

NL Energie Transitie Model.

(techniek, conversies, opslag, implementatie)

Johan van Ravenhorst (Universiteit Twente)

&

Rob de Bree (Adviesburo Siderea)

Energietransitie (howto).

- Inventariseer fossiel energieverbruik
- Bepaal conversierendementen
- Introduceer buffers (opslag)
- Bepaal benodigd vermogen (wind en zon)
- Ontwerp een aangepast distributienet

Energieverbruik.

Omzetting fossiel → nuttig.

nuttig ← hernieuwbaar Omzetting

	primair verbruik %	primair verbruik PJ	rendement omzetting %	nuttig verbruik PJ	rendement omzetting %	primair verbruik PJ	primair verbruik %	
Inzet Totaal	100%	2700	67%	1821	71%	2553	100%	Inzet Totaal
Electriciteit	35%	945	43%	406	90%	452	18%	Electriciteit
Warmte	47%	1269	100%	1269	86%	1477	58%	Warmte
Transport	18%	486	30%	146	23%	624	24%	Transport

Primair verbruik is exclusief niet-energetisch verbruik (bijv. aardolie → kunststoffen).

Bronnen: StatLine CBS, Compendium Leefomgeving.

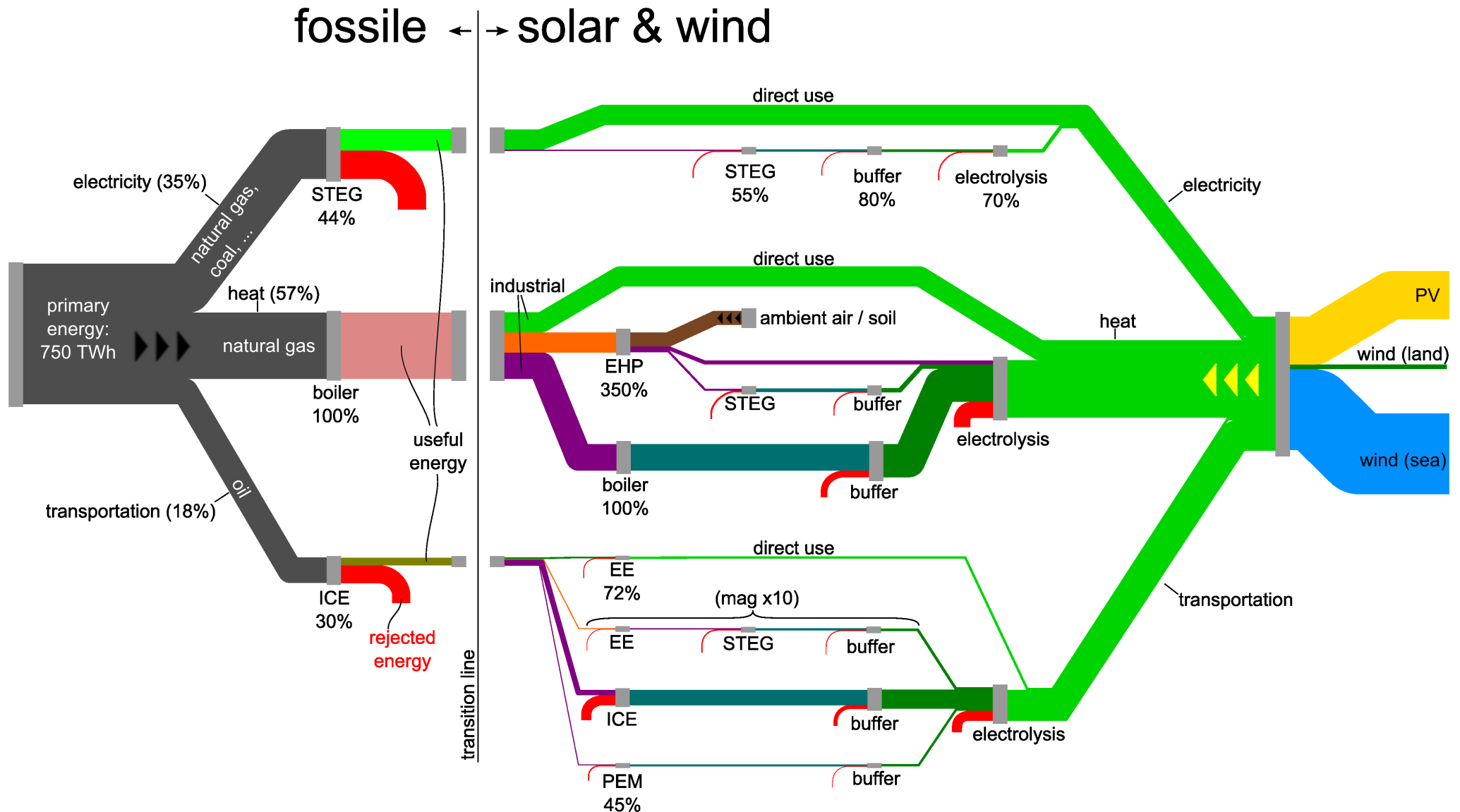
Bewezen technologie.

technology	energy conversions	efficiency
SOLARPOWER	daylight to power	19%
WINDPOWER	wind to power	30%
ELECTROLYSIS	power to gas	70%
ICE (H2)	gas to mobility	35%
EHP	power to heat	350%
H2 STORAGE	storage of gas	80%
STEG (H2)	gas to power	55%
EE	power to mobility	72%
PEM (H2/EE)	gas to power OR power to gas	45%

Bronnen conversierendement: specificatiebladen fabrikanten, Wikipedia, Siderea.

Energiestromen (Sankey diagram)

NL Annual Energy Use



Benodigd vermogen. (wind en zon)

Transitie op basis van Wind en Zon.

	primaire productie PJ	primaire productie Twh	specifieke productie Gwh/km2	benodigde ruimte km2	benodigde ruimte %NL	benodigd vermogen GW	verdeling vermogen %
Zonnestroom	919	255	170	1501	4%	284	36%
Wind op Land	82	23	58	394	1%	13	3%
Wind op Zee	1552	431	130	3327	10%	160	61%
Totaal	2553	709	357	5222	15%	456	100%

Huidig opgesteld (fossiel) e-vermogen bedraagt ~25GW.

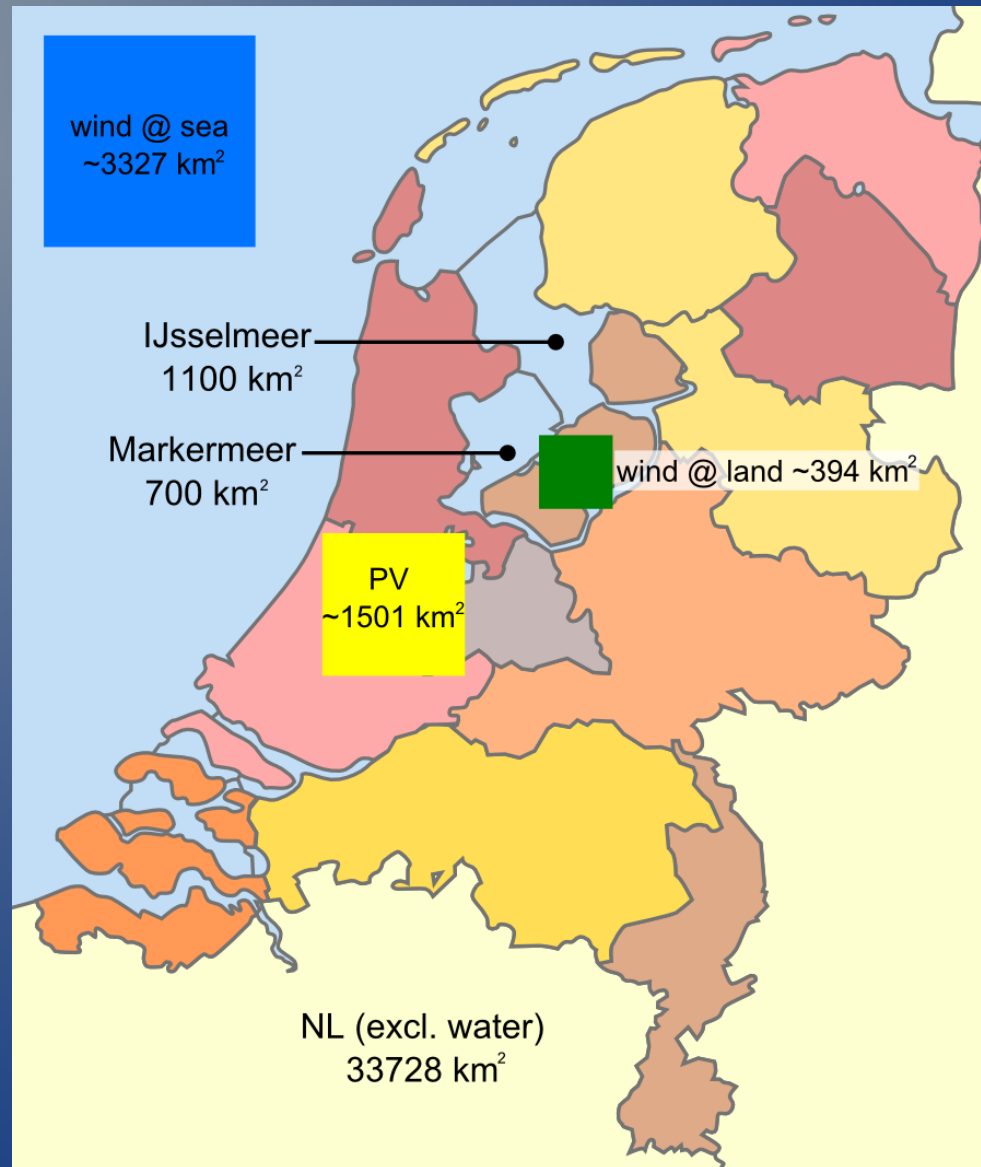
Wat hebben we nodig voor een transitie naar wind en zon?

- 60.000 windturbines* → 173 GW
- 850 miljoen zonnepanelen** → 284 GWp
- Benodigd landoppervlak 5% (NL)
- Benodigd zeeoppervlak 10% (NL)

*) Enercon E82, 2MW turbines op land, 3MW turbines op zee

**) Sunpower X21-335 zonnepaneel

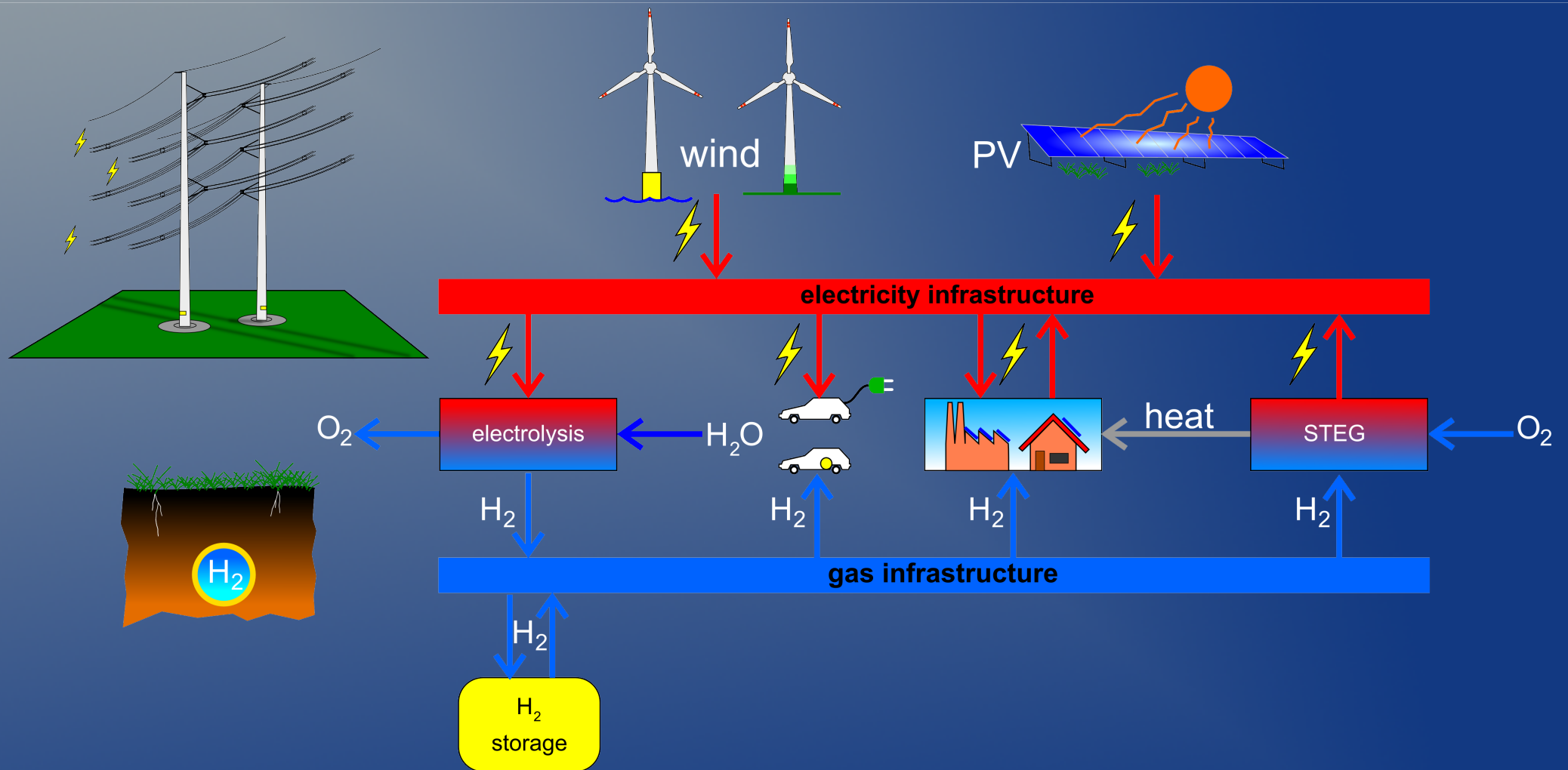
Benodigd oppervlak.



Implementatie.

- Transportcapaciteit hoogspanningsnet 4GW → 35GW
- Transportcapaciteit gasnet (voldoende?)
- Gasopslag in zoutcaverns/lege gasvelden
- Bouw van grootschalige waterstoffabrieken
- Opschalen van het regelvermogen (onbalans)

Het distributie/koppelnet.



Referenties: Schlumberger, 2014, "Hydrogen-based Energy Conversion"
Tetzlaff, 2013, "Mit Wasserstoff Infrastruktur die Energiekosten senken"

Informatie ETM v3.2

Transitieberekening te downloaden:
<http://www.siderea.nl/transitie/transitie.zip>

Reacties/vragen:
Johan van Ravenhorst – johan@vanr.nl
Rob de Bree – info@siderea.nl