

Vergroening – ontgroening

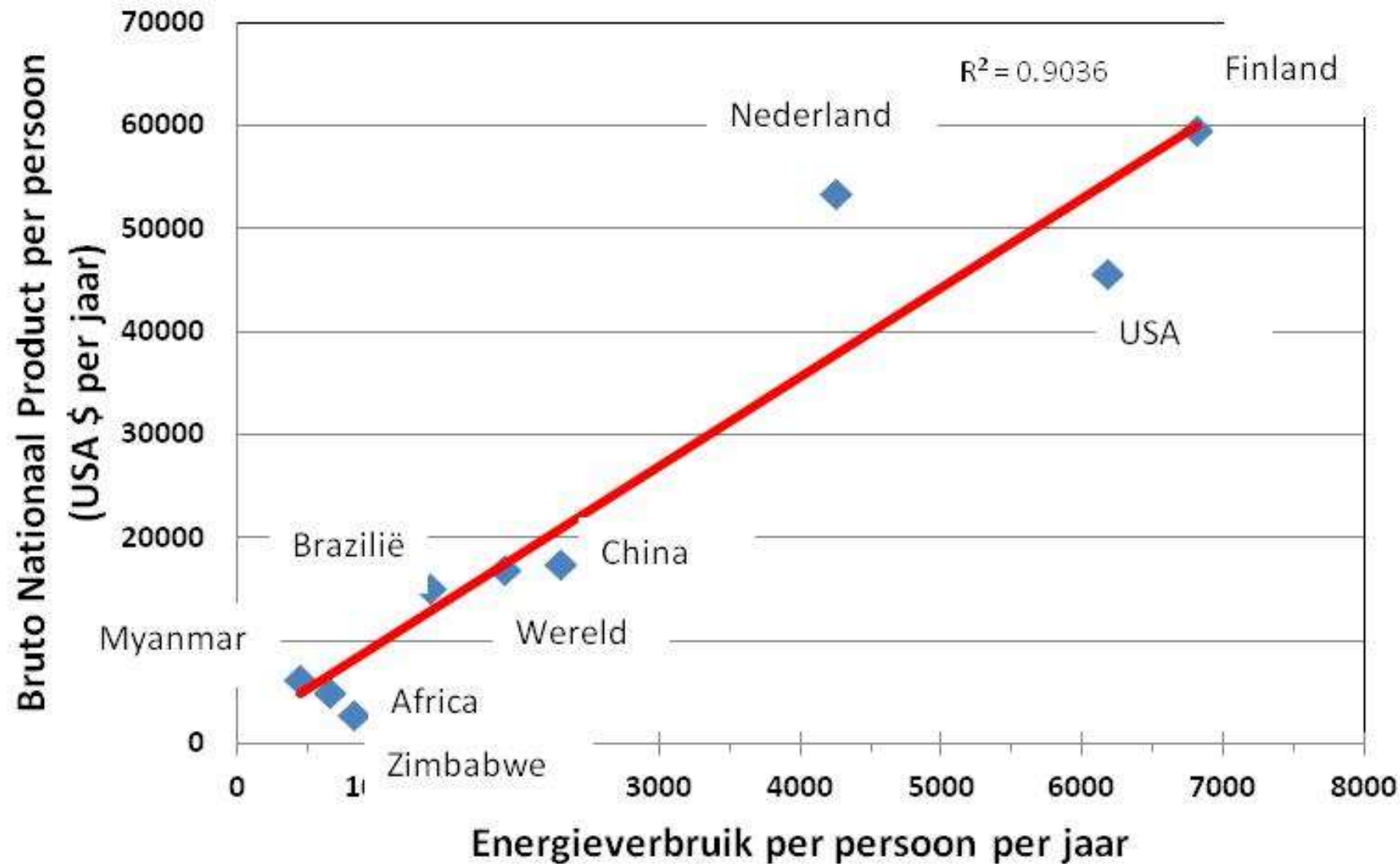
jacob@klimstra.nl



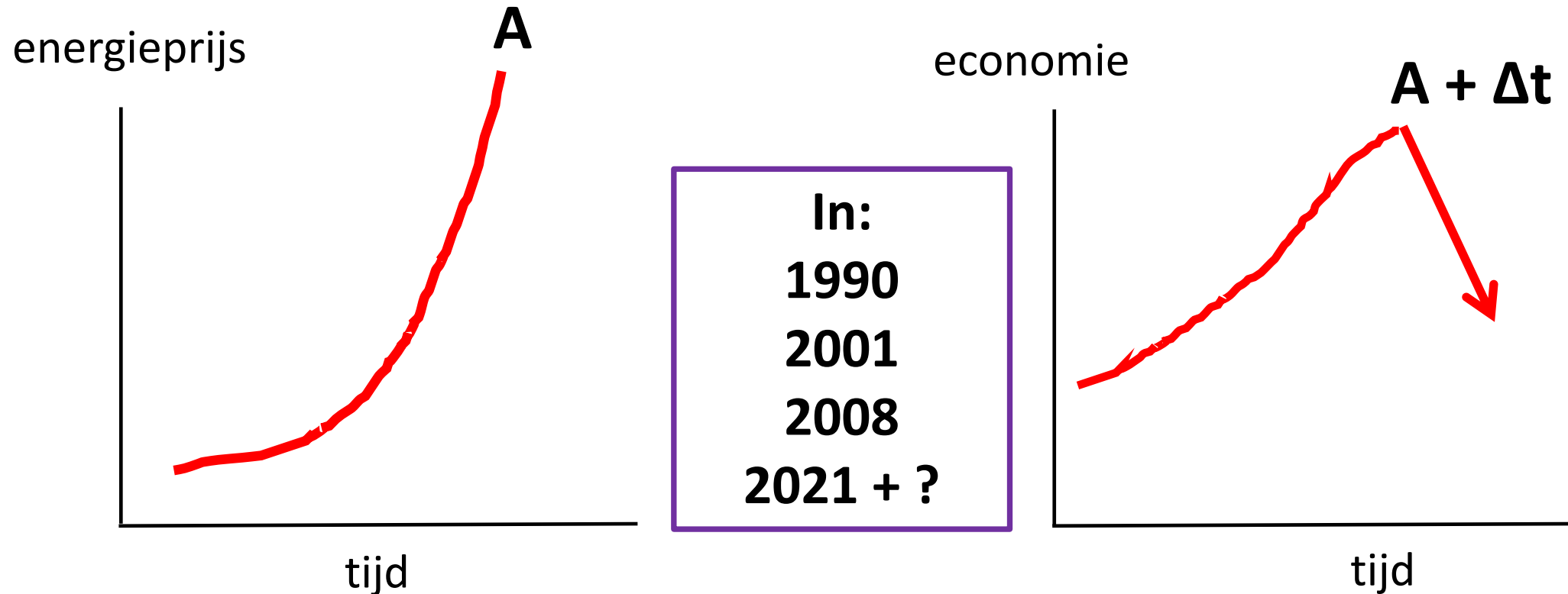
Elektriciteit of waterstof ?? de consequenties



Energie en economie



Wat als energie erg duur wordt?



Logisch, want energie is een belangrijke motor van de economie

Voorbeelden van productiviteitsverhoging door energie



175 kW $\equiv$ 1750 menskrachten



$\equiv$ 40 mensen met stoffer en blik

Kosten van aardgas en van groene stroom

Kosten is iets anders dan de prijs die je betaalt !
Het gaat hier om productie en transportkosten

Aardgas

15 €cent per m³

1 m³ ≈ 10 kWh

1.5 €cent per kWh

Factor 3 ?

Groene stroom

5 €cent per kWh

Groene stroom naar waterstof – de oplossing?

1 kWh elektrische energie

AC -> DC 90%

0.9 kWh

Elektrolyse 70%

0.63 kWh

Compressie en transport 90%

0.57 kWh waterstofenergie

Hoe duur is groene waterstof ?

Groene stroom: 5 ¢cent per kWh

Energetisch rendement waterstoflevering: 57 %,
dus 8.8 ¢cent energiekosten per kWh waterstof

Daar komt bij: kosten elektrolyse-installatie en transport

Groene waterstof kost dan al gauw 12 ¢cent per kWh
(zonder belastingen en winst voor de levering)

Een factor 8 duurder dan de kosten van aardgas

De motor van de economie?



Vergelijken verwarmen met een warmtepomp en met een waterstofketel



1 kWh



warmtepomp



3 kWh



Warmte

Bijna een factor 6 verschil



1 kWh



Elektrolyser maakt waterstof



0.6 kWh



0.55 kWh



Warmte

Public transport St Louis, Missouri, USA

**Advies twee weken geleden:
een elektrische bus kan een factor 3 zuiniger omgaan met
groene stroom dan de bus op groene waterstof**



Wel letten op rijstijl en op HVAC

Waterstof gemakkelijk transporteren en opslaan ?

Recent GERG onderzoek:

De centrifugaalcompressoren in het leidingnet kunnen waterstof niet comprimeren

Het vraagt wel viermaal zoveel energie om waterstof te comprimeren dan aardgas per kWh

In de ondergrondse bergingen kun je een factor 6 minder energie opslaan met waterstof dan met aardgas

Waterstof is minder geschikt om over lange afstanden te vervoeren per pijpleiding dan aardgas



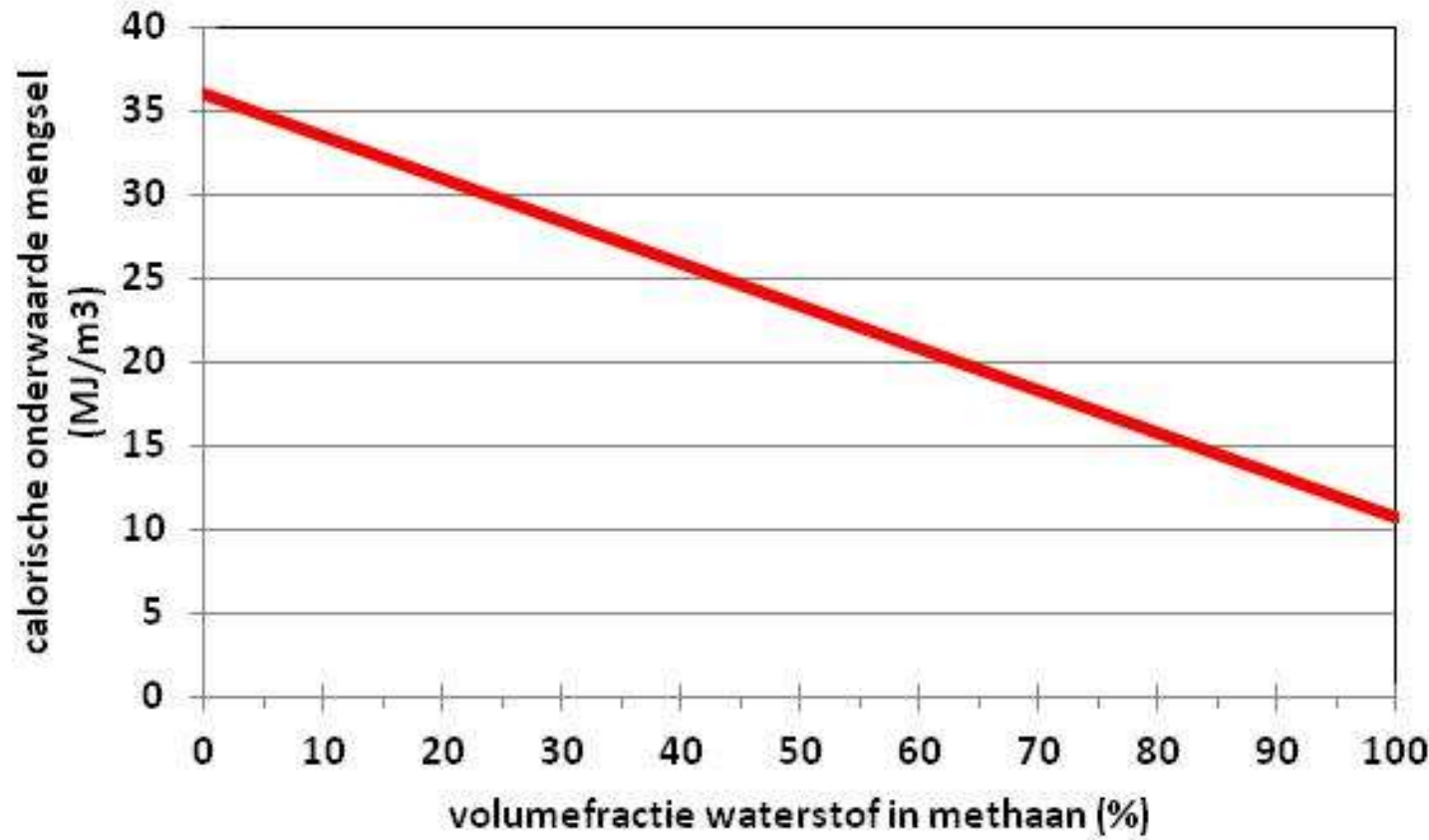
Eerste conclusies

Benut de schaarse en kostbare groene stroom in eerste instantie voor verwarming met warmtepompen en voor elektrificatie van transport in plaats van er waterstof mee te maken.

**Waterstof gemaakt met groene stroom is erg duur:
let op motor van de economie**

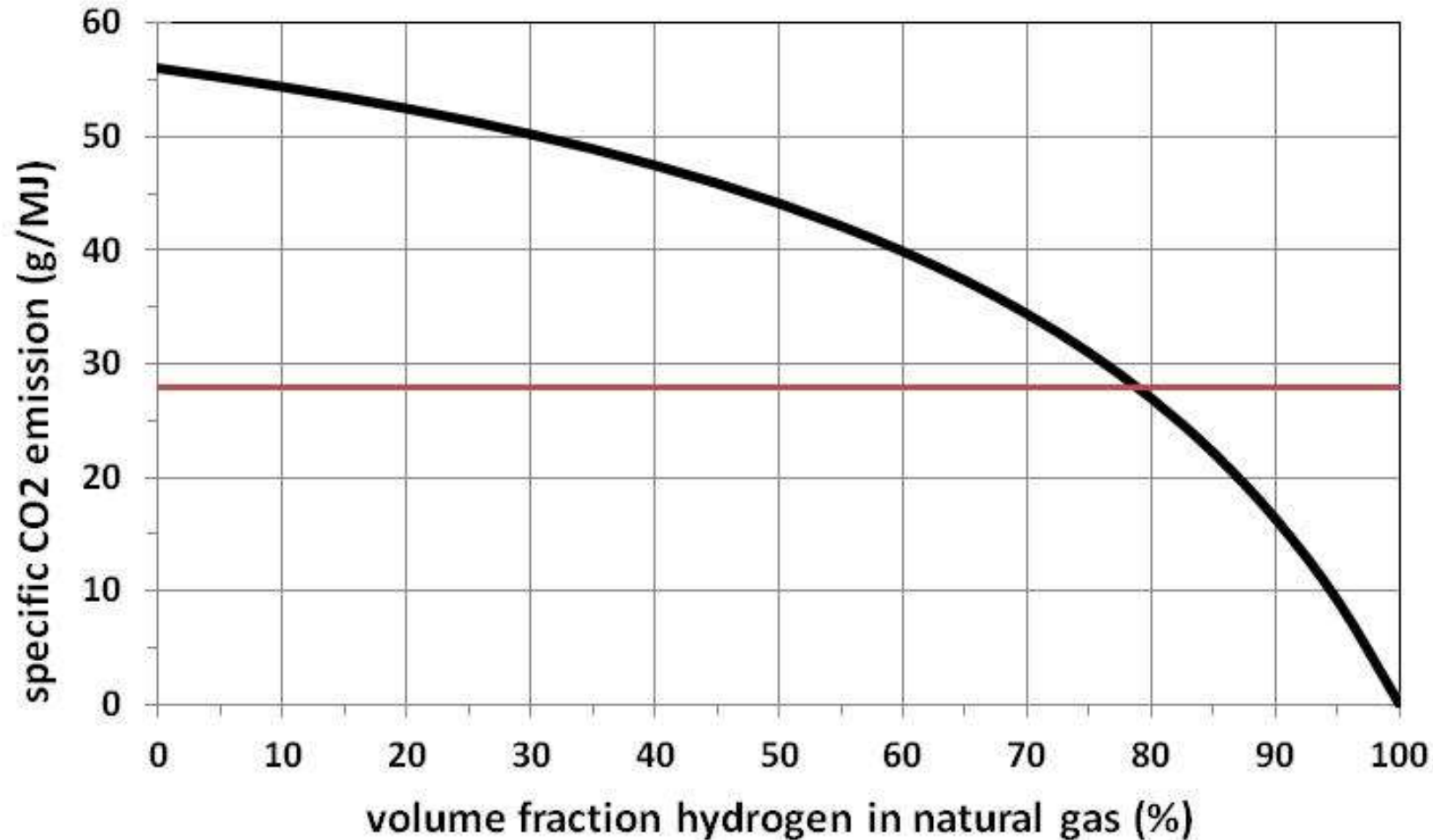
Bijmengen waterstof in aardgas?

De calorische waarde daalt ! Correct afrekenen wordt moeilijker



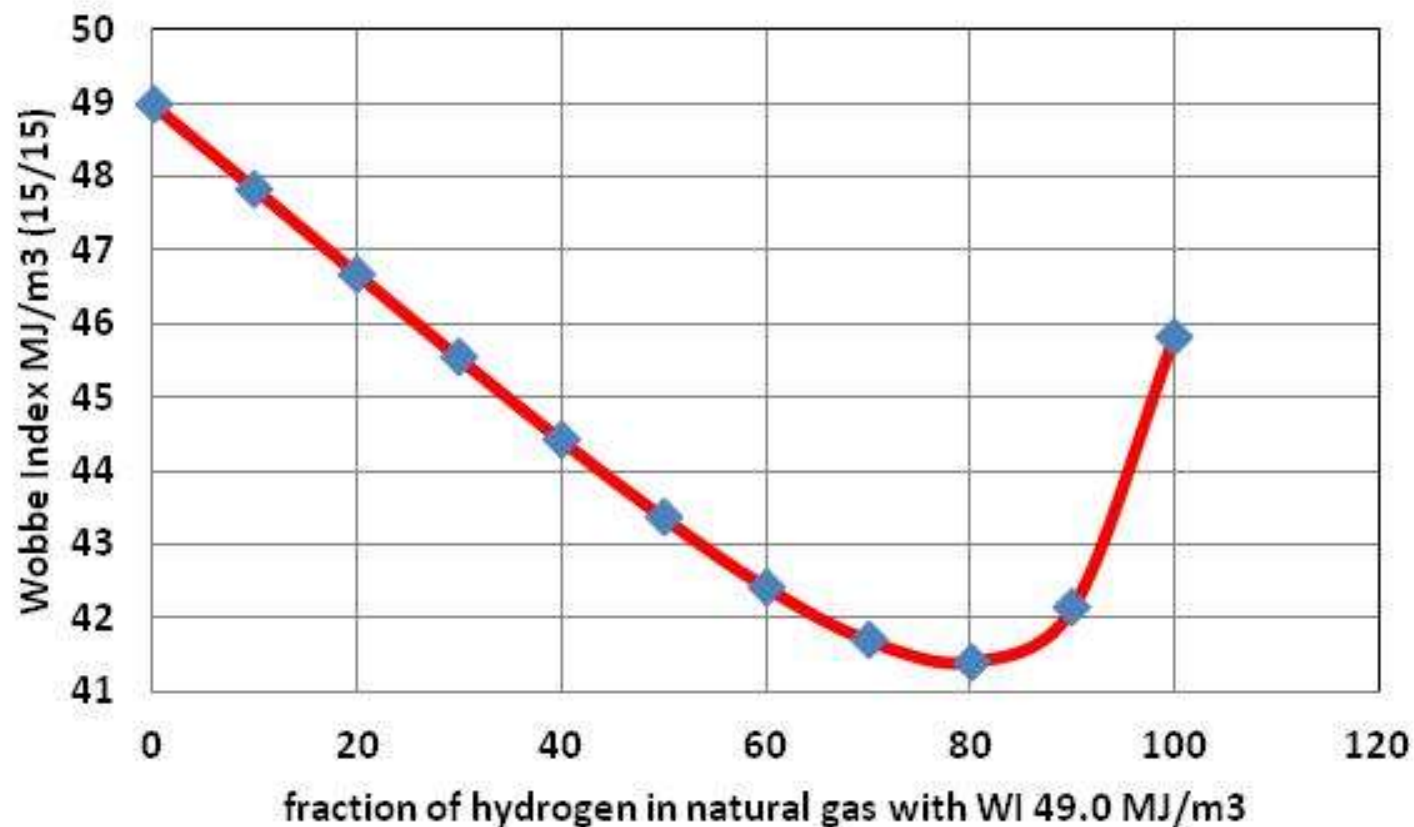
Veel industriële toepassing kunnen minder dan 10% waterstof in aardgas aan vanwege het proces en de productkwaliteit

Helpt waterstof bijmengen om de CO₂ uitstoot te verlagen?



Om de specifieke CO₂ uitstoot met een factor 2 te verminderen moet je al 80% waterstof bijmengen en hopen dat het procesrendement hetzelfde blijft

En dan de Wobbe Index – een maat voor de energietoevoer



➤ 92% van de H-gas gebruikers in de EU krijgt gas binnen een Wobbe Index band tussen 49.0 en 52.7 MJ/m³ (15 C/15 C)

De gastransportsector wil dit helaas oprekken tot 46.44 – 54 MJ/m³. Door waterstoftoevoeging zal deze band nog breder worden.

Veel processen draaien het best en veiligst bij een constante waarde van de Wobbe Index.

Twede conclusie

Bijmengen van waterstof in aardgas heeft veel nadelige gevolgen en levert bij de voor veel processen maximaal aanvaardbare fractie waterstof nauwelijks voordeel voor de specifieke CO₂ uitstoot.

**De President van de Franse National Regulatory Authority:
*“Blending natural gas with hydrogen is the same as mixing cheap table wine with an exquisite wine”***

Aanbevelingen

1. **Vergeet niet dat de economie te lijden heeft van dure energie en dat groene energie daarom daar gebruikt moet worden waar het optimaal emissies en energieverbruik vermindert.**
2. **Gebruik groene stroom in de eerste plaats voor verwarming met warmtepompen en voor elektrificatie van vervoer.**
3. **Realiseer je dat waterstof te veel waard is om het te verbranden in een ketel**
4. **Vergeet niet dat waterstof veel moeilijker te transporteren en op te slaan is dan aardgas.**
5. **Wil je wel ervaring opdoen met waterstofproductietechnieken, doe dat dan bij bedrijven die nu al waterstof benutten bij hun processen en meng het niet met aardgas.**