

# Seizoenbuffering van waterstof in een woonwijk.

Veilig, economisch en zinvol?  
Smart Energy NL, Zoetermeer 1 juni 2017



Kees Pulles  
Kees.pulles@kiwa.nl

**Trust**  
**Quality**  
**Progress**



# Seizoenbuffering waterstof in de woonwijk

- In vredesnaam, waarom?
- Wie verdient eraan?
- Kan het veilig?

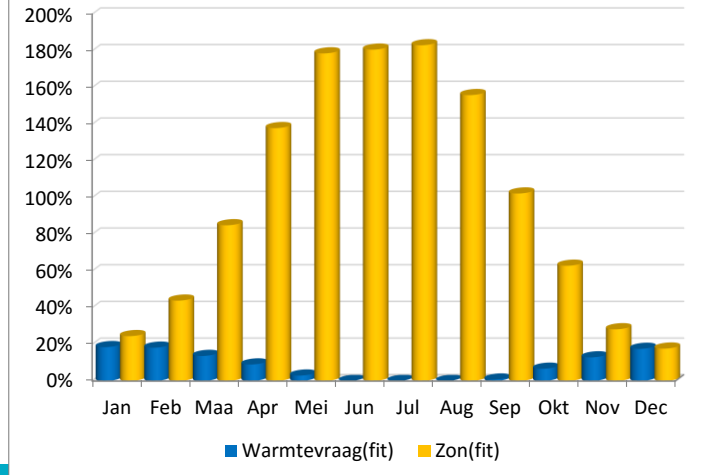
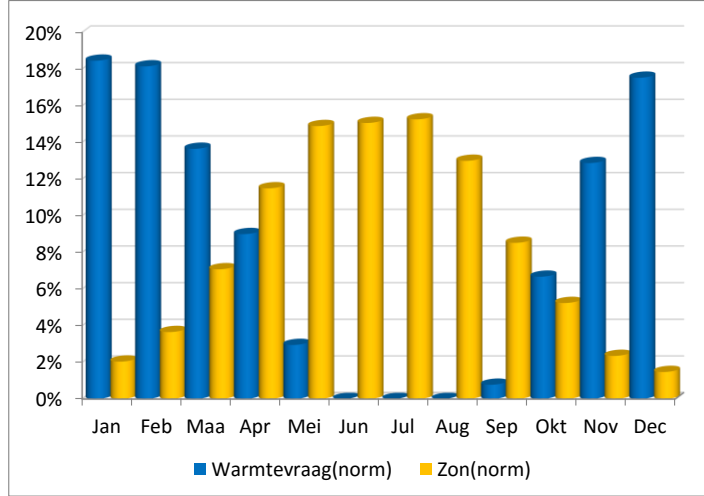
Terug naar vroeger?

In modern nieuw jasje?  
Nee, dit is niet wat ik bedoel



# Vraag en aanbod van energie

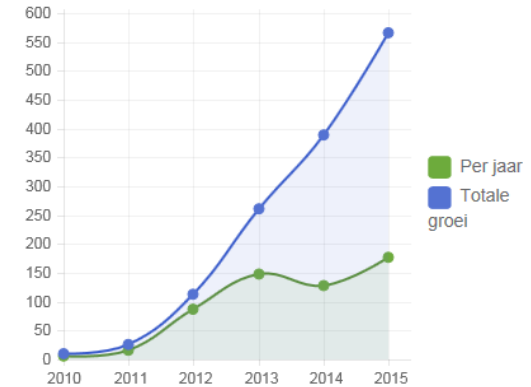
- Warmtevraag versus zonninstraling  
(<http://www.klimaatatlas.nl/>)
- Zonder (maand)buffer:  
max vraag = min zon
- 12x zoveel opgestelde capaciteit nodig
- 1100% verspilling
- Gebaseerd op gemiddelde  
Geen reserve
- Met tapwatervraag en windturbine wordt verhouding gunstiger.
- Tapvraag is op dit moment ca 25%
- Wind is grilliger dan zon.



# Zomeroverschot gratis bewaren?

- Binnenkort is er geen ruimte meer in de elektriciteitsvraag
- U kunt in de zomer de elektriciteit niet kwijt.
- Opslag per woning:
  - Huidige warmtevraag per woning: 15.000 kWh/jr (107%)
  - Huidige warmtevraag nieuwbouw: 9.000 kWh/jr (107%)
  - Toekomstige warmtevraag: 2.700 kWh/jr (350%)
- Benodigde buffer: 66% (2.000 kWh, bij geen overcapaciteit)
- Benodigde buffer: 0 % (bij 12x overcapaciteit)

Vermogen Zon in Kilowatt totaal (MW)



150 Tesla-walls

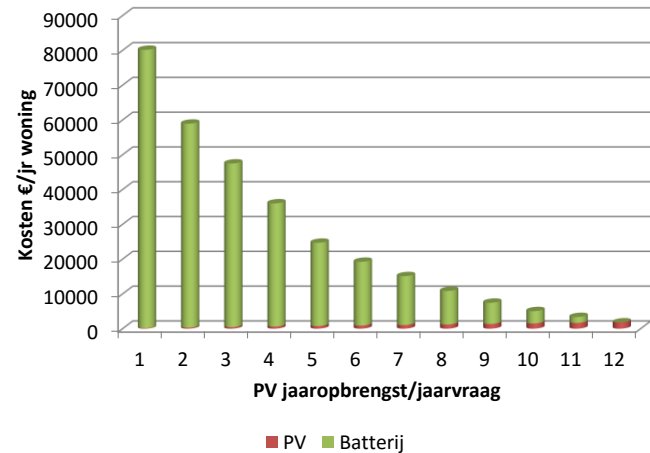
500.000 €

# Optimum hangt af van veel factoren

- Prijs batterijen: 40 €/kWh/jr (lood accu 5jr, 0% rente/jr)  
=> Investering voor 2.000 kWh: 80.000 €/jr
- Prijs PVpaneel: 1000 €/kW<sub>peak</sub>, 900 kWh/jr/kW<sub>peak</sub>, 20jr  
=> Investering voor 2.700 kWh: 150 €/jr

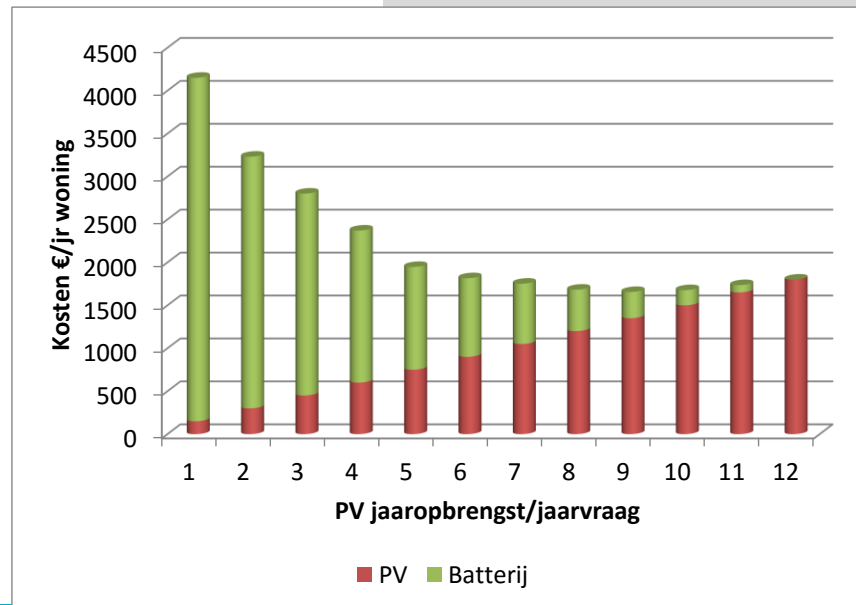
- Levensduur
- Zelfontlading
- Cycluserendement

- Kosten batterijen overheersen!
- Waarde van de huidige saldering?
- Verschil tussen seizoen vs dag buffer is factor 100 in prijs!



# Wat als buffering goedkoper kan....

- Bijvoorbeeld een factor 20
- Dan is er een optimum dus een businesscase voor buffering
- Niet realistisch met batterij technologie,
- Maar wel met chemische opslag P2G, H2
- Nb: grootschalige gasopslag: 0,5 €/kWh



# Waterstofbuffer. Nadelen

- Dure electrolyser
- Beperkt cyclus rendement (0,55 x 0,55)
- Acceptatie en veiligheid

# Waterstofbuffer. Voordelen

- Goedkoper dan batterij
- Compacter dan batterij
- Geen zelfontlading
- Minder milieu belasting (metalen)
- Waterstof ook bruikbaar als brandstof en feedstock
  - Tot ca 10 vol% toevoegen aan aardgas



# Waterstofbuffer. Kostenoverzicht

## ■ Kosten voor 4.000 kWh, 6kWe laad, 3kWe ontlad

<input type="checkbox"/> Electrolizer	2.000 €/kWe	15 jr	800 €/jr
<input type="checkbox"/> Extra PV			150 €/jr
<input type="checkbox"/> Buffer	1.500 € + 7€/kWh <sub>th</sub>	30 jr	980 €/jr
<input type="checkbox"/> Compressor	1.000 €	15 jr	70 €/jr
<input type="checkbox"/> Generator	1.000 €/kW <sub>e</sub>	15 jr	200 €/jr
<input type="checkbox"/> <b>Totaal</b>			<b>2.200 €/jr</b>

12x meer PV kost maar 1.800 €/jr,

Er is dan nog steeds een dagbuffer E nodig

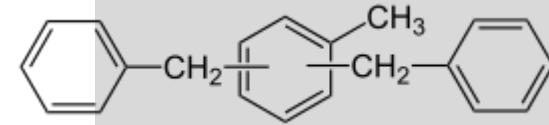
schaalvoordelen van H2 nog niet ingecalculeerd

# Waterstof opslag technieken

- Drukvat, 1000 bar
- Cryogeen relatief duur
- Clathrate hydriden relatief volumineus
- Metaal hydriden relatief duur
- Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHC)
- Ammoniak
- Broom verbindingen

# Voorbeeld LOHC: Dibenzyltoluene

- Opslag capaciteit:  $700 \text{ m}^3_{\text{H}_2}/\text{m}^3_{\text{LOHC}}$
- Opslag capaciteit  $2.000 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^3$
- Laden bij  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  (exotherm)
- Ontladen bij  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  (endotherm)
- Levensduur: 1.000 cycli (1.000 jaar?)
  
- Prijs (Marlotherm ®): 3 €/L (?)
  
- Nodig:  $2 \text{ m}^3/\text{woning}$  (excl WKK)



**Hydrogenious Technologies GmbH**

# Dus....

- Niet duurzame opwek, maar betaalbare buffering is de uitdaging
- Met batterijen “de winter door” is onbetaalbaar
- Route via waterstof is ook duur, maar 20x goedkoper
- Veilige waterstof met LOHC is haalbaar
- Zijn we te vroeg?

Dus...

