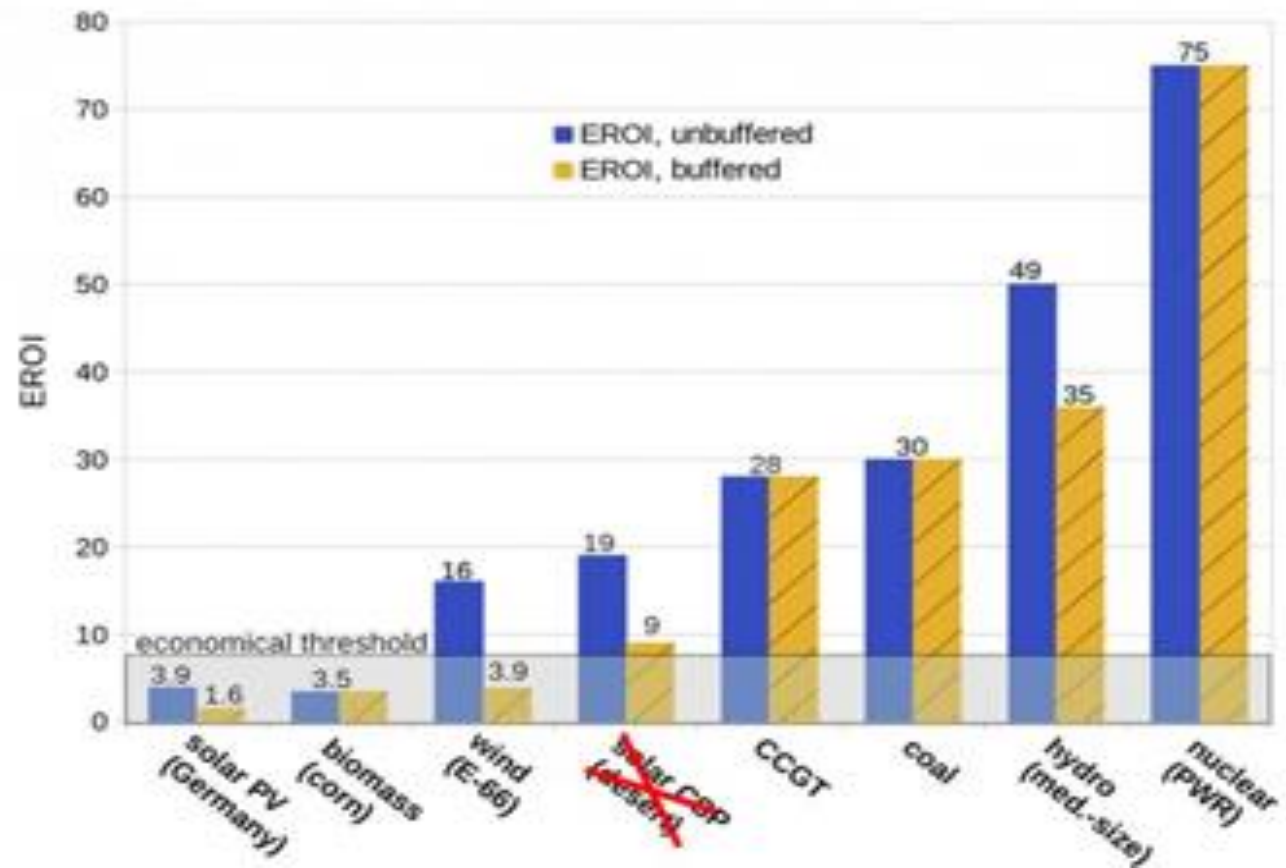
Ondanks gigantische investeringen in wind en zon kan de groei in windmolens en zonnepanelen de toenemende energiebehoefte bij benadering niet opvangen, laat staan dat wind en zon fossiele brandstoffen kunnen vervangen zonder enorme schade aan de wereldeconomie en de wereldvoedselvoorziening.

**Dergelijk energiebeleid is misdadig.** We zitten dus ondanks alle retoriek nog minstens tientallen jaren aan het grootschalig gebruik van fossiel vast.

Gezien de eindigheid van fossiele brandstoffen moet er op termijn wel iets gebeuren. **Maar wat?**

# Energy Returned on Energy Invested (EROI)

EROI Energy Return On energy Investment: Bij  $< 9$  → ondergang Westerse beschaving. Energie is de achilleshiel van elke beschaving



# Kernsplitsing en Kernfusie

# Veel geciteerde problemen met kernenergie

1 De relatie met kernwapens

2 De kosten

3 De tijd ontbreekt voor het tijdig bouwen ervan

3 Harrisburg (Pennsylvania, USA)

4 Tsjernobyl (Oekraïne)

5 Fukushima (Japan)

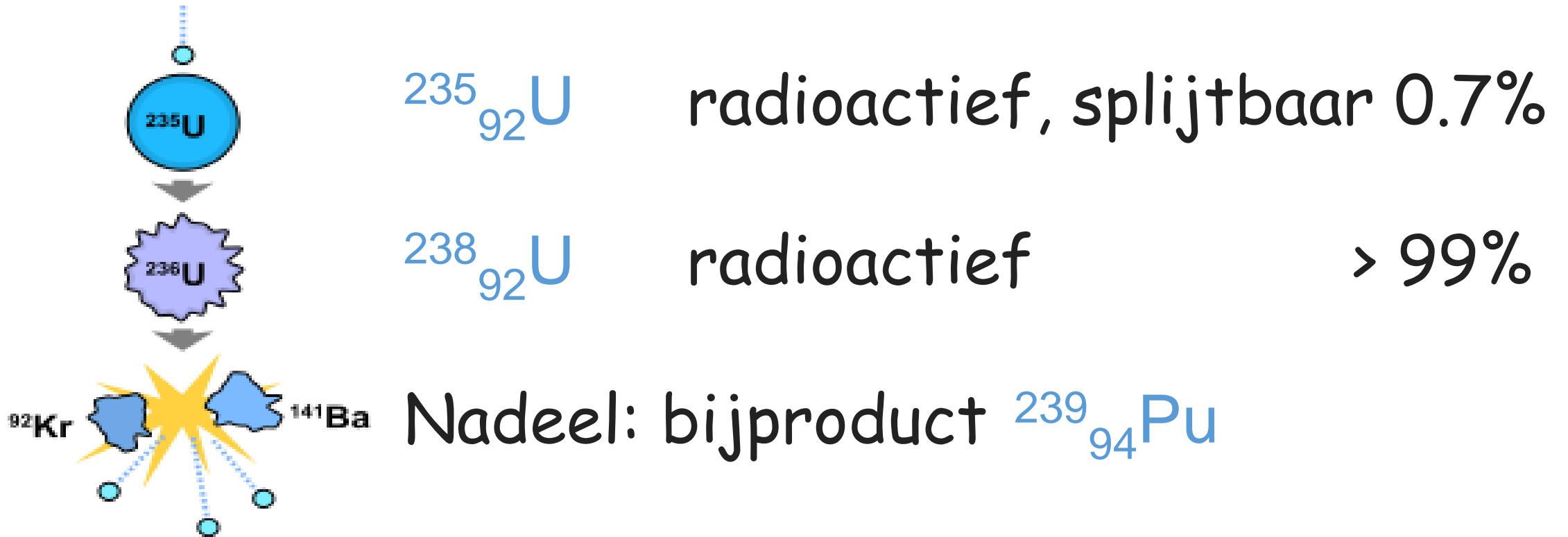
# Kernenergie: kernsplijting en kernfusie

**Kernsplijting** betreft het splitsen van **zware kernen** zoals uranium en thorium waarbij zeer veel energie vrijkomt.

Deze techniek is al sinds WO2 bekend op basis van **uranium** en zeer betrouwbaar en betaalbaar. Afvalprobleem dient onder ogen gezien te worden. Nieuwe ontwikkelingen op basis van **thorium** zijn zeer veel belovend. Lage druk reactor. Afvalprobleem minimaal (!). Kan snel gerealiseerd worden (China 2019-2023), India)

**Kernfusie** betreft het fuseren van **lichte kernen** waarbij zeer veel energie vrijkomt. Technisch uiterst moeilijk, maar in principe met enorme voordelen. Internationaal consortium doet onderzoek in Cadarache (Zuid-Frankrijk). Nog lang in de **ontwikkelingsfase**.

# De Uranium Cyclus



# De Thorium Cyclus

$^{232}_{90}\text{Th}$  radioactief, niet splijtbaar, vrijwel 100%

Neutronen bombardement levert  $^{233}_{90}\text{Th}$ .

Dit vervalt via Protactinium  $^{233}_{91}\text{Pa}$  tot de Uraniumisotoop  $^{233}_{92}\text{U}$  die radioactief en splijtbaar is

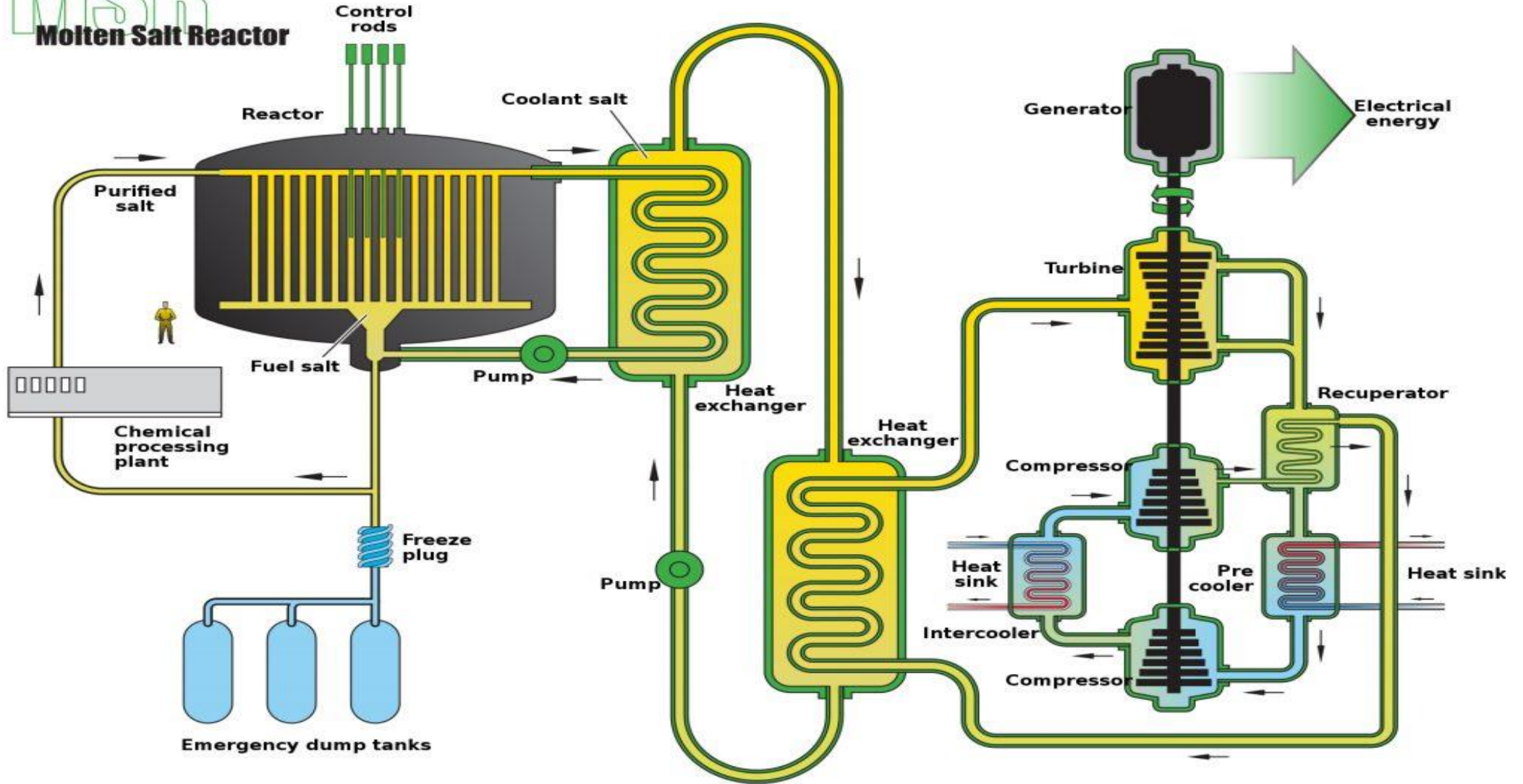
## Grote voordelen thoriumcyclus

Thorium wereldwijd ruim voorradig, goedkoop, veilig (MSR), weinig langlevende afvalproducten als  $^{239}_{94}\text{Pu}$ , bestaand afval kan benut worden.



# Molten Salt Reactor

**MSR**  
Molten Salt Reactor



# Waarom Thorium MSR Kernenergie?

- 1 Inherent veilig
- 2 Thorium is afval, ruim voorradig en goedkoop
- 3 Vrijwel 100 % van alle thorium is bruikbaar
- 4 Lage druk reactor
- 5 Radioactief materiaal opgelost in gesmolten zout bad
- 6 Proof of principle beschikbaar (Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, rond 1970)
- 7 Kan snel gerealiseerd worden: China 2019-2023
- 8 Afvalprobleem (plutonium) 2 ordes kleiner dan bij uranium
- 9 Afval uit uraniumcyclus kan benut worden al neutronenbron in de thoriumcyclus
- 10 Kosten in NL zijn voor 2/3 een politiek-bureaucratisch bedenksel

# Waanzin van de Week



0.00036 °C

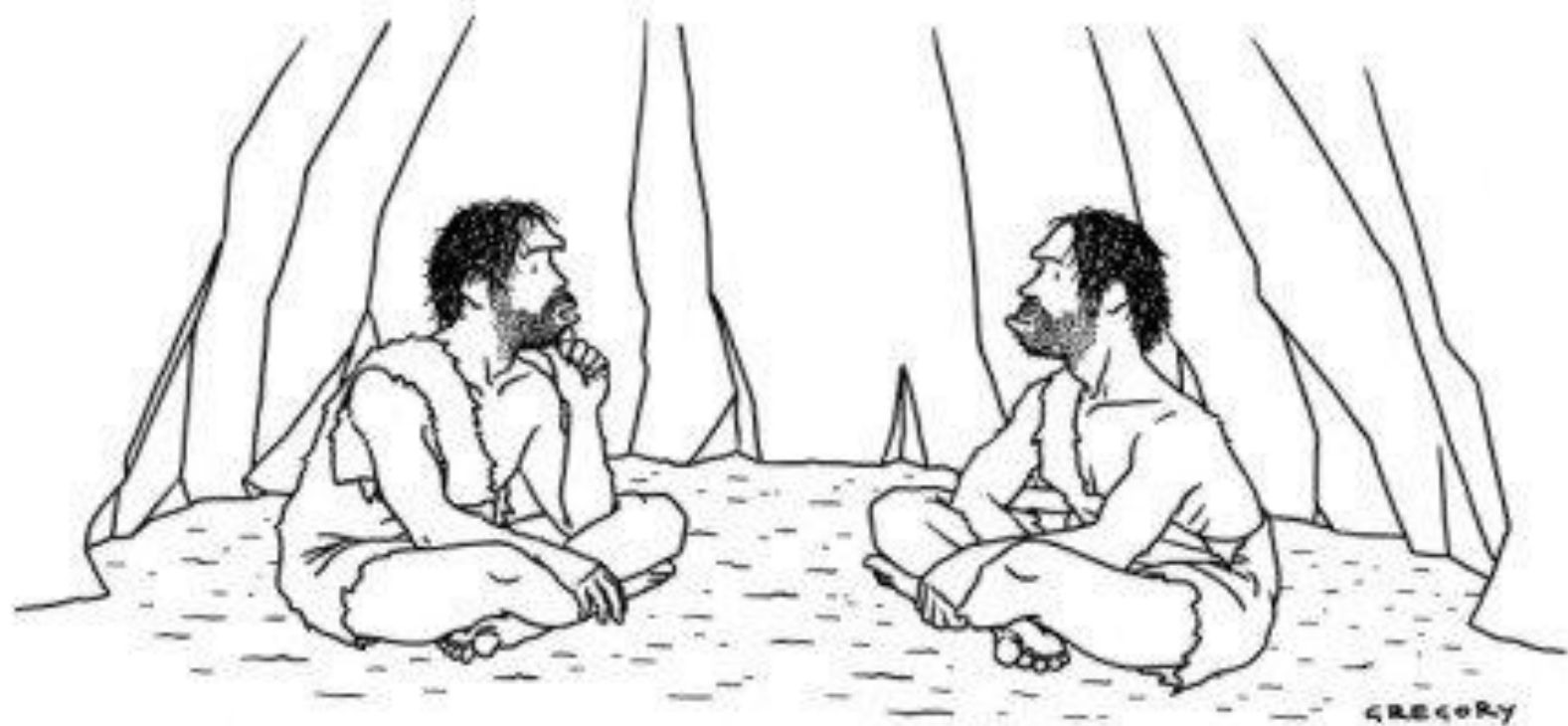
# CONCLUSIES

Er is **GEEN** klimaatcrisis.

Hernieuwbare energie **zonder fossiele back up** zal nooit voor de betrouwbare en betaalbare energievoorziening van een steeds ingewikkelder samenleving kunnen zorgen. Ook niet met lapmiddelen.

Het is **misdadig** om voor een groot deel van de wereldbevolking de energievoorziening in de waagschaal te stellen. **Energiearmoede** en **voedseltekort** met alle gevolgen van dien wordt onvermijdelijk.

Hoe voorkomen we dit **doemscenario**? Op langere termijn is **thorium kernenergie** de enige rationele energiebron, die in de volgende **40-50 jaar** op grote schaal ontwikkeld dient te worden.



*"Something's just not right—our air is clean, our water is pure, we all get plenty of exercise, everything we eat is organic and free-range, and yet nobody lives past thirty."*

CN  
COLLECTION

Dank voor uw aandacht



# Waarom Thorium MSR Kernenergie?

- 1 Inherent veilig
- 2 Thorium is afval, ruim voorradig en goedkoop
- 3 Vrijwel 100 % van alle thorium is bruikbaar
- 4 Lage druk reactor
- 5 Radioactief materiaal opgelost in gesmolten zout bad
- 6 Proof of principle beschikbaar (Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, rond 1970)
- 7 Kan snel gerealiseerd worden: China 2019-2023
- 8 Afvalprobleem (plutonium) 2 ordes kleiner dan bij uranium
- 9 Afval uit uraniumcyclus kan benut worden al neutronenbron in de thoriumcyclus
- 10 Kosten in NL zijn voor 2/3 een politiek-bureaucratisch bedenksel