



Netherlands Enterprise Agency



'Rethink your World'

Fictie of realiteit?

Energievoorziening op basis
van hernieuwbare energie

Onno Kleefkens

2015-04-07





Hernieuwbare Energie

- Huidige situatie
- Markt ontwikkelingen
- Uitdagingen

Hoe vertaalt zich dat naar Nederland

- Smart energy systems
- The Elephant in the room
- Energietransitie kan niet zonder regie

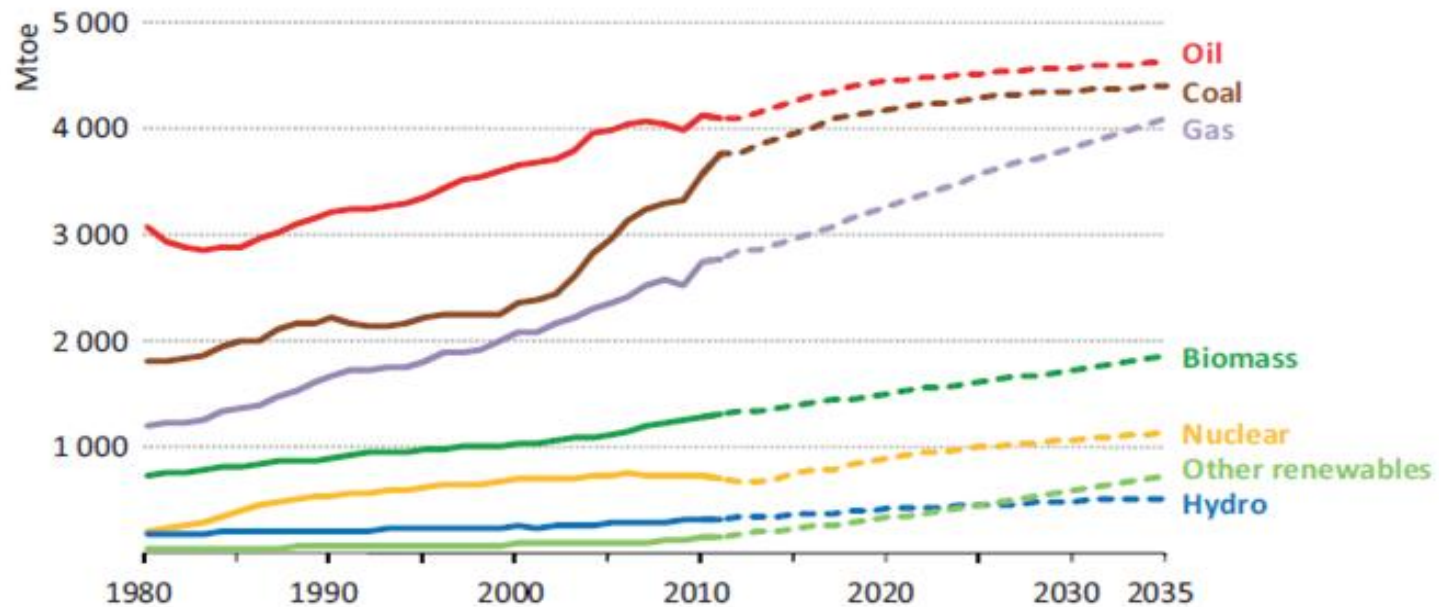
Conclusies



Fossiel domineert

Fossiele brandstoffen voorzien in 75% van de mondiale vraag naar energie en de vooruitzichten lijkt robuust

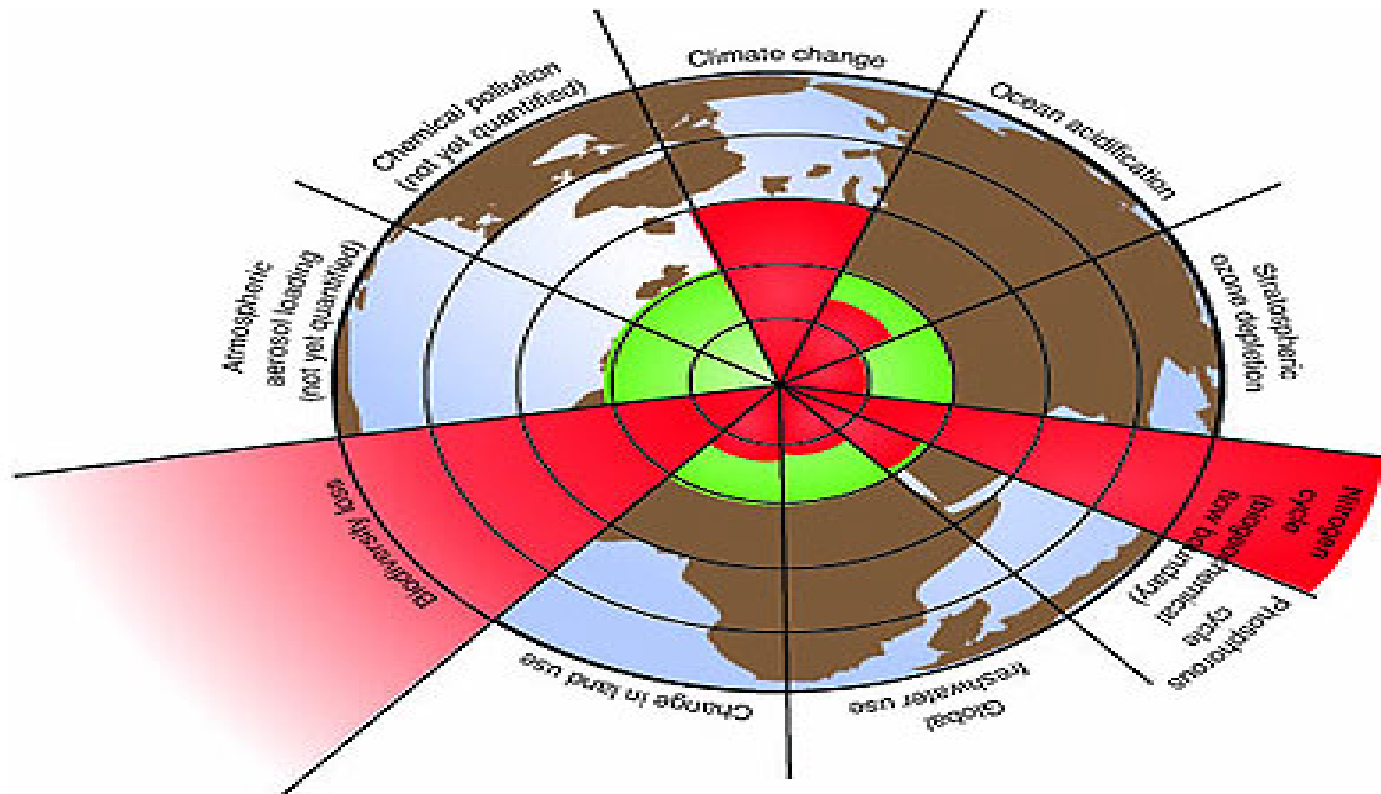
Figure 2.5 ▷ World primary energy demand by fuel in the New Policies Scenario





.....dus komen de grenzen aan de groei in zicht (Club van Rome)

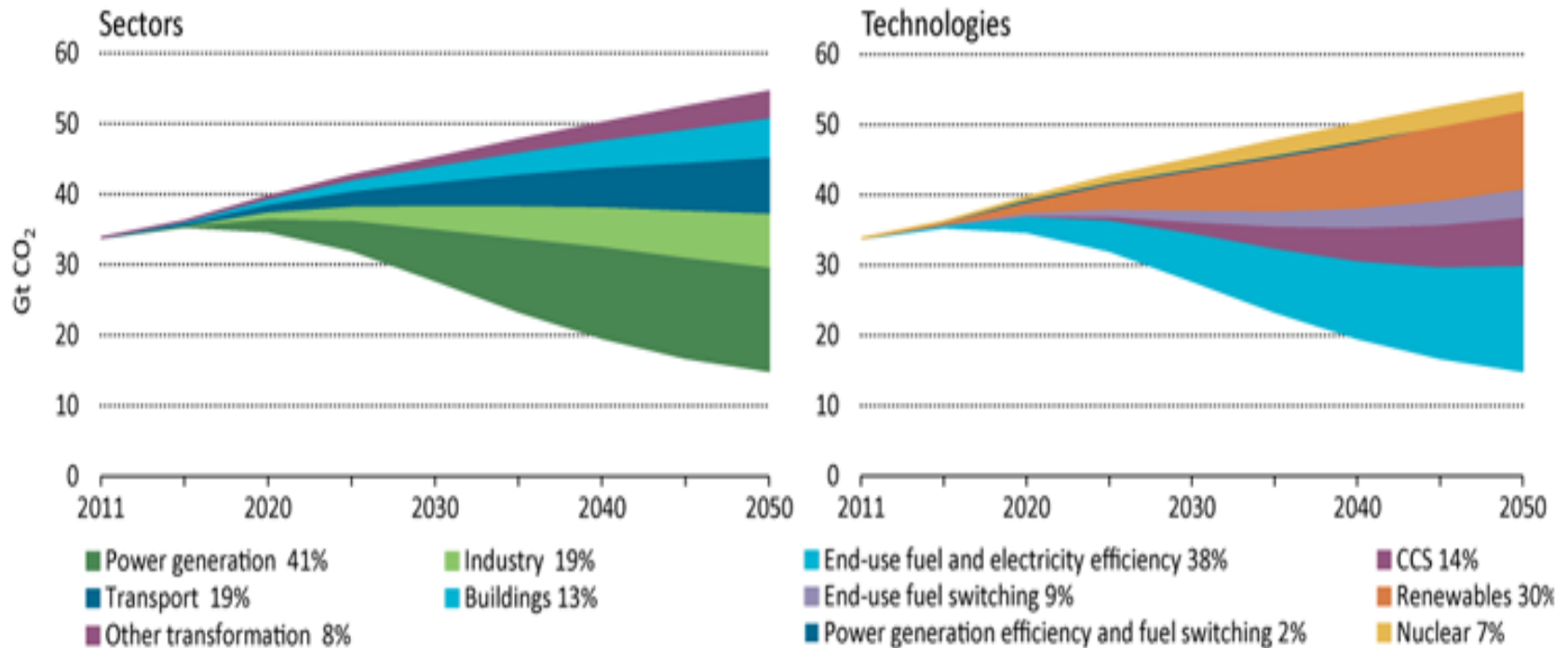
Negen samenhangende bedreigingen met elk potentieel verwoestende effecten op de planeet en de mensen





Boodschap 1

Technisch gezien zijn de oplossingen in zicht en bekend



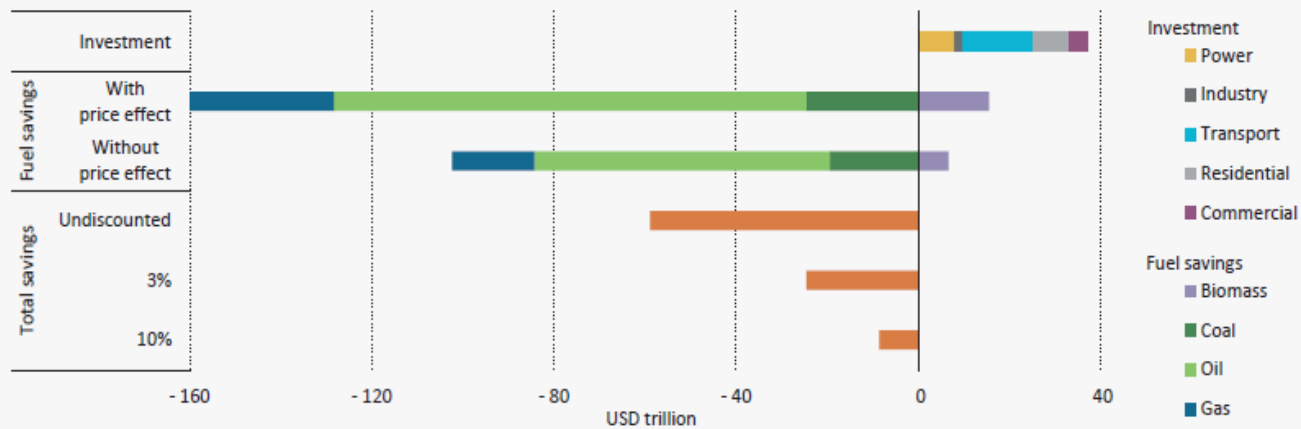


Boodschap 2

En dat is winstgevend, in plaats van kostbaar

Figure 4.10

Additional investment and fuel savings in the 2DS compared to 6DS, 2010 to 2050



Note: Total is based on fuel savings without price effect.

Key point

Fuel savings more than compensate for the higher investment needs in the move to a low-carbon energy sector.



Het tijdperk van hernieuwbare energie is onafwendbaar

- Ecologische noodzaak - 'de race naar de afgrond'
- Geo politieke noodzaak
- Economische logica
- Technologische ontwikkelingen en doorbraken
- Maatschappelijke verschuivingen naar de-centrale en schone energie oplossingen

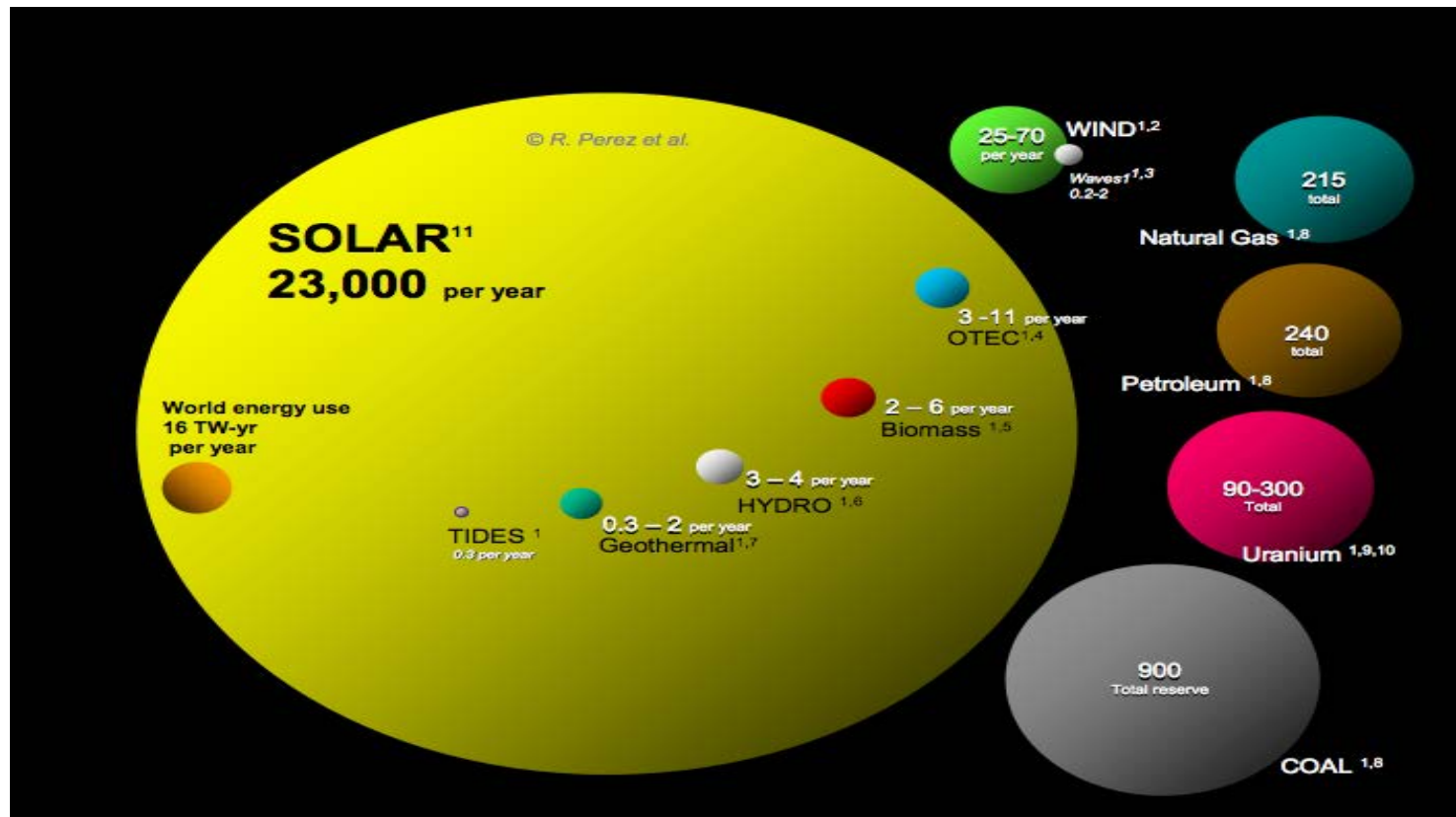
RETHINK YOUR WORLD

Er is een overvloed aan beschikbare hernieuwbare energie



Oneindige bronnen ...

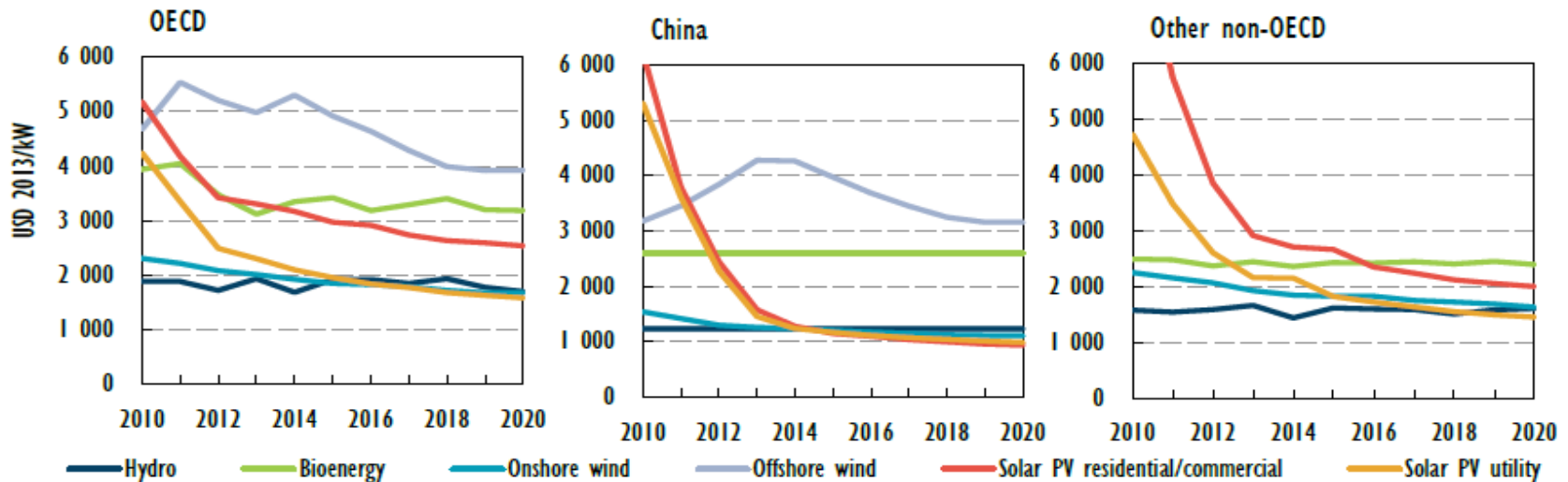
- Zoninstraling is meer dan 6000 keer de jaarlijkse energiebehoefte
- Uitstekende wereldwijde beschikbaarheid van hernieuwbare energie





Prijzdalingen hernieuwbare energie in de toekomst heeft zich ingezet, Maar gaat het om de prijs of de leefbaarheid van onze samenleving?

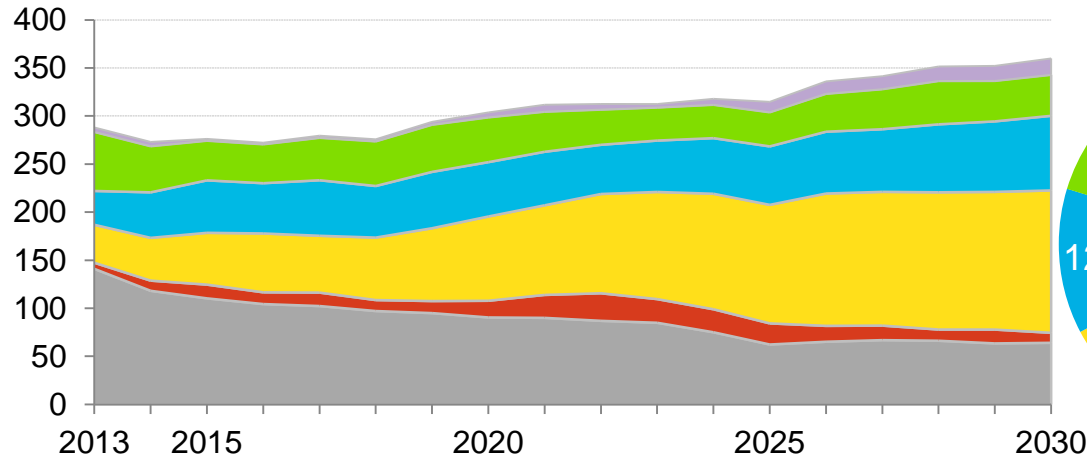
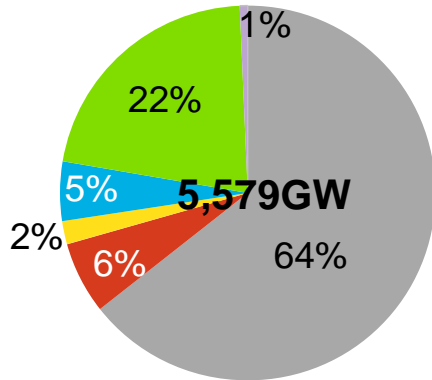
Figure 96 Weighted average annual renewable investment costs, historical and projected



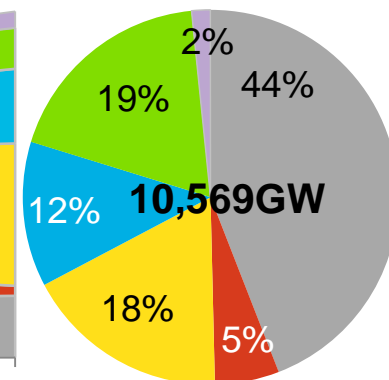
Note: kW = kilowatt. Average unit investment costs as presented here are based on gross additions, which include capacity refurbishments that typically cost less than new capacity. Costs can vary over time due to technology changes as well as the markets in which deployment is occurring in a given year.



2012



2030



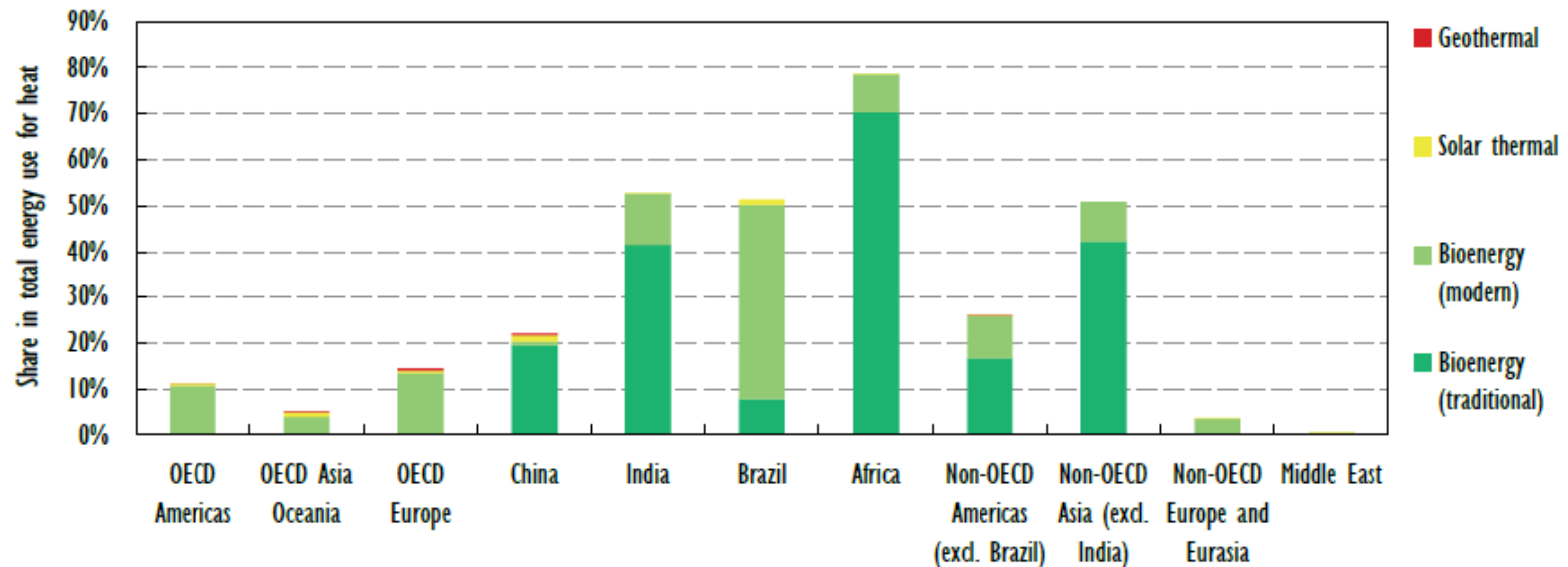
■ Fossil fuels ■ Nuclear ■ Solar
■ Wind ■ Other renewables ■ Flexible capacity

Elektriciteit

- De enorme groei van de capaciteit vindt plaats in de niet-OESO-deel van de wereld
- Let op de grote verwachtingen rond van zonne energie (sterk herzien omhoog in de recente IEA Solar PV Roadmap van oktober 2014)



Figure 104 Share of renewable energy in total FEH in different world regions, 2012



Warmte is de '**Elephant in the room**' - zo groot dat het vaak over het hoofd wordt gezien:

- Warmte is, op 171 EJ, meer dan 50% van de wereldwijde energievraag
- Driekwart hiervan op basis van fossiele brandstoffen, nog eens 15% van traditionele biomassa (vooral voor het koken)
- Koelvraag groeit overal.
- Trage groei van de niet-traditionele hernieuwbare energie in deze markt - ongeveer 3% / jaar tot 2020.



De weg naar hernieuwbare energie is complex en uitdagend:

- Hoge initiële kosten
- Beleid stabiliteit - nog steeds afhankelijk van de markt en/of prikkels, met name in de volgroeide OESO-markten.
- Technologische en maatschappelijke uitdagingen - zoals betrouwbaarheid van het systeem en de stabiliteit van het netwerk, de kosten, de grootte, verdeling van de voordelen, 'nimby'
- Nieuwe schaarste – concurrende belangen, bijvoorbeeld voor biomassa, zeldzame aardmetalen, productiecapaciteit, menselijk kapitaal
- Bestaande belangen en traagheid van het systeem - kapitaal, macht, hardware, fysieke infrastructuur in het huidige energiesysteem.
- Vermogen van het huidige energiesysteem om eenvoudiging in de dorst in samenlevingen naar energie, comfort en groei te voldoen.



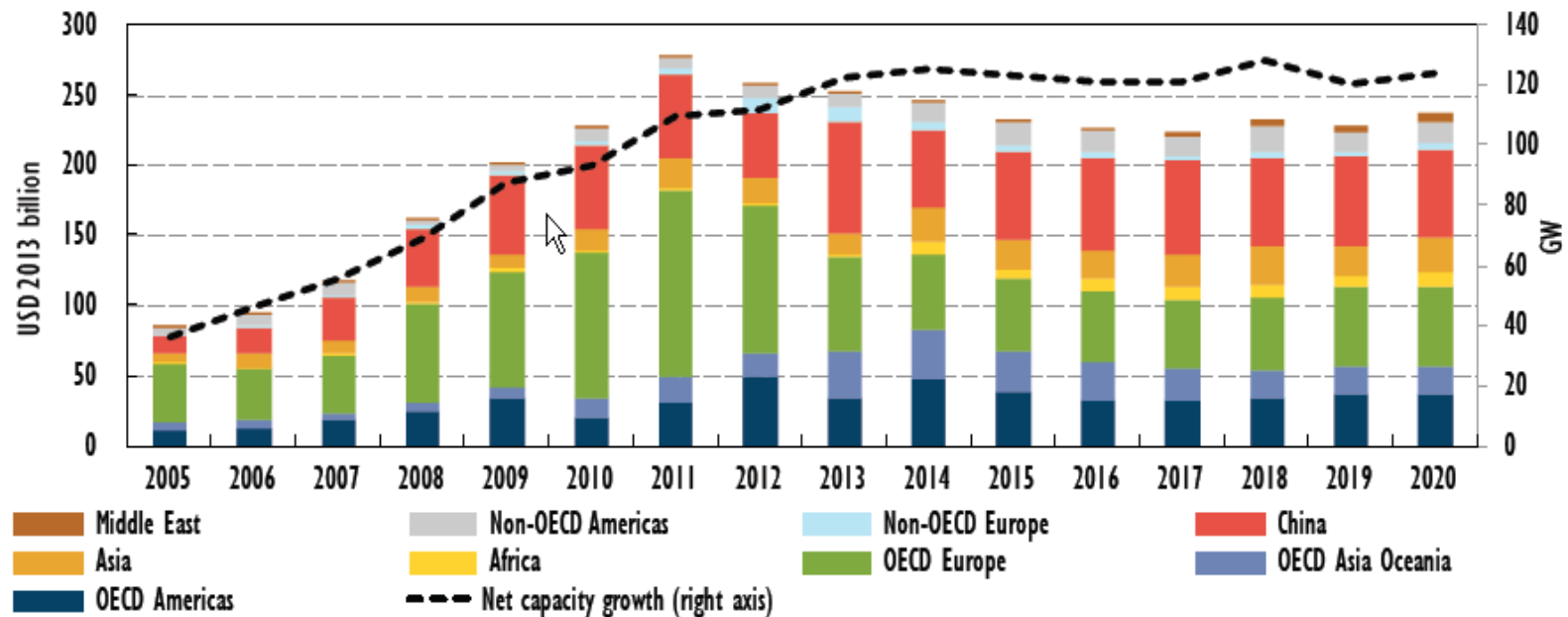


Van groei tot stagnatie?

Investerings in duurzame energie bereikt \$ 250 miljard in 2013 ...

IEA projecteert een stagnatie tot 2020

Figure 95 World investment in new renewable power capacity, historical and projected

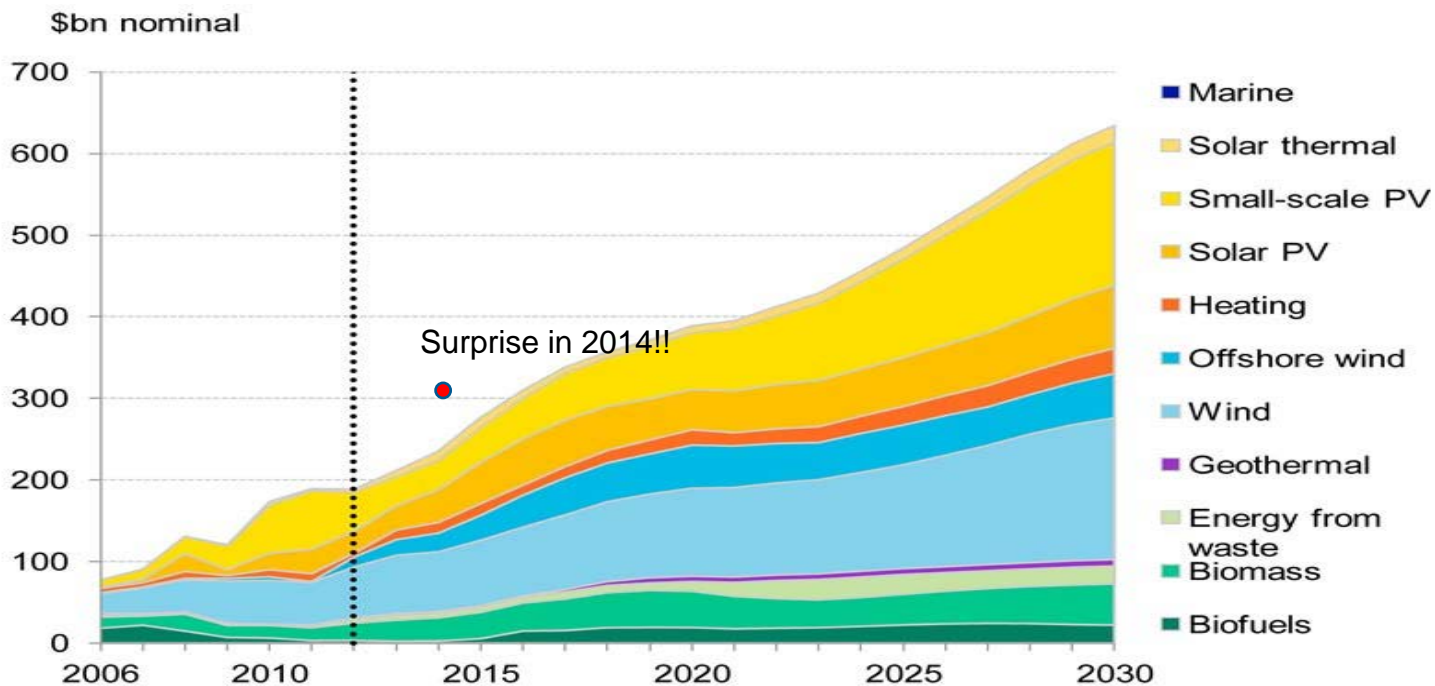


Note: unless otherwise indicated, all material in figures and tables in this chapter derive from IEA data and analysis.



Energievoorziening op basis van hernieuwbare energie

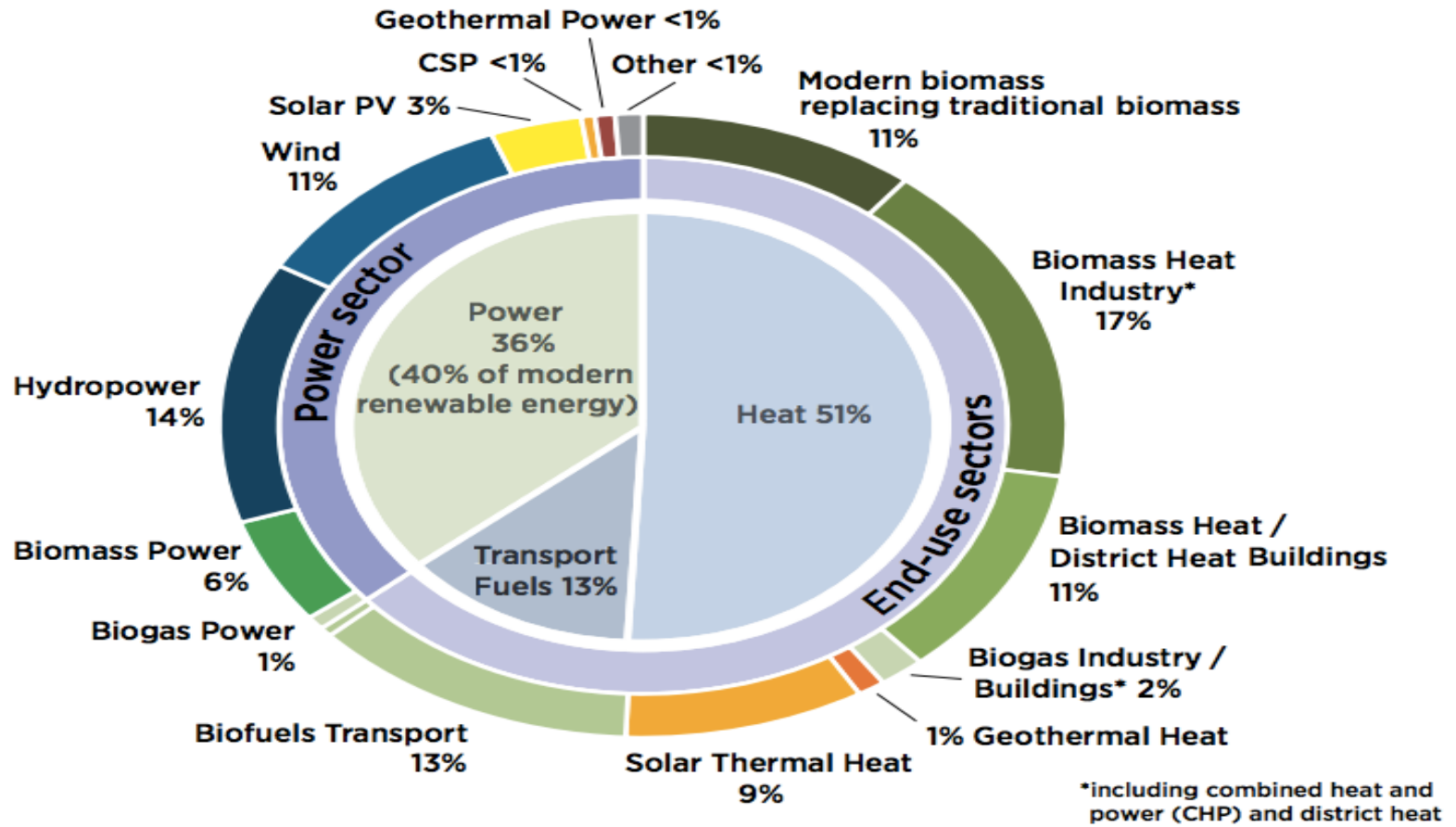
Bloomberg projecteert een blijvende stijging te verklaren door de verwachting dat de economie het zal overnemen van het beleid als dominante 'driver'. Het IEA weegt beleid zwaarder, en is bezorgd over het beleid vermoeidheid.



In 2014 een 'verrassende stijging' van 16%, hoewel Bloomberg waarschuwt voor een daling in 2015

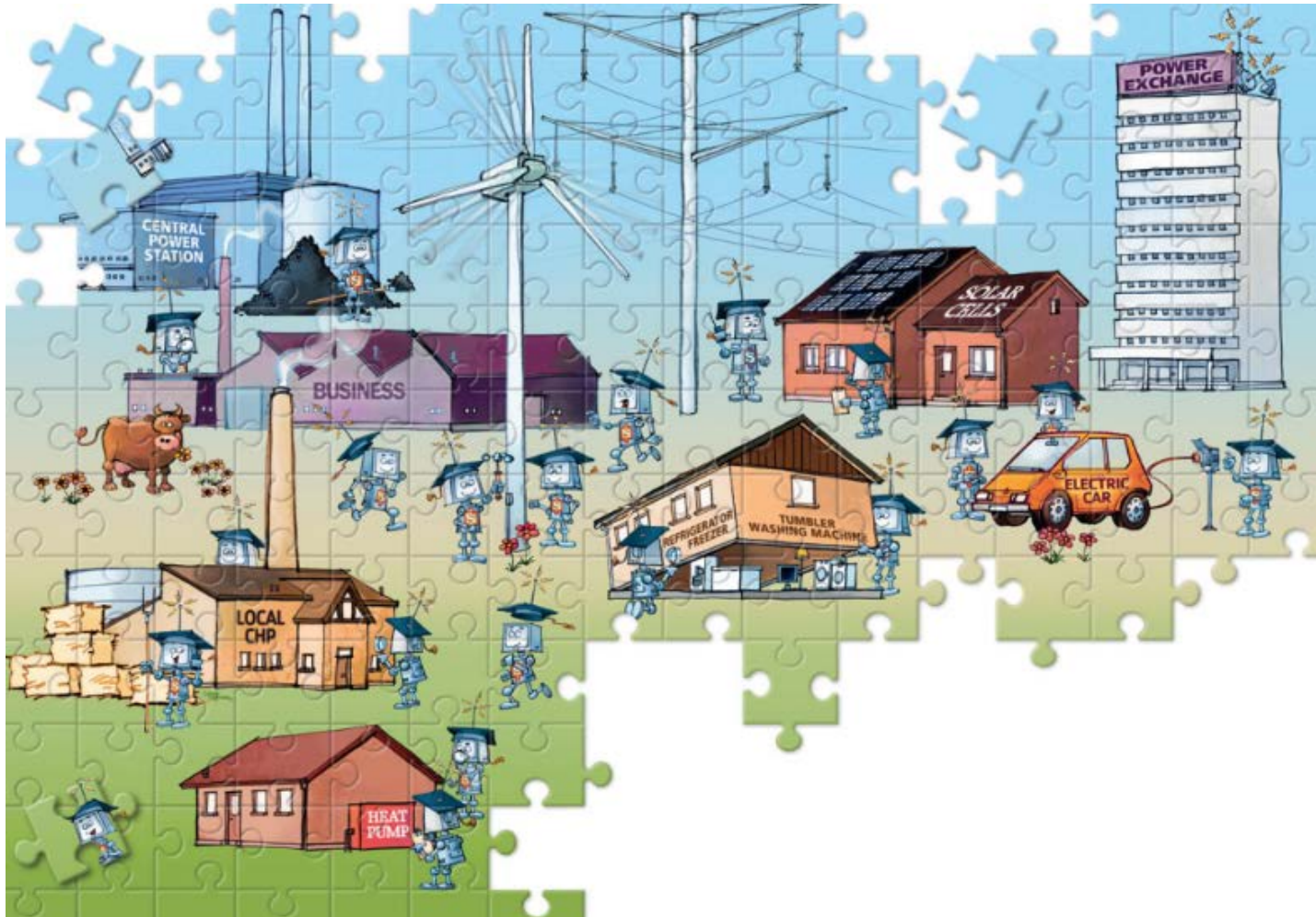


REmap 2030 - 132 EJ





Hoe vertaalt zich dit naar Nederland?





Totaal haalbaar met voor de hand liggende en veelal beschikbare technieken 2.176 PJ aan besparingen op de 4.000 PJ per jaar

Dit leidt tot een vergaande elektrificatie van de energiehuishouding, en een vergaande verduurzaming van de energievoorziening*

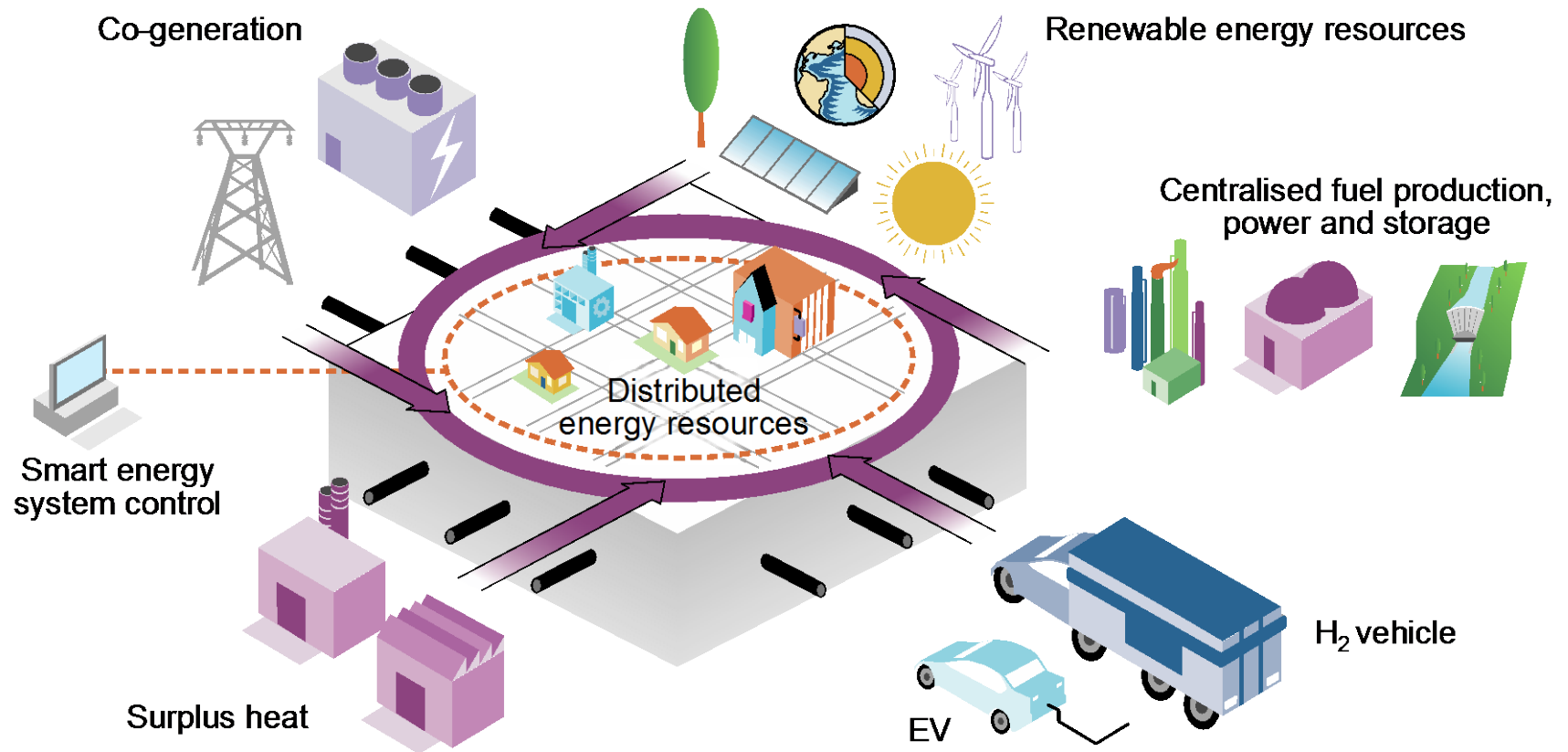
A sustainable energy system is a smarter, more unified and integrated energy system

Grootschalige socio-technische systemen, zoals infrastructuren voor energie en telecommunicatie, zijn niet ontworpen en gebouwd volgens een masterplan, maar zijn stapsgewijs ontwikkeld over een lange periode van tijd. De meeste van deze veranderingen zijn gebouwd en ontworpen om lokale of nationale markten behoeften te voldoen en minder zijn een gevolg van het overheidsbeleid (prof Weijnen)

* (bron Technisch Weekblad 2015)



Smart energy systems





Lokale energie-initiatieven

Er zijn 400 lokale initiatieven

- Wetgeving om de barrières voor deze initiatieven te verminderen, maar ook om de mensen te beschermen tegen partijen profiteren van de markt

Financiële steun is aangevraagd voor

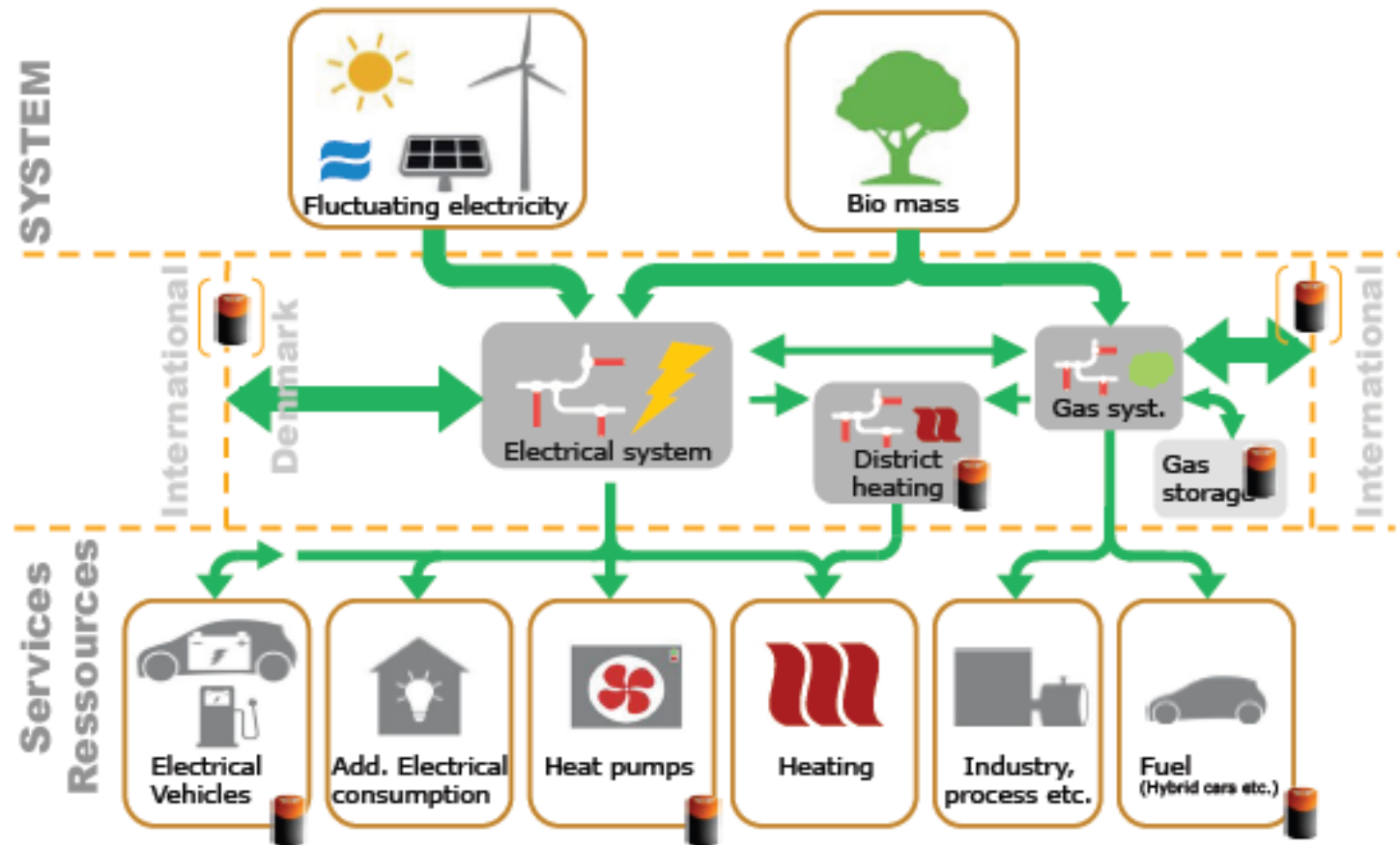
- Stimuleren van innovatieve aanpak en economische ontwikkeling
- Belangrijkste technologische focus op ICT
- Ervaring opdoen
- wetgeving
- Tariefstructuur

(Bron Kamerbrief 2013/11/08)





Maar hoe houd je alles in de hand?

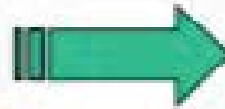
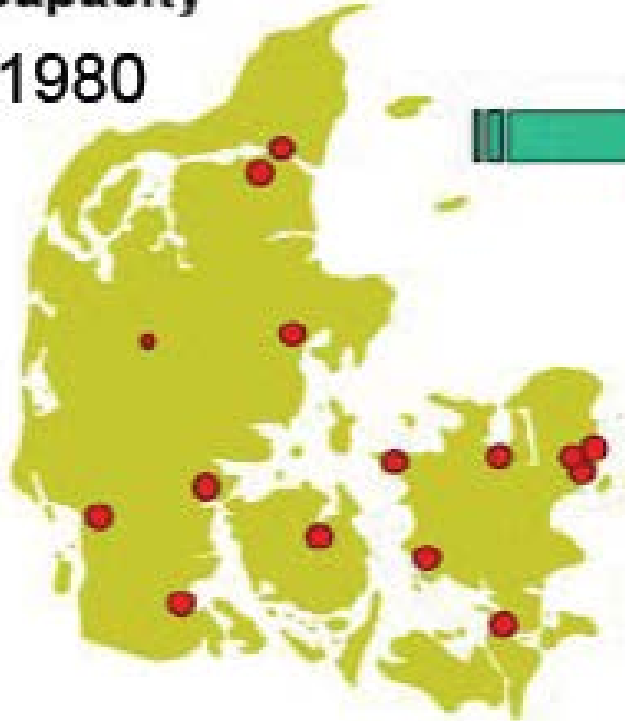




Denemarken als voorbeeld?

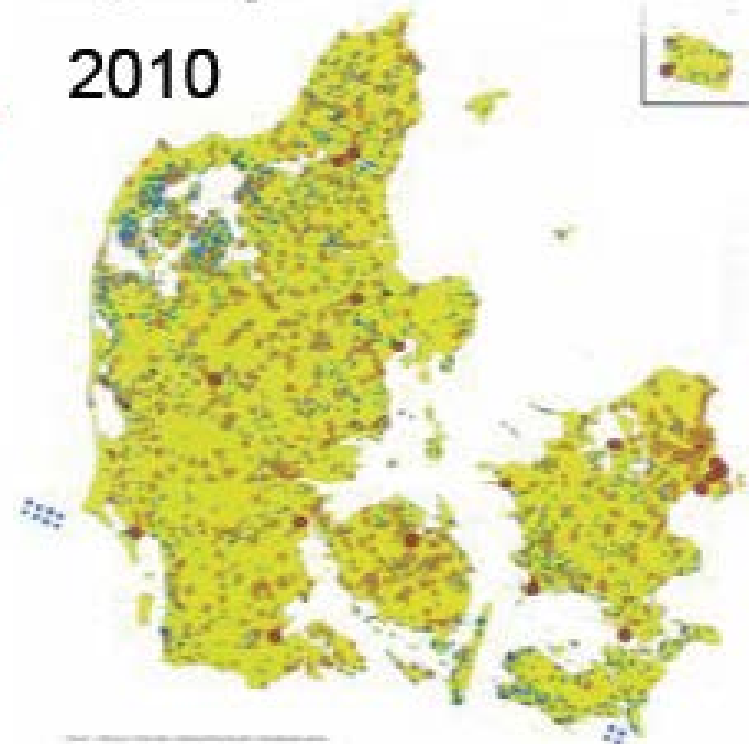
**Primary production
capacity**

1980



**Local production
capacity**

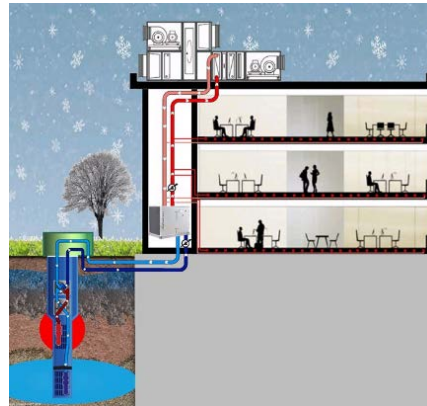
2010



Consumpt
Production



Heat Pumps a key Technology in Smart Grids





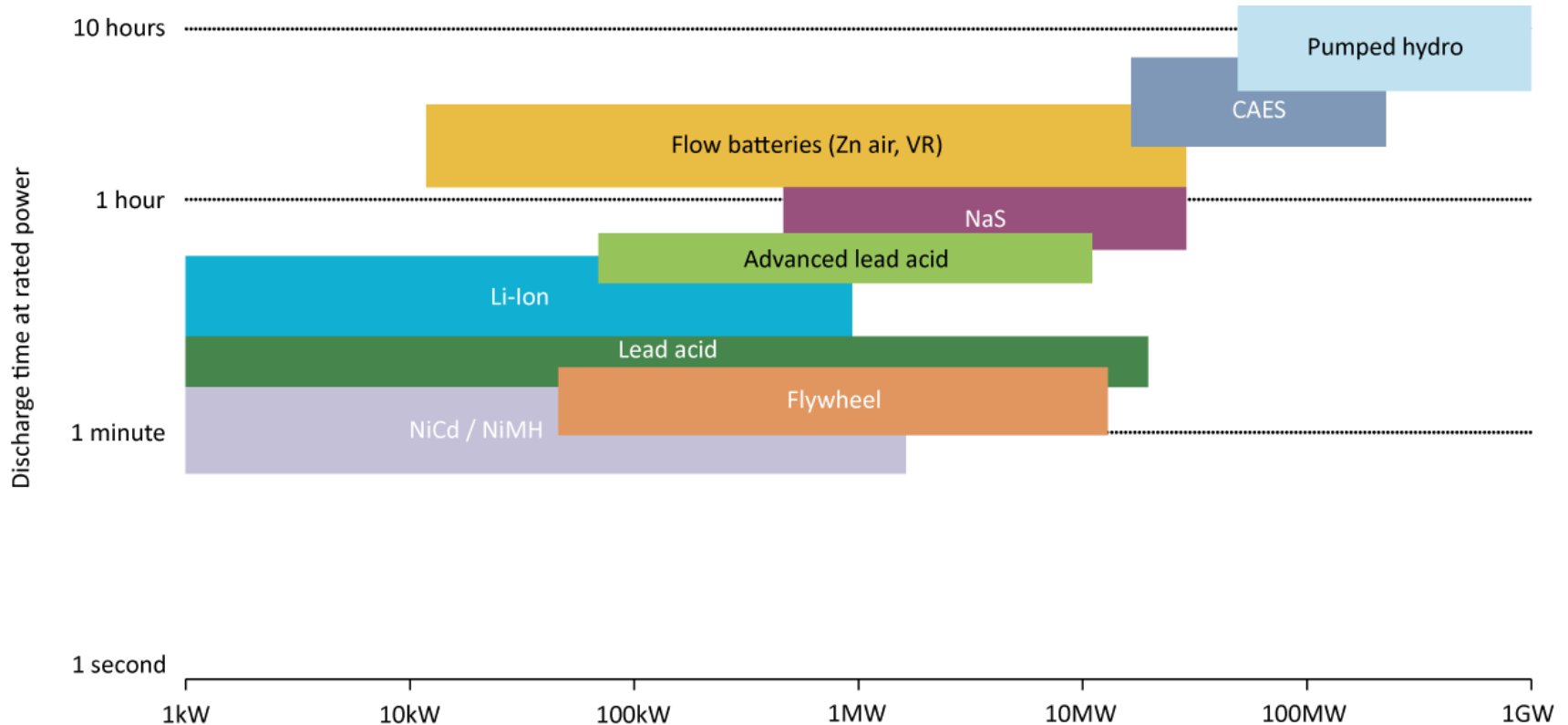
Energievoorziening op basis van hernieuwbare energie

Jaar	2010	2020	2030	2050
Enabling bijdrage voor inpassing duurzame opwekking, warmtepompen & elektrisch vervoer				
Uitgangswaarden TKI S2SG				
Wind off shore vermogen (MW)	228	6.000	8.000	20.000
Wind on shore vermogen (MW)	1.993	6.000	9.000	10.000
Zon PV (MWp)	90	4.000	6.000	15.000
Micro WKK (aantal)	500	80.000	150.000	200.000
Warmtepompen (aantal)	50.000	500.000	1.000.000	2.000.000
EV's (aantal)	600	20.000	1.000.000	2.000.000
Enabling bijdrage in PJ/jaar primaire energie	0	182	337	742
Enabling bijdrage in Mton CO ₂ per jaar	0	10	19	42
Bijdrage SG aan energiebesparing				
In PJ/jaar primaire energie	0	10	35	56
In Mton CO ₂ per jaar	0	1	2	3
Totale ambities SG voor bijdrage aan duurzame energievoorziening				
In PJ/jaar primaire energie	0	192	372	798
In Mton CO ₂ per jaar	0	11	21	45

Bron TKI-Smart Grids2Go



Storage a game changer in Smart Grids?





Energievoorziening op basis van hernieuwbare energie

- Technische beperkingen in de woningbouw, is daarin nieuwbouw de enige mogelijkheid?
- Technische oplossingen om de flexibiliteit van wp inzet te vergroten met opslag
- Economische haalbaarheid en energiekosten
- Eindgebruikers perceptie

Differentiator	UK	DE	FR	NL	KR	US	CH	DK
1. Drivers for HP in smart grid / flexibility								
2. Potential size of flexible HP resource								
3. Building characteristics – impact on flexibility								
4. Energy prices / structures / tariffs – impact on flexibility								
5. End-users – impact on flexibility								
Overall score								

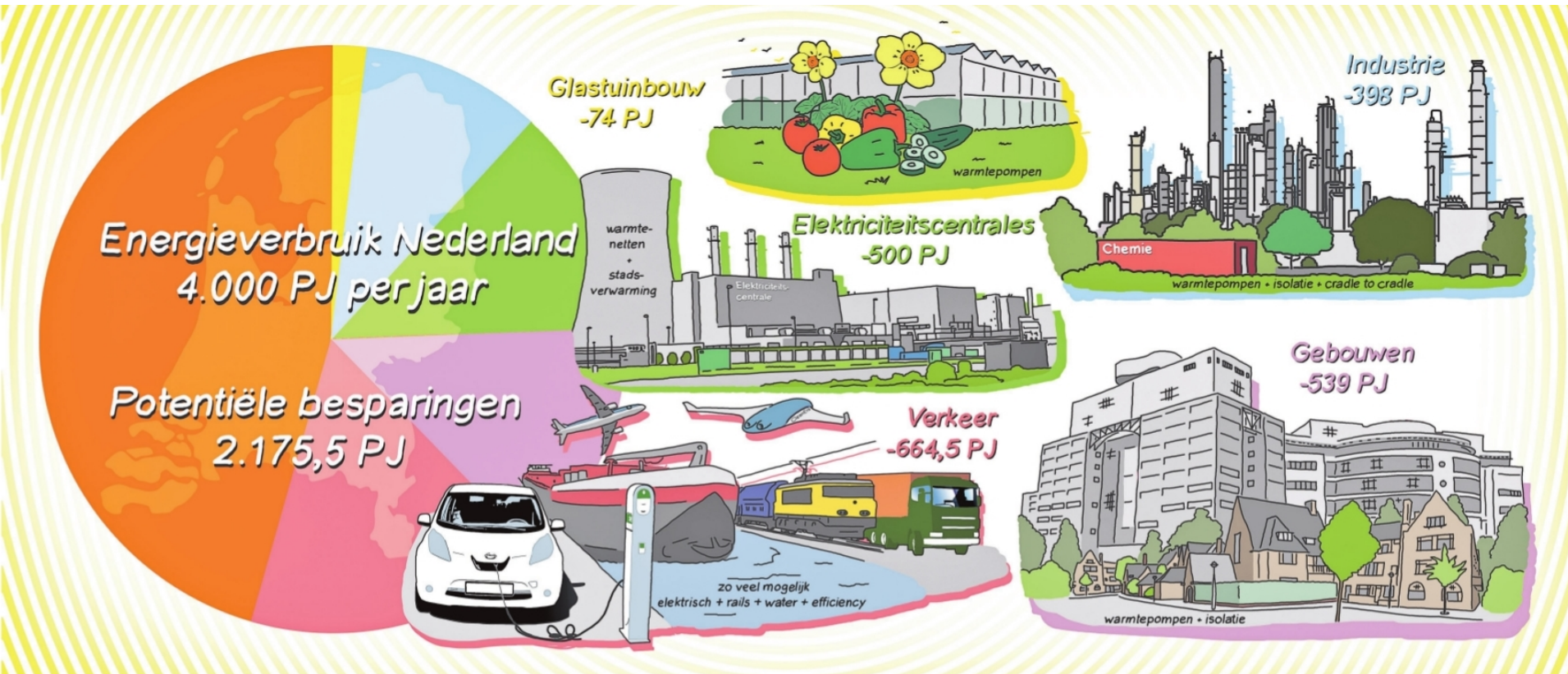


Energievoorziening op basis van hernieuwbare energie

Differentiator	Netherlands characteristics
1. Drivers for HP in smart grid / flexibility	<ul style="list-style-type: none">▶ Managing distribution grid congestion▶ An issue within the next 5-10 years
2. Potential size of flexible HP resource	<ul style="list-style-type: none">▶ Currently 100,000 HPs installed (in total) in NL, <15,000/year compared with 380,000 boilers/year.▶ Mainly hydronic HP - 79% water/water, 15% a/w and 6% hybrids, heat distribution systems mainly radiators and underfloor heating.▶ All HPs [except hybrids] have a DHW storage tank installed – but standard boilers in NL do not have storage.
3. Building characteristics – impact on flexibility	<ul style="list-style-type: none">▶ no information available – Delta-ee assumes similar characteristics to the UK
4. Energy prices / structures / tariffs – impact on flexibility	<ul style="list-style-type: none">▶ A low share (approximately a third, 2/3 is energy tax) of the electricity cost is potentially “flexible”.▶ Energy prices levels are in favour of gas, but gas prices have risen much more than electricity prices over last 10 years.▶ Day/night tariffs are available but offer low value to customers – do not encourage change in consumption.
5. End-users – impact on flexibility	<ul style="list-style-type: none">▶ Mainly constant temperature▶ Approx. 60% of the buildings are owner-occupied



Discovering the Elephant in the room





Woningbouw:

- 7.000.000 woningen
- 11% van energiedragers

Maatregelen leidend tot drastische verlaging van de warmtevraag:

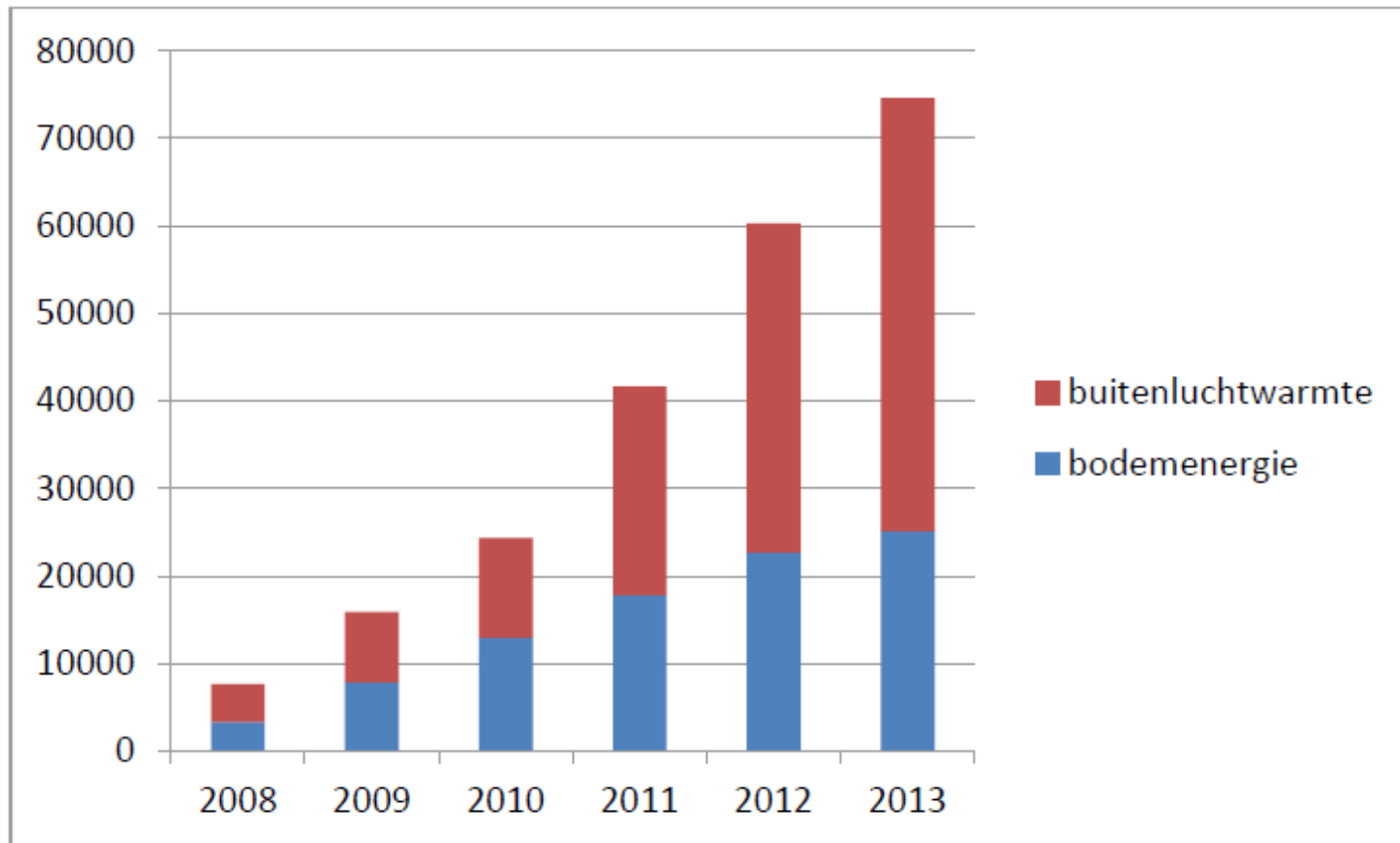
- Isolatie
- Toepassing warmtepompen

Per saldo in een besparing van 280 PJ.

Wat nodig?



Energievoorziening op basis van hernieuwbare energie





Energie neutrale nieuwe gebouwen



Technologische innovatie of marktinnovatie?



Energieneutrale gebouwen (bestaande gebouwen)

Corporaties > Energiesprong

- Overeenkomst tussen bouwbedrijven en woningcorporaties, renovatie van 110.000 woningen tot het niveau EnergiekostenNul

Particuliere woningbouw sector:

- Als er geen wetgeving de particuliere huiseigenaar zal dwingen dan in 2050 zullen we nog steeds op het gasnet

Oplossing:

- Wetgeving
- Aantrekkelijke oplossingen en alternatieven

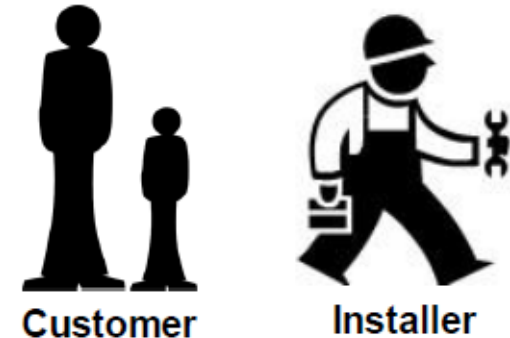




DUS: Renovatie koopsector = uitdagende markt

Particuliere consument kent drie keuzefilters:

- Past de techniek in de woning?
- Wat zijn de up front kosten?
- Is het leuk?



Maar ook de stakeholders in de keten, zoals installateurs hebben hiermee te maken.



Bron DELTA EE



Customers don't like change

"I don't really see the need to be changing my system"

"[my gas boiler] is just very effective"

Lack of awareness & trust

"I want information from someone who does not have a vested interest in selling it"

"[I would want] documented evidence that these [fuel bill] savings can be delivered"

"I don't know how safe it is"

"I would need a much longer warranty"



Customer



Installer

No customer pull?

"Renewables very rarely feature in my customers' list of desires..."

...customers go off the idea with price and complexity of installation"

Costly & time-consuming?

"The primary barriers to renewables are the cost and time for training, and for membership of an approved body."

...and there is a lack of interest from my customers"



Technologische innovatie uit Nederland

The way out:

Hybride warmtepomp





Energievoorziening op basis van hernieuwbare energie

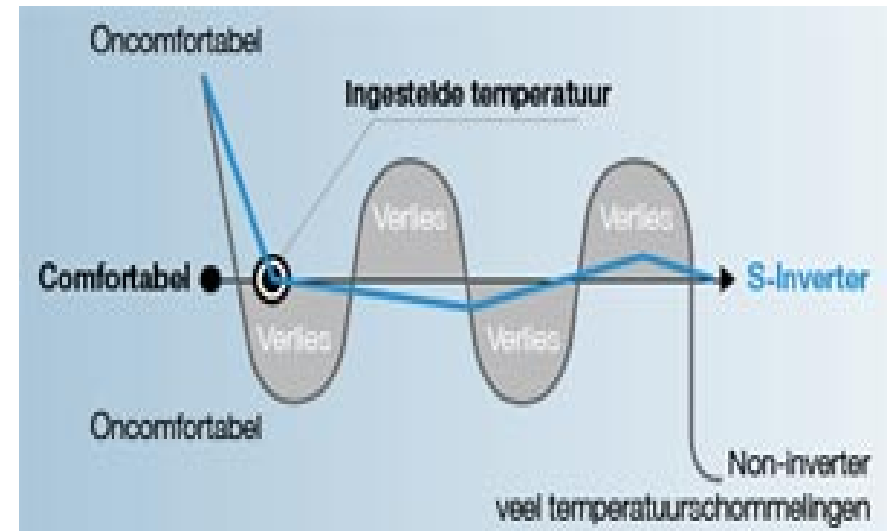
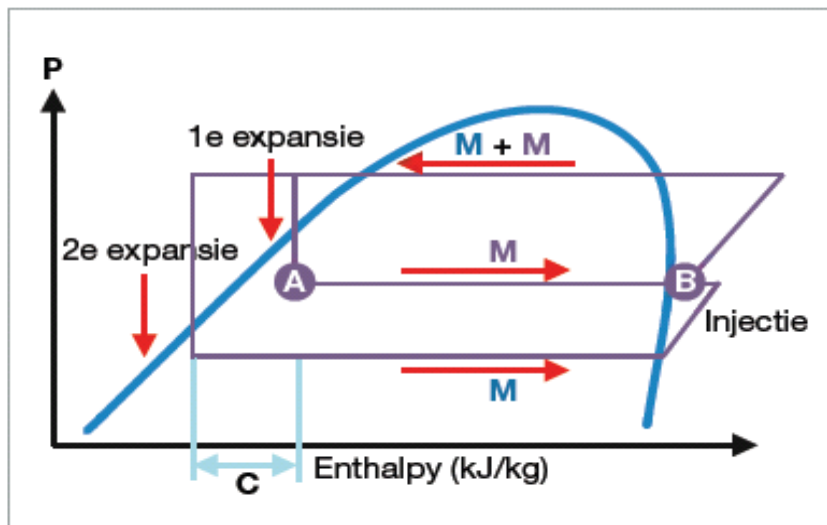




Technologische innovatie

Breder inzetbaar > monovalent?

Warmtepomptechnologie uit Japan





Technologische innovatie uit Nederland

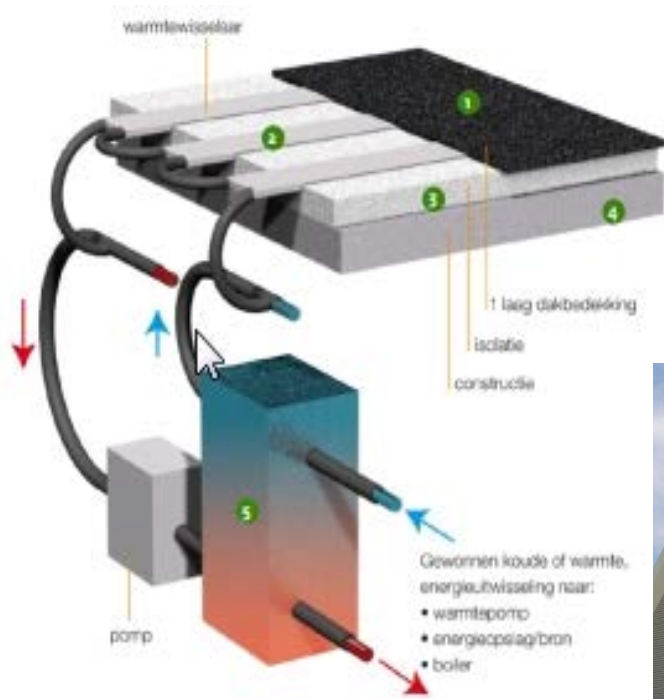
Gestapelde bouw

Heat pump booster





Technologische innovatie uit Nederland





Utiliteit:

- 9% van energiedragers

Nu al veel inzet van warmtepompen en wko.

Maatregelen leidend tot verdere verlaging van de warmtevraag:

- Isolatie
- Toepassing warmtepompen

Per saldo in een besparing van 259 PJ.





Energievoorziening op basis van hernieuwbare energie





Technological innovation

Gas Engine Heat Pump by Reduses from Nijkerk





Technological innovation

ONE concept by DUBO Techniek





Technological innovation

Standardized skid modules up to 6MW by ETP of Dordrecht





Industrie:

- 31% van energiedragers
- Maatregelen leidend tot 398 PJ besparing:
- Isolatie
 - Warmtepompen, vooral in destillatie
 - Recycling en beperking op feedstock

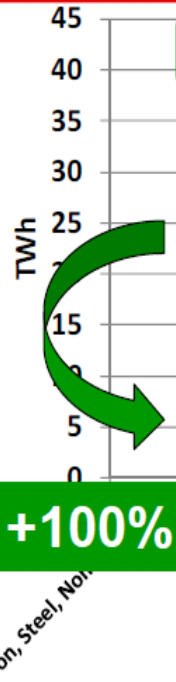
Bron: Technisch Weekblad 2015





68 TWh

Potential IHP for Heat Generation

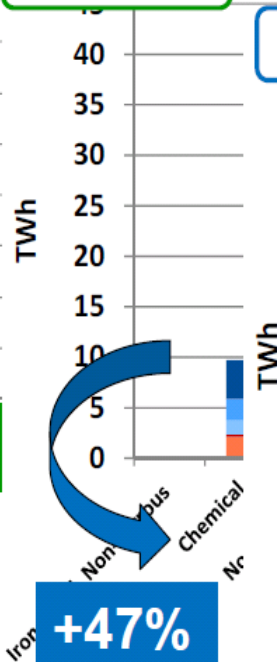


+100%

Iron, Steel, Non-Ferrous

142 TWh

Potential IHP for Heat Generation

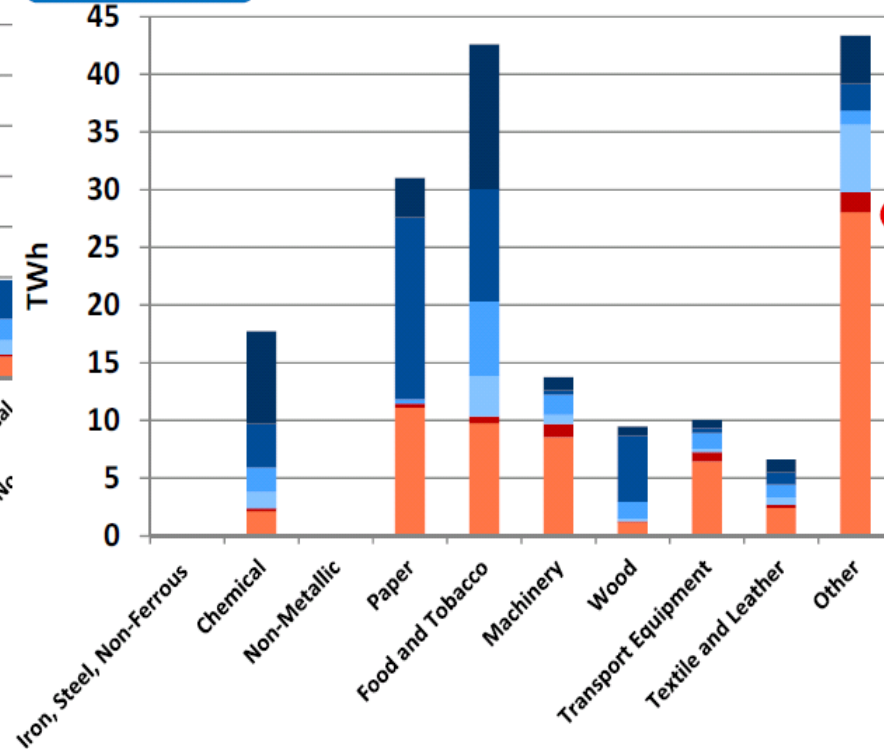


+47%

Iron, Non-Ferrous

174 TWh

Potential IHP for Heat Generation



- 100 to 150 °C
- 80 to 100 °C
- 60 to 80 °C
- < 60 °C
- Hot Water
- Space Heating



Landbouw

vooral in de energie-intensieve glastuinbouw

Maatregelen leiden tot 74 PJ besparing, te weten

- efficiëntere kassen
- inzet van elektrische warmtepompen in plaats gasgestookte ketels of warmtekrachtkoppeling (wkk).

Bron: Technisch Weekblad 2015

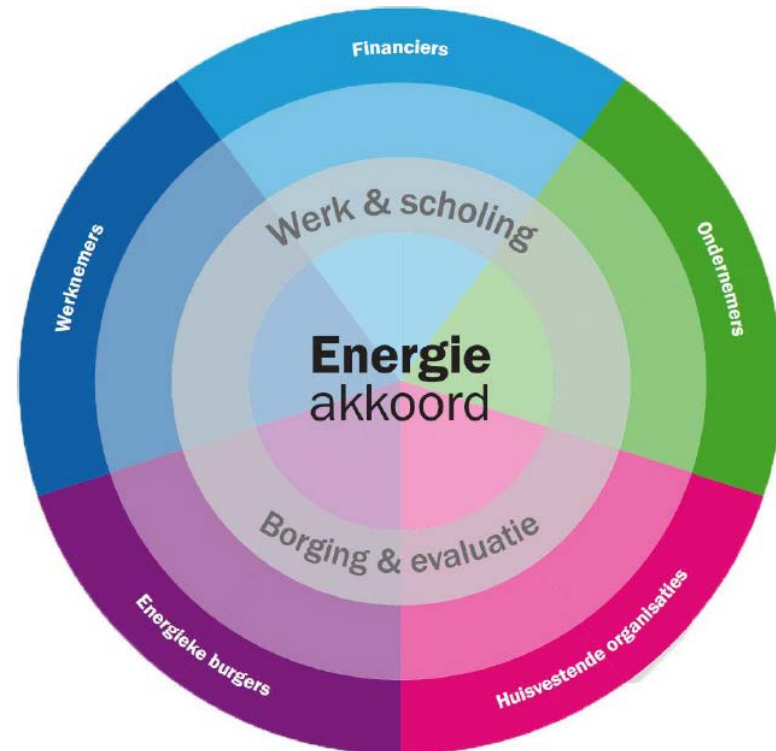




'Energietransitie kan niet zonder regie'

Wat gebeurt er in Nederland?

- SER Akkoord
- Kamerbrief Warmte





SER Energie akkoord:

Maatregelen die aansluiten bij afspraken uit het Energieakkoord zoals:

- Minimum eisen stellen aan het aandeel hernieuwbare energieopwekking voor nieuwbouw en grootschalige renovatie en zorgen voor waardering van bio-energie als hernieuwbare energie.
- Een verplichting voor A+ label apparaten voor verwarming- en warmtapwatervoorziening per 1-1-2018 (op basis van de ecolabels)
- Ontwikkelen van de vraagzijde door betere voorlichting, creëren van vertrouwen, certificering etc.

Onderwerpen met een relatie naar de warmtevisie zijn o.a. :

- Het opheffen van de ongelijkheid in de energiebelasting op gas en elektriciteit, ter bevordering van toepassingen van hernieuwbare warmte.
- Het creëren van een financiële investeringsondersteuning voor kleinschalige hernieuwbare warmte opties waarmee een gelijk speelveld ontstaat met andere opties zoals PV.

Bij de overige suggesties zijn maatregelen opgenomen als:

- Het generiek verlagen van het BTW tarief voor decentrale duurzame opties, zoals ook in een aantal andere EU landen.
- Inzet van fiscaal instrumentarium rond OZB tarieven, overdrachtsbelasting, etc op basis van mate van gebruik van duurzame energie of energieprestatie van het gebouw.



Kamerbrief Warmte

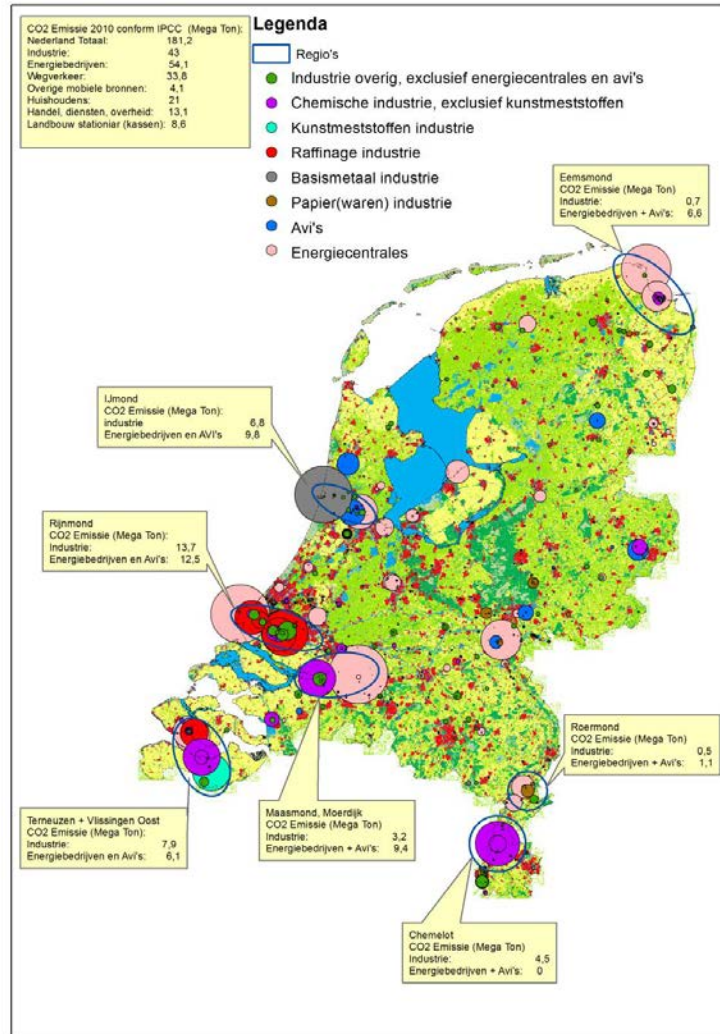
Mijn ambitie is dat het aanbod van hernieuwbare warmte substantieel gaat groeien. Dit is nodig om onze afhankelijk van gas te verminderen en om de hernieuwbare energiedoelstellingen in 2020 en 2023 te realiseren. Ik zie veel potentie voor het gebruik van warmte- en koudeopslag (wko), geothermie, zonthermie, biomassa en warmtepompen. Hybride warmtepompen zullen naar verwachting een aanzienlijk deel van de warmte in bestaande woningen gaan leveren.

In gebieden met veel goed geïsoleerde nieuwbouw is de warmtevraag voor woningen laag en kunnen warmtepompen in de vraag voorzien. Gasnetten en warmtenetten zullen naar verwachting overbodig worden in dergelijke 'all electric areas'.

So far so good



Energievoorziening op basis van hernieuwbare energie



prof.dr. André Faaij:

'Je kunt nu eenmaal niet tegelijkertijd én warmtenetten aanleggen én een groot programma opzetten om woningen energieneutraal te maken. Juist in de bestaande bouw is met moderne techniek en slimme financieringsconstructies op korte termijn een enorme slag te slaan. De energievraag van woningen zal daardoor fundamenteel veranderen. Warmtenetten zoals we die nu ontplooiën, passen daar niet bij'.





Conclusies

- Volgens het PBL is een combinatie van gebouw- en gebiedsmaatregelen de beste manier om kostenefficiënt warmtebesparing te realiseren, vooral in dichtbevolkte binnensteden (2012).
- Om klimaatneutraliteit in 2050 te verwezenlijken is het – conform de trias energetica – belangrijk om allereerst de warmtevraag van woningen door middel van isolatie sterk omlaag te brengen (PBL 2014).
- Om de beleidsdoelen te halen, liggen dwingendere beleidsmaatregelen voor de hand (PBL 2014).

Minder gas? Oké, maar doe het wel duurzaam

Hoogleraar zet vraagtekens bij plannen van minister Kamp over gebruik van restwarmte.

door Wilko Voordouw

GRONINGEN – Gasgebruik terugdringen is prima. „Maar doe het dan wel op een slimme en efficiënte manier.“ André Faaij, hoogleraar energiewetenschappen aan de Universiteit van Groningen zet vraagtekens bij de plannen van minister Kamp over het gebruik van restwarmte.

Kamp stelde gisteren voor om restwarmte en aardwarmte te gebruiken in plaats van gasverwarming. Daar moet dan wel een heel nieuw leidingennet voor worden aangelegd. Het kabinet heeft daar geen geld voor. Kamp doet een beroep op het bedrijfsleven. Faaij: „Bij restwarmtecentrales kunnen de nodige vraagtekens worden gezet. Zo wordt voor het winnen van energie huisvuil uit Groot-Brittannië of Italië naar Nederland verscheept om hier te worden verbrand.“

Het is volgens Faaij maar zeer de vraag of dat in pakweg 2030 nog kan. „Toen er in de jaren '90 mee werd begonnen was het een goed idee. Maar huisvuil wordt steeds beter gescheiden en gerecycled en andere technieken zijn efficiënter dan verbranden. Dit is een voorbeeld van een warmtebron die op middellange termijn kan wegvallen.“

Eneco gelooft wel in het systeem. Zo verwarmt de Leiding over Noord 95.000 huishoudens in de regio Rotterdam. De warmte komt van huisvuilverbranding bij AVR in Rozenburg.

Restwarmte uit de industrie wordt beperkt gebruikt. De Rotterdamse haven levert via de 'warmteomroede' aan kassen en woningen in het Westland. Als de rotonde volop draait, kan het verbruik van 350.000 woningen en 1.000 hectare kas worden uitgespaard.

Planoloog Ferry Van Kann toonde bij zijn promotie aan dat de 35.000 liter schoon water die iedere seconde wordt gebruikt om de Eemscentrale te koelen en nu op zee wordt geloosd, zo'n 10.000 woningen in Groningen zou kunnen verwarmen. Maar dan moet er wel een leidingstelsel komen.

„Het is goed als we snel ons gasgebruik verlagen“, zegt Faaij. „Dat zeg ik als Groninger maar ook als wetenschapper. De kosten voor de aansluitingen zijn al een veelvoud van de 1,1 miljard waarover we het tot zover hebben.“

Maar goehermie en restwarmte zijn voor hem slechts onderdeeljes van een heel ander energiebeeld. „Er kan al heel veel en dat is ook vastgelegd in het Energieakkoord. In de bebouwde omgeving moeten we zo snel mogelijk naar energieneutrale woningen. Met driedubbel glas, renovatie van bestaande huizen, koken op elektriciteit, het leggen van zonnepanelen en andere maatregelen kan) naar woningen toe waar gas al niet meer nodig is. In Duitsland kan je al zo'n energieneutrale woning van de plank kopen. Bij ons is dat lastiger.“

Volgens Faaij is er ook wat af te dingen op de mogelijkheden van aardwarmte. „Geothermie is in een klein deel van het land echt interessant. Bovendien gaat het om kostbare installaties, en die zijn niet overal gemakkelijk te realiseren.“ Zo kwam bij het bouwen voor een tuinbouwbedrijf een woonwijk in Berkel en Rodrijs onlangs gas vrij.

'Een ding is zeker: in 2030 is het Nederlandse gas echt op'

Het is volgens hoogleraar Faaij prima dat minister Kamp de aanzet heeft gegeven om na te denken over de energievoorziening van de toekomst en de alternatieven voor gas. „Want we weten zeker dat rond 2030 het Nederlandse gas echt aan het eind van zijn Latijn is. Als we tot die tijd geen alternatief uitwerken dan moeten we importeren, bijvoorbeeld uit Rusland, of werken met vloeibaar aardgas. De prijs is dan zeker hoger dan voor het gas uit Slochteren.“

Volgens Faaij moet de aanleg van een nieuw warmtenet de keuzevrijheid van de consument intact houden. „Die moet kunnen kiezen.“



Literatuur:

- Renewable Energy, The Dawn of a New Era, Bert Stuij, Vice President Innovation Energy Delta Institute, presentatie februari 2015, Utrecht
- The 2014 Renewable Energy Medium Term Market Report of the International Energy Agency (IEA). http://www.iea.org/w/bookshop/480-medium-term_renewable_energy_market_report_2014
- Bloomberg New Energy Finance 2030 market outlook; <http://bnef.foliohack.com/document/v71veOnkrs8e0>
- Bloomberg Renewables investment update, january 2015; <http://www.bloomberg.com/news/2015-01-09/clean-energy-investment-jumps-16-on-china-s-support-for-solar.html>
- The 2014 World Energy Investment Outlook of the IEA; <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/world-energy-investment-outlook---special-report---.html>
- The 2014 Energy Technology Perspectives of the IEA – Harnessing Electricity’s Potential <http://www.iea.org/etp/etp2014/>
- Data and publications from the International Renewable Energy Agency IRENA, specifically the REMAP Renewable Energy Roadmap, and the Renewable Power Generation Cost 2014. <http://irena.org/remap/>
- Statusrapportage Warmtepompen 2014, Technologie en markt in Nederland, Onno Kleefkens, RVO Rapport, Utrecht dec 2014; <http://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/11/Statusrapportage%20Warmtepompen%202014-11-11.pdf>
- Industrial Heat Pumps in the Netherlands, Onno Kleefkens, RVO rapport voor IEA HPP Annex 35, Montreal, mei 2014.



Literatuur:

- Breaking down barriers to heat pump market growth; What are the winning approaches? – Lukas Bergmann – Delta Energy & Environment Ltd – presentative op Chillventa, Nürnberg 2014
- 2050 Pathways for Domestic Heat, Delta Energy & Environment Ltd, Edinburgh, 16th October 2012
- IEA HPP Annex 42: Heat Pumps in Smart Grids, Market Summary, Final Report, Lindsay Sugden, Delta Energy & Environment Ltd, December 2014
- Overige Hernieuwbare Energie, Tussenstand ten behoeve van de Borgingscommissie van het Energieakkoord voor Duurzame Groei, Teun Bokhoven, 18 december 2014
- Handvatten voor hogere energie/exergie efficiency in de gebouwde omgeving & glastuinbouw, Worksgop 11 december 1997, TU Delft.
<http://www.tbm.tudelft.nl/samenwerken/samenwerkingsverbanden/center-for-port-innovation-and-regional-development/projecten-en-activiteiten/exergie/>
- Kamerbrief DGETM-ED / 15042827 minister Kamp betr Warmtevisie
- [Doe meer met de kwaliteit van energie](#), Website TU-Delft.
- André Faaij hekelt gebrek aan strategie: 'Energietransitie kan niet zonder regie', Frank Biesboer, De Ingenieur, 05-02-2015.
- Energie besparen gaat niet vanzelf, Evaluatie energiebesparingsbeleid voor de gebouwde omgeving, Kees Vringer, Manon van Middelkoop, Nico Hoogervorst, PBL-publicatienummer: 1452
- De rol van elektrische warmtepompen in een klimaatneutrale woningvoorraad, Hans Elzenga en Jan Ros, PBL, 12 december 2014
- Naar een duurzamere warmtevoorziening van de gebouwde omgeving in 2050. PBL, 2012



*Energievoorziening op basis van
hernieuwbare energie*



小
野

Onno Kleefkens

Phetradico Communication and Publishing

de Boskamp 16 3828VR Hoogland

Netherlands

tel: + 31 (0) 6 3906 1748

onno@phetradico.com



12th IEA Heat Pump Conference May 2017 Rotterdam, The Netherlands



Netherlands Enterprise Agency



ROTTERDAMWORLDPORTWORLD CITYROTTERDAMWORLDPORTWORLD CITYROTTERDAM