



Kernenergie in de brede energiemix?

Frans Rooijers - directeur CE Delft



CE Delft

- Onafhankelijk onderzoek en advies sinds 1978
- Energie, Transport en Grondstoffen
- Economische, technische en beleidsmatige expertise
- 80 medewerkers
- Not-for-profit



Klanten



Bedrijven
(MKB, industrie,
transport, energie en
brancheorganisaties)



Overheden
(Europese Commissie,
Europees Parlement,
ministeries, provincies,
gemeenten, waterschappen)



NGO's

Energiehub in Zeeland zeer voor de handliggend!

- Veel industrie met hoge elektriciteitsvraag + flexmogelijkheden
- Aanlanding wind op zee
- Elektrolyzers voor H₂ productie
- Versterking transportnet elektriciteit
- Aansluiting op backbone H₂
- In PEH is dat dan ook vertrekpunt
- Productiemix elektriciteit kan op verschillende manieren
 - Nu vooral gericht op veel zon/wind, aan te vullen met CO₂-vrij regelbaar
 - Kernenergie kan onderdeel zijn van energiemix, ook CO₂-vrij regelbaar nodig



Mogelijke energievraag/mix 2050 (bron PEH)

	Nederland Energieland Regionale Sturing	Nederland Energieland Nationale Sturing	Nederland Energieland Europese Sturing	Nederland Energieland Internationale Sturing	Sterke Knopen Nationale Sturing	Sterke Knopen Europese Sturing	Zeer Sterke Knopen Kernenergie
Totale energievraag	1181 PJ	1319 PJ	1647 PJ	1735 PJ	1319 PJ	1647 PJ	1647 PJ
Elektriciteitsvraag	690 PJ	764 PJ	863 PJ	847 PJ	764 PJ	863 PJ	863 PJ
Waterstofvraag	121 PJ	266 PJ	421 PJ	494 PJ	266 PJ	421 PJ	421 PJ
Wind op zee	43 GW	72 GW	42 GW	38 GW	72 GW	42 GW	42 GW
Wind op land	20 GW	20 GW	10 GW	10 GW	20 GW	10 GW	0 GW
Zon op dak	59 GW	49 GW	23 GW	18 GW	59 GW	58 GW	58 GW
Zon op veld	66 GW	57 GW	34 GW	34 GW	48 GW	0 GW	0 GW
Elektrolyse	42 GW	51 GW	19 GW	16 GW	51 GW	19 GW	18 GW
Systeembatterijen	54 GW	53 GW	33 GW	29 GW	33 GW	33 GW	27 GW
Import	15 GW	15 GW	15 GW	15 GW	15 GW	15 GW	15 GW
Opslag H ₂	36 TWh	37 TWh	10 TWh	47 TWh	37 TWh	10 TWh	13 TWh
Opslag methaan	24 TWh	14 TWh	55 TWh	15 TWh	14 TWh	55 TWh	55 TWh
Kerncentrales	0 GW	0 GW	0 GW	0 GW	0 GW	0 GW	8 GW
Grote centrales	15 GWe	17 GWe	17 GWe	16 GWe	17 GWe	17 GWe	12 GWe
Piekc centrales)	18 GWe	18 GWe	19 GWe	18 GWe	18 GWe	19 GWe	16 GWe

- Elektriciteitsvraag neemt sterk toe
 - 700 - 900 PJ
 - Nu 400 PJ
- Waterstof vervangt aardgas deels
 - 100-500 PJ
- Scenario met 8 GW kernenergie
- 28 - 36 GW regelbaar vermogen
- Nieuwe analyses: nog hogere elektriciteitsvraag



Is kernenergie niet veel goedkoper?

- Vanuit diverse kanten komt kernenergie naar voren als alternatief voor zon/wind
- Thorium-reactor is de toekomst!
- Zon en wind zijn er niet altijd, dus we kunnen er nooit volledig de Evraag mee dekken

- Vergelijking op systeemniveau nodig,
 - hele jaarvraag,
 - alle fluctuaties,
 - elk moment moet er elektriciteit geleverd worden

- Verschil tussen mondiale conclusies en conclusies voor Nederland
 - Nederland heeft grote potentie voor wind op zee



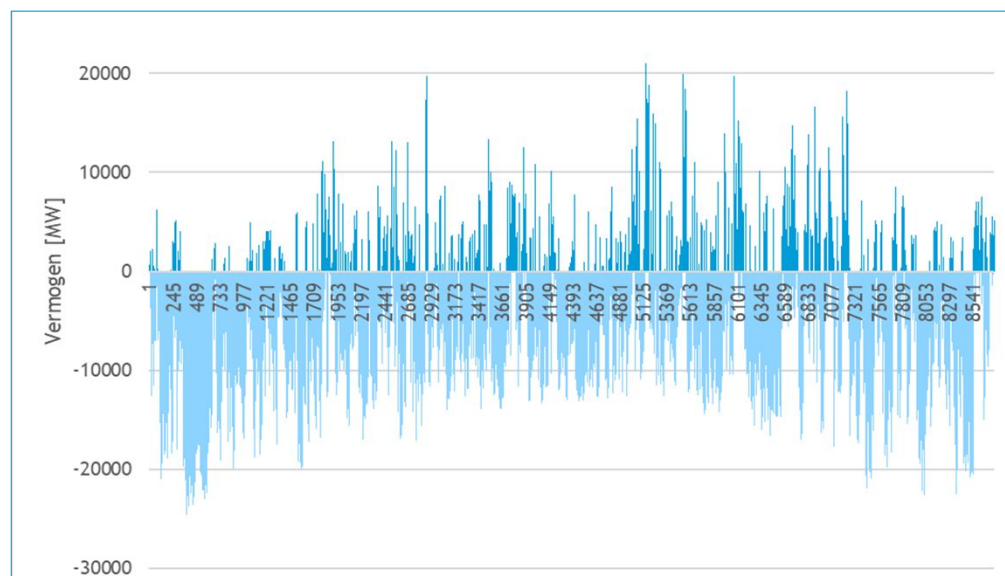
Huidige plannen kabinet

- Borselle blijft langer open dan 2033
- 5 miljard gereserveerd voor bouw kerncentrales (3,2GW?)
- *Kabinet zet de benodigde stappen voor de bouw van 2 nieuwe kerncentrales. Dat betekent onder andere dat wij marktpartijen faciliteren bij hun verkenningen, innovaties ondersteunen, tenders uitzetten, de (financiële) bijdrage van de overheid bezien, wetten regelgeving waar nodig in orde maken. Ook zorgen we voor veilige, permanente opslag van kernafval.*
- Maar ook:
- 21 GW wind op zee
- Nu al 16 GW zon



Jaarberekeningen door CE met Powerflex, 100% CO₂vrij

- 2030:
- 17 GW wind (€ct 5/kWh)
- 27 GW zon (€ct 7/kWh)
- Vraag - 130 TWh/25 GW
- 8 TWh overschotten
- 49 TWh tekort
- 11 TWh export



Naast zon en wind is aanvullend CO₂-vrije flex nodig

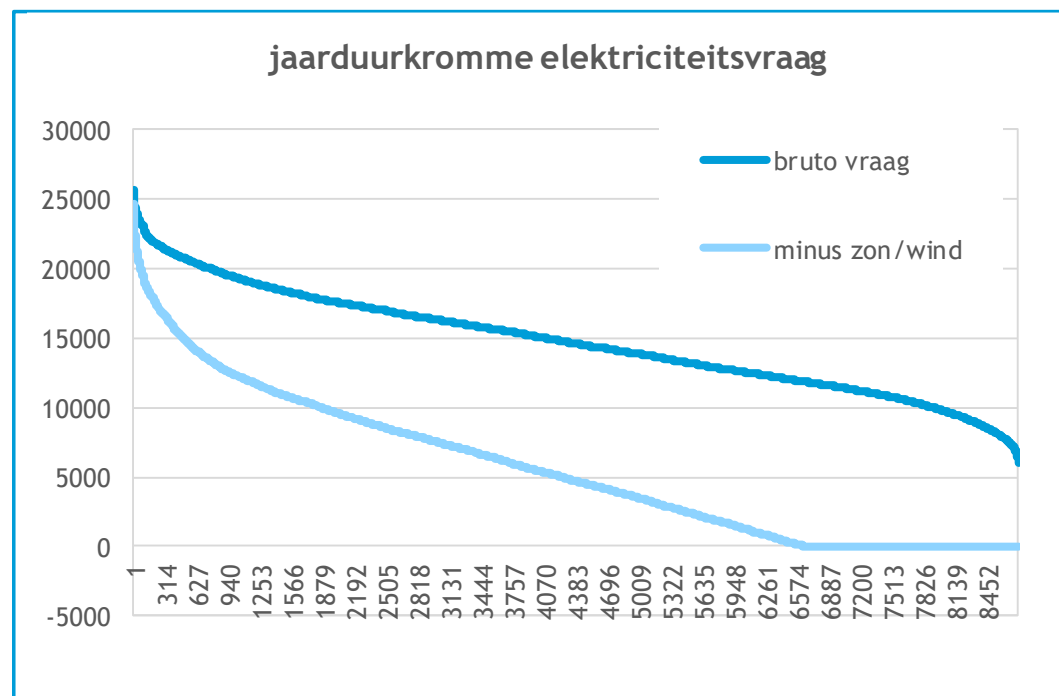
Vraag 130 TWh

Zon/wind leveren 80 TWh

Overschot 8 TWh

Aanvullend

- 49 TWh
- H₂-centrale, 25 GW
- Dure brandstof
- Weinig draaiuren
- Gemiddeld €ct 14/kWh



Totaal gemiddeld €ct 9/kWh

Waarom niet met kernenergie, veel goedkoper?

- Goedkoper dan H₂-centrale
- Kerncentrale draait volcontinu

Maar

- Kosten zijn hoog (EPR Finland, Frankrijk, Engeland, €ct 10/kWh, 8000 vollasturen)
 - Grote risico's business case >> zekerheid nodig van overheid
- Wie gaat EPR bouwen?
- Ongeval: zeer kleine kans, grote effecten
- Nog geen oplossing voor radio-actief afval
- Ook H₂-centrale nodig

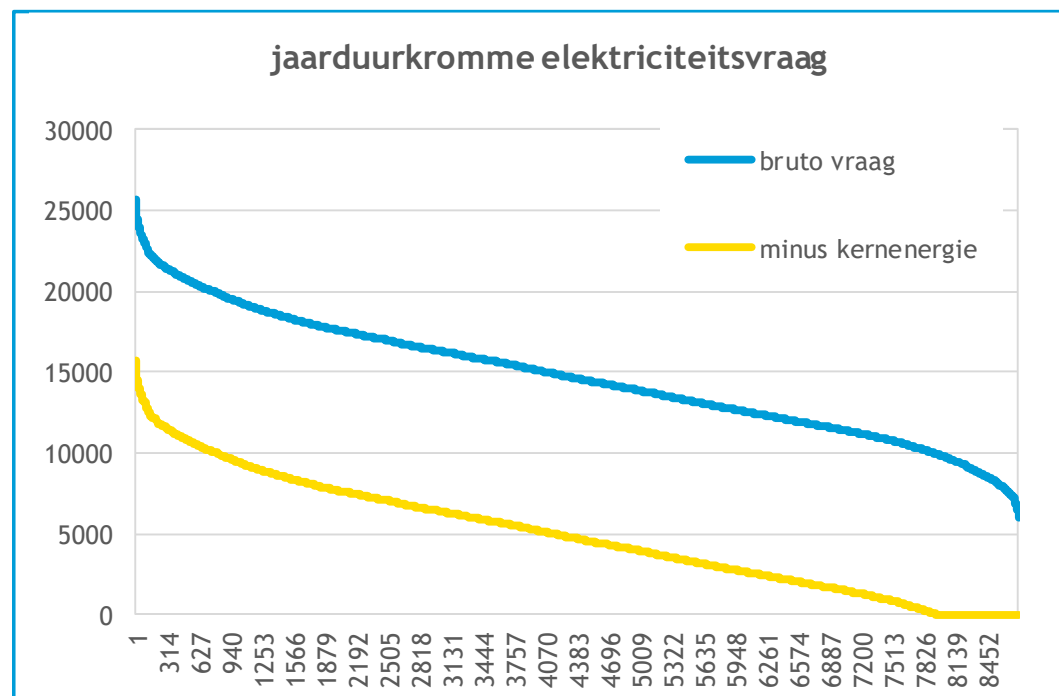


Berekening kernenergie + CO₂-vrije flex

- Kernenergie 9,8 GW, levert 85 TWh

Aanvullend

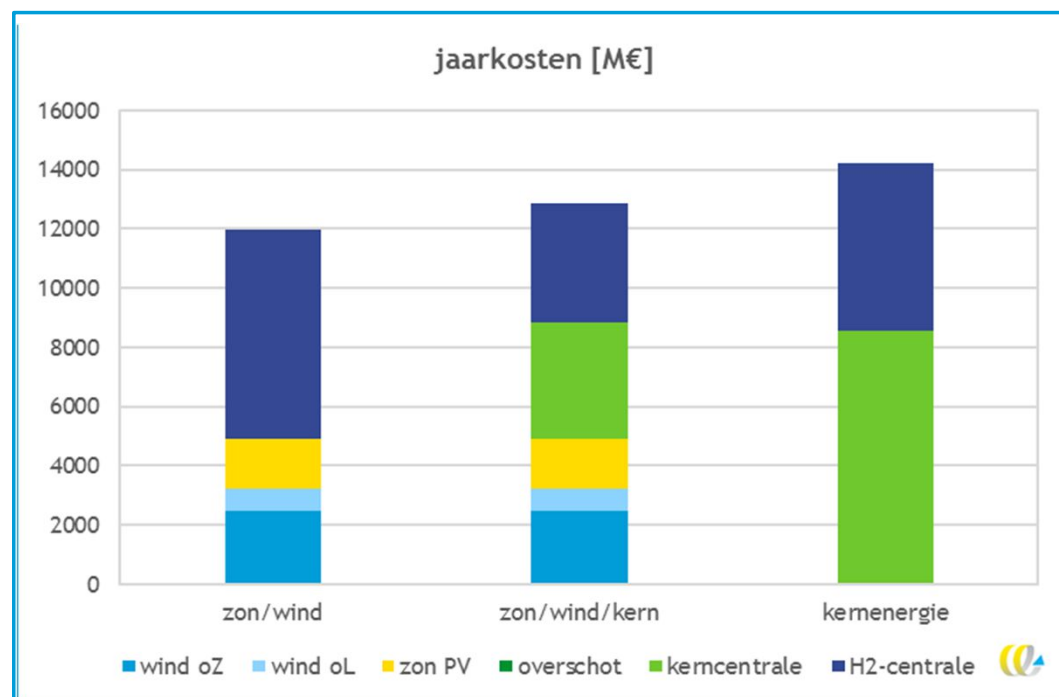
- Behoefte 44 TWh
- Op andere momenten dan zon/wind
- H₂-centrale, 15 GW
- Dure brandstof
- Weinig draaiuren
- Gemiddeld €ct 13/kWh
- Minder batterijen nodig



Totaal gemiddeld €ct 11/kWh

Kosten van volledig CO₂-vrije elektriciteitsvoorziening

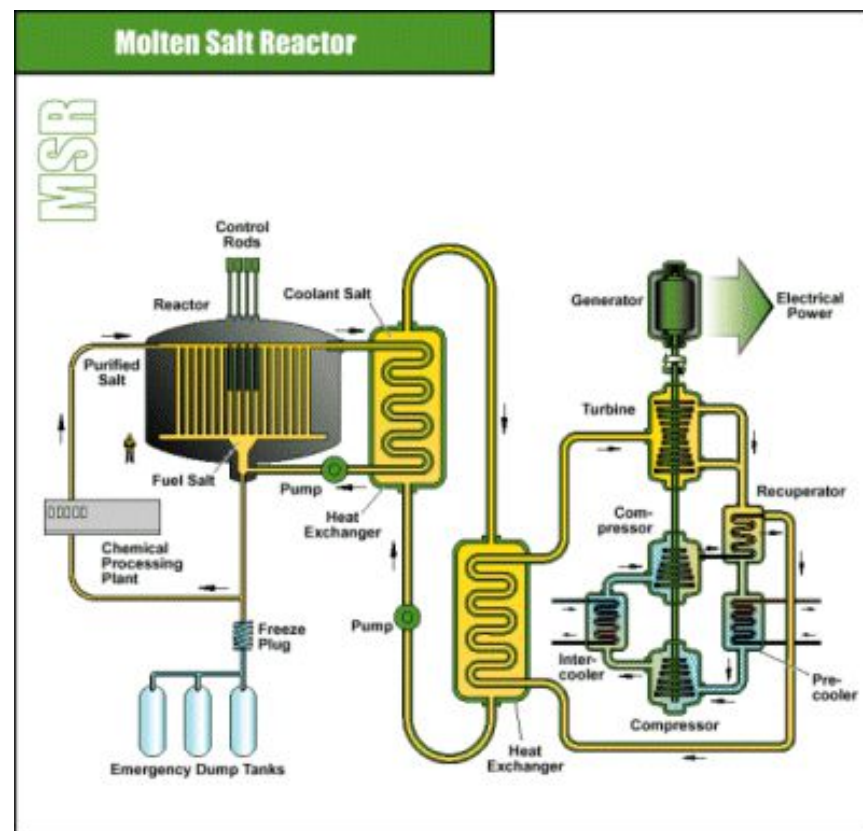
- Zon/wind/H₂
 - 70% Evraag door zon/wind,
 - 30% door H₂-centrales
 - 25 GW aan H₂-centrales, 49 TWh
 - Circa 9 €ct/kWh gemiddeld
- Kernenergie/H₂
 - 75% Evraag door kern,
 - 25% door H₂
 - 15 GW H₂-centrales, 44 TWh
 - Circa 11 €ct/kWh gemiddeld



Onzekerheidsmarges!

Maar hoe zit het dan met de Thorium-reactor?

- Brandstof ruim aanwezig
- Veiliger dan EPR - uranium
- Veel kortere halveringstijd radio-actief materiaal (300 jaar ipv 100.000 jaar), maar ook nog langdurig radio-actieve stoffen
- Nog in experimenteel stadium
- Commercieel beschikbaar op z'n vroegst 2040
- Kosten zijn nog onbekend



Conclusies

- Energiehub in Zeeland logische stap
- Ook kernenergie kan niet alleen de hele Evraag dekken
 - Andere momenten dan met zon/wind
- Zon 27 GW/wind 17 GW/25 GW H₂
 - 70% Evraag door zon/wind, 30% door H₂-centrales
- Kernenergie 9,9 GW/15 GW H₂
 - 75% Evraag door kernenergie, 25% door H₂-centrales
- 2 kerncentrales (3,2 GW) leveren 26 TWh per jaar (92 PJe)
 - Ongeveer 1/7 deel van elektriciteitsvraag 2030 (180-200 TWh)
 - Ongeveer 1/20 deel van de totale NL-energievraag (2000 PJ)
- Kernenergie komt er alleen met actieve steun (subsidie, garantie) overheid
- Thorium-reactor is nog ver weg, op z'n vroegst 2040, maar CO₂-emissie moet sneller naar 0



Bedankt voor uw aandacht

Meer informatie:

Frans Rooijers

- CE Delft
- Oude Delft 180
- 2611 HH Delft
- rooijers@ce.nl

Al onze publicaties: www.ce.nl

