



# Levenscyclusanalyse (LCA) van groene waterstofproductie en transport

ROTTERDAM , 19 JUNI 2024

Dr. Kiane de Kleijne  
Technology, Innovation and Society group, TU/e  
Department of Environmental Science, RU

Radboud Universiteit

**TU/e** EINDHOVEN  
UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY

## Inhoud\*

- Wat is levenscyclusanalyse?
- Klimaatvoetafdruk productie groene waterstof
- Klimaatvoetafdruk transport groene waterstof
- Hoofdboodschappen

\*Op basis van mijn proefschrift 'The Paris compatibility of green hydrogen, and carbon capture and utilisation technologies'



## Levenscyclusanalyse (LCA)

Milieukundig boekhouden: kwantificeren van alle broeikasgasemissies of milieu-effecten van een product of een proces.

Alle *broeikasgasemissies* in hele keten:

- Energiegebruik
- Materiaalgebruik
- Dus meer dan alleen waterstofemissies

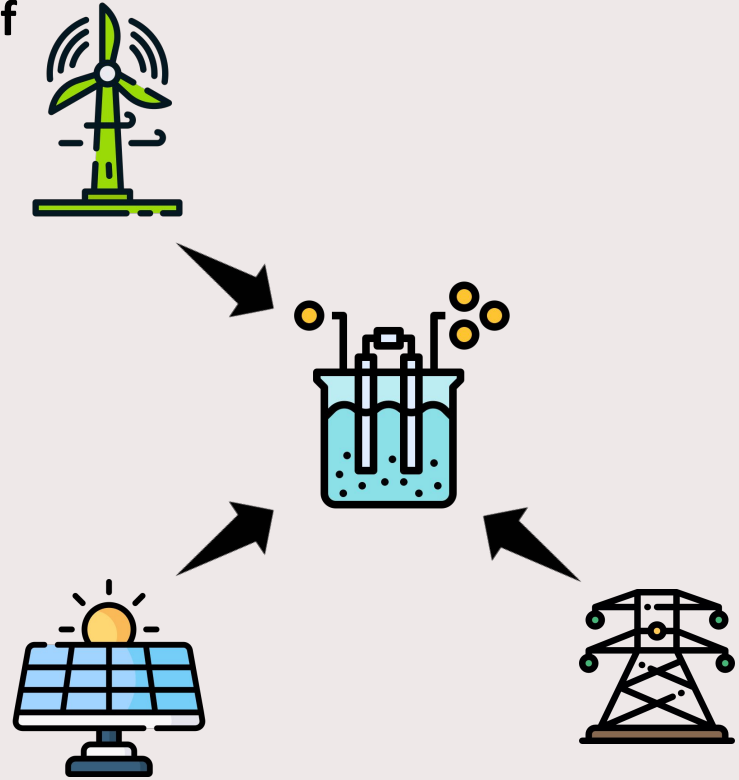
**Klimaatvoetafdruk**



## Klimaatvoetafdruk productie groene waterstof

Hangt af van:

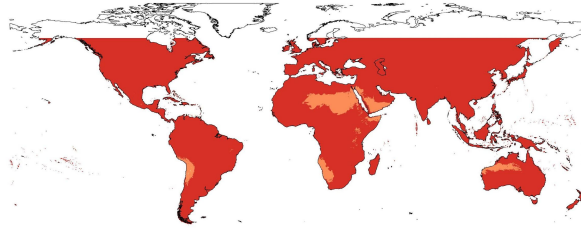
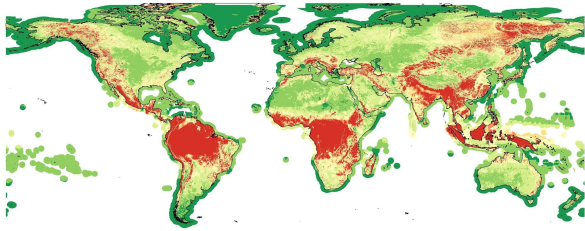
- Elektrolyser type
- Elektriciteitsbron
- Connectie aan het elektriciteitsnet
- Locatie
  
- Niet meegenomen: waterstofemissie



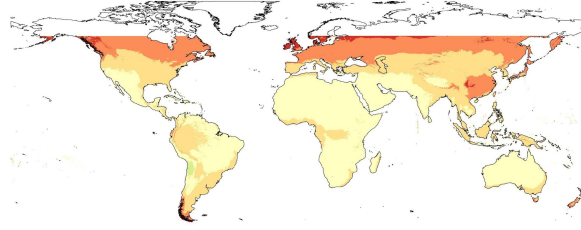
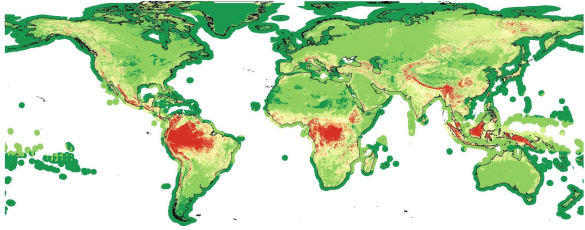
# Wind

# Zon

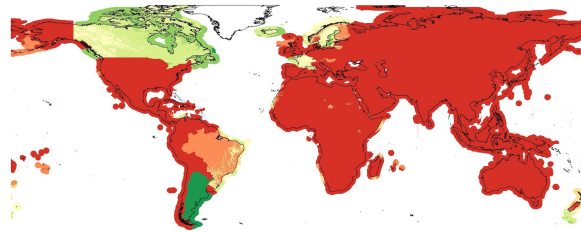
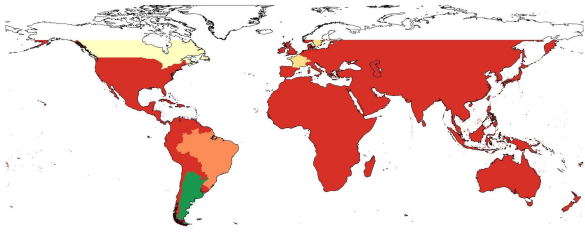
Autonoom



Net-gekoppeld



Hybride



Klimaatvoetafdruk productie (2030) (kgCO<sub>2</sub>-eq/kg H<sub>2</sub>)



- Productie op zonnige locaties heeft een lagere klimaatvoetafdruk dan op minder zonnige locaties.
- In de toekomst wordt de productie-klimaatvoetafdruk lager.

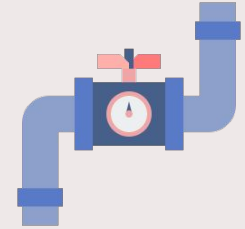
## Klimaatvoetafdruk transport groene waterstof

Hangt af van:

- Vervoersmethode
- Afstand
- Klimaatvoetafdruk productie

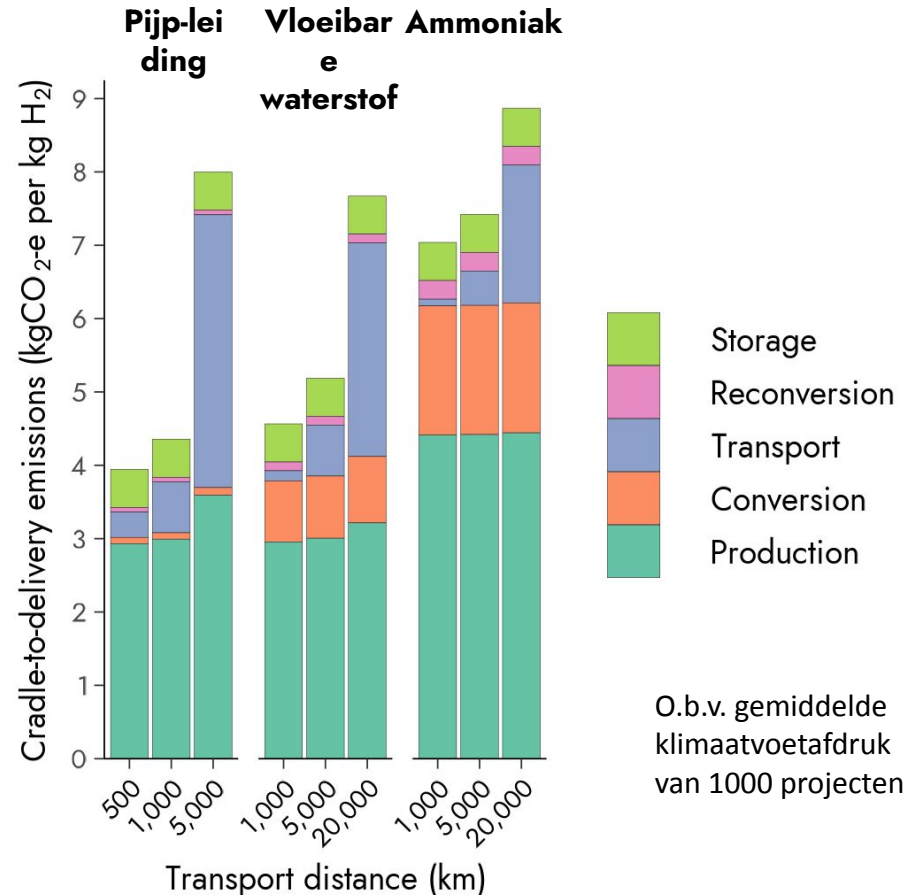
Waterstofemissie meegenomen bij:

- Vloeibare waterstof: vloeibaar maken, inladen, uitladen, boil-off gas/verdampingsgas bij verschepen; (tijdens opslag wordt het opnieuw vloeibaar gemaakt)
- Pijpleidingen: lekkage/verlies bij compressorstations
- Deels afhankelijk van transportafstand



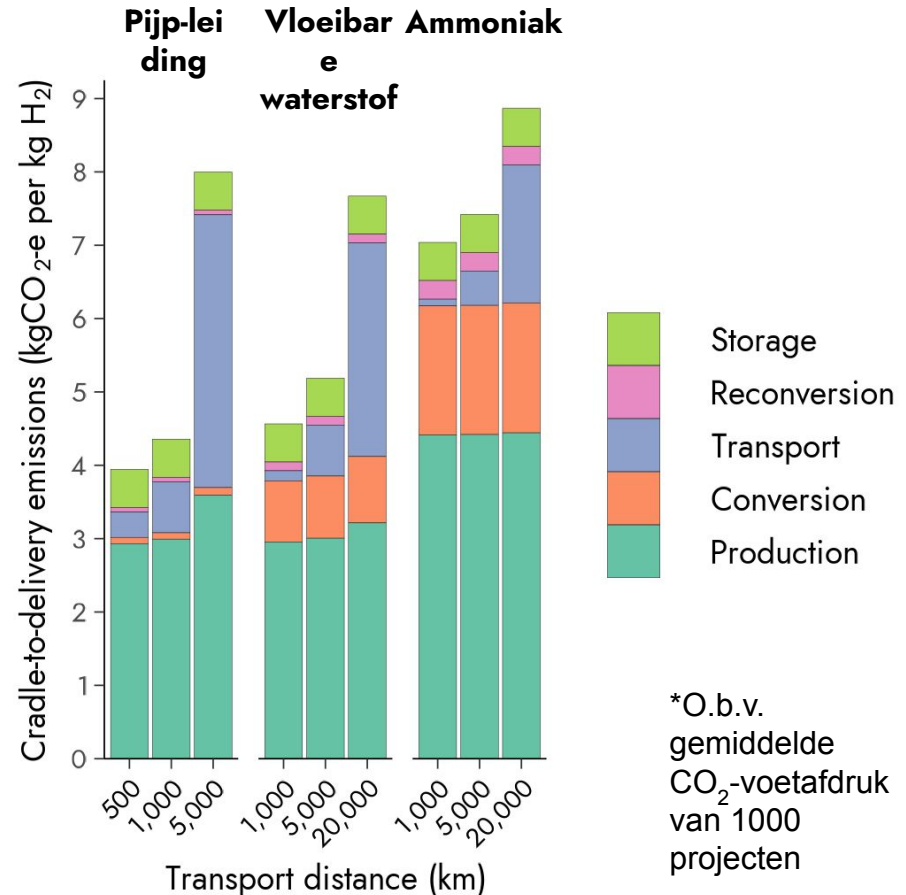
## Klimaatvoetafdruk transport groene waterstof

- Voor korte afstand: pijpleiding
- Voor lange afstand: vloeibare H<sub>2</sub>
- Klimaatwinst van productie op verre, gunstige locaties, wordt teniet gedaan door transportemissies
- Waterstoflekkage draagt bij aan klimaatvoetafdruk door:
  - Extra productie ter compensatie
  - Indirect broeikasgas (o.b.v. GWP<sub>100</sub> van 11 kgCO<sub>2</sub>-eq/kg H<sub>2</sub>)



## Klimaatvoetafdruk transport groene waterstof

- Voorbeeld: klimaatvoetafdruk transport via pijpleiding, 500 km
- Totaal transport: 1.1 kgCO<sub>2</sub>-eq/kg H<sub>2</sub>
- Extra productie: 0.1 kgCO<sub>2</sub>-eq/kg H<sub>2</sub>
- Waterstofemissie: 0.3 kgCO<sub>2</sub>-eq/kg H<sub>2</sub>
- Afhankelijk van aannames lekkage/verlies (onzekerheden)
- Onder gunstigere aannames is klimaatvoetafdruk van 500 km pijpleiding: 0.8 kgCO<sub>2</sub>-eq/kg H<sub>2</sub>





## Hoofdboodschappen op basis van de levenscyclusanalyse

- Groene waterstofproductie & transport heeft niet een klimaatvoetafdruk van nul, o.a. door de rol van waterstof als indirect broeikasgas.
- Het uitvoeren van een levenscyclusanalyse helpt om te bepalen hoe gunstig (groene) waterstof is voor het klimaat en ten opzichte van alternatieven: neem daar specifiek lekkages bij mee.
- Gebruik (groene) waterstof het liefst dicht bij waar het wordt geproduceerd.
- Gebruik (groene) waterstof niet waar betere alternatieven bestaan, ook als er grote kans is op grote lekkage en/of negatieve klimaateffecten.

## Vragen?

Voor meer informatie en aannames:

- Zie mijn proefschrift
- Dit onderzoek wordt vrijdag 21 juni gepubliceerd

Mijn emailadres: [k.d.kleijne@tue.nl](mailto:k.d.kleijne@tue.nl)

