

EnergyNL2050

een CO₂vrij energie systeem voor NL
de actualiteit

9 september 2021

Koen (C.M.) Huizer, E. Persoon, L. Boonstra,
S. Luitjens, P. van Moerkerken
KIVI Elektrotechniek

Overzicht

speciale aandacht voor de noodzaak van het verzwaren van de elektriciteitsvoorziening

- samenvatting van EnergyNL2050
- reacties
- actualisering van de energievraag
 - verduidelijking
 - staalbereiding
 - gebouwde omgeving
 - transport
- knelpunten
- ontwikkelingen
- vervolgonderzoek – doet u mee?

KIVI Elektrotechniek EnergyNL2050

- Een onderzoek van 2016 tot en met heden
- 2016-2017: EnergyNL2050.
 - KIVI bijeenkomsten over het energie systeem van NL in 2050
 - Een groot aantal experts geven hun visie
- 2018: Een kleine groep KIVI ingenieurs gebruikt deze informatie om een energie systeem te ontwerpen zonder CO2 emissie op basis van hoofdzakelijk zon en wind
- 2020: De studie wordt uitgebreid met gedetailleerde systeem simulaties en een financiële analyse waarmee aangetoond wordt dat het systeem "haalbaar en betaalbaar" is
- 2021: Diverse discussies binnen en buiten KIVI. Emissie reductie zeer urgent geworden. Brainstorm gehouden over vervolgonderzoek.



The future Dutch full carbon-free energy system

2018



Design of a Dutch carbon-free energy system
EnergyNL2050

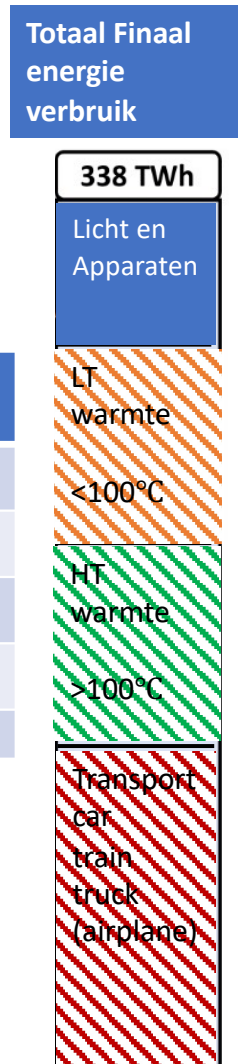
A detailed follow-up study
with system simulations and
a financial analysis
May 2020

2020

Onze aannames en benadering (1) (finaal) energie verbruik

- Elektrificatie waar mogelijk – waterstof waar nodig
 - weg transport batterij of waterstof elektrisch
 - luchtverkeer met synthetische kerosine op basis van waterstof
 - ruimteverwarming met warmtepomp of warmtenet met restwarmte
 - waterstof via elektrolyse voor ammonia (kunstmest)
 - staal met DRI en EAF
 - waar mogelijk hergebruik grondstoffen (plastics, staal)
- Gevolg: sterke reductie energieverliezen en daardoor besparing op primaire energie
- Wij volgen de indeling CE-Delft: Licht & Apparaten, LT warmte, HT warmte en transport
- wij rekenen H2 als industriële grondstof (voor kunstmest, staal) mee in HT warmte
- Prognose voor 2050 van het finaal energieverbruik gebaseerd op CBS/PBL gegevens is 338 TWh per jaar, waarvan 206 TWh elektrisch. Zie tabel.
- Bunkerbrandstoffen voor internationale sloop en luchtvaart zijn alleen meegenomen voor NL deel
- Onze aannames zijn in lijn met de methodiek volgens internationale afspraken (Parijs) en NL Klimaat akkoord.

Elektrisch Finaal energie verbruik	TWh
Licht & Apparaten/Kracht	127
LT warmte	26
HT warmte	25
Batterij Elektrisch Vervoer	28
Totaal	206



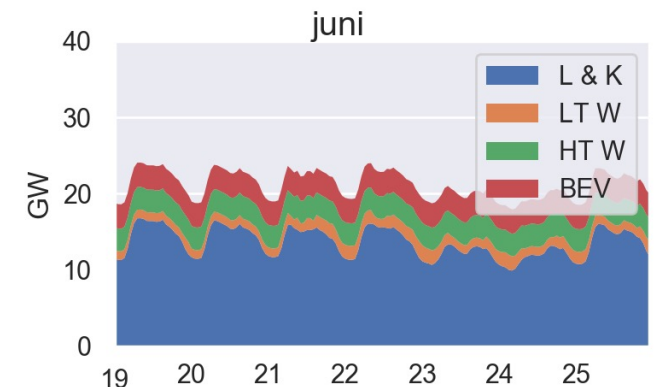
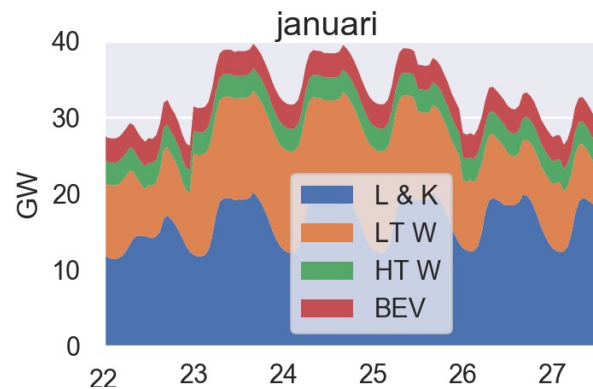
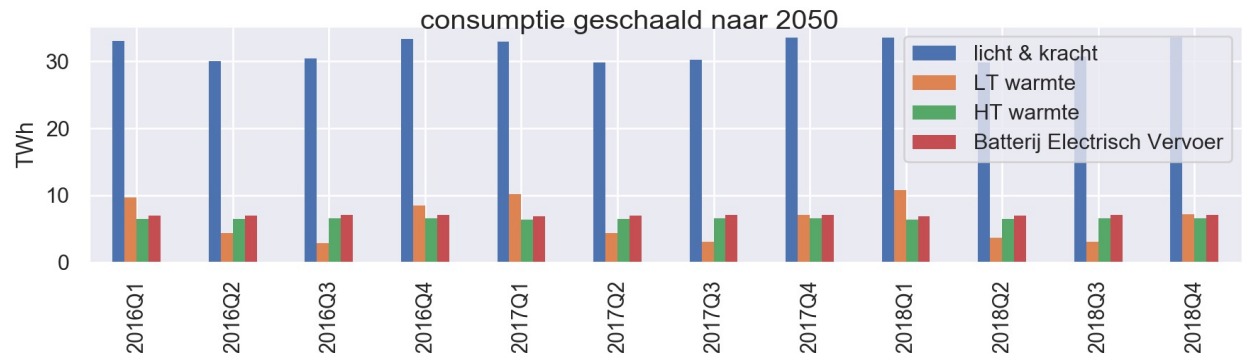
Elektrische energie consumptie 2050

Geschaalde historische uur gegevens TenneT & KNMI 2016-2018

Verwerking:

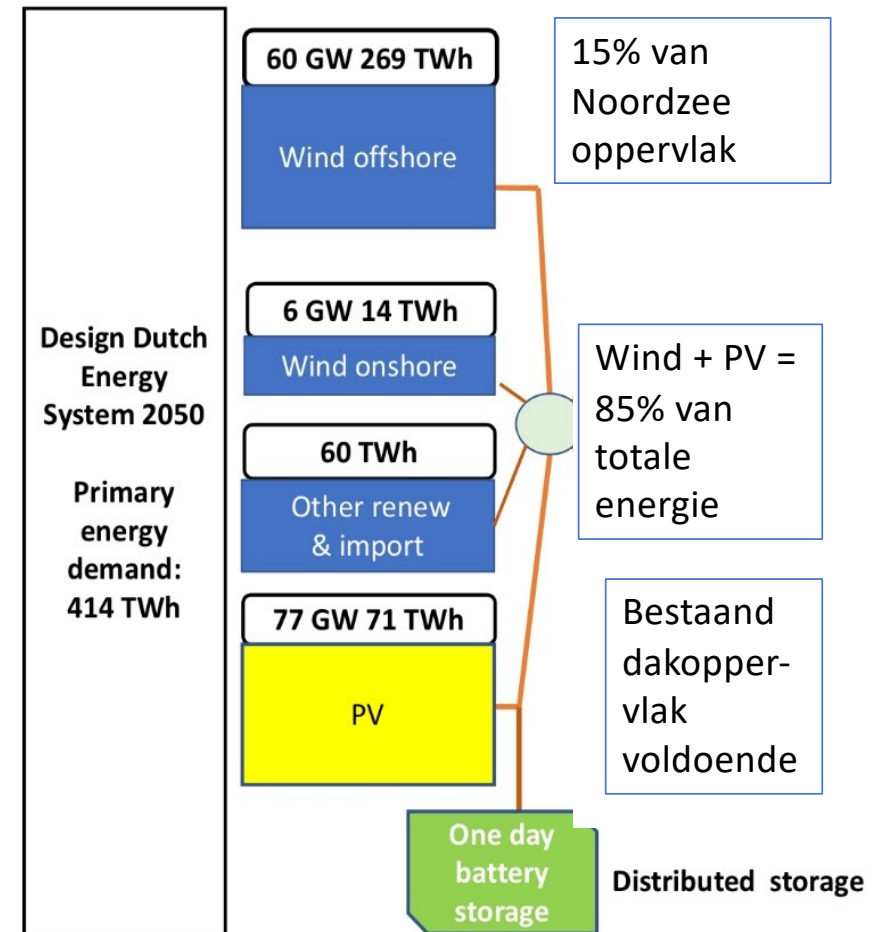
- lineaire schaling licht & kracht naar 127 TWh
- voeg elektrische energie consumptie toe voor:
 - LT warmte op basis van omgevings-temperatuur en warmtepomp model met "stress test": 3 winterdagen -10 °C
 - HT warmte (constant profiel)
 - opladen Batterij Elektrisch Vervoer

Piek consumptie verdubbelt van 20 tot 40 GW !



Onze aannames en benadering (2) energiebronnen

- Voor de energiebronnen gebruiken we zoveel mogelijk energie van eigen bodem en dit zijn voornamelijk wind en zon
- De overige energie komt van import of andere lokale bronnen maar we vermijden het gebruik van fossiele brandstoffen
- 80-20 verhouding wind en zon is gunstig ivm seizoenseffect
- Noordzee levert belangrijkste aandeel



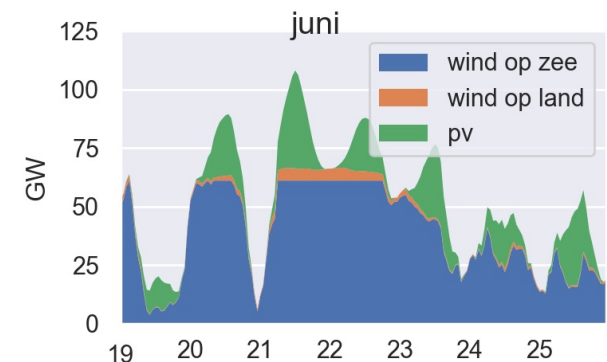
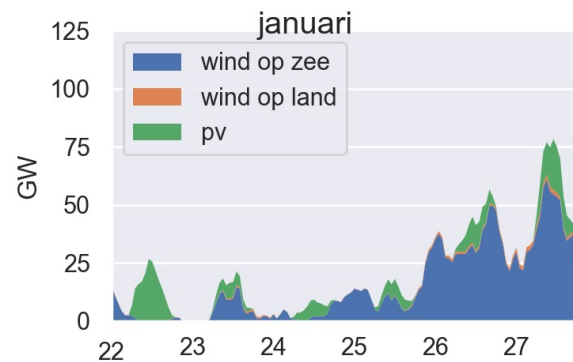
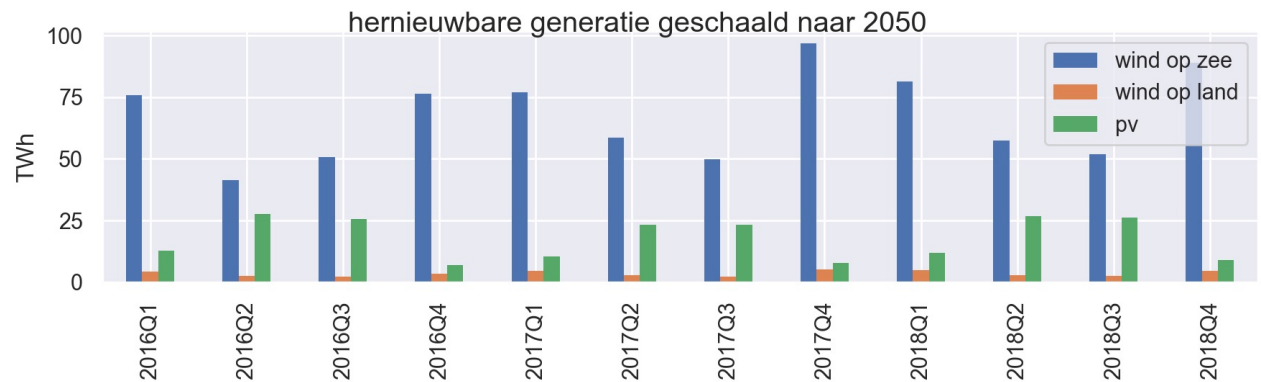
Energie generatie 2050

Geschaalde historische uur gegevens TenneT 2016-2018

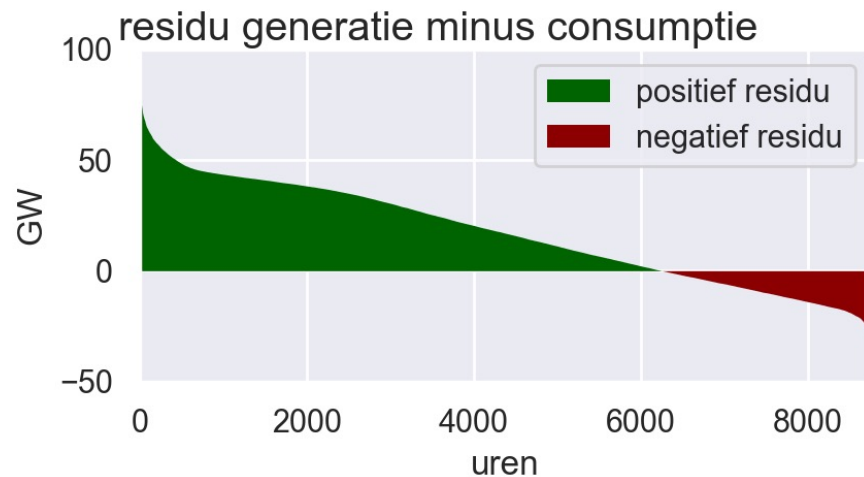
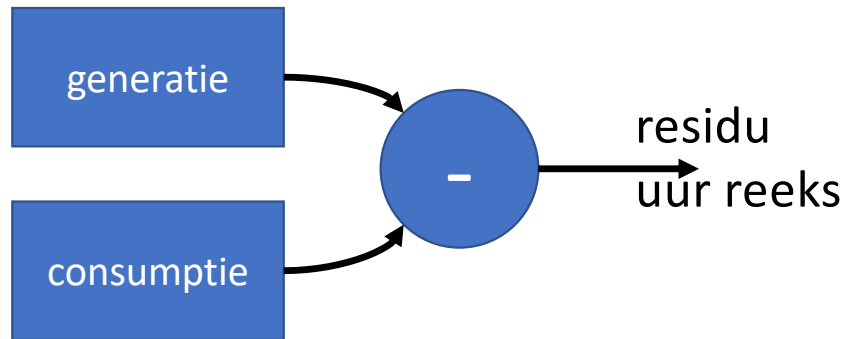
Verwerking:

- lineaire schaling van jaar generatie wind zee + wind land + pv naar 269+14+71 TWh
- compensatie groei geïnstalleerd vermogen gedurende 2016-2018
- compensatie voor de verwachte groei van het aantal vollasturen van wind op zee tot 50%
- compensatie voor verwachte groei van het aantal vollasturen van PV door oost-west ligging

Sterke variatie in totaal momentaan opgewekte energie van zeer laag tot >100 GW



Power Duration Curve residu elektriciteit generatie minus consumptie noodzaak energie opslag



Jaarlijks positief residu 193 TWh

- 6100 uur
- piek residu vermogen 90 GW
- wordt omgezet naar waterstof via elektrolyse

Jaarlijks negatief residu van 21 TWh

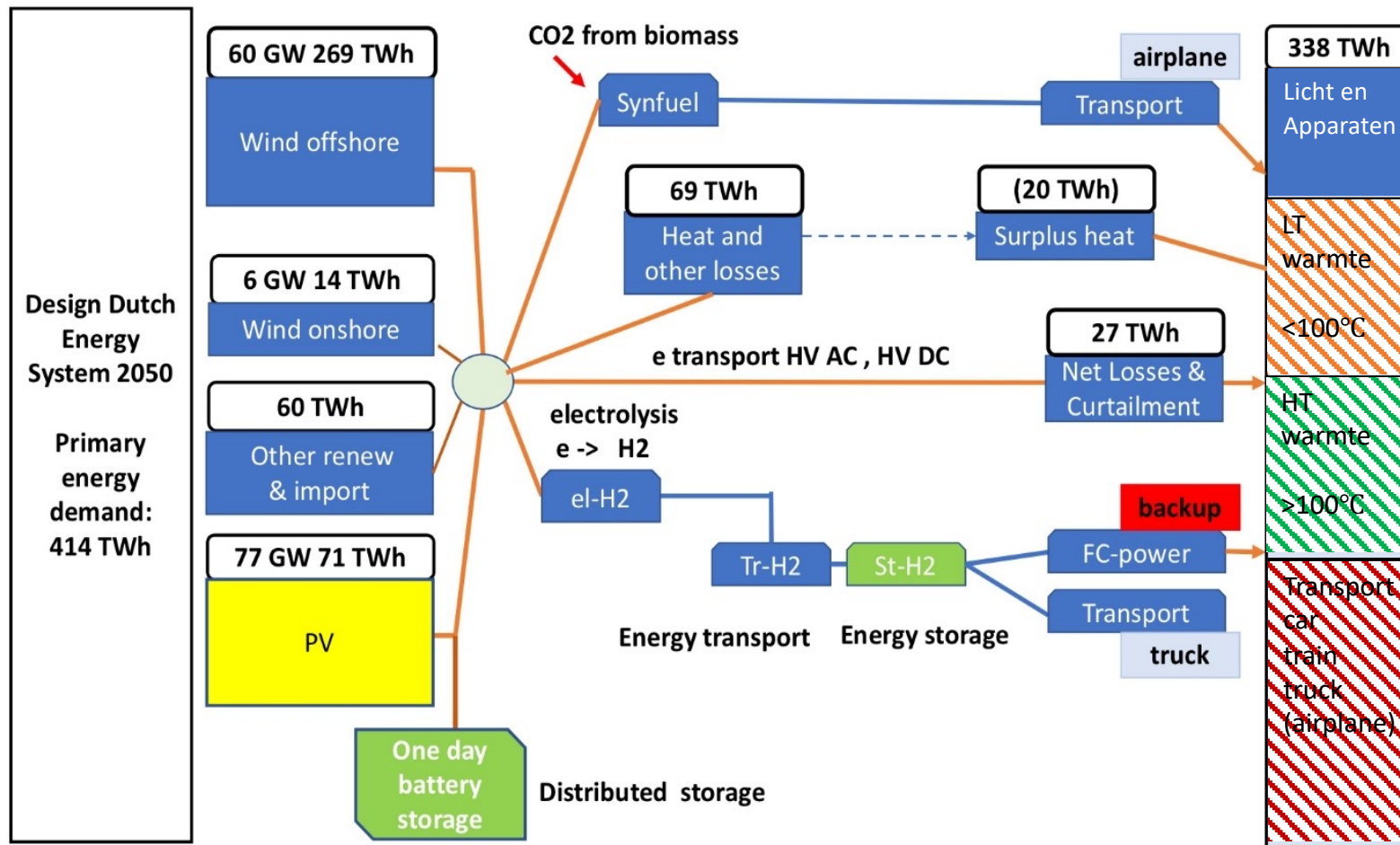
- 2600 uur
- piek residu belasting 33 GW
- Negatief residu 21 TWh gedurende 2600 uur, piek vermogen 33 GW

Opvang van de onbalans:

- slim laden van BEV's en dergelijke verschuift consumptie
- batterij buffer verschuift generatie
- brandstofcellen genereren backup-electriciteit

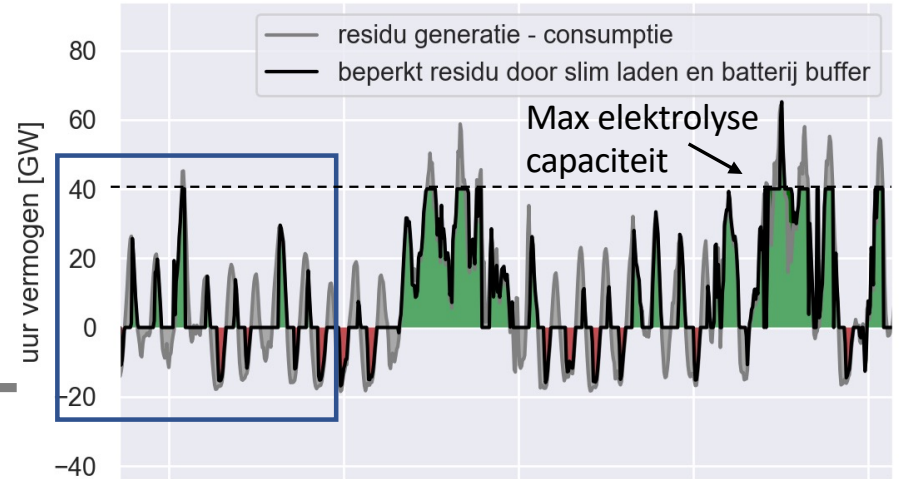
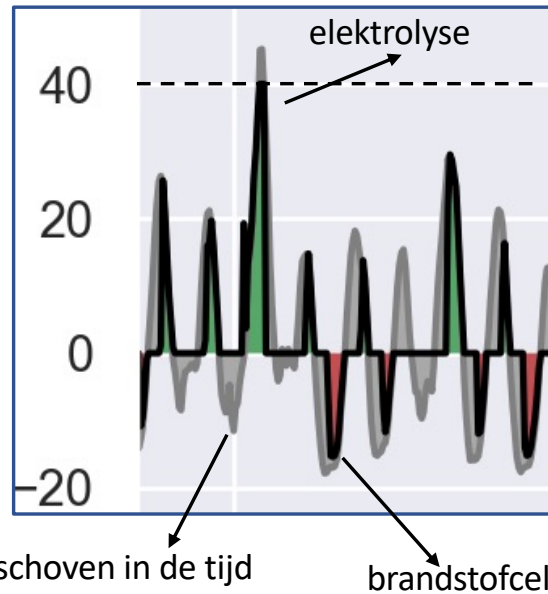


Onze aannames en benadering (3) systeemoverzicht

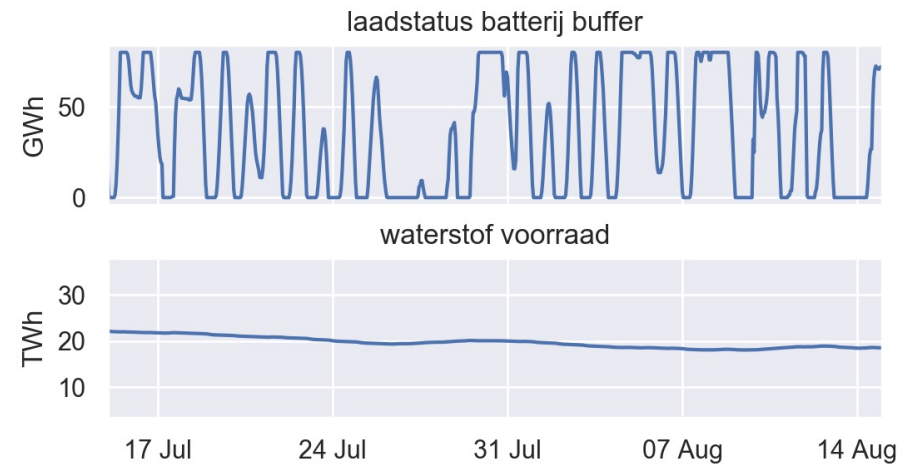


Buffer simulatie en optimalisatie

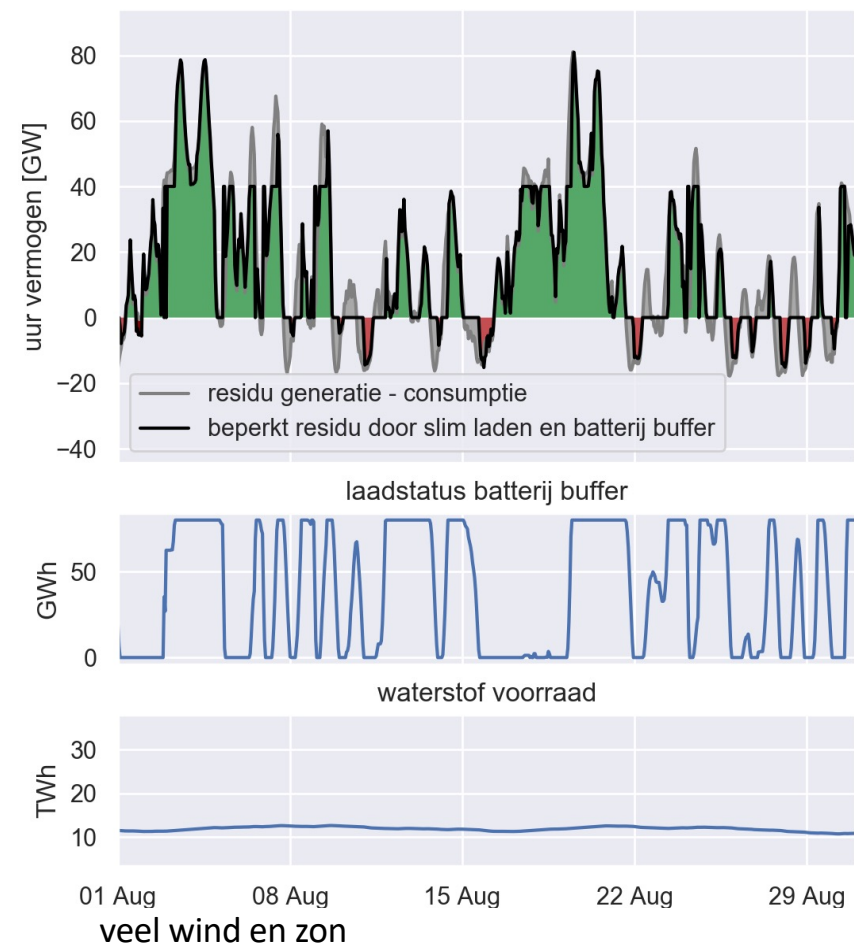
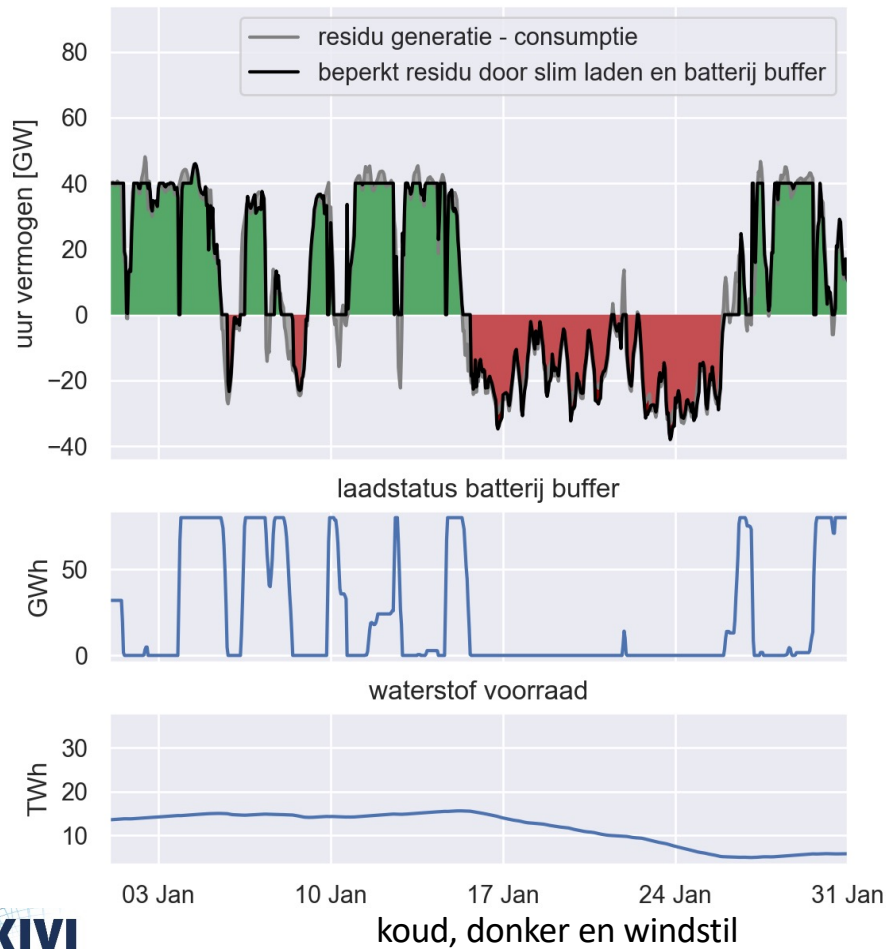
Buffer	"round-trip" rendement
Slim laden	100%
Batterij buffer	95%
Waterstof buffer (elektrolyse – brandstof cel)	37%



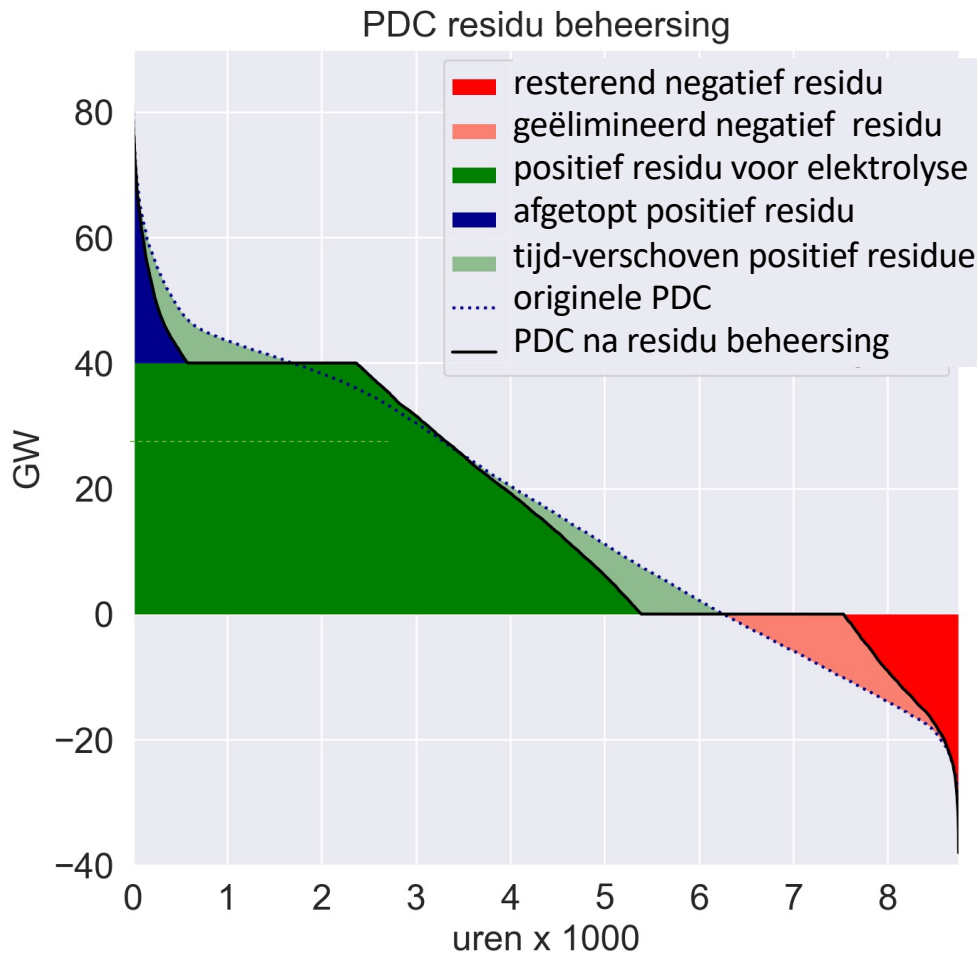
verloop waterstof voorraad in 3 jaar



Buffer simulatie en optimalisatie extreme condities



Effectiviteit residu beheersing



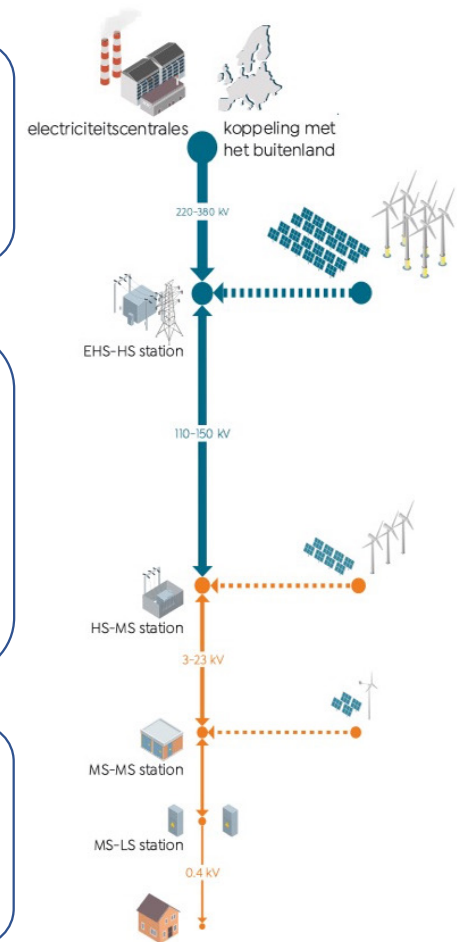
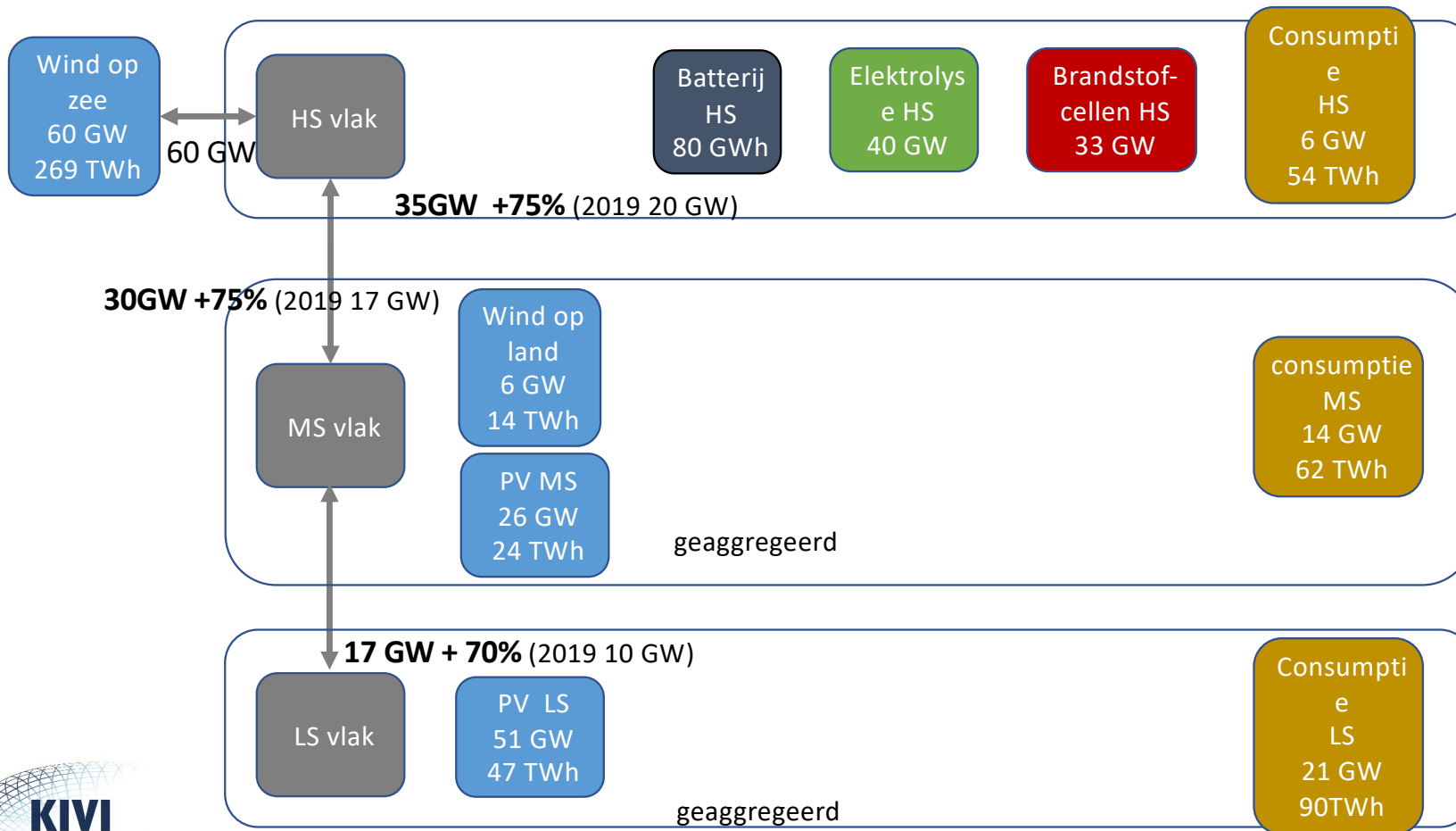
- Capaciteit: elektrolyse 40 GW, batterij opslag 80 GWh, brandstofcellen 40GW
 - Energie levering gegarandeerd tijdens alle condities
 - Resterend afgetopt residu 6,3 TWh, aanzienlijk gereduceerd
 - Negatieve residu significant
 - Lage gebruiksfactor voor de brandstof cellen (ca. 1000 uur):
 - gunstig voor algehele efficiency van het systeem
 - maakt gebruik van low-cost (auto-industrie) technologie bruikbaar.
- Opmerking: USA DoE doelstelling \$30/kW (stack)



16 September 2020 - Hyundai Motor Company today began shipping its proprietary fuel cell system to Europe for use by non-automotive companies including a Swiss hydrogen solution firm, GRZ Technologies Ltd.

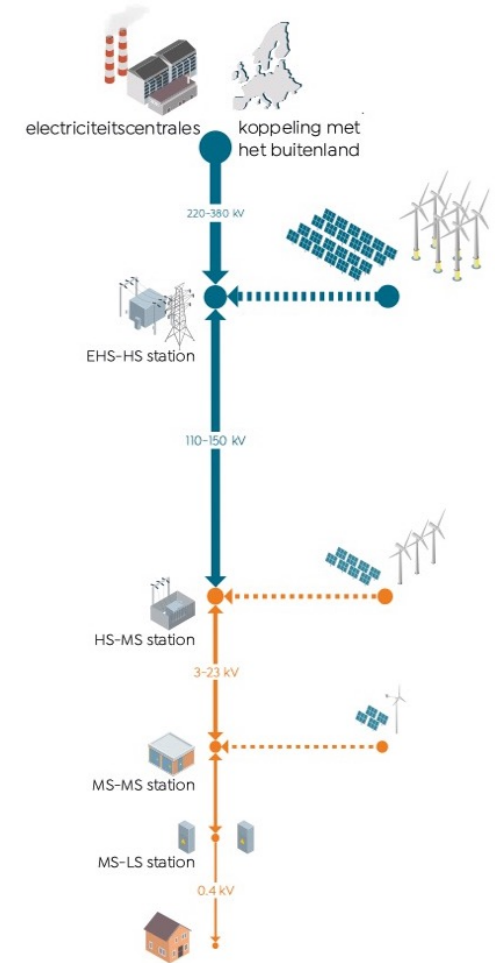
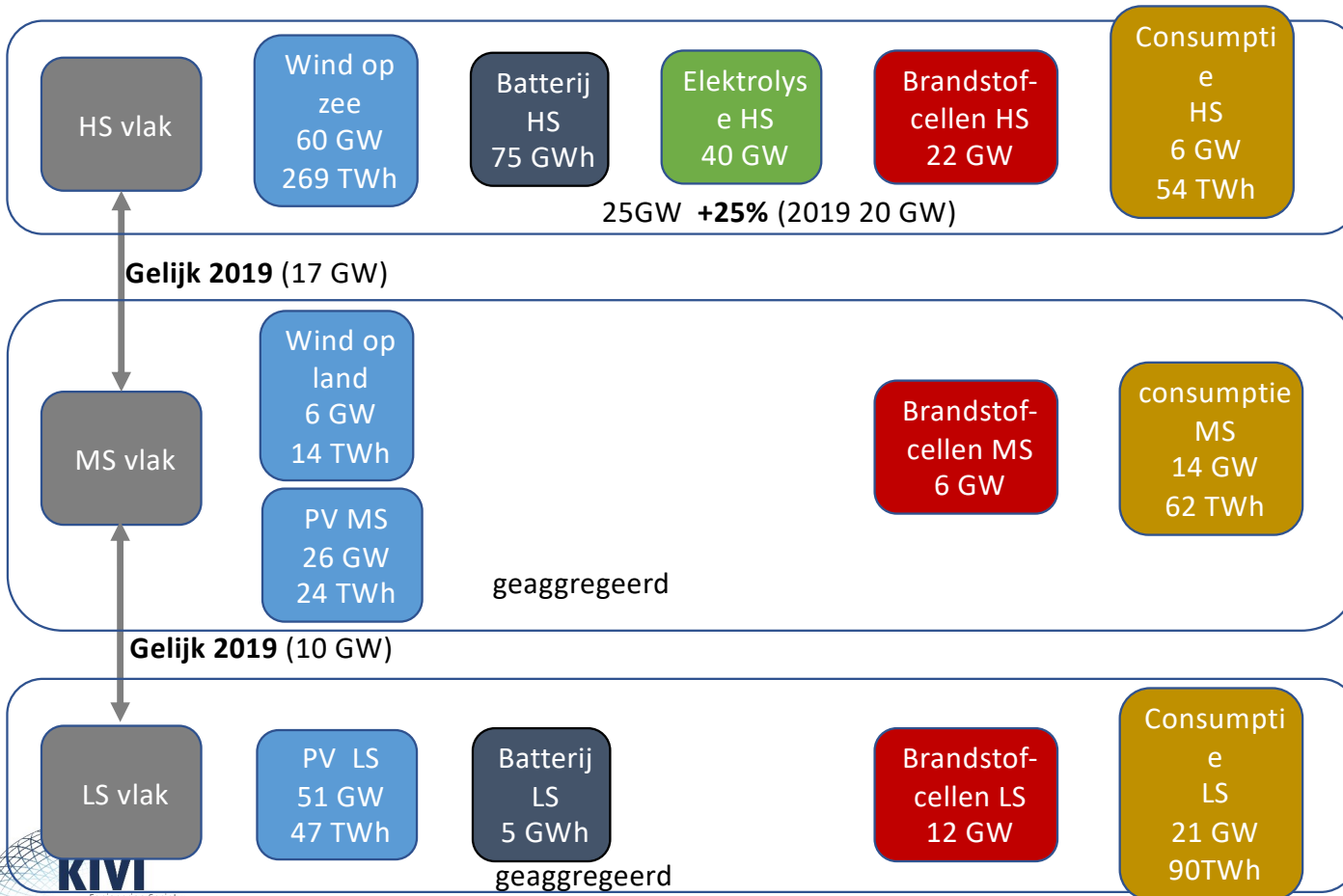
source Hyundai

Locatie elektrolyse, batterij opslag, brandstof cellen 2050 gecentraliseerd - 75% netwerkverzwaring t.o.v. 2019



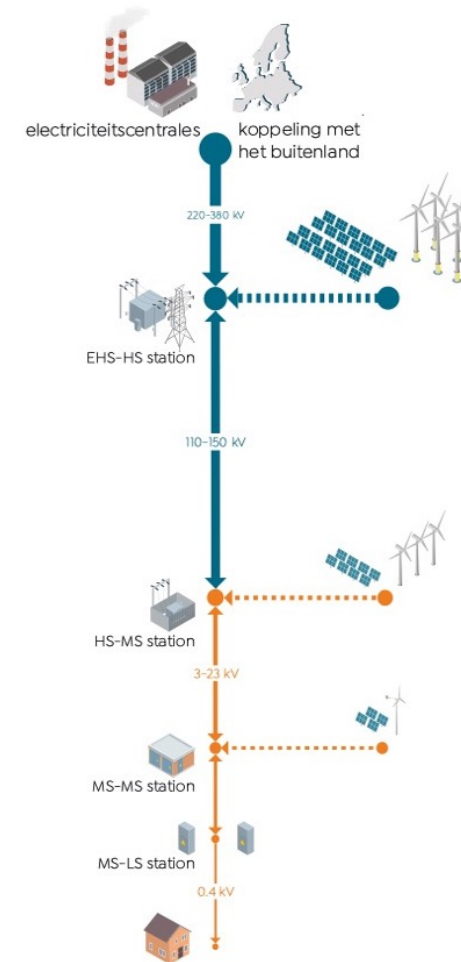
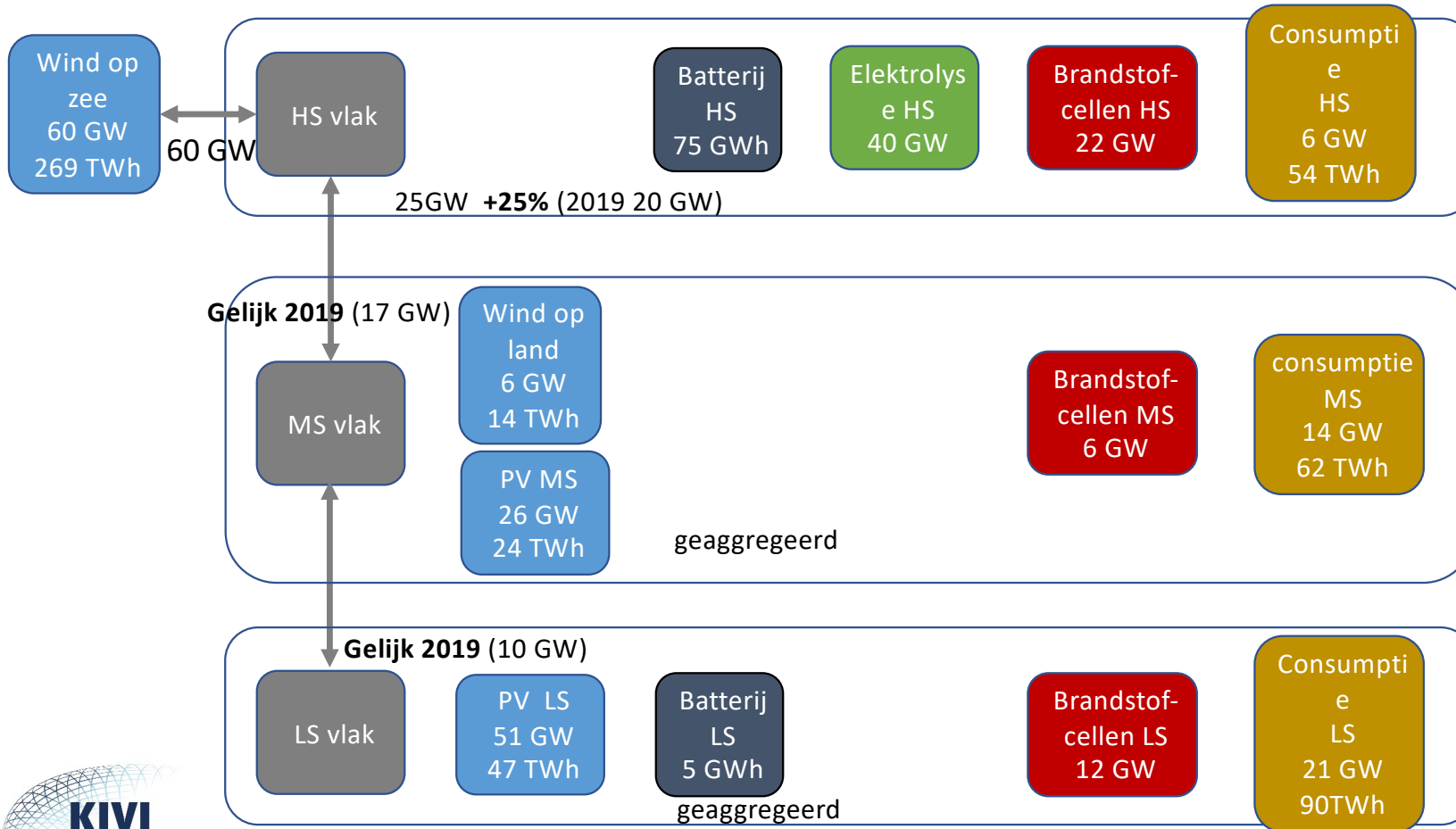
Locatie elektrolyse, batterij opslag, brandstof cellen

2050 alternatief – decentralisatie



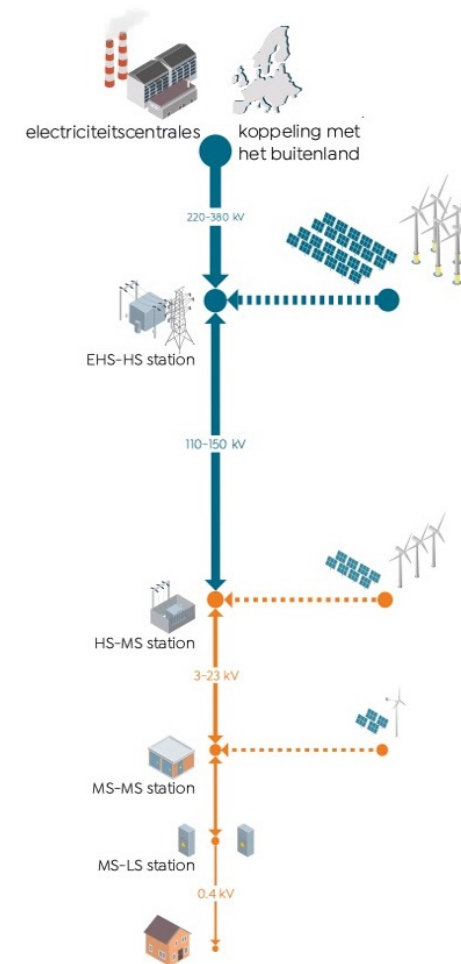
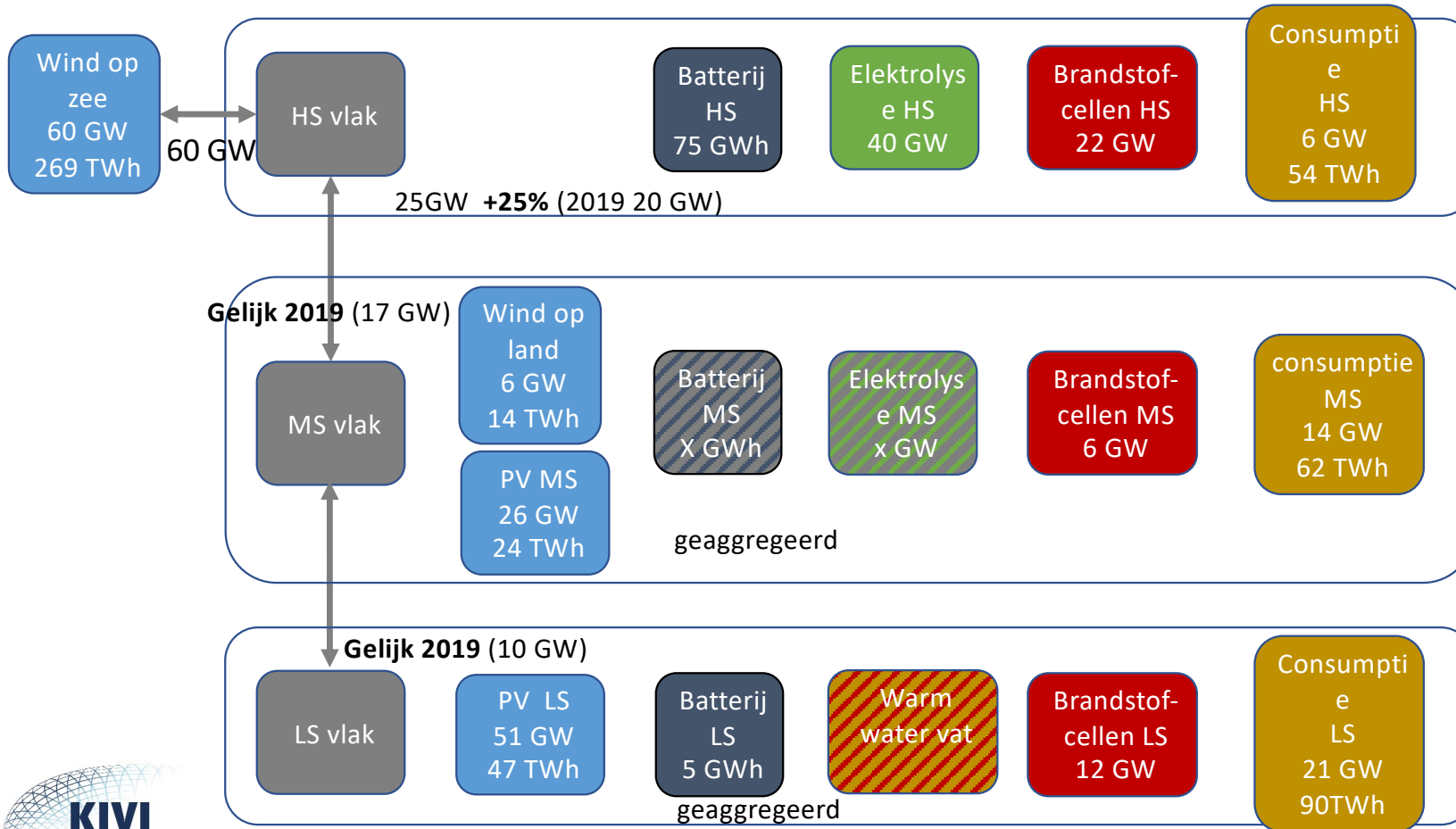
Locatie elektrolyse, batterij opslag, brandstof cellen

2050 alternatief – decentralisatie

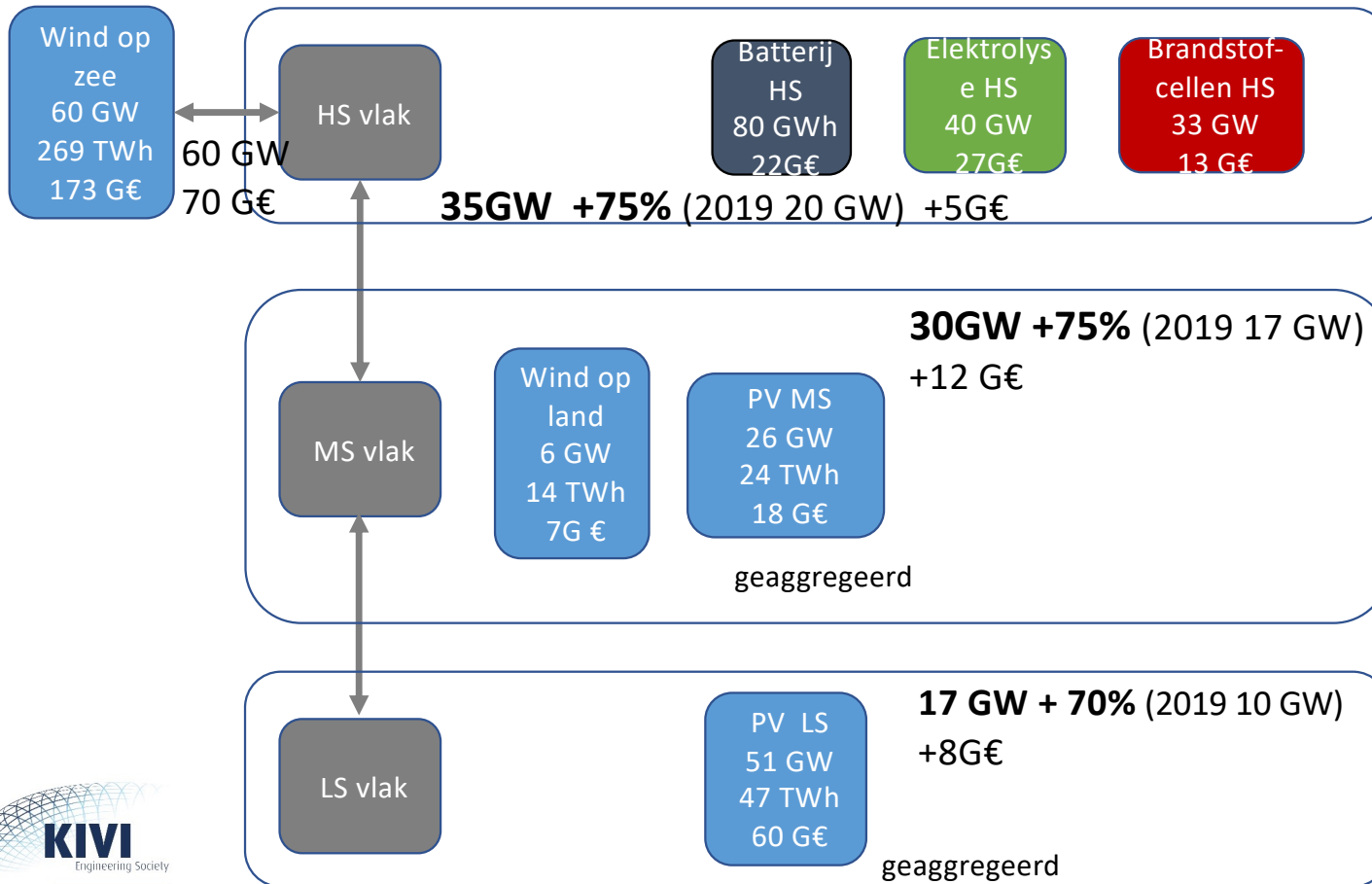


Locatie elektrolyse, batterij opslag, brandstof cellen

2050 alternatief – decentralisatie



Investeringsmiljard € prijspeil 2020



- Levensduur netwerk verzwaring 50-100 jaar
- onrendabele top woning verbetering: 160 miljard €
- waterstof opslag 10 miljard €

Investering	miljard €	opmerking
Generatie (Wind, PV)	258	sterke reductie verwacht voor PV
Net op Zee	70	
Net-verzwaring	25	
Opslag en Conversie	62	sterke reductie verwacht

bron: Bogdanov, *Low-cost renewable electricity as the key driver of the global energy transition towards sustainability*, Energy 227 (2021)

Reacties

- opgemerkt door de politiek: Tweede Kamer, Winterswijk en adviesbureaus: Berenschot
- kritiek:
 - te optimistisch (energievraag, bunker brandstoffen, nieuwe bronnen, afhankelijk van smart grid, ...)
 - bronnen niet altijd duidelijk
 - geen aandacht voor “draaiende reserve” (Synchronous Inertia)
 - geen marktmodel
 - kernenergie niet meegenomen

Minister van Economische Zaken en Klimaat

Geachte Voorzitter,

Tijdens het notaoverleg met uw vaste commissie voor Economische Zaken en Klimaat op 3 december 2020 is op verzoek van het rapport van het KIVI over de energievoorziening te geven. Met deze brief voldoe ik aan die toezegging.

B. van 't Wout
Minister van Economische Zaken en Klimaat

Sustainable Transition of the Dutch Industry – part IV

Analysis and comparison of Dutch industry transition scenarios for 2030 and 2050 to OECD reference 2050 scenario

Additionally we would like to thank the experts who worked on the TNO, PBL and KIVI scenarios, as they provided us with additional insight, performed updates to their analysis and participated in fruitful discussions on industry transition pathways for the Netherlands

Joachim Schellekens
Dr. Leonidas Paroussos
Dr. Fragkos Paragris
Mat Coenen
Thijs Verboon
Benjamin Schoemaker

Additionally we would like to thank the experts who worked on the TNO, PBL and KIVI scenarios, as they provided us with additional insight, performed updates to their analysis and participated in fruitful discussions on industry transition pathways for the Netherlands

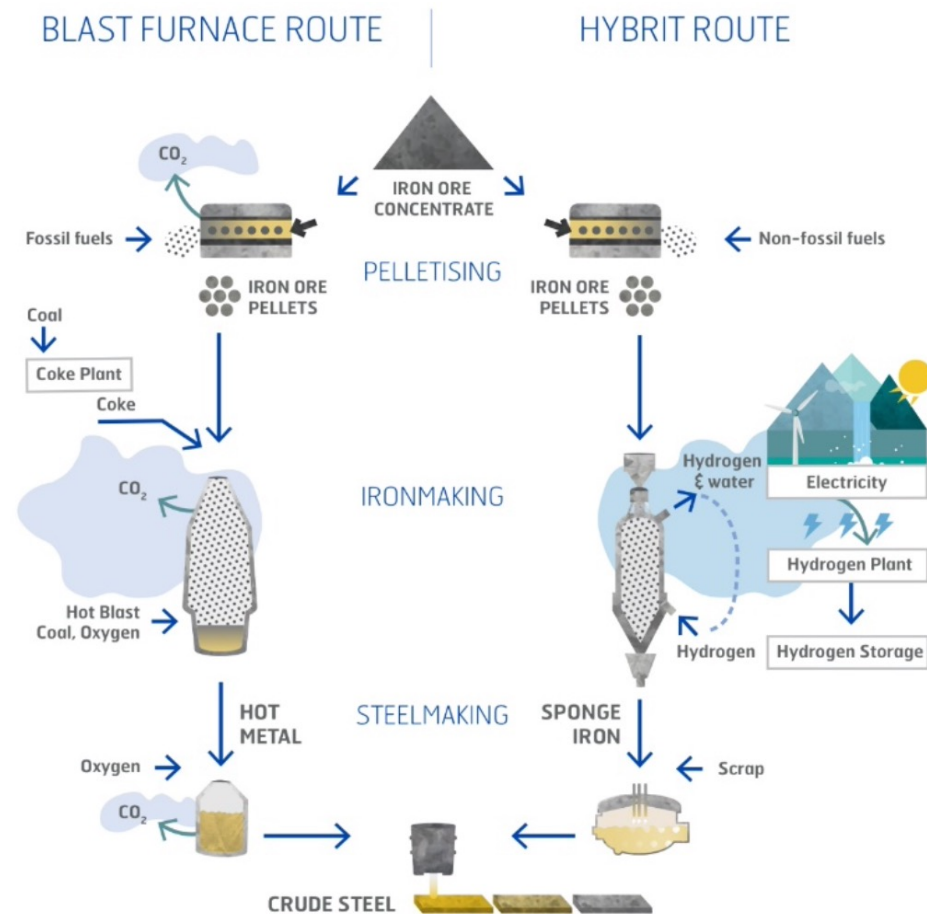
March 16, 2021

Actualisering van de energievraag

Veel nieuwe ontwikkelingen op deelterreinen

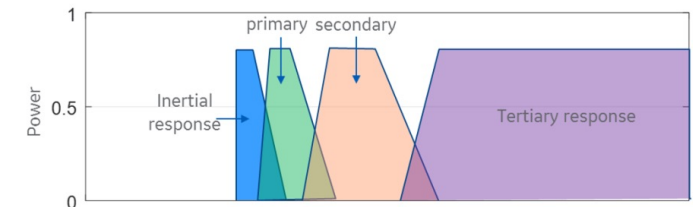
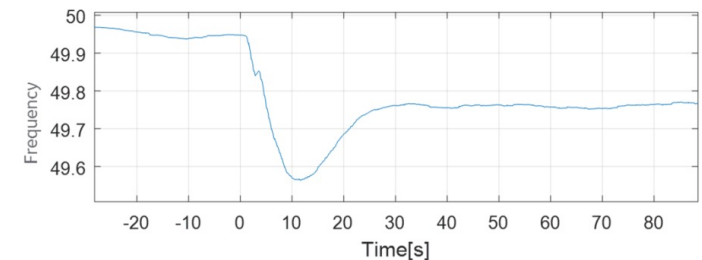
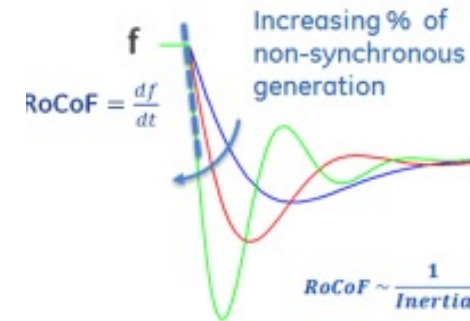
- staalbereiding; nieuwe processen (DRI en EAF) komen op gang
- kunstmestvraag neemt af door overgang naar circulaire landbouw
- gebouwde omgeving: erg kostbaar om bestaande woningen te isoleren
- transport: ontwikkeling BEV gaat zeer snel, ook voor (lokaal) vrachtvervoer
- circulaire economie op alle terreinen (staal, plastics, beton)
- CO2 emissierechten worden schaarser

Document in voorbereiding incl. verduidelijking



knelpunten

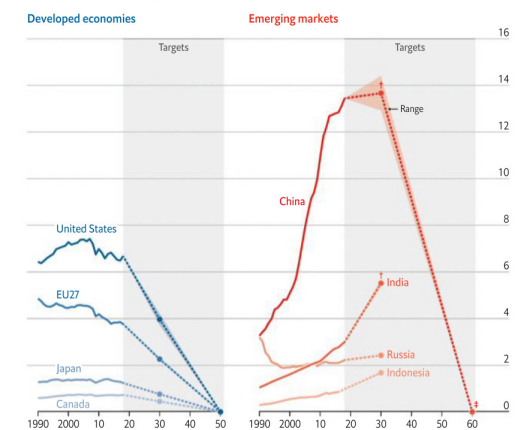
- draaiende reserve: massa traagheid (inertia) voor initiële frequentieverandering (ROCOF)
 - de massa traagheid van mechanische eenheden (synchronous generators) is essentieel om een betrouwbare energielevering te hebben bij plotselinge veranderingen in generatie en/of consumptie
 - DC gekoppelde eenheden (PV, batterijen, brandstofcellen, windturbines op zee via HVDC) hebben geen massa traagheid
 - alternatieven onderwerp van studie, regelgeving en productontwikkeling (bijv. Hitachi ABB Power Grids: Virtual Synchronous Machines)
- kosten warmte transitie
- snelheid en kosten netwerk verzwaring



bron: 

ontwikkelingen

- noodzaak tot versnelling onderkend - periode tot 2040 cruciaal
- in NL toenemende aandacht voor circulaire economie: kunstmest reductie, modernisering staalproductie en plastics
- H2 backbone in Europa voor industrie
- warmtetransitie bestaande woningen valt duurder uit
- netwerkverzwaring belemmerd door personeelsgebrek
- CO2 is globaal probleem! wat is het beleid van de emerging markets?



Hoe verder?

Vervolgonderzoek

Brainstorm gehouden op 16 juli 2021. Uitkomst 7 onderwerpen:

1. KIVI cohesie, draagvlak & uitdragen visie naar politiek, universiteiten/onderwijs, regelgeving, publiciteit
2. EU-2050 verbreding, onderbouwing, haalbaarheid, betaalbaarheid
3. fasering in de tijd NL/EU
4. detaillering in de wijken met betrekking tot warmte en elektriciteit
5. kernenergie
6. recycling/circularity samen met afdeling Duurzame Technologie
7. chemische industrie verduurzamen, samen met afdeling NPT

wie doet er mee !