CO2 vrije energie voorziening in 2050 welzeker

E. Persoon, K. Huizer, L. Boonstra
S. Luitjens, P. van Moerkerken
KIVI energy study group
2016 – 2020

Kwantitatief en dynamisch

Er zijn al veel studies gedaan over een mogelijk energieplan

Wij nemen alle energiebehoeften mee uitgezonderd
internationale luchtvaart en scheepvaart

Veel studies geven alleen kwalitatieve resultaten en zijn eerder korte termijn
onze focus was om een eindsituatie te verkennen (in 2050).

Meestal wordt ook zeer weinig aandacht gegeven aan de dynamiek op uurbasis
het energiesysteem moet betrouwbaar werken elk ogenblik van het jaar

De belangrijkste uitdaging is om vraag en aanbod op elkaar af te stemmen

KIVI Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

Onze aannames en benadering

- Voor de energiebronnen gebruiken we zoveel mogelijk energie van eigen bodem en dit zijn voornamelijk wind en zon (voldoende voor meer dan 85% van de behoefte in 2050)

- De overige energie komt van import of andere lokale bronnen maar we vermijden het gebruik van fossiele brandstoffen.

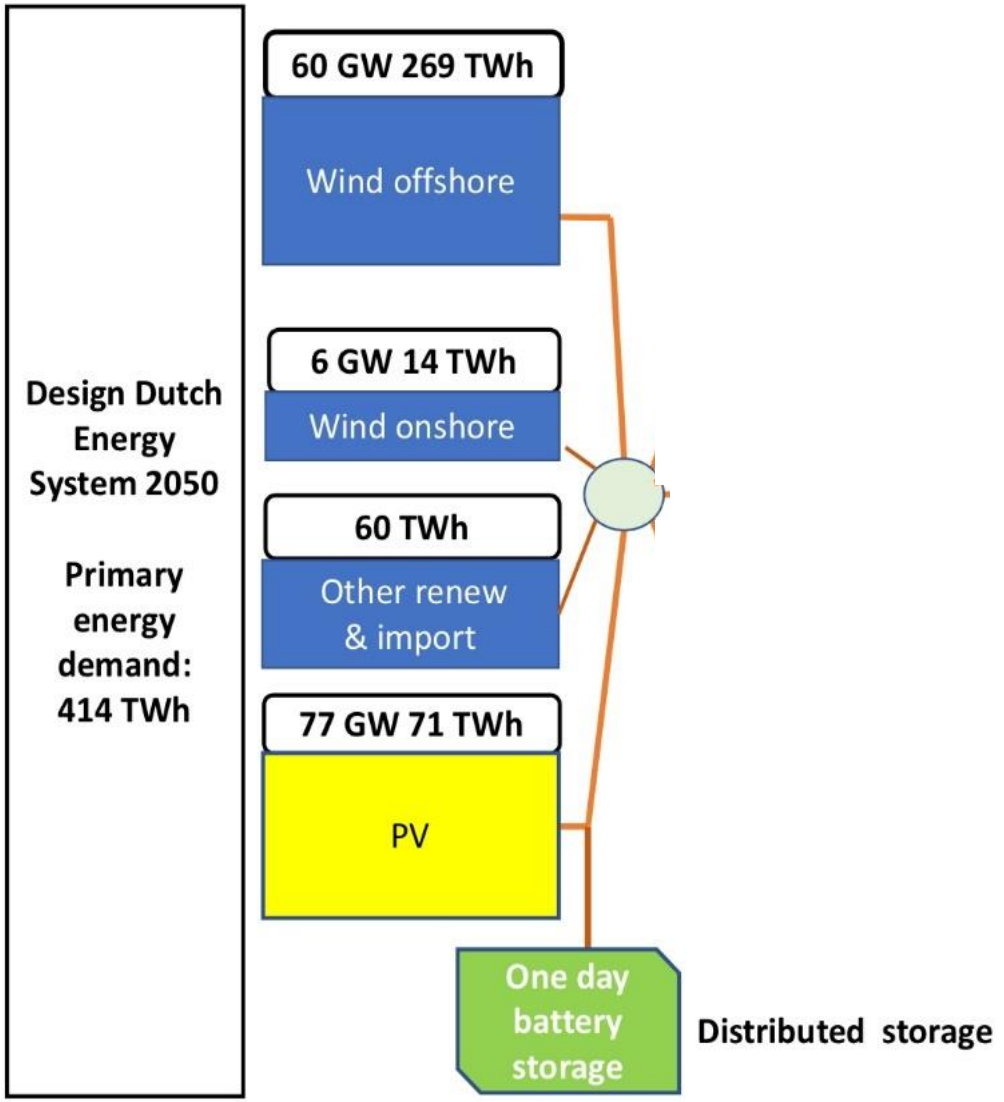
- PBL en CBS hebben prognoses gepubliceerd voor 2050 – die nemen we over

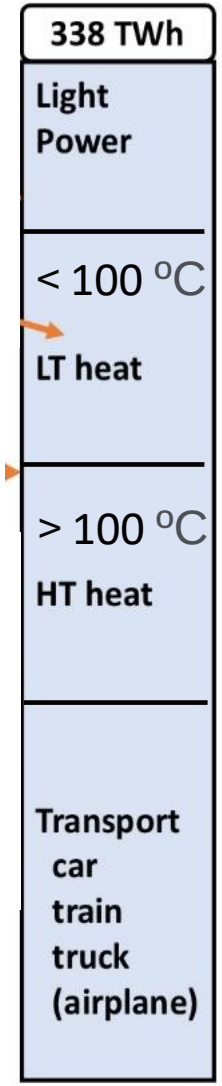
- We nemen alle energieverbruik mee, ook de waterstof voor de industrie (kunstmest, etc…)

- We nemen aan dat dan alle woningen voldoende geïsoleerd zijn om met warmtepompen of warmtenetten te kunnen verwarmen.

KIVI
Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

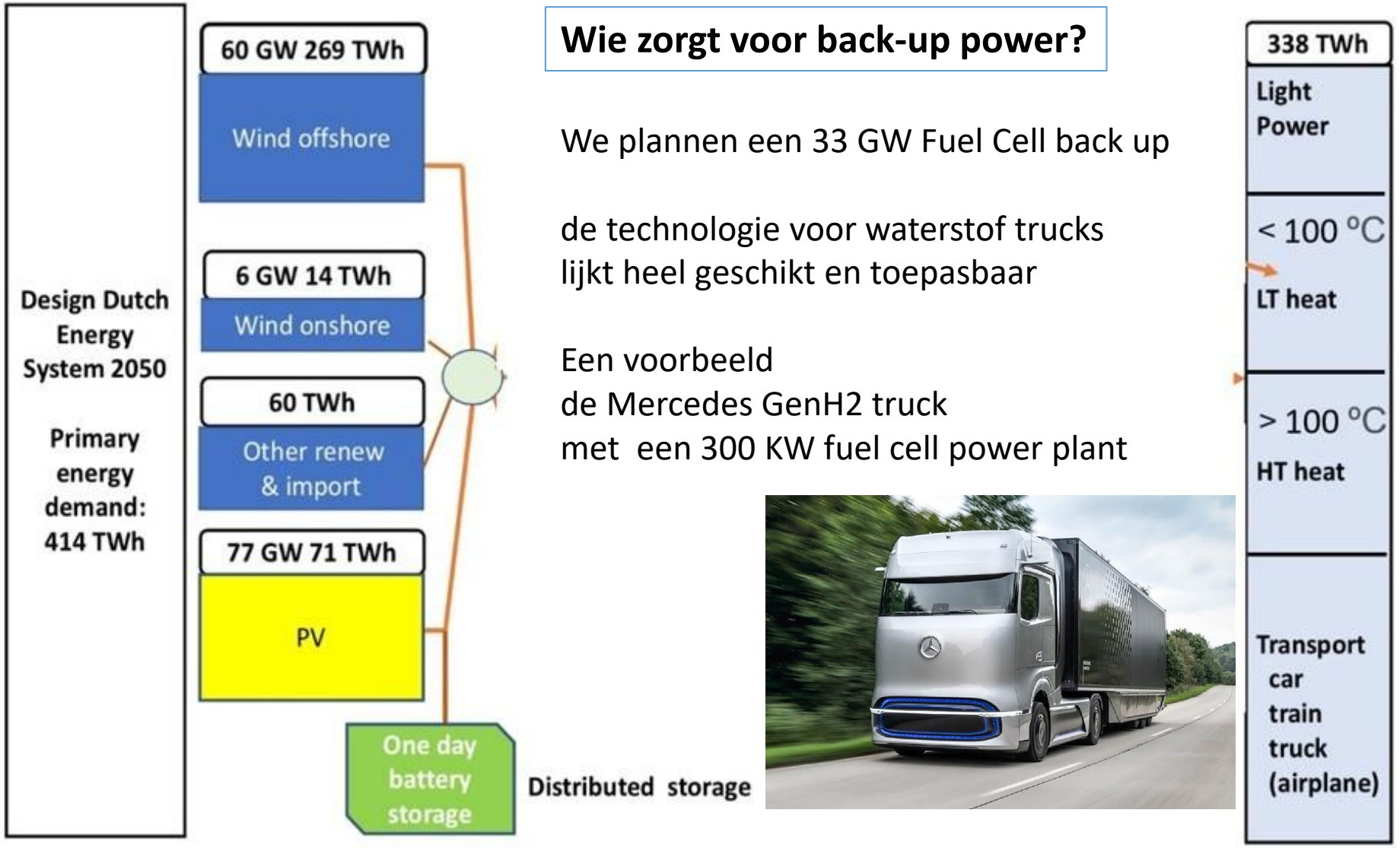
Systeem overzicht





KIVI Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

Systeem overzicht



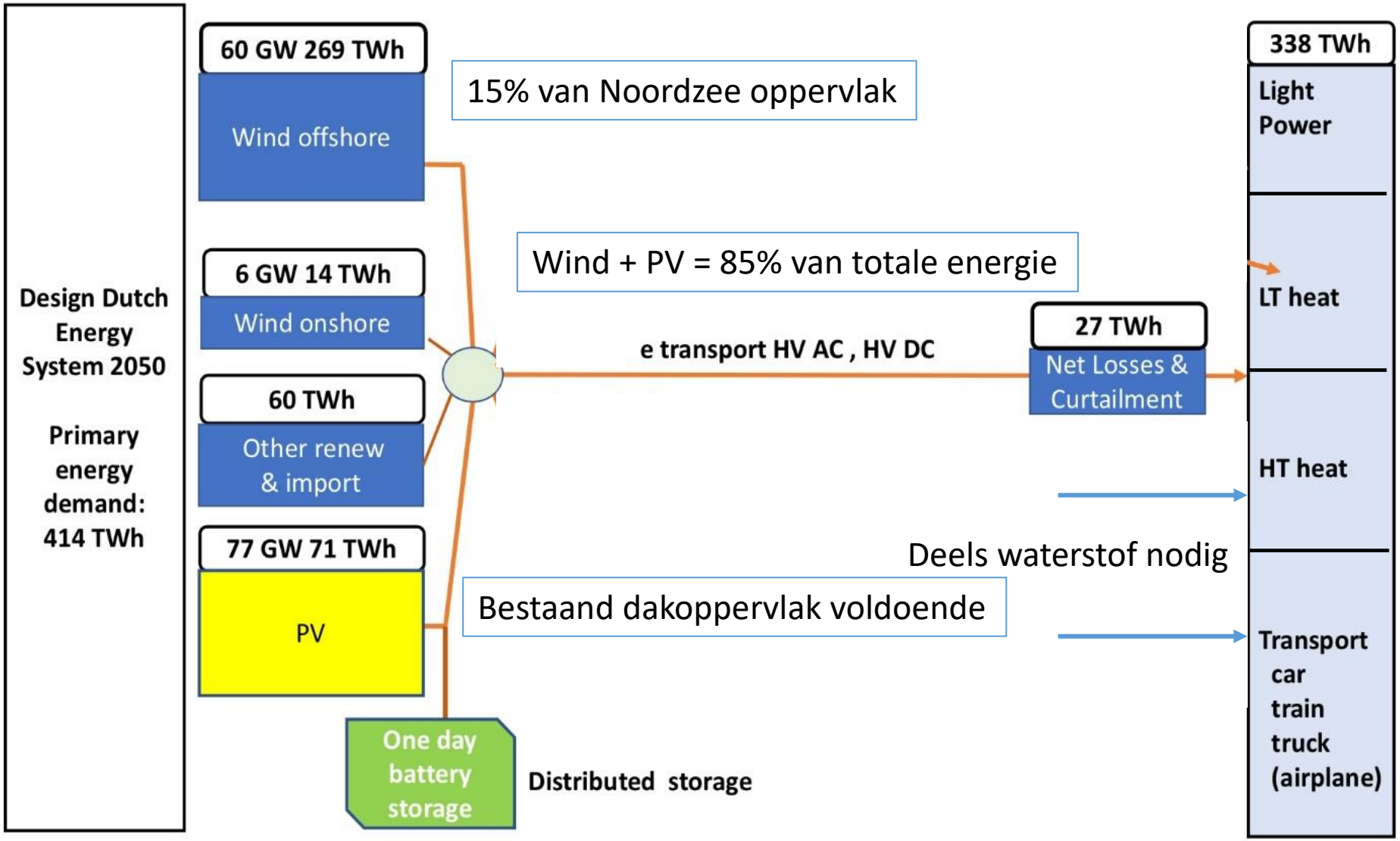
Wie zorgt voor back-up power?

We plannen een 33 GW Fuel Cell back up

de technologie voor waterstof trucks
lijkt heel geschikt en toepasbaar

Een voorbeeld
de Mercedes GenH2 truck
met een 300 KW fuel cell power plant

Systeem overzicht



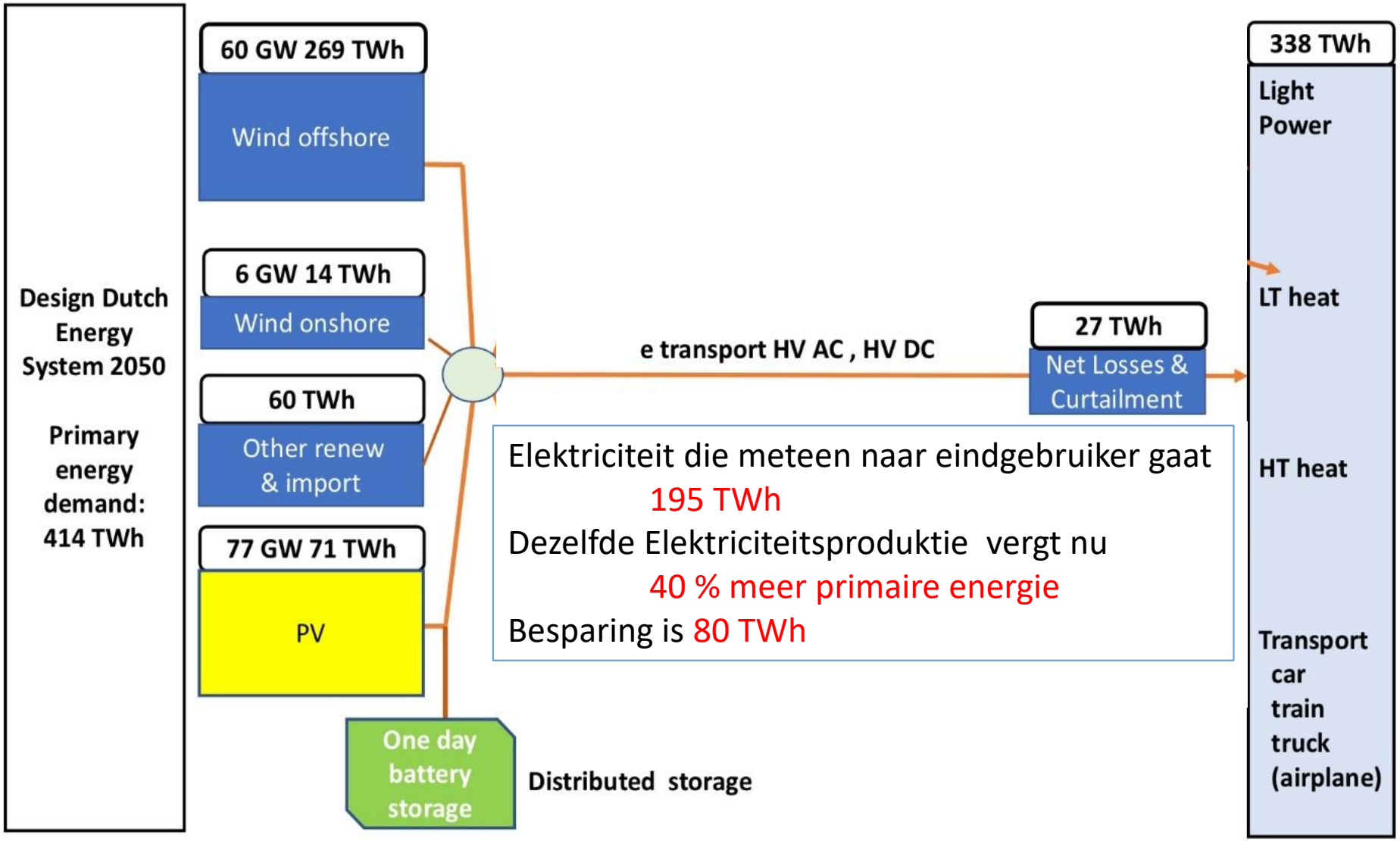
KIVI Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

Dakoppervlak voor 71 TWh

		Ambitie 70 TWh/jr	
		Variant 'focus op daken'	
Landgebruik type	totaal oppervlak [km2]	Deel van potentieel benut	Opwek (TWh/jr)
Daken (en gevels) woningen	544	35%	25
Daken (en gevels) overige gebouwen	607	35%	29
Infra+erven stedelijk	4.190	1,6%	10
Landschap	26.880	0,1%	4
Binnenwater	5.146	0,5%	2
Buitenwater	61.801	0%	0
Totaal NL			**70**

Bron : recente presentatie van **Robin Quax TKI**

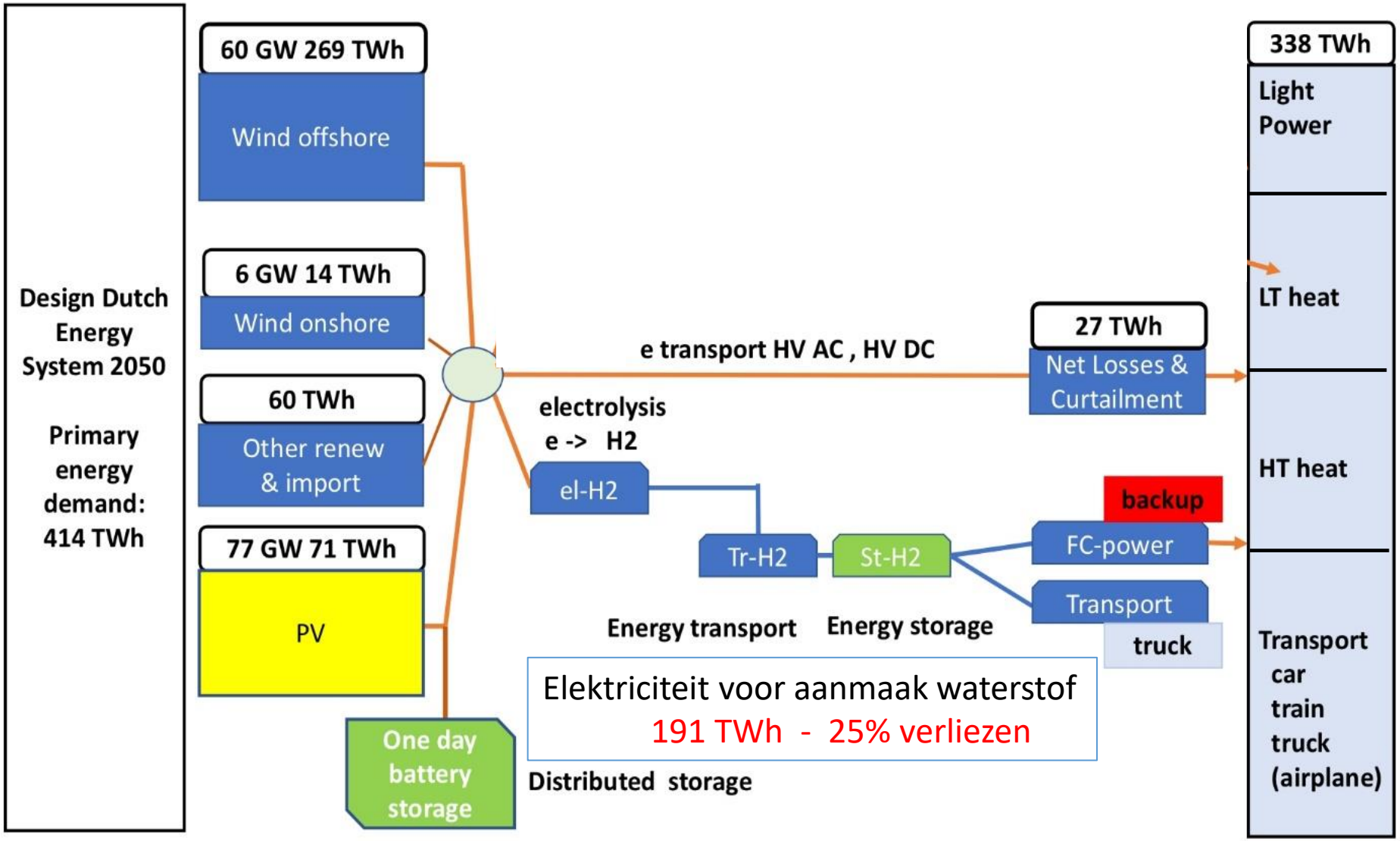
Systeem overzicht



Elektriciteit die meteen naar eindgebruiker gaat
195 TWh
Dezelfde Elektriciteitsproduktie vergt nu
40 % meer primaire energie
Besparing is 80 TWh

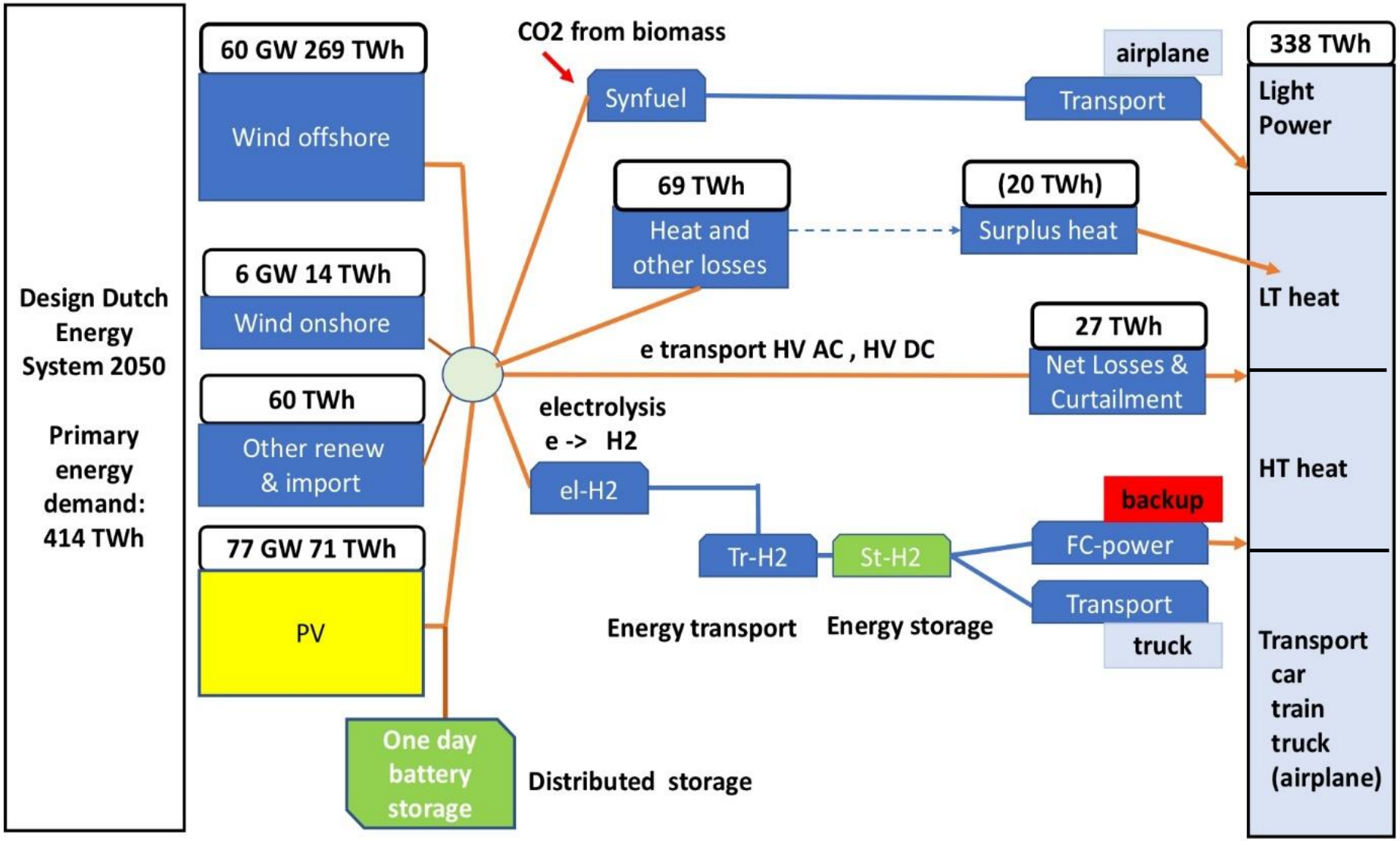
KIVI Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

Systeem overzicht



KIVI Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

Systeem overzicht



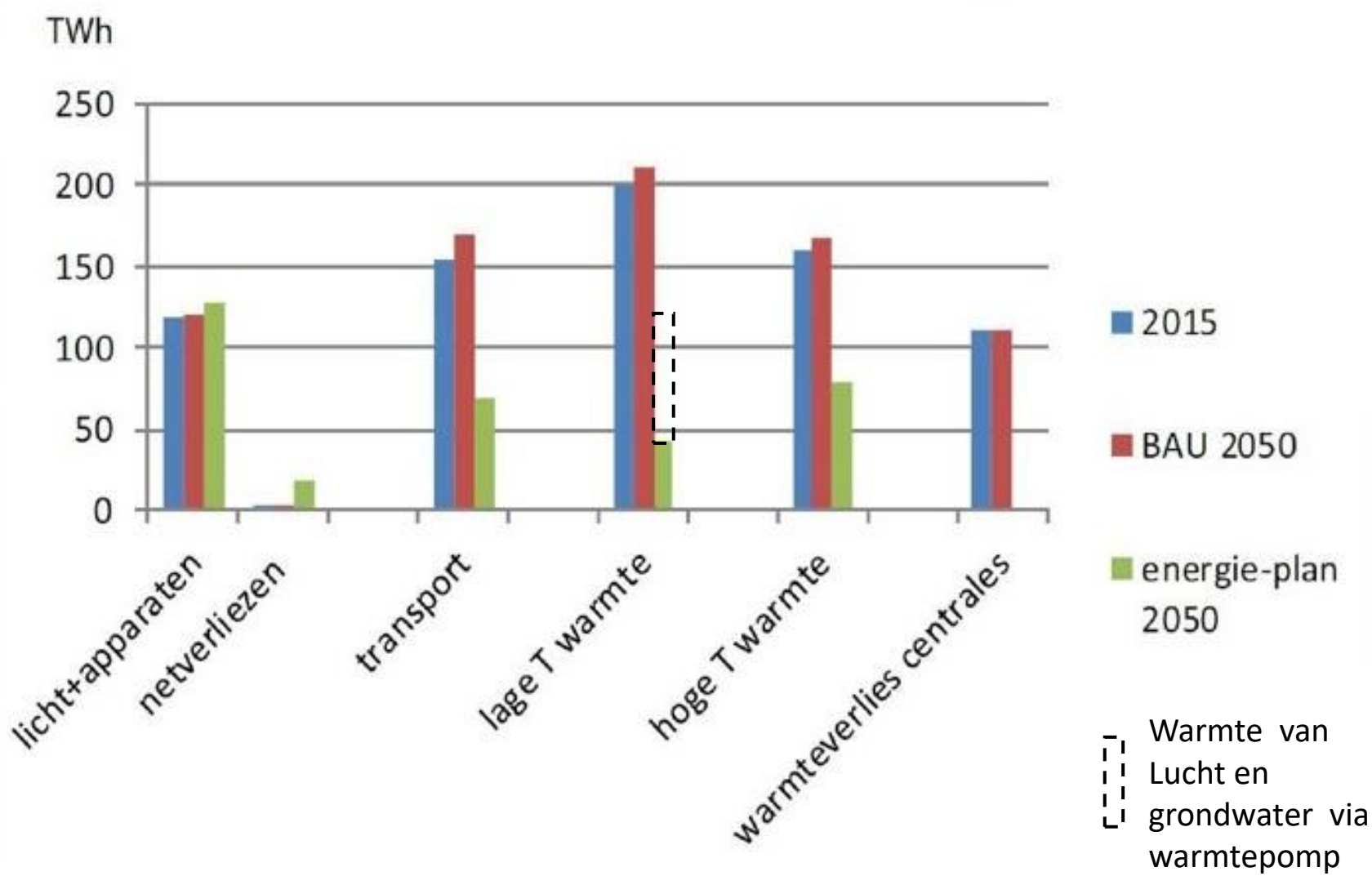
KIVI Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

Over Energiegebruik in 2050

- Elektrificatie voor vrijwel alles
- We hebben veel minder verliezen
- Hoogovens naar H2, ander proces
- Auto/mobiliteit elektrisch/H2
  veel zuiniger dan huidige auto's
- Huizen (bijna) allemaal op warmtepomp
  COP-4

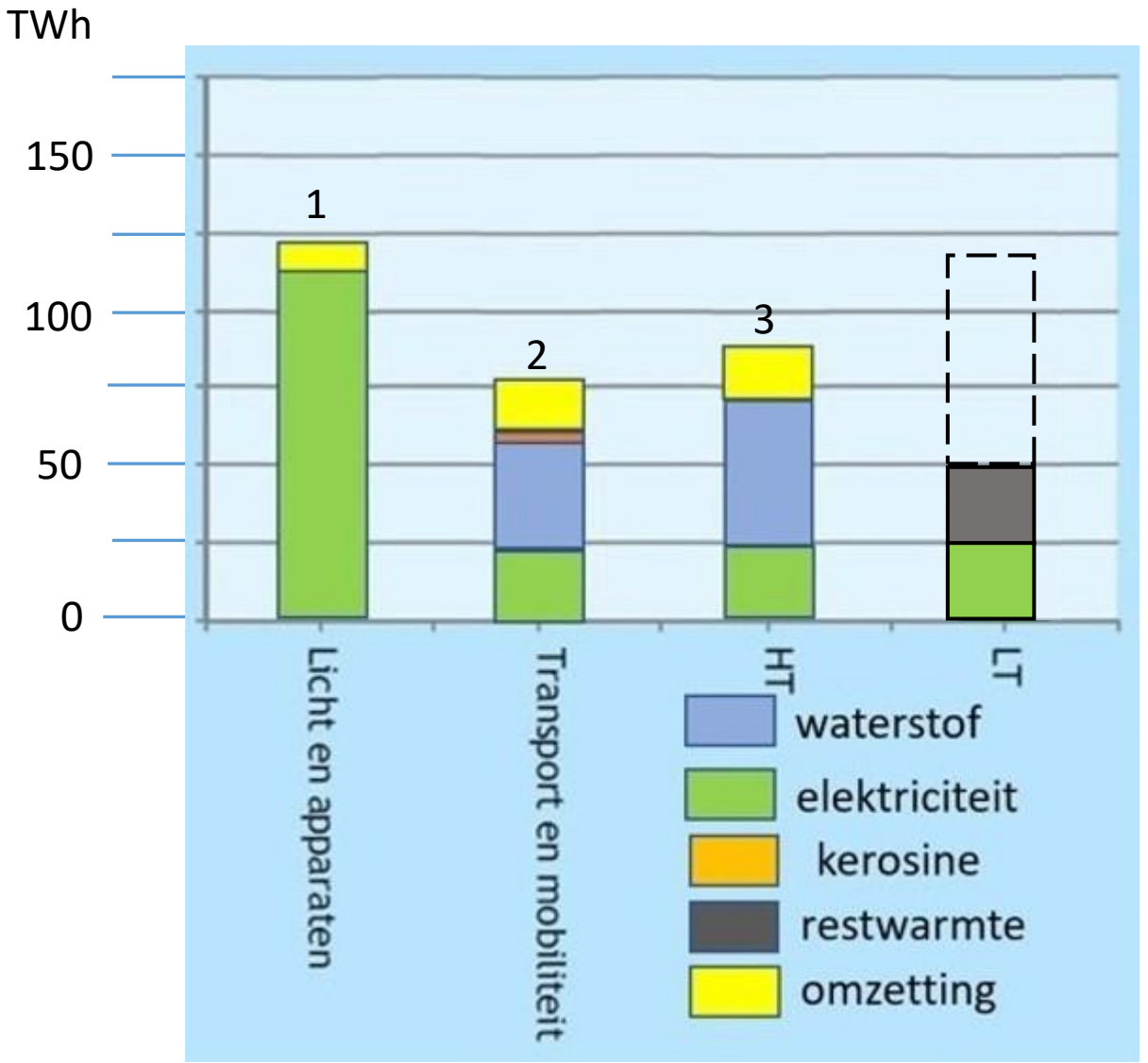
KIVI Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

We besparen veel energie door efficiënt gebruik



KIVI Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

Functionele energie vraag



1. 127 TWh
2. elek= 28 TWh
   H2 = 44 TWh
3. H2 = 60 TWh
   elek= 26 TWh
4. elek = 25 TWh
   heat = 20 TWh

Warmte van Lucht en grondwater via warmtepomp

Flexibiliteit maatregelen

Batterij opslag : decentraal systeem voor het opvangen van korte termijn fluctuaties : 80 GWh

Curtailment (aftopping) als het geleverde vermogen groter is dan wat het momentaan verbruik aankan is dit nodig. Vooral om het vermogen van de electrolyzers beperkt te houden.

6,5 TWh curtailment (totaal opgewekte energie is 343 TWh)

Back up systeem nodig voor stroomvoorziening

bij weinig wind en zon gebaseerd op waterstof buffer

33 GW en 16 TWh el. Output

Ter overbrugging seizoen en dunkelflaute

KIVI Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

De keuze van de energiebronnen

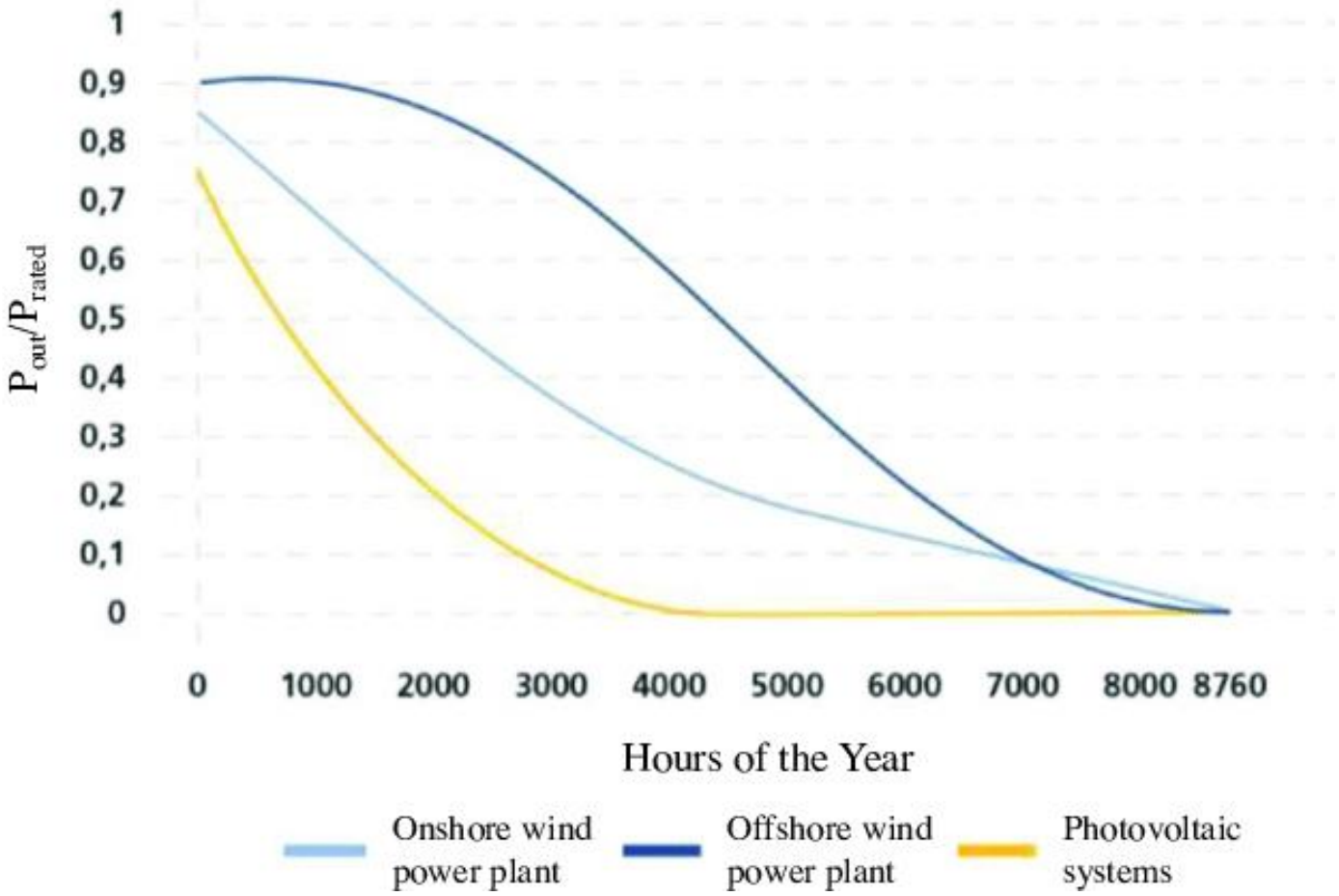
Over energiebronnen in 2050

- Geen kernenergie en biomassa in energieplan
- Wind op zee: 60 GW
  - Met 15-20 MW turbines
  - 7 MWh/km2
  - 4500 vollasturen.
- PV met 30 % efficiency en 920 vollasturen

KIVI Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

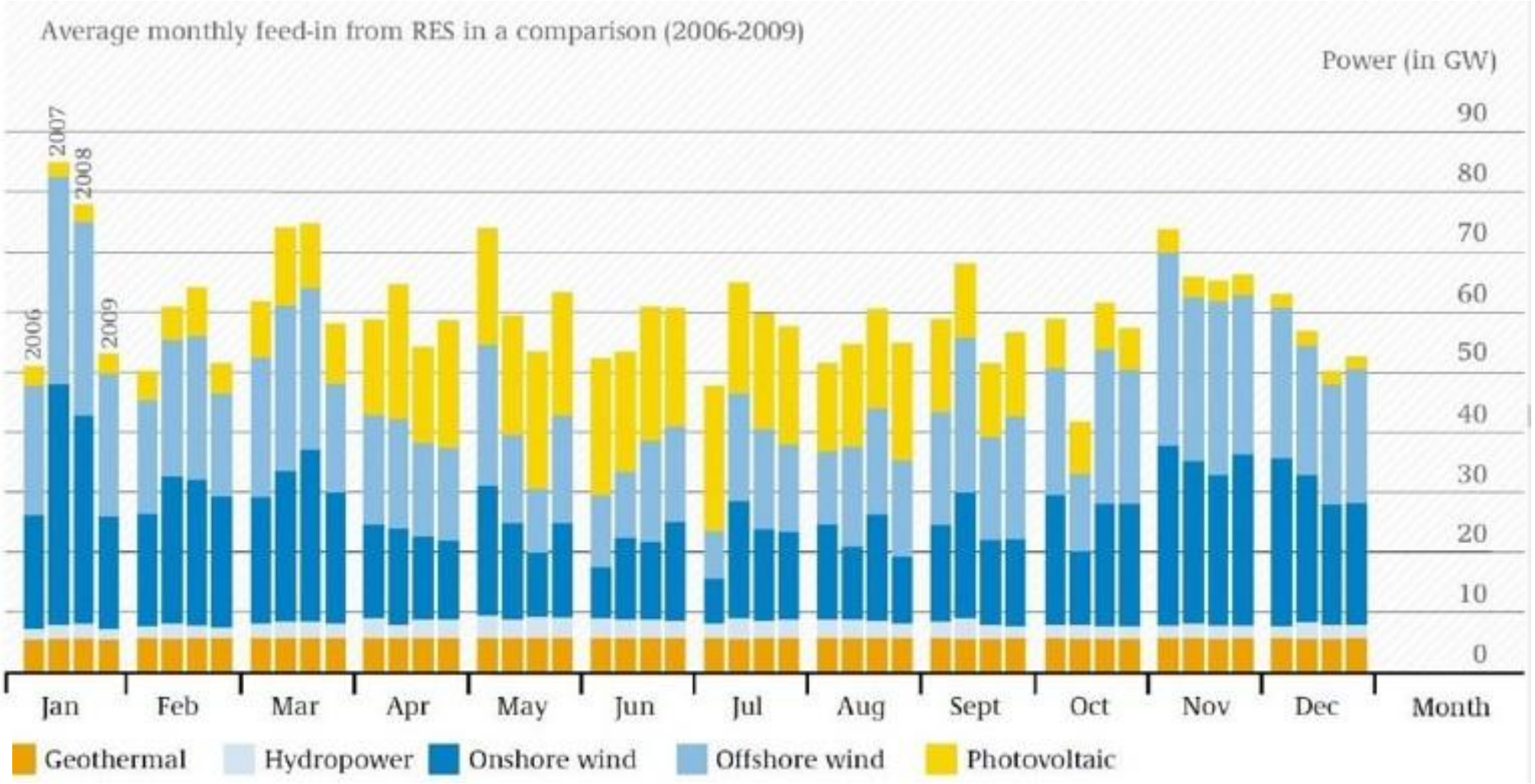
De PDC van wind op zee, wind op land and PV

PDC = Power Duration Curve



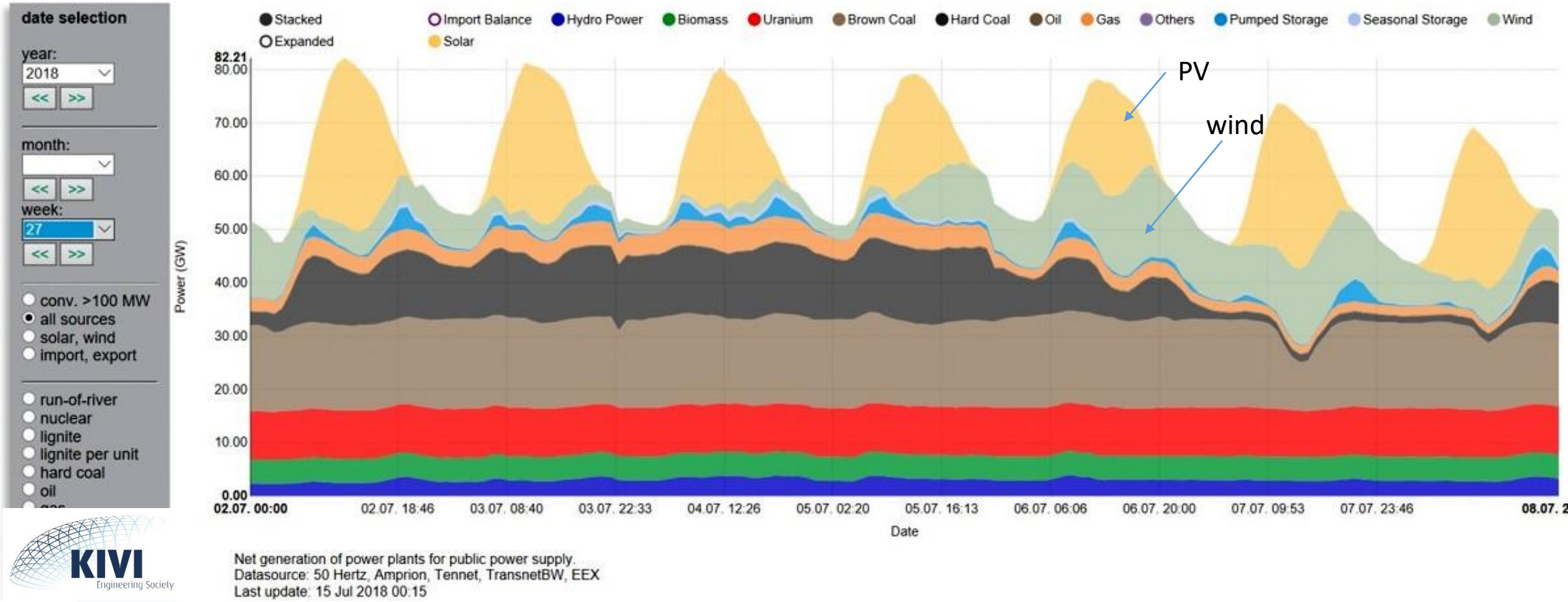
Het is duidelijk dat wind op zee de voorkeur heeft

Een goede mix van Wind and PV



verhouding energie wind/PV = 2 gekozen voor wind/PV=4

Electricity production in Germany in week 27 2018



KIVI Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

https://www.energy-charts.de/

Batterijen en back up power

Ong. 33GW fast back up vermogen is nodig
we stellen voor om daarvoor opwekking met H2 en fuel cells te gebruiken

op dit moment hebben we ong. 100.000 zware vrachtwagens in Nederland.
in de toekomst krijgen die 300 KW vermogen aan fuel cells

Dat is een totaal van 30 GW.

We hebben 80 GWh nodig aan batterij opslag.
Op het ogenblik hebben we ong. 8 millioen personenautos

Die zullen tenminste 50 KWh aan batterijen hebben. In totaal 400 GWh,

KIVI Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

Samenvatting van het energieplan

- In deze presentatie hebben we het basisplan gepresenteerd
- We besparen heel veel nodige primaire energie vergeleken met het huidige verbruik.
- Een goede mix van wind en PV zorgen voor weinig seizoensopslag
- Geen fossiele of andere centrale nodig voor back up
- Waterstofbuffer lost dit op
- Het systeem vergt een goede aansturing en afstemming tussen de verschillende onderdelen….
- Ook zullen we nog aantonen dat het ook kosteffectief is

- Conclusie : het is haalbaar en betaalbaar

KIVI Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek