



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

LUCTUR ET *ENÉRGEIA*



PROVINCIE ZEELAND

Dr. ir. J. van Berkel
HZ-University of Applied Sciences
30 juni 2017



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

DUURZAAMHEID

Brundtlandrapport Our Common Future (1987) (vrij vertaald) :

“Voldoen van **behoeften** van **huidige generatie**
én van de **volgende generaties.**”





Duurzaamheid vraagt:

1. 100 % gebruik van hernieuwbare energie (zon-wind-water-aarde):
 - a) Zonder (niet-recyclebare) afvalstoffen
 - b) Geen import en gebruik van fossiele brandstoffen.
 - c) Geen emissie van CO₂.
 - d) Geen gebruik van kernenergie en opslag van kernafval.

Ook: (niet voor vandaag)

2. Gesloten kringloop voor grondstoffen:
 - a) Geen import van grondstoffen voor industrie en bouw
 - b) Geen import van meststoffen voor landbouw
 - c) 100% hergebruik

3



Energieneutraliteit:

Gedefinieerd als:

“Jaarlijks binnen provinciegrenzen net zoveel duurzaam opwekken als er binnen die grenzen wordt gebruikt”

- “Energieneutraal”
- Jaarlijks binnen provinciegrenzen net zoveel duurzaam opwekken als wordt gebruikt.
- “Nul op de Meter”
- Jaarlijks netto nul energiegebruik van het net



$$E_{\text{netto}} = 0$$



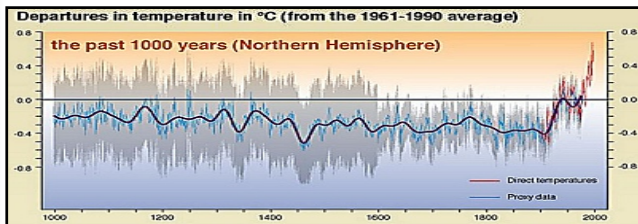
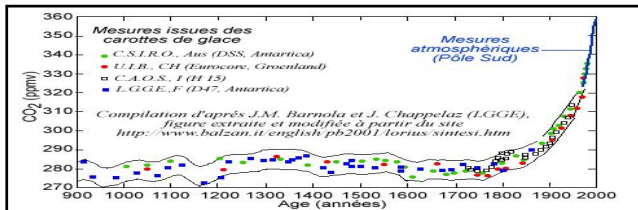
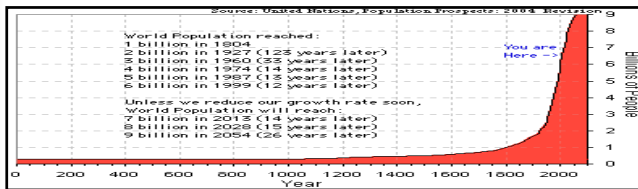
4



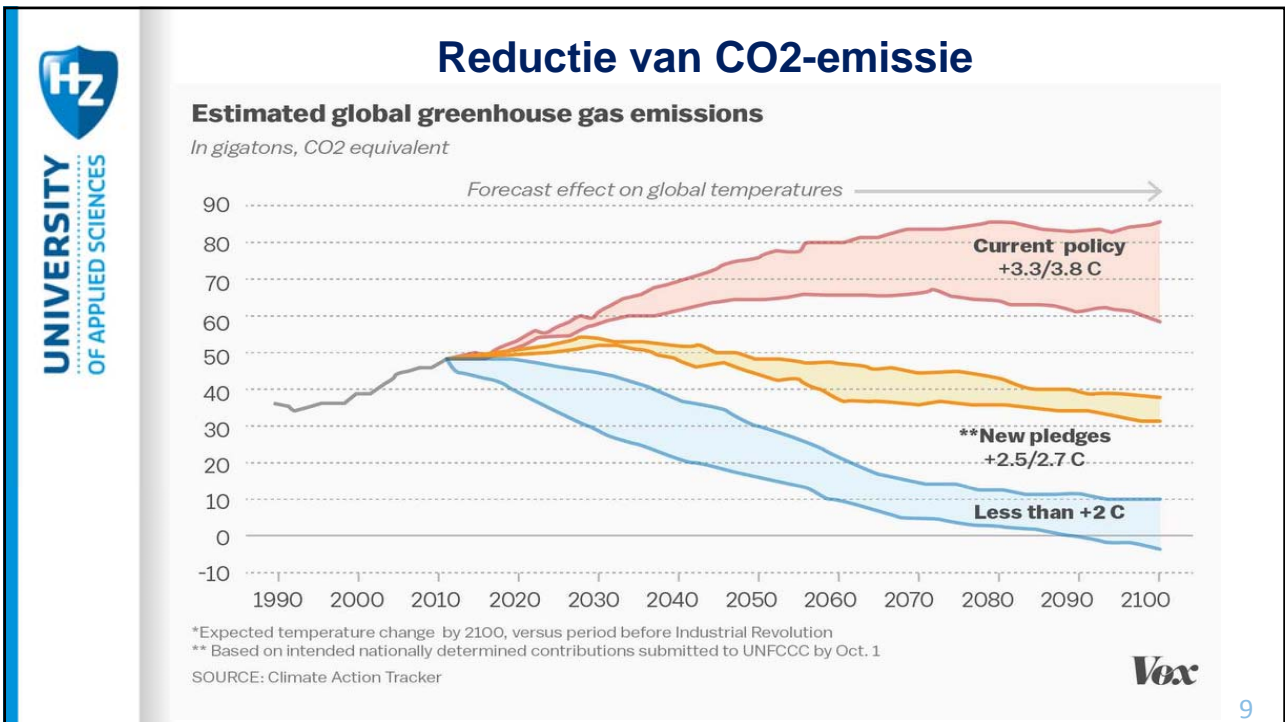
WAAROM WILLEN WE ENERGIENEUTRALITEIT?



KLIMAATVERANDERING



Rindt, SET, TU/e, 2014
<http://www.nieuwsblad.be>





UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

STRATEGIE "KOP IN HET ZAND" DIJK OM ZEELAND ≠ DUURZAAM



10



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

BELEID?

11



AKKOORD VAN PARIJS (2015)



Voor $T \uparrow < 1,5-2 \text{ }^\circ\text{C}$: 80-90% CO_2 reductie in 2050

12



IEDEREEN?



13



FOSSIELE (CARBOON) ENERGIE

300 – 360 MILJOEN JAAR GELEDEN

Wereld energieverbruik: = 16 TW = 16,000,000,000,000 W

= 380,000 liter olie per seconde (ong. inhoud van een klaslokaal)

W; kWh; MWh; GWh; TWh; J; kJ; MJ; GJ; TJ; PJ; EJ

Nieuwe eenheid:

Hoeveelheid energie die zon per jaar en per m² aarde instraalt:

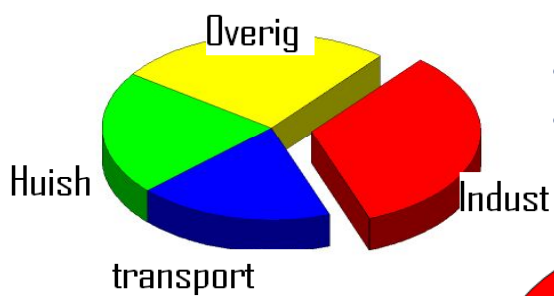


1 m²-zon (≈ 1000 kWh ≈ 100 liter benzine)

14

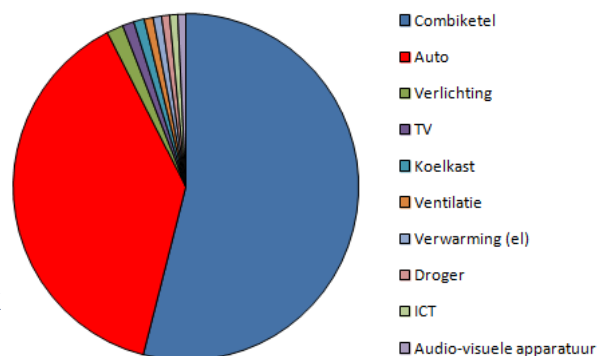


ENERGIEGEBRUIK VAN NEDERLAND



- Bruto gebruik: 900 km²-zon
- Finaal 600 km²-zon

Huishoudelijk gebruik
25 m²-zon



15



BELEID: DUURZAAMHEID

1. Nationaal Energieakkoord:
 - 5 % besparing in 2023.
 - 14% hernieuwbare energie in 2020.
 - 16% hernieuwbare energie in 2023.
2. Nationale Energie Agenda:
 - 80-95% CO₂ reductie in 2050.
3. Zeeland volgt nationaal beleid.

16



HOE GAAN WE DAT HALEN?

17



COMBINATIE VAN MAATREGELEN



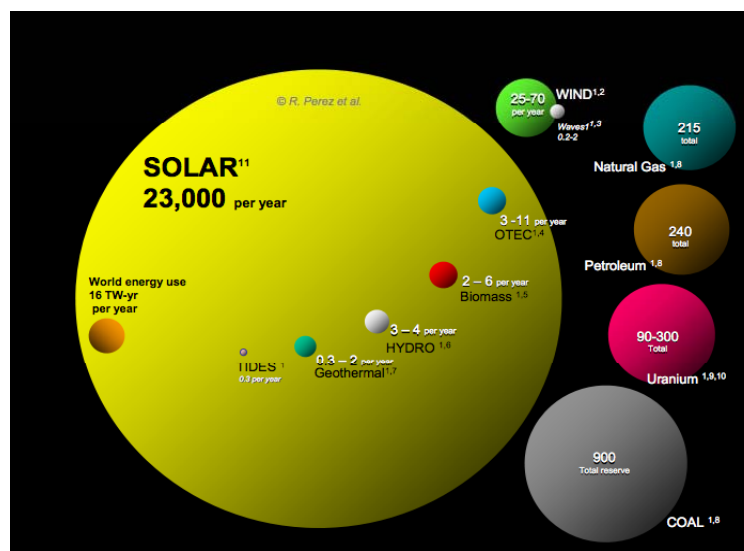
Trias Energetica

Duijvestein 1979, Lysen, 1996

1. Bespaar
2. Gebruik hernieuwbare energie
3. Gebruik fossiel voor restant, zo schoon mogelijk



VERVANGING VAN FOSSIELE ENERGIE DOOR HERNIEUWBARE ENERGIE: ER IS GENOEG!





ZITTEN WE OP SCHEMA?

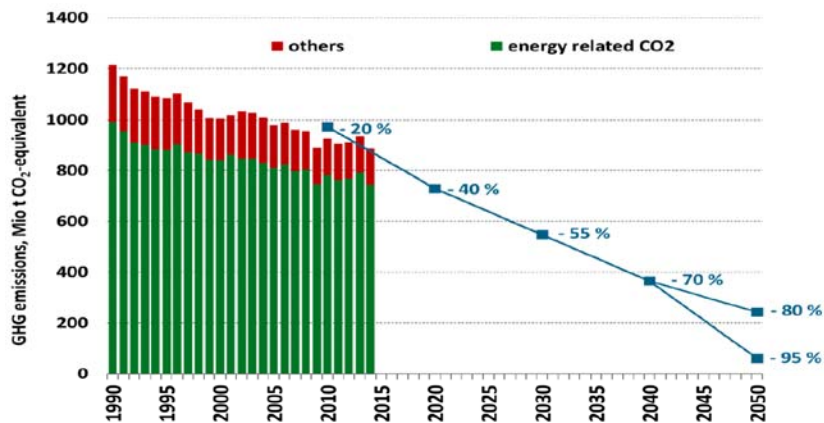
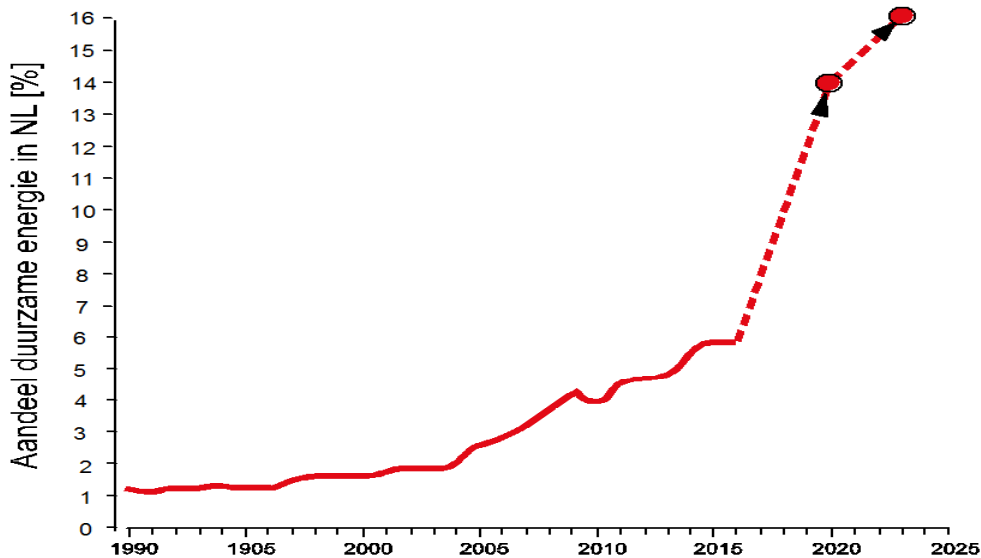


Figure 1: Greenhouse gas (GHG) emissions in Germany from 1990 till 2013, and target values up to 2050 (blue dots). Green bars represent energy-related CO₂ emissions, red bars other GHG emissions. Percentage reductions refer to the 1990 value

Ref:
The role of heat pumps in the transformation of national energy systems - Example Germany Philip Sterchele, Andreas Palzer, Hans-Martin Henning* HPC2017



HOE DOET NEDERLAND HET?



<https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/22/aandeel-hernieuwbare-energie-5-9-procent-in-2016>



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

WAT KUNNEN WIJ DOEN IN ZEELAND?

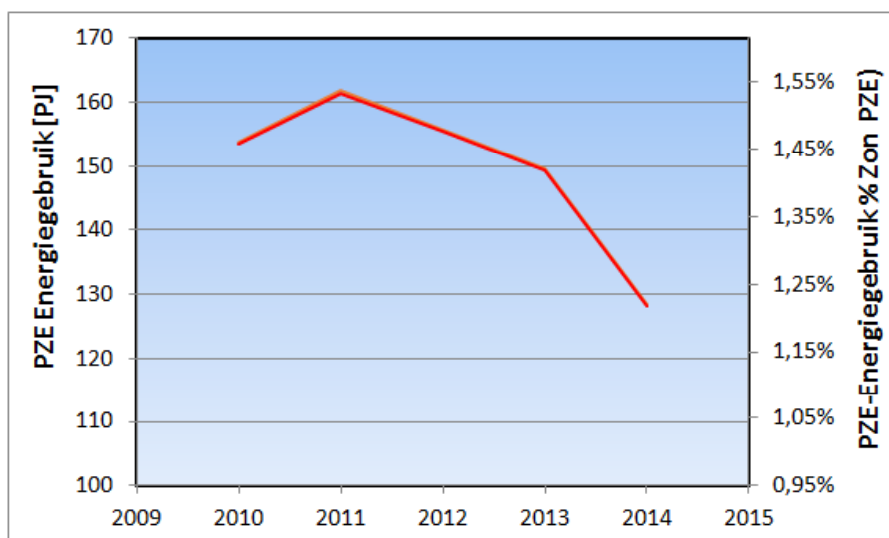


1. 1787 km² land, waarvan 1369 km² agrarisch
2. 1146 km² (water)
3. **Totaal 2933 km²**
4. Inwoners 381.182 (augustus 2015)



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Energiegebruik Prov. Zeeland*:

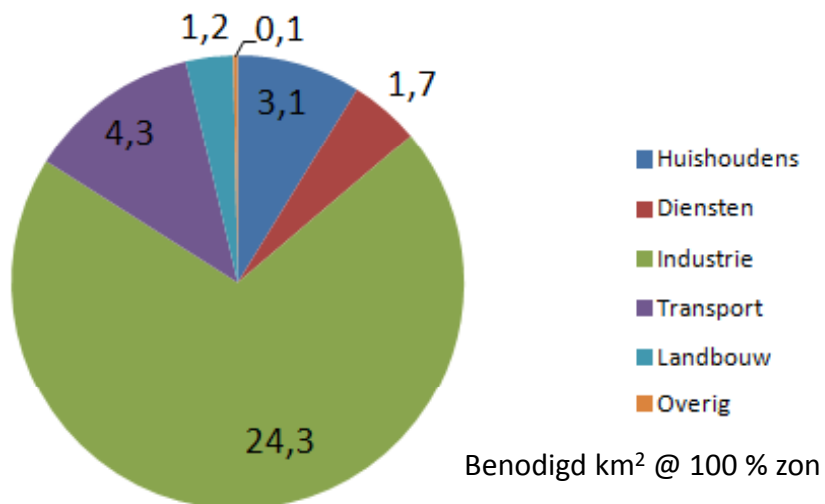


* www.klimaatmonitor.databank.nl



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Verdeling Energiegebruik Prov. Zeeland*:



ECN: Zeker Zeeland

25



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

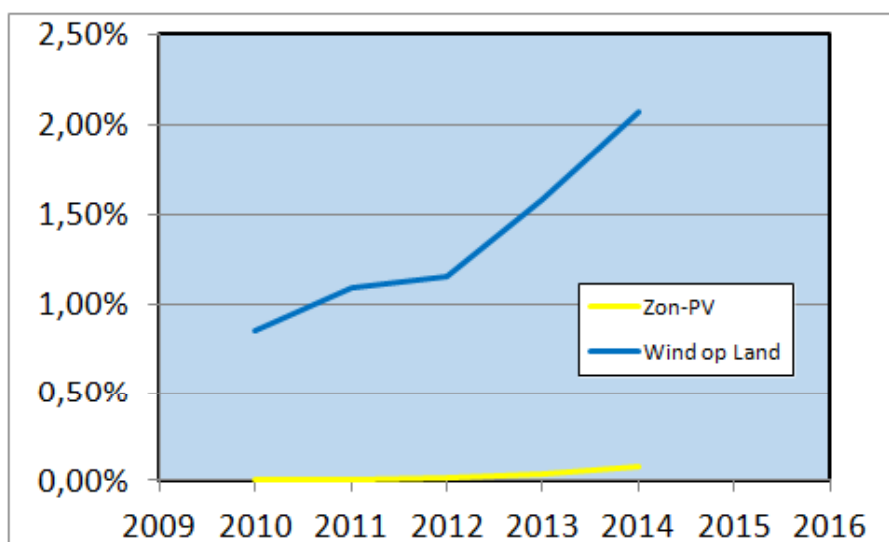
Industrie: Vooral Vlissingen en Terneuzen



26



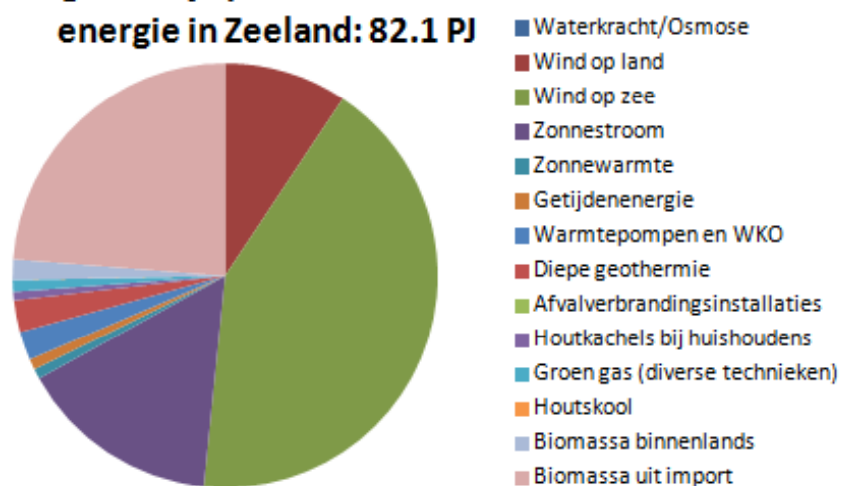
Aandeel Hernieuwbaar Prov. Zeeland*:


 * www.klimaatmonitor.databank.nl

27



Potentieel hernieuwbare Energie Prov. Zeeland*:

 Totaal langetermijn potentieel hernieuwbare
energie in Zeeland: 82.1 PJ


* ECN_Zeker Zeeland

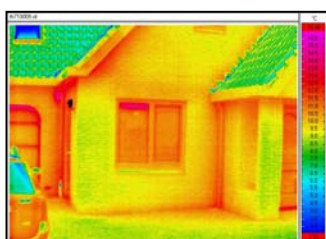
28



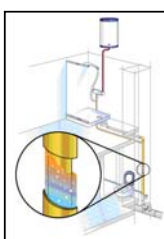
UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

HOE MAKEN WE ZEELAND DAN WEL ENERGIENEUTRAAL?

BESPAREN & OPWEKKEN IN DE GEBOUWDE OMGEVING



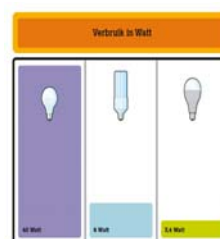
Warmtebeeld (lekken)
van woonhuis: **Isoleren**



Douche **WTW**



Ventilatie **WTW**
www.hetbinnenklimaat.nl



Zuinige lampen



www.zonnepanelen-advies.be



Dak-collector
www.triplesolar.nl



LW-Warmtepomp
www.ithodaalderop.nl



μ Warmte + kracht,
www.atag.nl

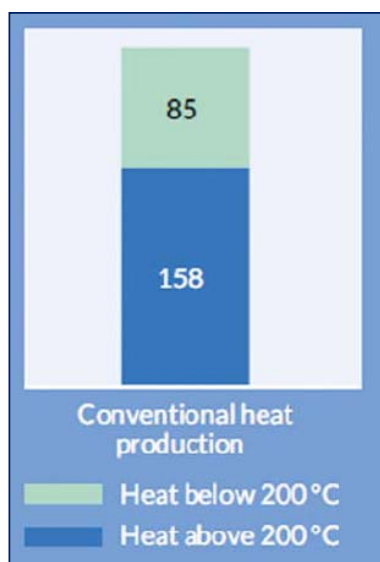


UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

DUURZAME ENERGIE IN DE INDUSTRIE (NL)

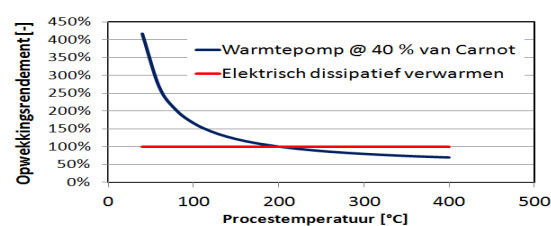


Dutch Heat Pump Journal / Voltachem

Warmte in de industrie:

1) < 200 °C, 35% van totaal

Warmtepomptechnologie



2) > 200 °C, 65% van totaal:

a) Elektrisch verwarmen.

b) Power-2-gas, liquids

H_2 , CH_2O_2 , NH_3 , CH_4 , Fe



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

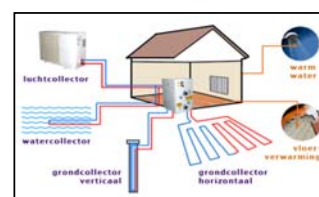
Duurzaam opwekken in Zeeland?



Zonneweide India: 10 km², 648 MW



Windturbines Flevoland.



<http://www.installatietechniek.nl>
erk.nl



Geothermie (ref. TU/e),



Water-energie (Ref. Care-lands)

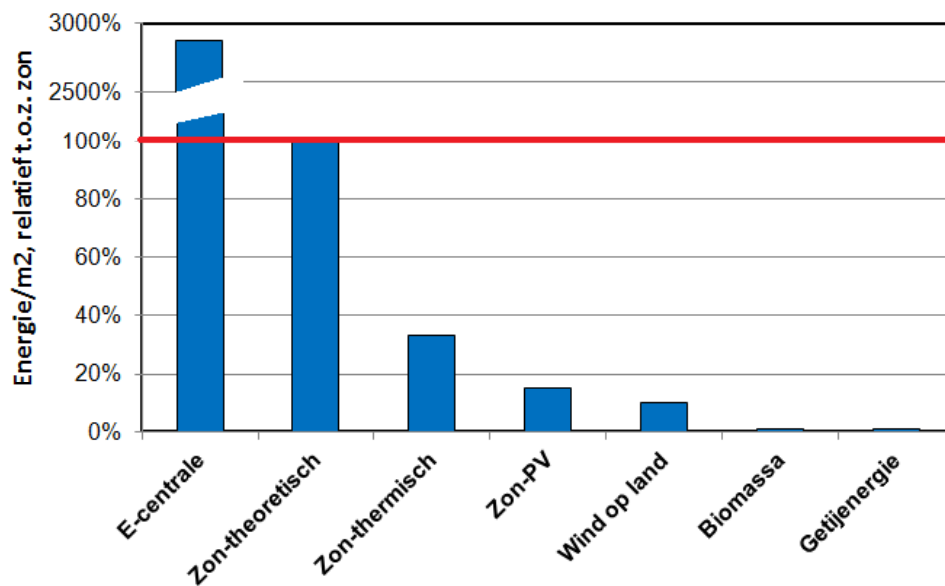


<http://wastetoenergysystems.com>



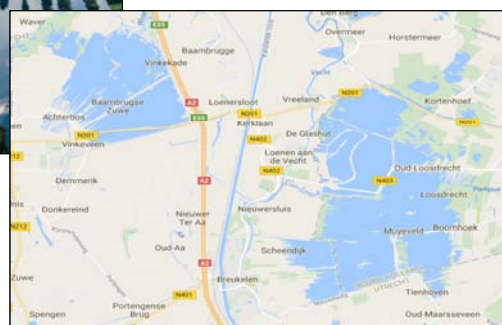
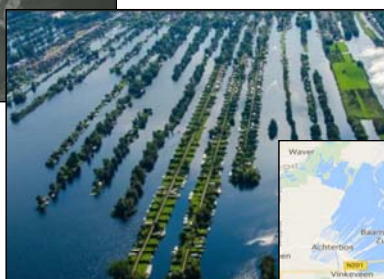
UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Duurzame opwekking vraagt oppervlak !



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Energielandschap vóór aardgas, olie en kolen



Vinkevenese+Loosdrechtse plassen:
1000 + 3600 ha = 15 PJ/jaar zon PV



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Energielandschappen

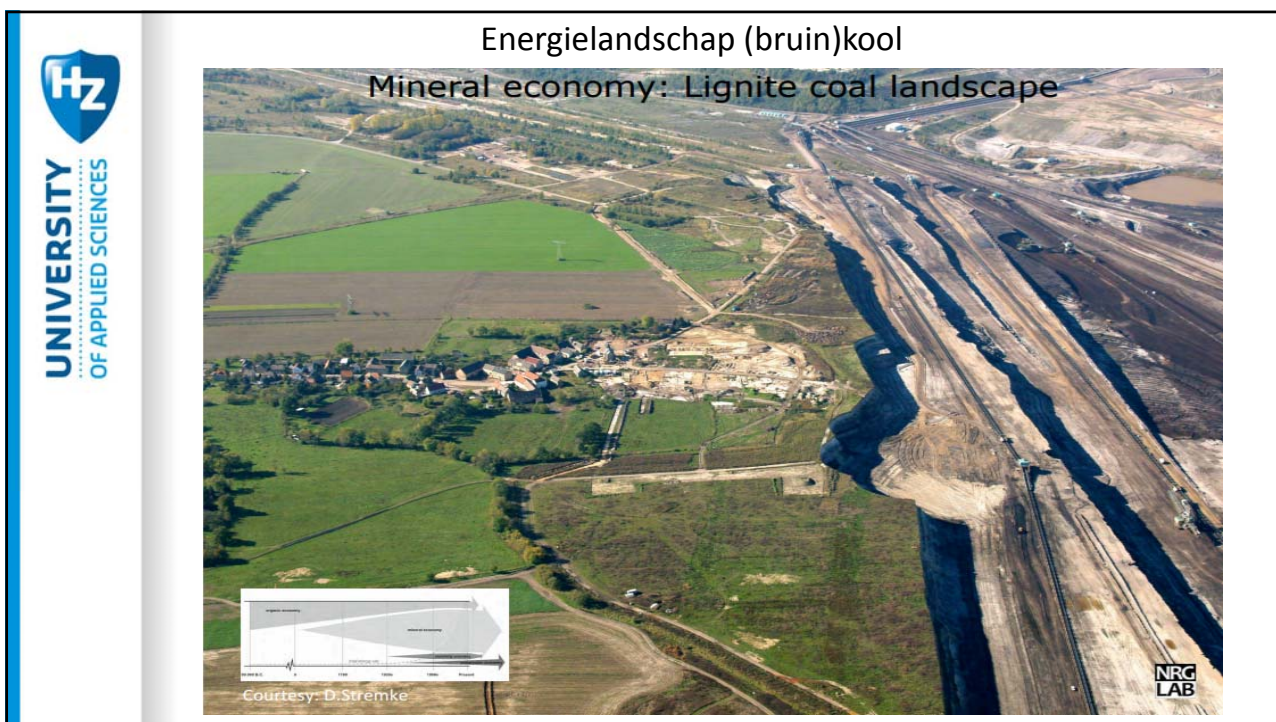
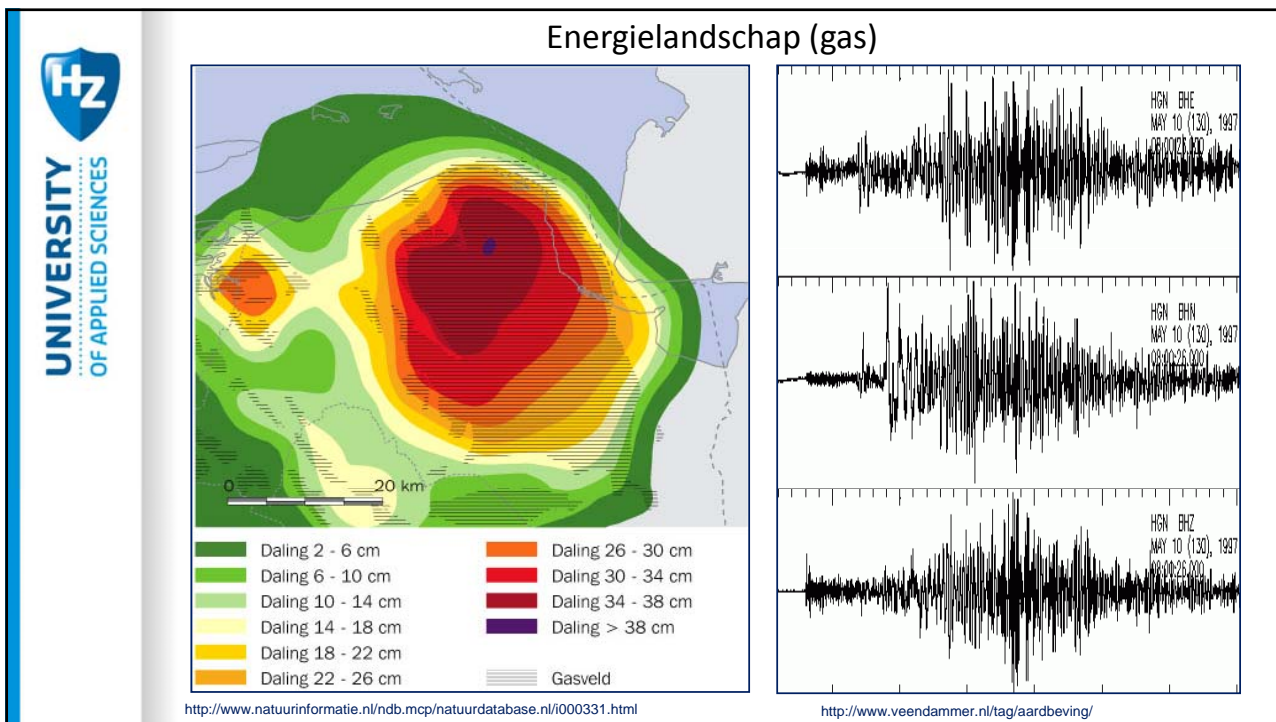


Energielandschap (olie)



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES







UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Al heel gewoon



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Energielandschap Productie van voedsel:



Zeeland landbouwgrond 1369 km²



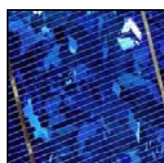
UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Landbouwgrond benutten voor productie van energie?



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Kan het?



200 km² Zon-PV

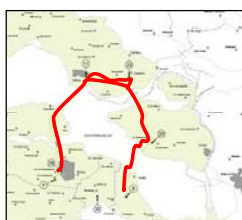
300 km² wind



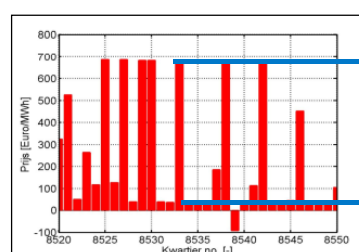
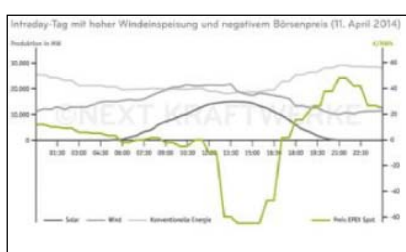


Transport van elektriciteit

1. Gelet op overbelasting van lokaal net:



2. Stabiël m.b.t. frequentie en spanning



68 ct/kWh

4 ct/kWh

46



Opslag van elektriciteit

Elektriciteit: Thermo-eletrisch & mechanisch: korte termijn:

1. Batterijen
2. Gepompt water, lucht
3. Warmte



Elektriciteit: Chemisch; Korte + lange termijn:

1. Power-2-Gas, liquids:

- H_2
- CH_2O_2
- NH_3
- CH_4
- Fe



Magnumcentrale Nuon

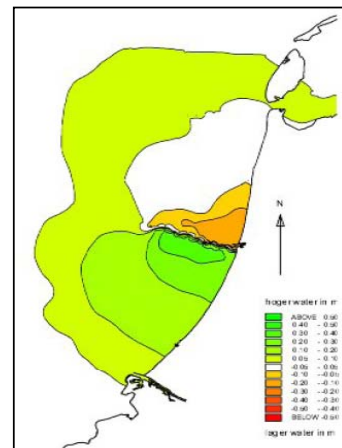
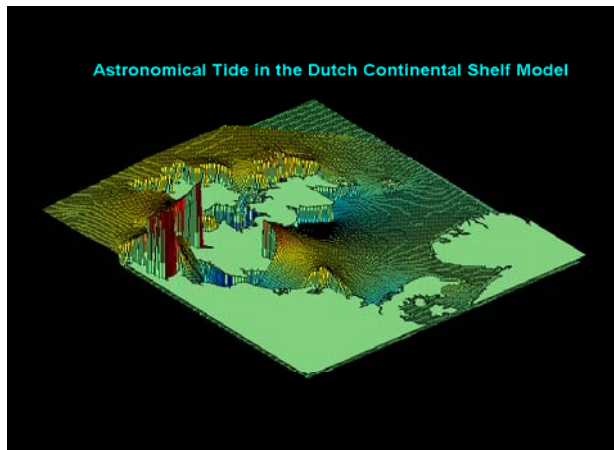

<http://sysla.no>



BIJZONDERE (DELTA) TECHNIEKEN



DELTA TECHNIEK I: DYNAMIC TIDAL POWER





UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

DYNAMIC TIDAL POWER



DTP-dam kop van Schouwen

Artist's Impression: Swansea Bay Tidal Lagoon

- ~ 40 km lengte
- 2000 turbines elk 2 MW
- ~ 4 GW, 30 PJ/jaar
- ~ 40 miljard Euro, 4 ct/kWh

Vraagt groots denken; Nog grote vragen

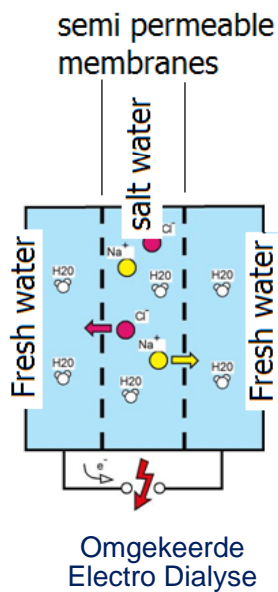


UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES


DELTA TECHNIEK II: ZOET-ZOUT-ENERGIE



Waar zoet- en zout water mengen komt energie vrij.



Energiepotentieel
280 meter:
Praktisch 1 MW/m³/s




UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES


Zoet-Zout-Energie



1. 1000 m³/s zoet, 1000 m³/s zout.
2. 1000 MW elektriciteit.
3. 32 PJ/jaar (60 km²-zon-PV)
4. Nog veel ontwikkeling nodig.

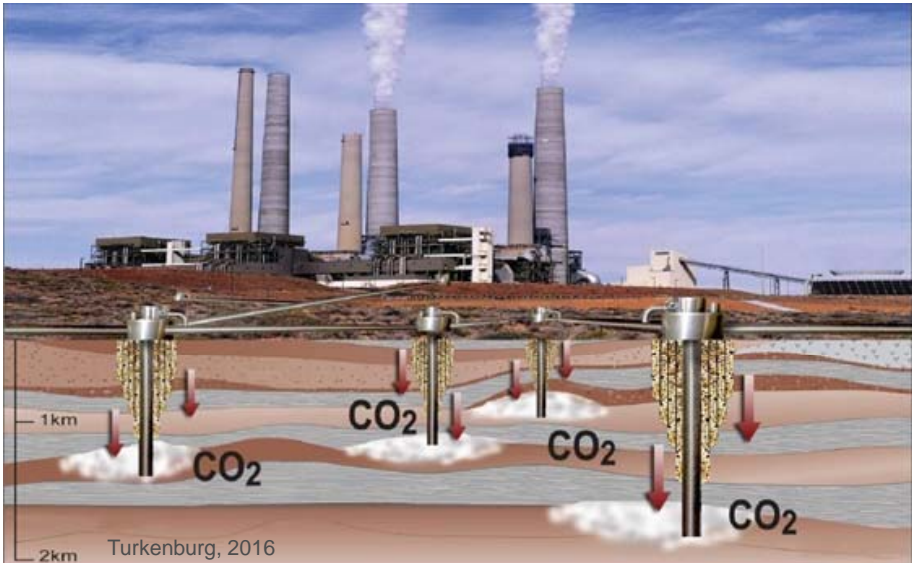


<50 kW Blue Energy Afsluitdijk



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Intermezzo: Als het niet snel genoeg gaat:
Fossiel met opslag van CO₂ in de grond.



Turkenburg, 2016



AFWEGINGSKADERS?

Opties afwegen op basis van ?:

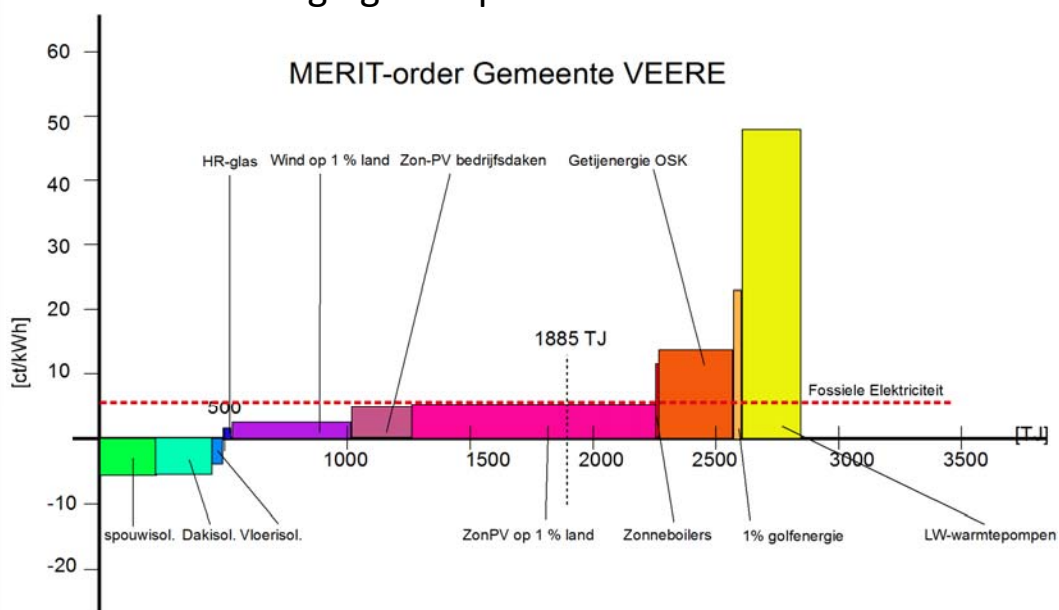
- 1) Energiepotentieel & kosten.
- 2) Impact op leefomgeving, ruimtebeslag.
- 3) Stand van de techniek.
- 4) ...

Pragmatisch:

Niet wachten tot morgen; Kijken wat nu al mogelijk is



Afweging naar potentieel en kosten





Technische voorbeelden Schouwen Duiveland:

Techniek		[TJ]	% van 1510
Zonneboilers	10000 woningen 3 GJ/stuk	30	2%
PV op alle woningen	10000 woningen, 20 m2 opp. 15 %	97	6%
Warmtepompen woningen	10000 woningen, QH;dis;an =20 GJ, SFP=4	150	10%
Getijcentr. Brouw. dam	20 MW, 2500 uur	180	12%
Diepe Geothermie	1 doublet, 200 TJ per stuk	200	13%
Getijcentr. OSK	Hammen + Schaar, 31 gates x 1,2 MW	335	22%
PV op alle bedrijfsdaken	100 daken van elk 100 x 100 m2 15 %	486	32%
Wind op land, 2e Krammer	34 turbines van 3 MW	1165	77%
Zonneparken	1 % van opp. (25 parken Zierikzee)	1242	82%
Golfenergie	21 km Noordzeestrand x 10 kW/m x 20 %	1325	88%
Blue Energy (RED)	1000 m3/s @ Philipsdam	31536	2088%

56



NOG GEEN CONCLUSIES:

STELLINGEN

58



Ambitie en kansen:

1. De provincie Zeeland kan energieneutraal worden, als ze dat wil.
2. Dat vraagt nogal wat: 15-20 % van de landbouwgrond moet worden ingezet voor energiewinning.
3. Energieneutraal binnen de provinciegrenzen is wel lastig; Beter is duurzame energie elders opwekken (Noordzee, Sahara) en hier gebruiken.
4. Maar daar heeft de provincie geen zeggenschap: We zullen het binnen onze grenzen moeten oplossen.
5. Streven naar energieneutraliteit is niet genoeg, het moet fossielvrij!
6. Maar nog liever eerst de kerncentrale de provincie uit.

59



De rol van de overheid:

1. De energietransitie moet van onderaf gebeuren (door burgers en bedrijven). Overheden moeten initiatieven (b.v. zonneweides) ruimtelijk ondersteunen.
2. De overheid moet juist wel regisseren: Voorbeeld: eisen stellen aan duurzaamheid van recreatiewoningen.

Economie: Wie gaat dat betalen?

1. De duurzame-energietransitie creëert netto waarde.
2. Bedrijven moeten hun deel van de energietransitie betalen (burgers idem).
3. Energieneutraal Zeeland kan nog steeds economisch groeien.

60



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

JACOB VAN BERKEL
LECTOR DUURZAME ENERGIE IN DE DELTA
HZ-UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

61