

Gaan we in de toekomst onze huizen verwarmen met waterstof?

BatHyBuild-studie



Sprekers

Jan Rongé



- Postdoctoraal onderzoeker KU Leuven/COK-KAT
- Ontwikkelt “waterstofpanelen”
- Meer info op www.solhyd.org

Isabel François



- Project manager WaterstofNet
- Coördineert de Waterstof Industrie Cluster
- www.waterstofnet.eu

Opwarmertje...



- “Op waterstof verwarmen zal de snelste en eenvoudigste oplossing zijn om huizen klimaatneutraal te maken, *doorgedreven isolatie voor lage temperatuurverwarming is niet nodig.*”
- “Als ik mijn dak vol PV panelen leg en de overschotten in waterstof opsla, kan ik *onafhankelijk worden van het elektriciteitsnet*, moet ik al die netkosten en taksen niet meer betalen en kom ik een stuk voordeliger uit.”
- “Je huis verwarmen op waterstof is onzin, het zal *altijd goedkoper en efficiënter zijn om een warmtepomp te gebruiken*”.

Inhoud

- Wat is waterstof?
- Hoe kan waterstof in mijn woning komen? Voldoende? Hoe opslaan?
- Technologie.
- Het BathyBuild project: context, cases en resultaten
- Belangrijkste inzichten
- Wat betekent dit nu, voor mij ?
- Aanbevelingen voor het beleid.

Vragen kunnen gesteld worden in de Q&A.

Wat is waterstof?



- Niet nieuw: °1779 en sindsdien veelvuldig gebruikt in industrie
- Chemisch element → symbool H en atoomnummer 1
- Meest voorkomend element in universum
- Niet-giftig kleurloos en geurloos gas
 - vloeistof bij $-252,77\text{ °C}$
 - vaste stof bij $-259,2\text{ °C}$
- Bestaat niet op zichzelf → moet geproduceerd worden (energiedrager)



Chemische eigenschappen



Karakteristiek	Waterstof	Commentaar
Dichtheid gasvormig H ₂ (0 °C, 1 atm)	0,090 kg/Nm ³	14 maal lichter dan lucht

Hoge energiedichtheid per eenheid van massa => voordeel mobiele toepassingen
 Lage energiedichtheid per volume => onder hoge druk opslaan

(0 °C, 1 atm)	33,33 kWh/kg	
	10,8 MJ/Nm ³	methaan: 36 MJ/Nm ³

En } Lage ontstekingsenergie
 Mengsel lucht (O₂) /waterstof ontvlambaar } Veiligheids-
 Veel lichter dan lucht => verdunt zich makkelijk } Maatregelen!

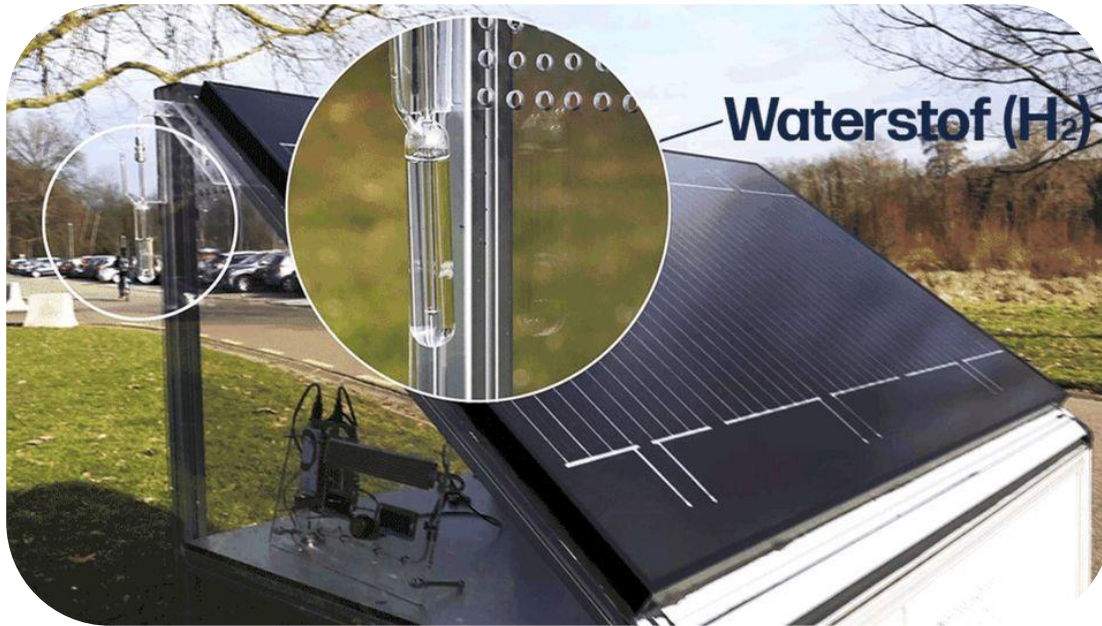
Ontvlambaarheidgrenzen in lucht (25 °C, 1 atm)	4 – 75 vol %	methaan: 5,3 – 15,0 vol %
Detonatiegrenzen in lucht (25 °C, 1 atm)	15 – 59 vol %	methaan: 6,3 vol % - 13,5 vol %
Zelfontbrandingstemperatuur	585 °C	methaan: 540 °C
Ontstekingsenergie	0,02 mJ	methaan: 0,29 mJ

Hoe wordt waterstof gemaakt?

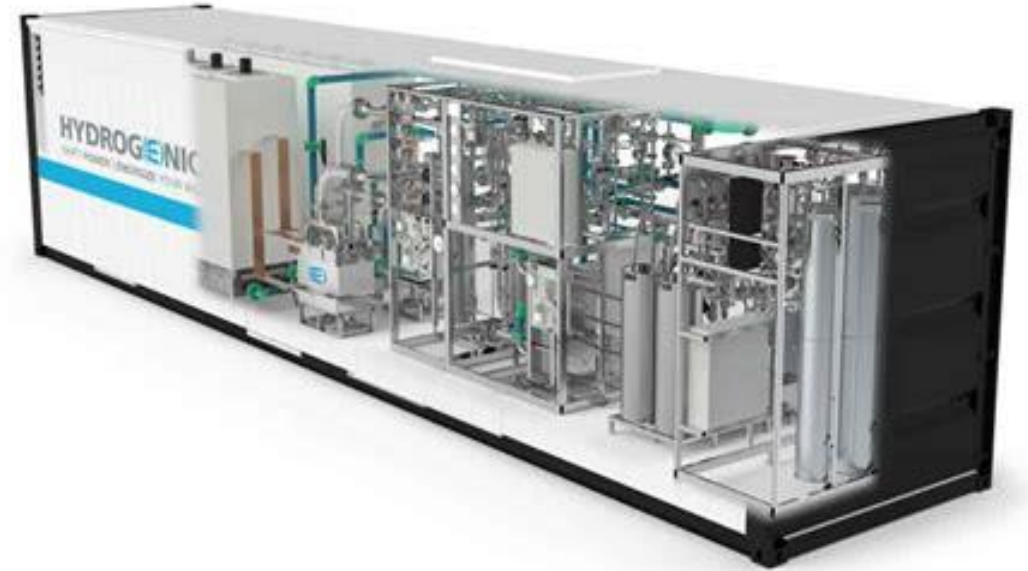
- ‘Grijze’ waterstof
 - Uit fossiele bronnen (nog > 90% van de productie vandaag)
(Steam Methane Reforming); CO₂ uitstoot
- ‘Blauwe’ waterstof
 - Uit fossiele bronnen; 80-90% van CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen.
 - Restwaterstof uit de industrie (bijproduct)
- ‘Groene waterstof’
 - Waterstof uit hernieuwbare bronnen
én met lage CO₂ uitstoot
 - Meestal via splitsen van water d.m.v. elektriciteit



Groene waterstof maken



Directe omzetting zonlicht naar H₂



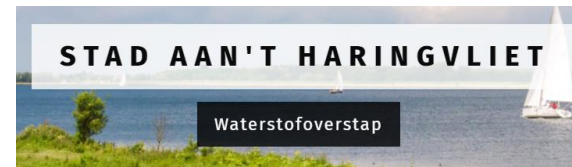
Elektrolyse H₂ uit groene elektriciteit

Hoe kan waterstof tot bij mijn woning komen?

Lokale productie bij de woning, uit eigen PV panelen



Waterstofproductie op **wijkniveau**;
distributie via lokaal net

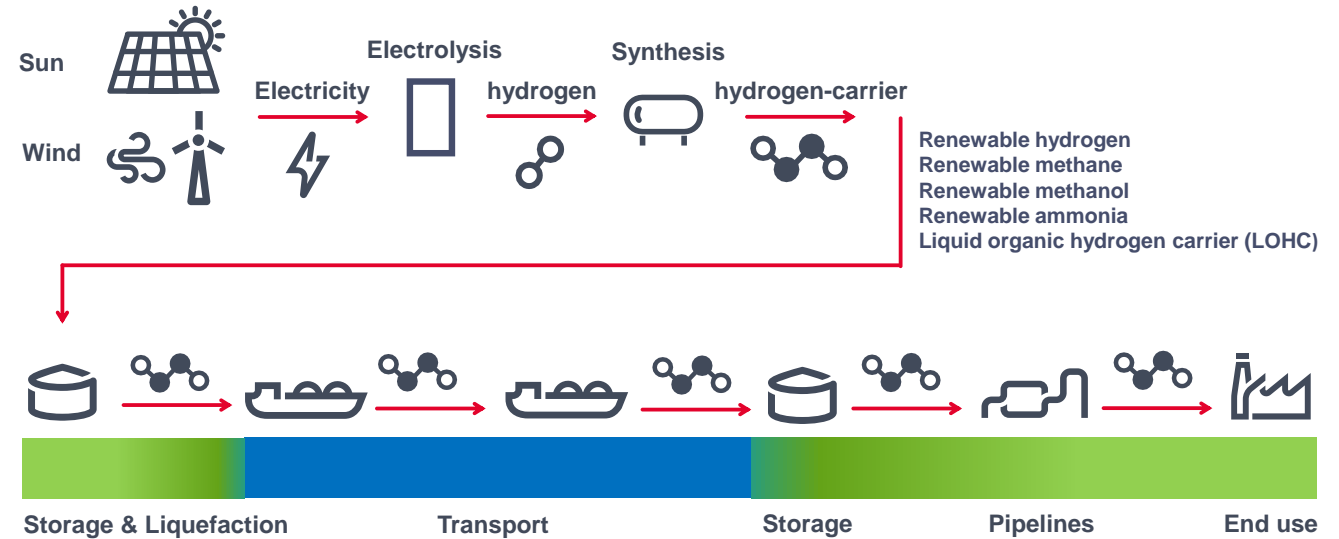


Centrale productie + transport/distributie via
waterstof-pijplijnnetwerk



Zal voldoende waterstof beschikbaar zijn?

Eigen productie maar ook grootschalige import



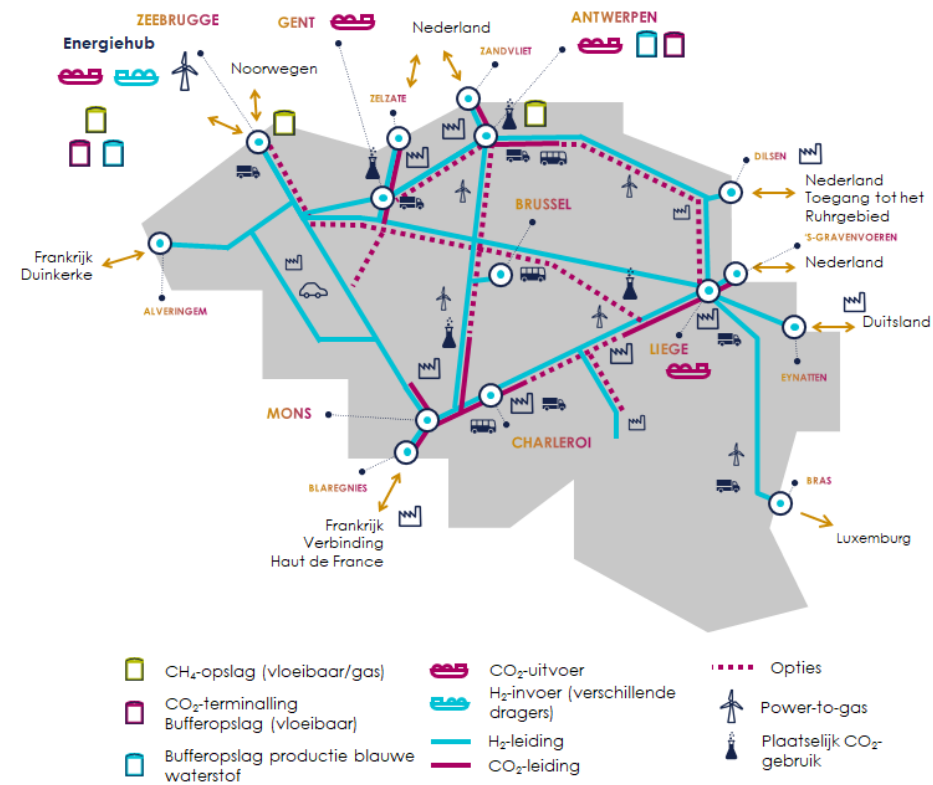
Import technisch en economisch haalbaar na 2030

(Hydrogen Import Coalition)

Komt er een waterstof pijpleiding netwerk?

Figure 4
Mature European Hydrogen Backbone can be created by 2040

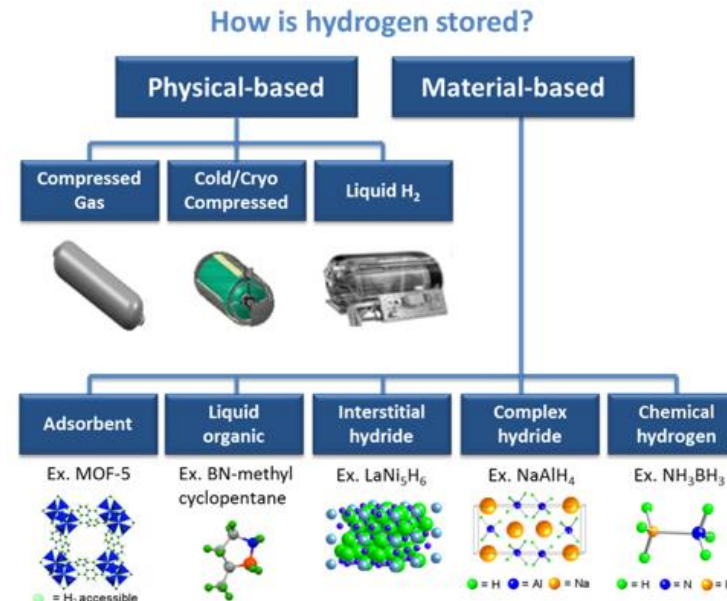
Transport (en distributie ?) van waterstof



Bron: Fluxys

Onder welke vorm kunnen we waterstof opslaan?

- Gasvormig onder hoge druk
⇒ compressor en drukvat nodig!
- Vloeibaar ($\leq -253^{\circ}\text{C}$):
⇒ cryogene opslagtanks
- Innovatieve methodes:
 - Gebonden aan vaste stof
 - Verder verwerkt in vloeistof



Source Hydrogen Europe

Waar kunnen we waterstof opslaan?

Opslag lokaal



Bron Solenco Power

Opslag centraal per wijk



Bron Nedstack

Opslag centraal landelijk (cfr aardgas)

Lege gasvelden, zoutcavernes of aquifers



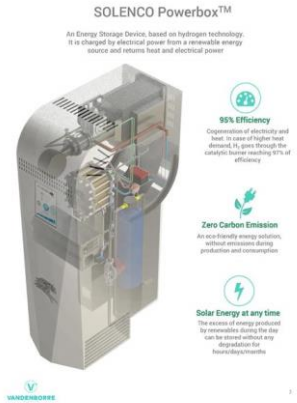
Bv. Hystock project NL
Aardgas opslag Loenhout (BE) -> ook voor H₂?

Verwarmen zonder aardgas of stookolie...opties?

Brandstof	Technologie
Elektriciteit	Warmtepomp; warmte uit lucht of bodem
Restwarmte industrie	Warmtenet
Groen gas of waterstof	Verbrandingsketel
	Warmte-kracht-koppeling (WKK) (verbranding of brandstofcel)
Combinatie elektriciteit & gas	Hybride warmtepomp (basis elektrisch, piek-verbruik op gas)
Zonnewarmte	Zonneboiler



Lucht-waterwarmtepomp



Warmtenet



Hybride warmtepomp



Brandstofcel en Micro-WKK

<https://www.ecobouwers.be/groene-warmte>

Project



aanleiding?



- Technologieën voor waterstof in gebouwen beschikbaar
- Piloot projecten, vooral in NL
 - Overtuiging dat (klimaatneutraal!) gas in gebouwde omgeving nodig zal blijven
 - Aantonen van technologie, ontwikkeling van het wetgevend kader
- **Beleid:** nog weinig aandacht voor toepassing van H₂ in gebouwde omgeving
 - Alternatieven: warmtenet (restwarmte), all-electric (warmtepomp)



BatHyBuild: Analyse van verschillende technologieën in verschillende situaties

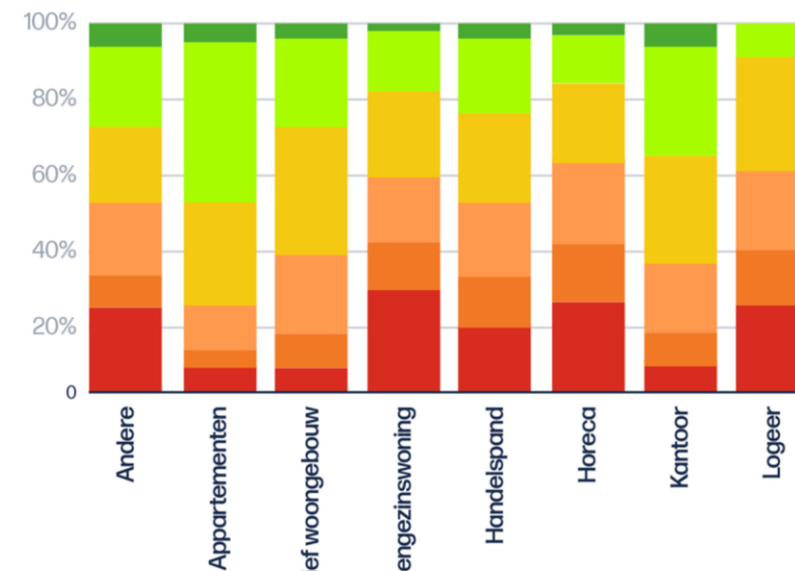
Context

- In 2050 moeten onze woningen energiezuiniger zijn dan vandaag: minstens “**label A**” (E-peil 60)
- We moeten hiervoor **elk jaar minstens 95 000** woningen grondig renoveren
- Vandaag worden er (kleine tot grote) werken gedaan aan ca. 80 000 woningen per jaar
- Tegen 2050 zullen er dan méér dan **een half miljoen woningen** onvoldoende gerenoveerd zijn



Labelverdeling geldige EPC's ingediend in 2020

Energie label **F** **E** **D** **C** **B** **A**



Context

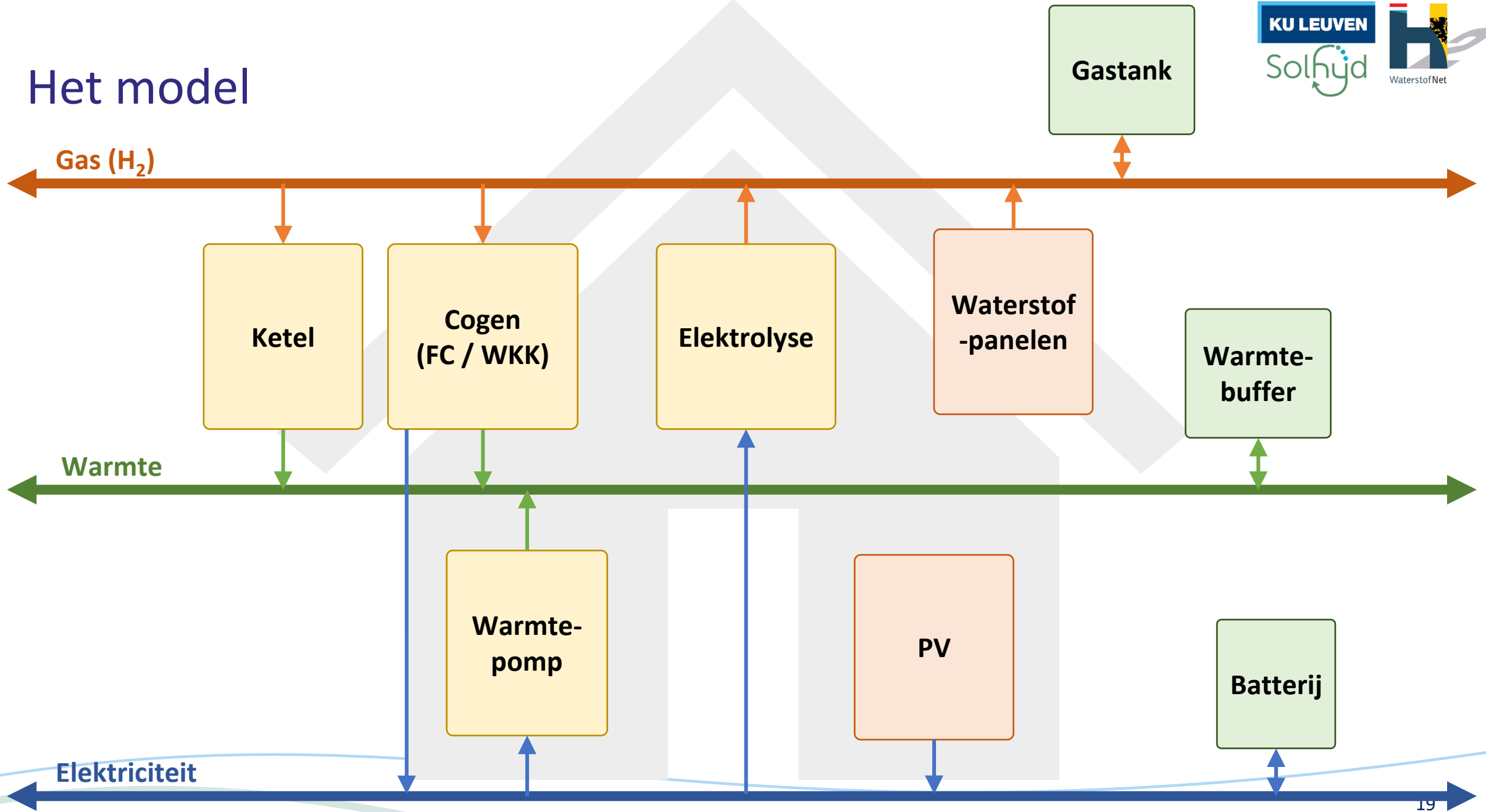
- Studies geven aan dat na 2040 nog steeds 17-44% van onze elektriciteit zou geproduceerd worden in (hernieuwbaar) **gascentrales**
 - Elia raamt het aandeel van **warmtepompen** op 20-45%
 - Energyville schat in dat 30-42% van het energieverbruik van huishoudens **nog steeds van (hernieuwbaar) gas** zal komen
- ➔ Als deze studies aangeven dat er een blijvende rol is voor (hernieuwbaar) gas, **hoe ziet die rol er dan uit?**



Het model



Het model

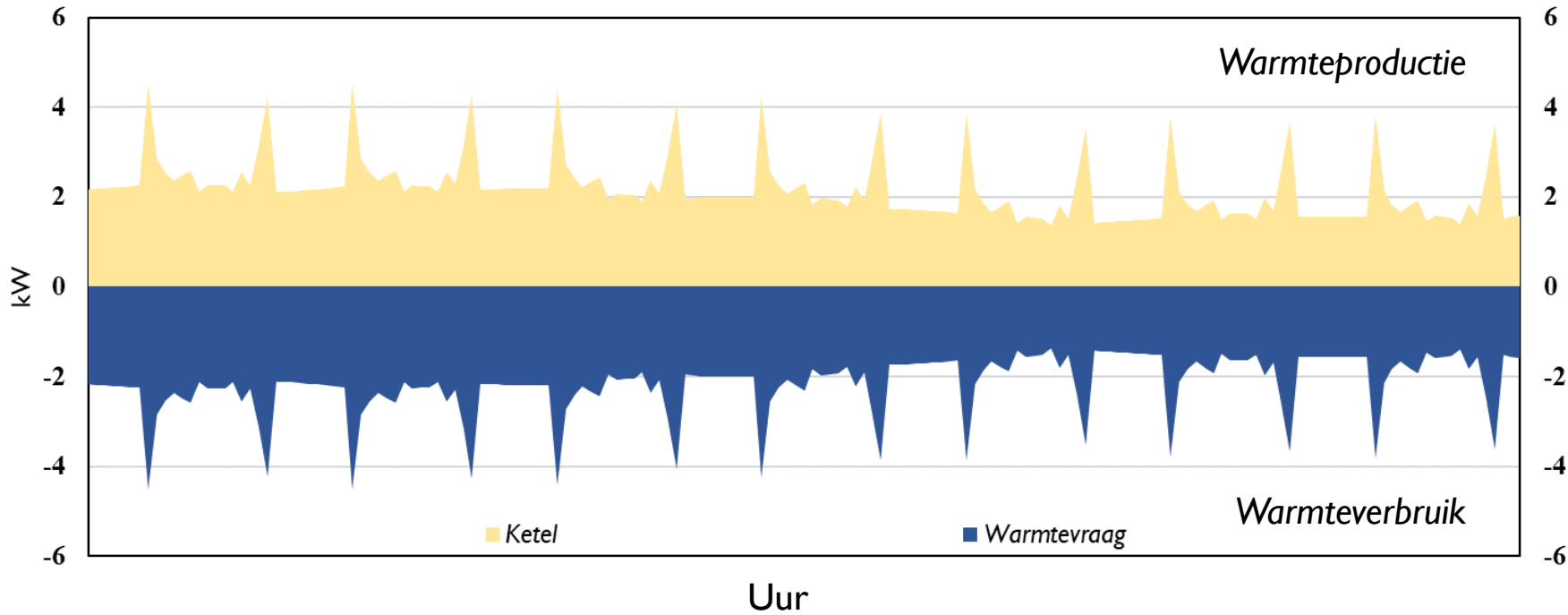


Het model

- We kijken naar de **periode 2030-2050**
- We gaan er van uit dat er **100% groene stroom én 100% groene waterstof** beschikbaar is
- We gaan er van uit dat er waterstofgas beschikbaar is via het **distributienet**
- Op de volgende slides wordt de ‘**energiekost**’ getoond: dit is de totale kost van elektriciteit, gas, nettarieven, aanschaf en onderhoud van toestellen, inclusief BTW. **Kosten voor isolatie en renovatie zijn *niet* inbegrepen.**
- Gedetailleerde resultaten zijn te vinden in het **publiek rapport** (waterstofnet.eu/nieuws)

Voorbeeld van een typische woning

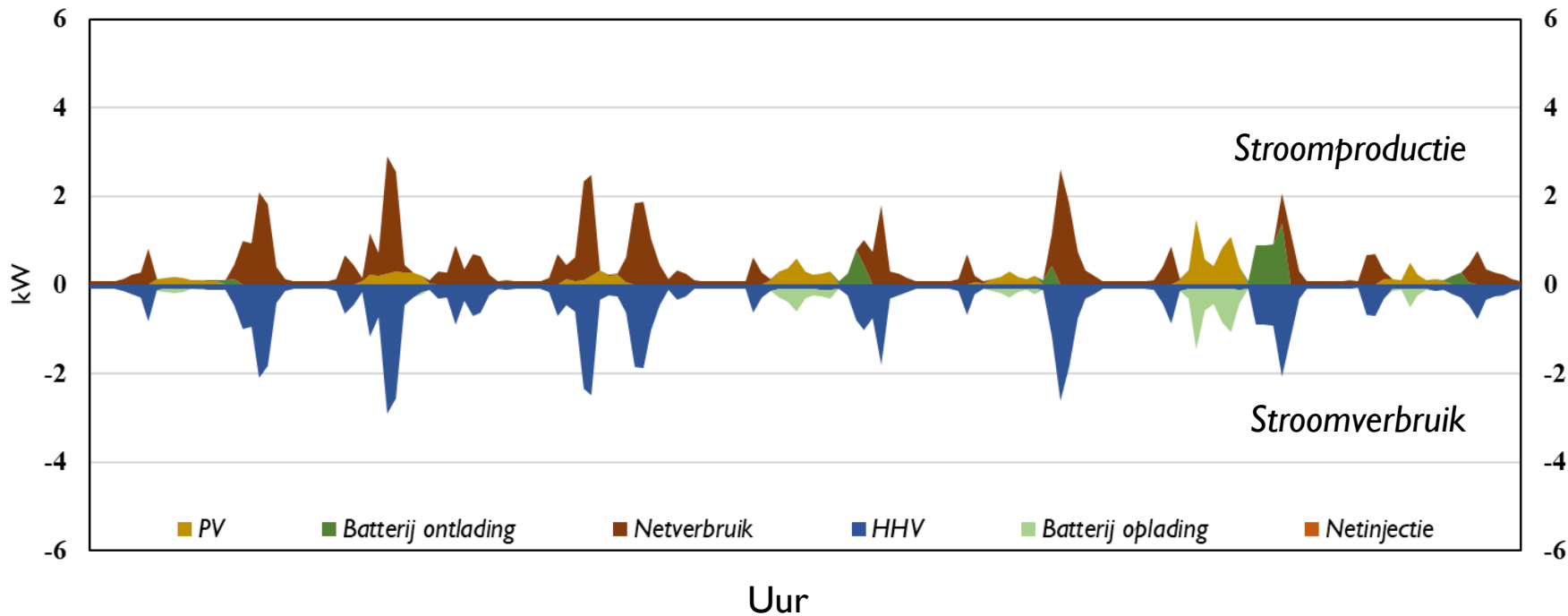
Warmteprofiel voor een week in januari



Warmtevraag	9 000 kWh
Elektriciteitsvraag	3 500 kWh
Waterstofketel	15 kW
Zonnepanelen	5 kWp
Batterij	5 kWh

Voorbeeld van een typische woning

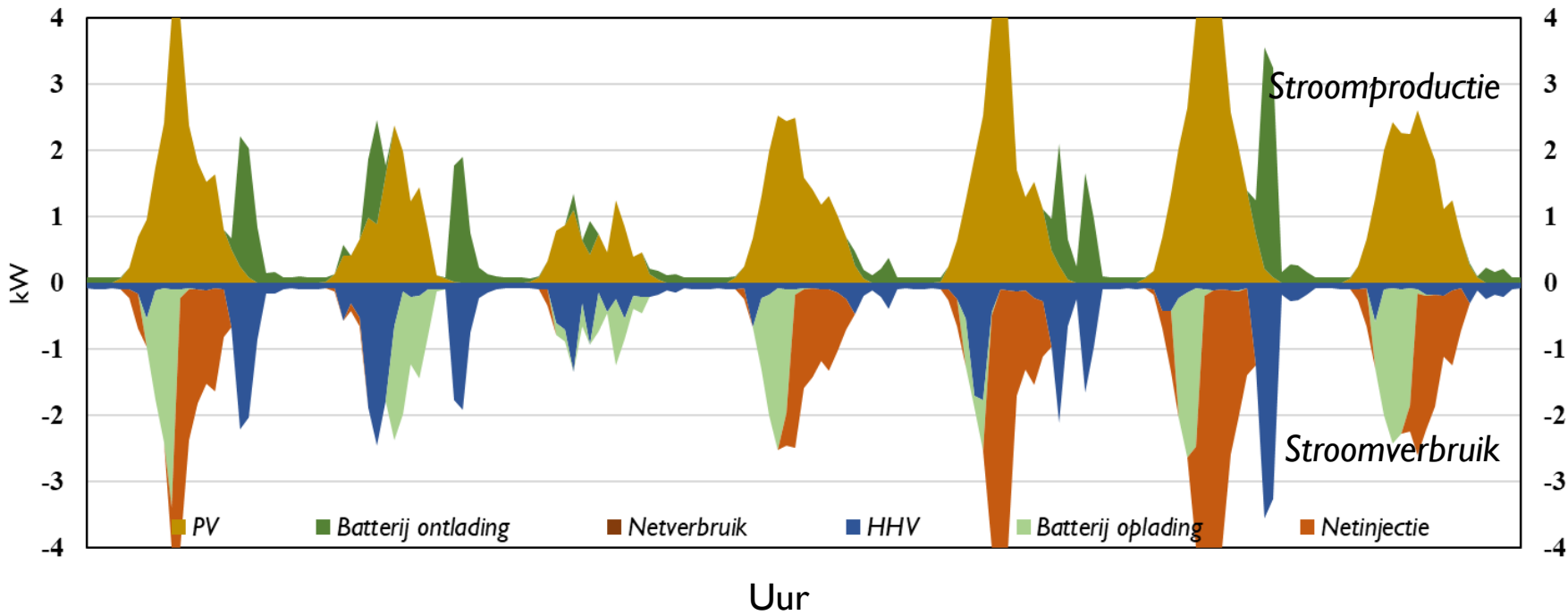
Elektriciteitsprofiel voor een week in januari



Warmtevraag	9 000 kWh
Elektriciteitsvraag	3 500 kWh
Waterstofketel	15 kW
Zonnepanelen	5 kWp
Batterij	5 kWh

Voorbeeld van een typische woning

Elektriciteitsprofiel voor een week in juni



Warmtevraag	9 000 kWh
Elektriciteitsvraag	3 500 kWh
Waterstofketel	15 kW
Zonnepanelen	5 kWp
Batterij	5 kWh



Lia en Nette ontwerpen met hun architect een nieuwbouwwoning.



Mariam en Christophe hebben een woning gekocht en willen die renoveren.



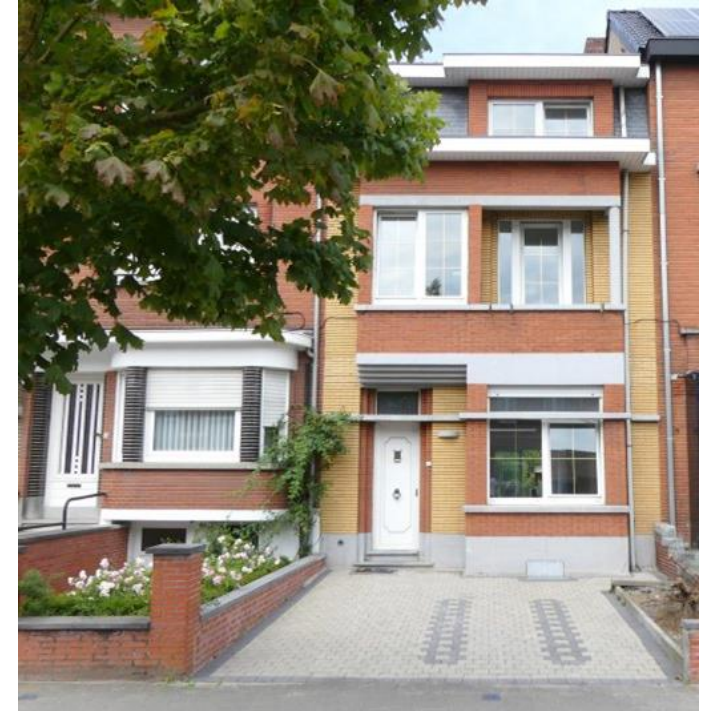
Gus wil graag onafhankelijk zijn van het net en bouwt een 'off-grid' woning.

3 uitgelichte scenario's

Mariam en Christophe: renovatie

De woning uit de jaren '60 kan veel zuiniger worden gemaakt dankzij isolatie van het dak, de buitengevel en vervangen van het buitenschrijnwerk. Om lage temperatuurverwarming mogelijk te maken, moeten de radiatoren worden vervangen of de chape worden opengebrouwen.

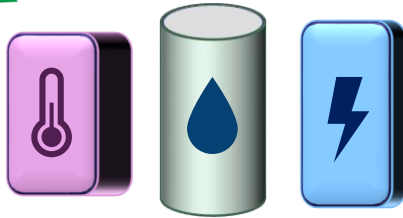
- Er wordt gemikt op een jaarlijkse warmtebehoefte van **9000 kWh**
- Mariam en Christophe moeten een keuze maken uit:
 - Een warmtepomp ('all-electric')
 - Een waterstofketel
 - Een combinatie van waterstofketel en kleine warmtepomp ('hybride')
 - Bijkomende installatie van zonnepanelen (PV)
 - Bijkomende installatie van waterstofpanelen



Mariam en Christophe: renovatie

All-electric

- Warmtepomp
- Warmteopslagvat
- (PV + batterij)
- (Waterstofpanelen)



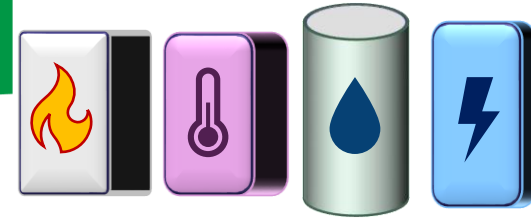
Ketel

- Waterstofketel
- (PV + batterij)
- (Waterstofpanelen)



Hybride

- Warmtepomp
- Waterstofketel
- (PV + batterij)
- (Waterstofpanelen)



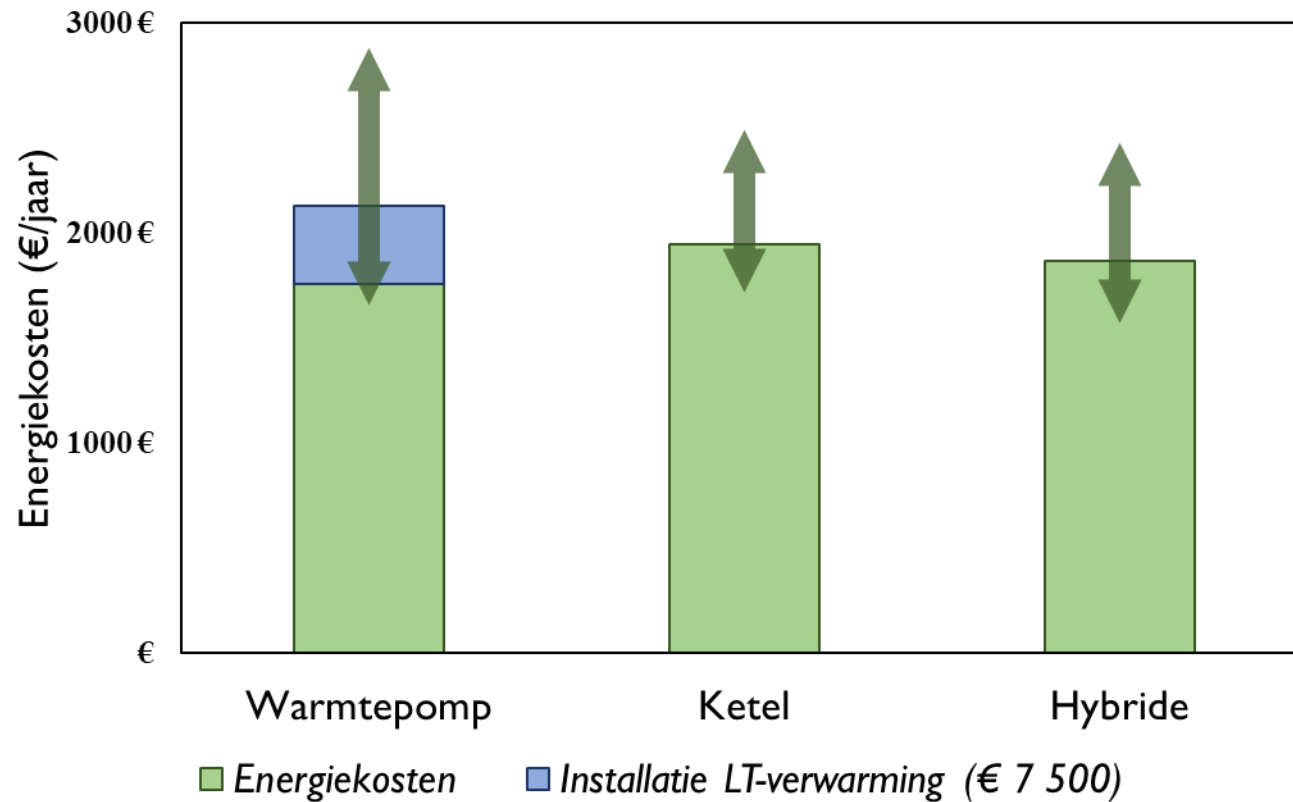
Elektriciteitsnet

Gasnet (waterstof)

Geldig voor 2050 en met 'base case' aannames

Mariam en Christophe: renovatie

Jaarlijkse energiekosten: gerenoveerde woning

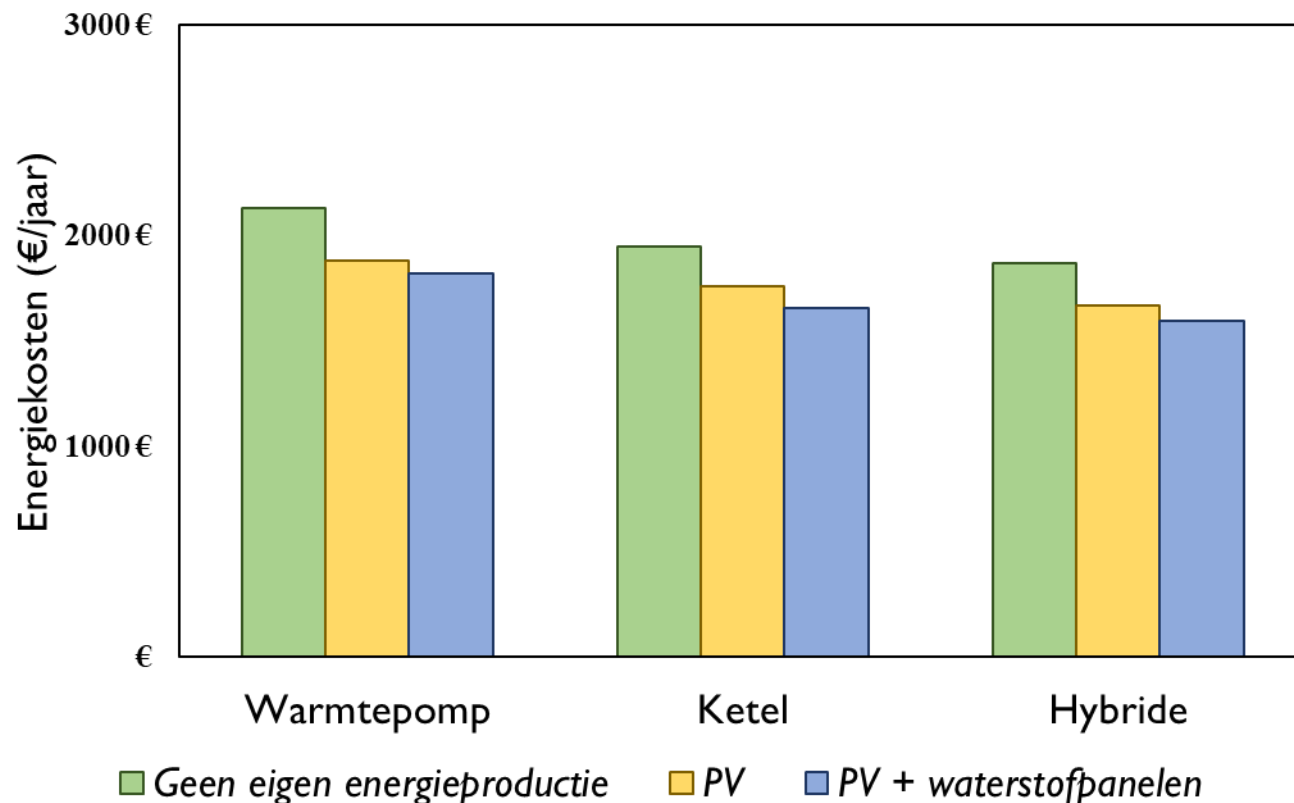


Het vervangen van de radiatoren maakt van de warmtepomp een dure optie.

Hybride verwarming leidt tot de laagste kost.

Mariam en Christophe: renovatie

Jaarlijkse energiekosten: gerenoveerde woning



Investerings in eigen productie van hernieuwbare energie zijn altijd rendabel.

Lia en Nette: nieuwbouw

Een oude woning werd gesloopt en er komt een zeer zuinige nieuwbouwwoning in de plaats. Er ligt gas in de straat, dus er is veel mogelijk. De architect legt hen 3 keuzes voor.

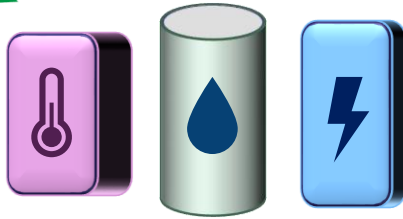
- Er wordt gemikt op een jaarlijkse warmtebehoefte van **5000 kWh**
- Lia en Nette moeten een keuze maken uit:
 - Een warmtepomp ('all-electric')
 - Een waterstofketel
 - Een brandstofcel
 - Bijkomende installatie van zonnepanelen (PV)
 - Bijkomende installatie van waterstofpanelen



Lia en Nette: nieuwbouw

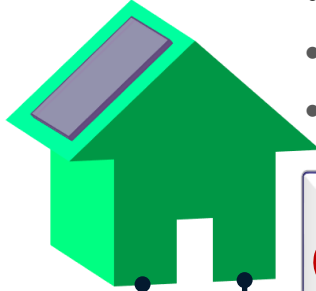
All-electric

- Warmtepomp
- Warmteopslagvat
- (PV + batterij)
- (Waterstofpanelen)



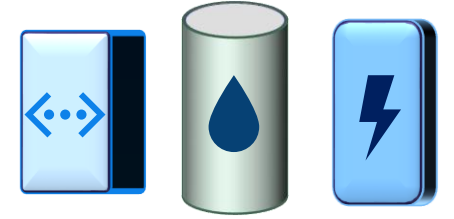
Ketel

- Waterstofketel
- (PV + batterij)
- (Waterstofpanelen)



Brandstofcel

- Brandstofcel
- Warmteopslagvat
- Batterij
- (PV)
- (Waterstofpanelen)



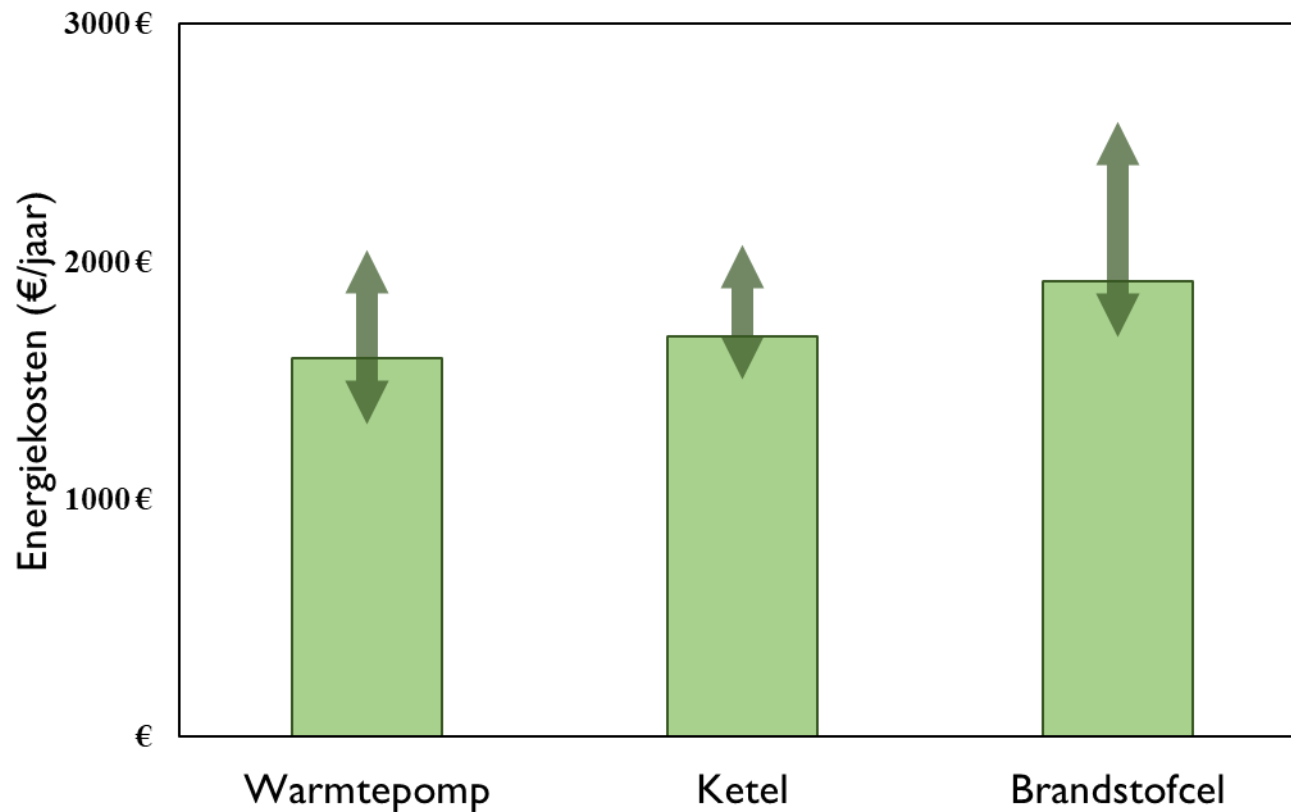
Elektriciteitsnet

Gasnet (waterstof)

Geldig voor 2050 en met 'base case' aannames

Lia en Nette: nieuwbouw

Jaarlijkse energiekosten: nieuwbouw

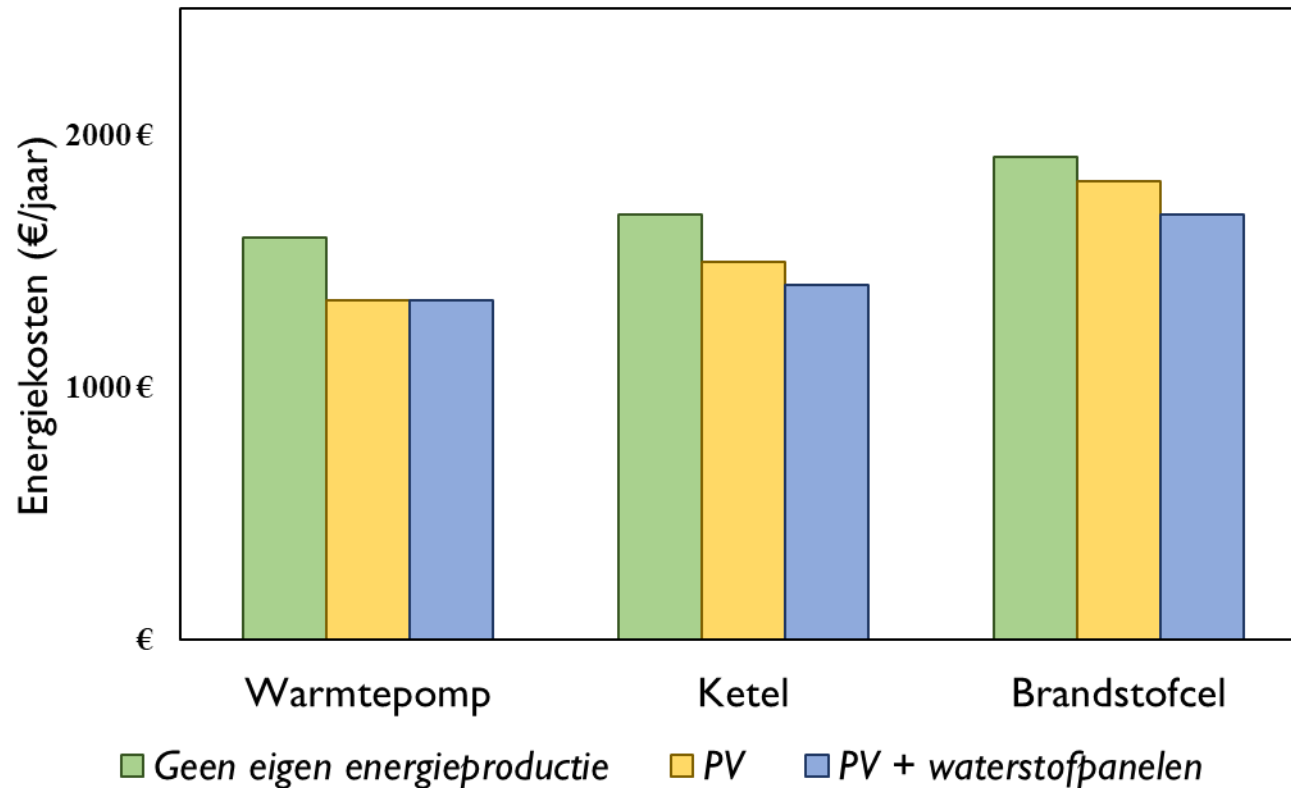


Dankzij de lage warmtevraag, zijn de energiekosten beperkt.

Verwarmen met een warmtepomp leidt tot de laagste kost.

Lia en Nette: nieuwbouw

Jaarlijkse energiekosten: gerenoveerde woning



Investerings in eigen productie van hernieuwbare energie zijn altijd rendabel.

Gus: off-grid

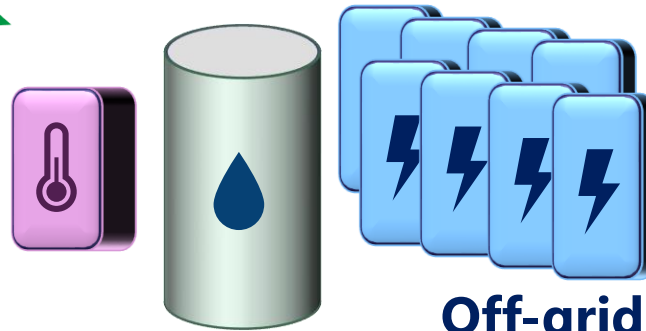
*Gus wil niet aangesloten zijn op het net. Hij moet dus het hele jaar door voor zijn eigen energie zorgen. Er moet dus voldoende hernieuwbare energieproductie én opslag zijn. In de eerste plaats beperkt hij zijn energievraag tot **2000 kWh elektriciteit** en **5000 kWh warmte**.*

- Hij vergelijkt de volgende opties:
 - Elektrisch : veel zonnepanelen en batterijen
 - Waterstof : veel zonnepanelen, elektrolyse, en waterstofopslag
 - Waterstof : zonnepanelen, waterstofpanelen, en waterstofopslag
 - Netgekoppeld : toch aansluiten op het net, met een warmtepomp

Gus: off-grid

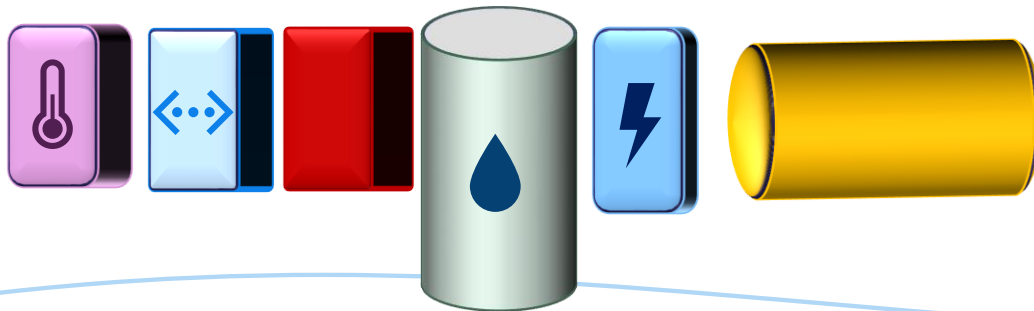
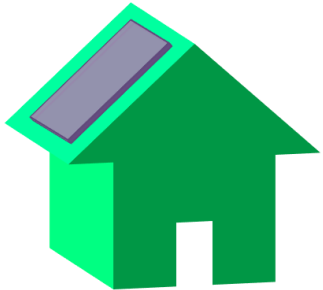
Off-grid elektrisch

- Warmtepomp
- Zonnepanelen : 50 m²
- Warmteopslagvat : 1000 liter
- Batterijen : 8x Tesla Powerwall



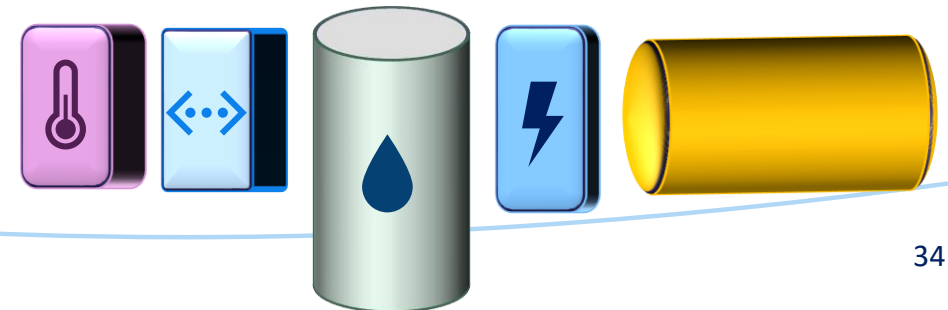
Off-grid elektrolyse

- Warmtepomp
- Brandstofcel
- Elektrolyse
- Zonnepanelen : 30 m²
- Warmteopslagvat : 1000 liter
- Batterij
- Waterstofopslag : 3 m³ (hoge druk)



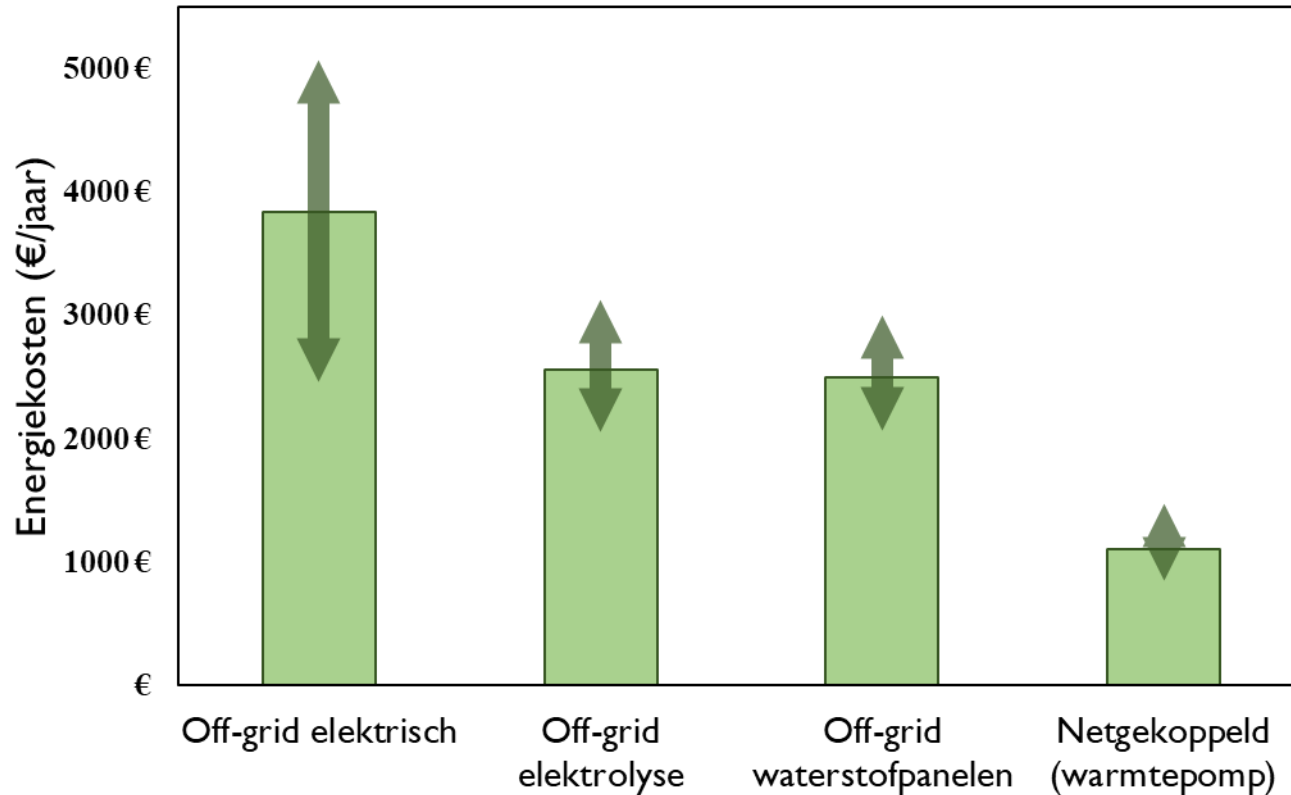
Off-grid waterstofpanelen

- Warmtepomp
- Brandstofcel
- Waterstofpanelen : 13 m²
- Zonnepanelen : 13 m²
- Warmteopslagvat : 1000 liter
- Batterij
- Waterstofopslag : 3 m³ (hoge druk)



Gus: off-grid

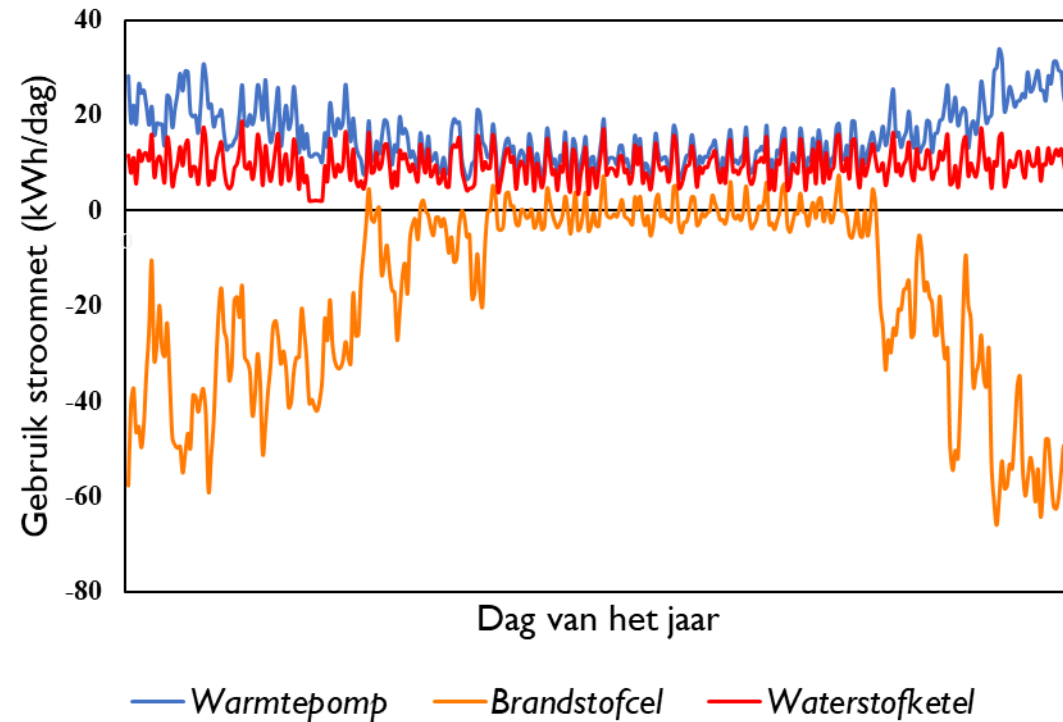
Jaarlijkse energiekosten: off-grid



Niet aansluiten op het distributienet, is een heel pak duurder dan wel aangesloten zijn.

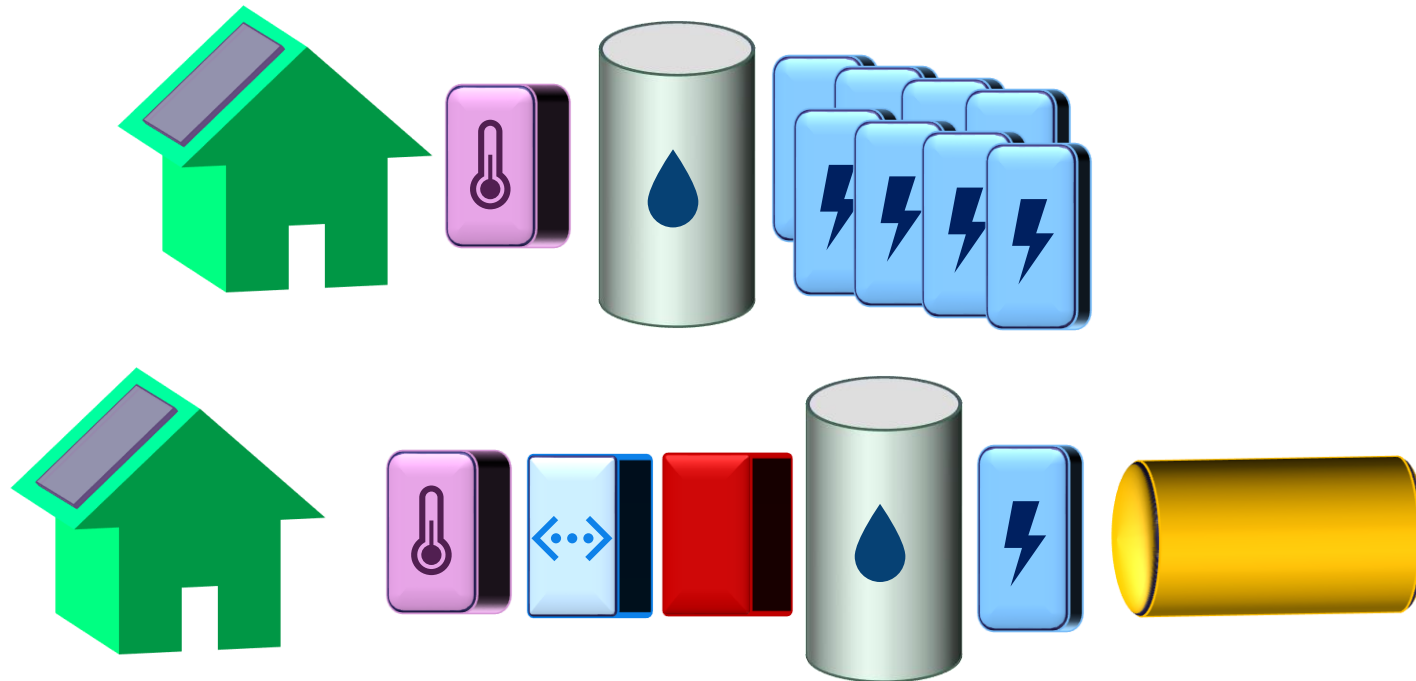
Belangrijkste inzichten

Het gebruik van waterstof verlaagt de elektriciteitsvraag in de winter



Belangrijkste inzichten

Off-grid leven is duur en complex, óók met waterstof



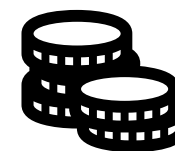
Belangrijkste inzichten

Waterstof kan pas een rol spelen nà 2030

Vóór 2030

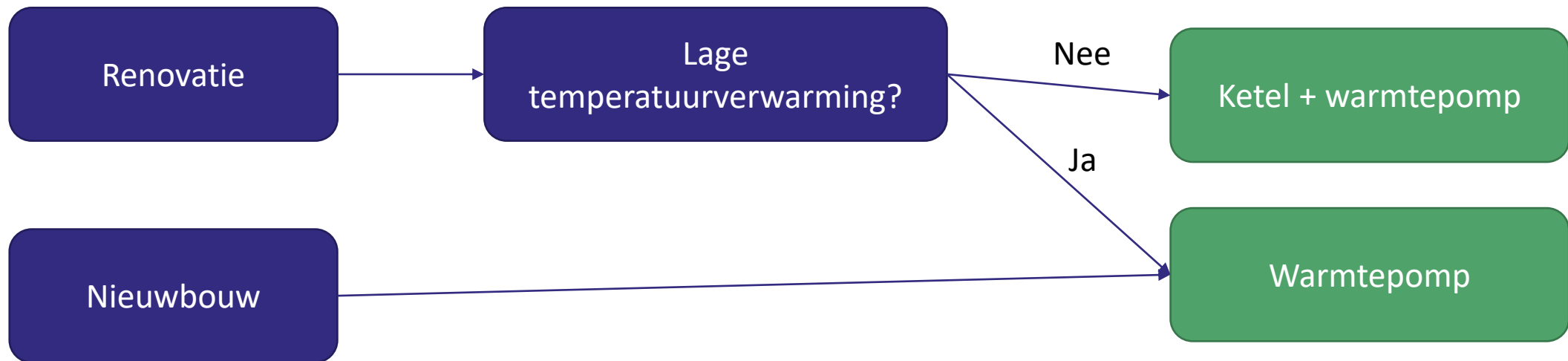


Nà 2030



Belangrijkste inzichten

Voor veel bestaande woningen is hybride verwarmen het goedkoopst
Voor nieuwbouwwoningen is all-electric verwarmen het goedkoopst
(nà 2030, en zonder goedkoop aardgas)



Belangrijkste inzichten

En nog veel meer ...

Het publiek rapport kan gevonden en gedownload worden op:
www.waterstofnet.eu/nieuws

Wat betekent dit nu, voor mij?

1. Investeren in **isolatie** is altijd een goed idee
2. Investeren in **zonnepanelen** is altijd een goed idee
3. Voorzie **lage temperatuurverwarming** indien mogelijk
4. Een **hybride warmtepomp** (met gasketel) kan vandaag al interessant zijn.
 - Zo kan je profiteren van goedkoop gas (in de winter) én van energie uit zonnepanelen (in de zomer)
 - Bovendien ben je zo flexibel naar de toekomst toe.
 - Opgelet, steeds afhankelijk van de context!

Wat betekent dit nu, voor mij?

5. Je moet **niet wachten op waterstof**

- Waterstof kan pas over 10-15 jaar een rol spelen.
- Investeer dus nu in de huidige beste oplossingen, met korte terugverdientijd.

6. Je kan je woning **voorbereiden** op de toekomst

- Voorzie wachtbuizen naar het dak, de tuin en de straat; voldoende ruimte in je stookplaats. (indien mogelijk)
- Meer hoeft je vandaag niet te doen.

7. Er bestaan vandaag al commerciële producten met groene waterstof. Technisch kan het, maar het is duurder dan de alternatieven (zeker indien je opslag voorziet).

Aanbevelingen voor het beleid

- Ontwikkel **lange termijn visie** voor verwarming van gebouwen in 2050, sluit H₂ niet uit.
- Focus niet enkel op efficiëntie maar op lange termijn duurzaamheid en laagste maatschappelijk kost op **systemniveau**.
- Ondersteun **onderzoek en pilootprojecten** om opportuniteiten en uitdagingen rond H₂ te ontdekken.
 - Hybride oplossingen
 - Technologie Vlaamse spelers



WaterstofNet

Open Manufacturing Campus
Slachthuisstraat 112 bus 1
2300 Turnhout
België

T +32 (0)14 40 12 19

Kantoor Nederland

Automotive Campus
Automotive Campus 30
5708 JZ Helmond
Nederland

 WaterstofNet

 WaterstofNet

WaterstofNet.eu

Bedankt voor uw aandacht!
Thank you for your attention!



WaterstofNet