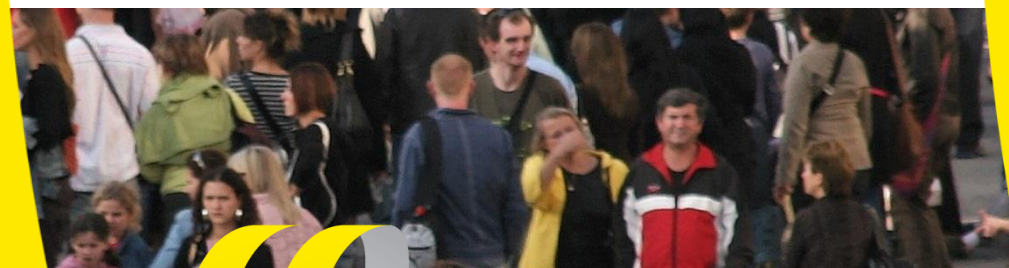




# Klimaatneutraal tegen de laagste kosten

Frans Rooijers, 30 maart 2017



# CE Delft

- Onafhankelijk onderzoek en advies sinds 1978
- Energie, transport en grondstoffen
- Economische, technische en beleidsmatige expertise
- 50 medewerkers
- Not-for-profit



## Klanten:

- Overheden (Europese Commissie, Europees Parlement, ministeries, provincies, gemeenten, waterschappen)
- Bedrijven (MKB en industrie, branche-organisaties)
- NGO's



Bedrijven



Overheid  
(EU, NL, regionaal)



NGO's

# Energietransitie

- Grote veranderingen
- Klimaatneutraal 2050, of eerder
- De aansluitplicht in de Gaswet wordt geschrapt en er zal een breder aansluitrecht op energie-infrastructuur voor warmtevoorziening in wetgeving worden verankerd

## Uitdaging:

- Zo laag mogelijke extra kosten
- Goede afweging van alternatieven
- In concurrentie met aardgas

Hier alle aandacht op ruimteverwarming van gebouwen, nu:

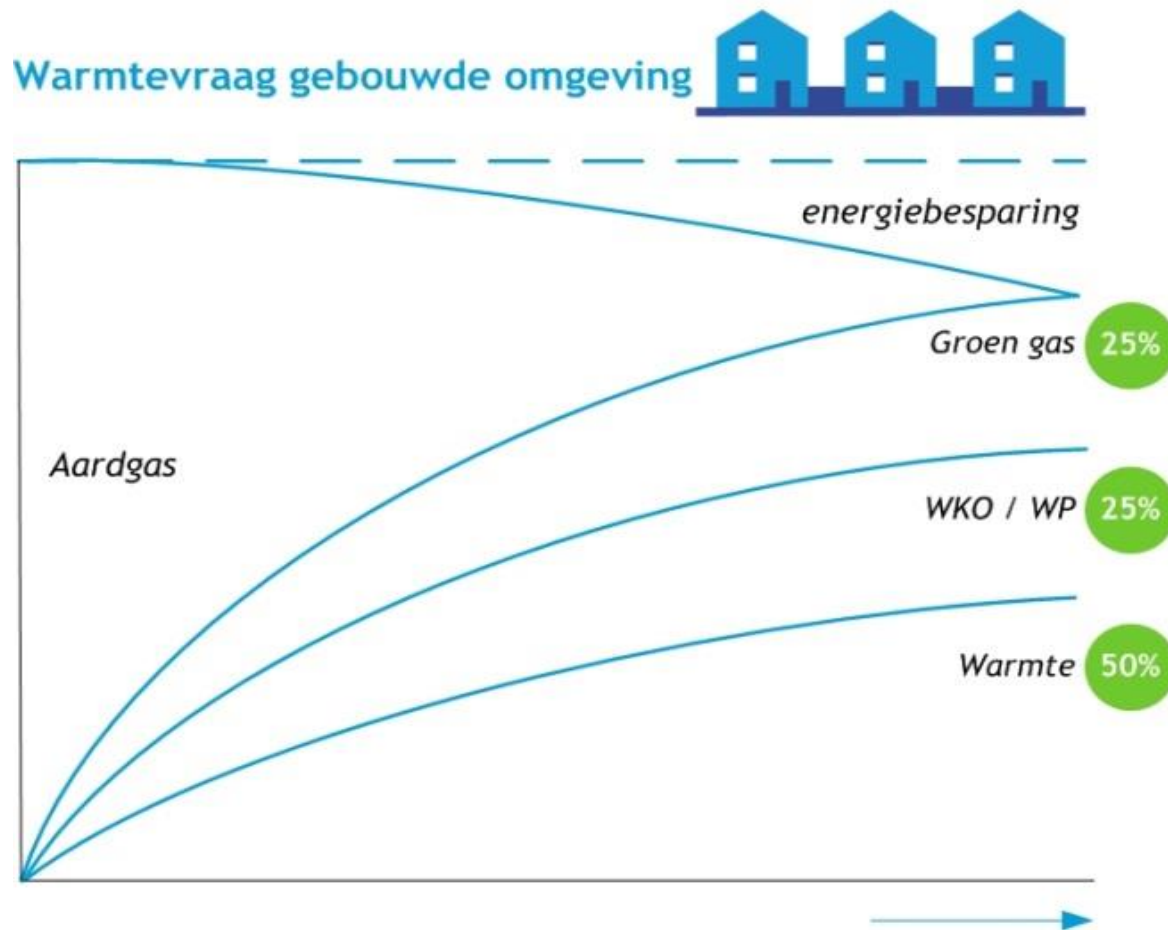
- 20 miljard m<sup>3</sup> aardgas
- 30 Mton CO<sub>2</sub>/jaar

## Energieagenda

Naar een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening



# Hoe wordt de gebouwde omgeving klimaatneutraal?

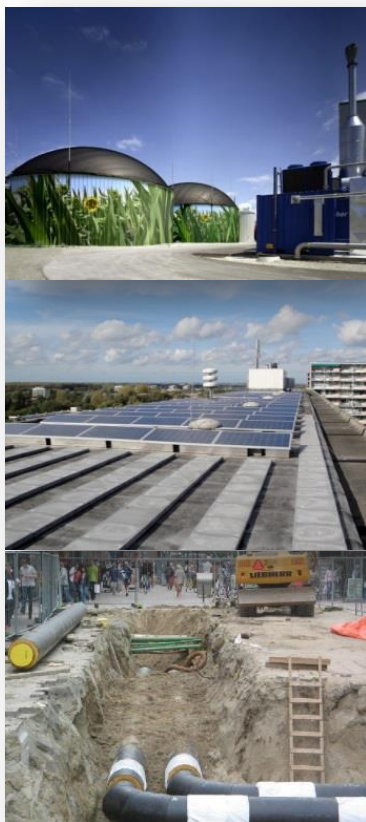


Bron: CE Delft, 2016, een klimaatneutrale warmtevoorziening voor de gebouwde omgeving



# Technische opties

- **Knop 1:** Isolatie van de gebouwschil (goed - extreem)
- **Knop 2:** Efficiënte in pandige installatie
- **Knop 3:** Klimaatneutrale energiedrager

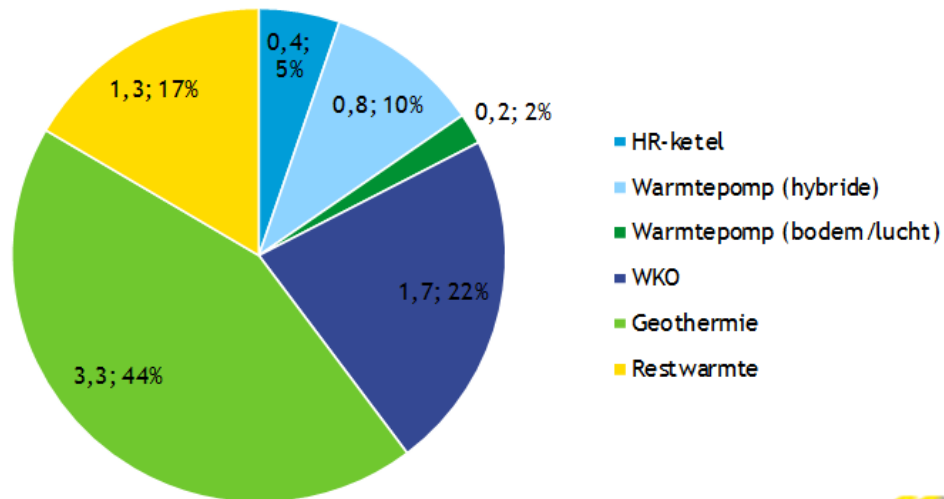


Drager	Energie-infrastructuur
Groen gas	Gas + elektra
All electric warmtepompen	Elektra (verzwaard)
All electric weerstandsverwarming	Elektra (verzwaard)
Warmtelevering hoge temperatuur	Warmte + elektra
Warmtelevering lage temperatuur	Warmte + elektra
WKO	Warmte/Koude + elektra

## Grove verdeling opties

- Warmtelevering: stedelijk, beschikbaarheid restwarmte of geothermie
- WKO: dicht bebouwd + utiliteit
- Groen gas: stedelijk-historisch, randen bebouwde kom
- El warmtepomp: nieuwbouw, ingrijpende renovatie
- Bio-pellets: buiten gebied

Alle opties zijn duurder dan gebruik van aardgas tegen huidige tarieven!



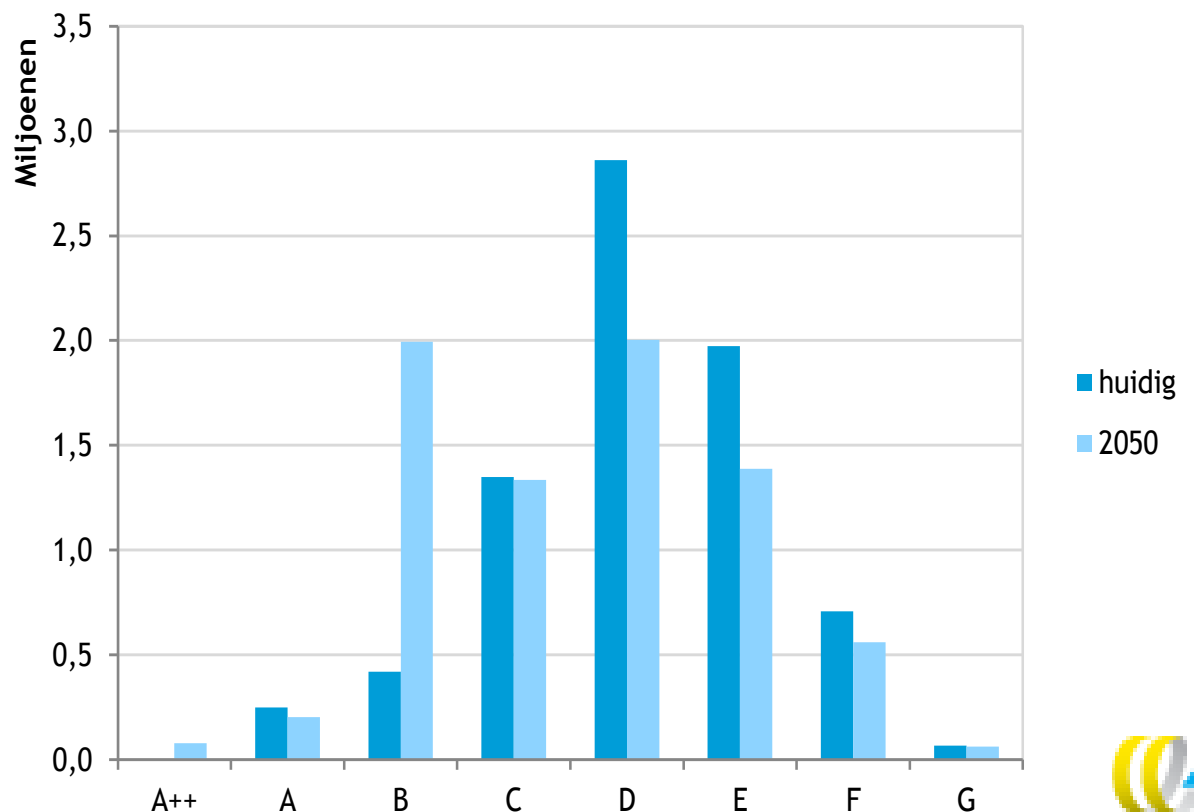
# Techniek

- Op welke wijze zijn kosten onderdeel van de analyse?
- Kosten over hele keten, van vraag tot en met bron
- Sommige onderdelen zijn uitontwikkeld, andere kunnen nog fors dalen

## Mogelijkheden:

- Isolatie >> andersoortige isolatie (vacuümisolatie)
- Installatie >> warmtepomp nog erg duur, bodemputten slaan
- Infrastructuur >> met name warmte (Mijnwater)

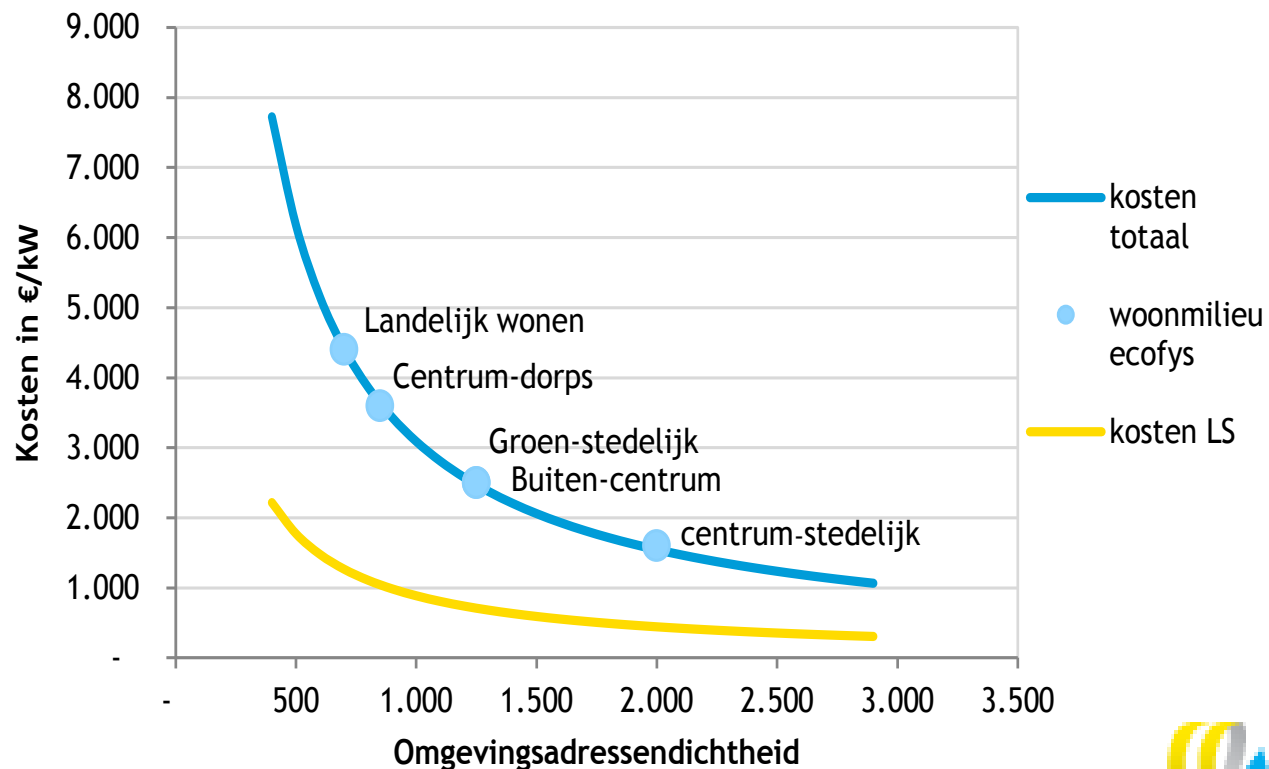
# Isolatie



Labelstap	Grondgebonden	Gestapeld
Laag (E) naar Hoog (A++)	337 €/m <sup>2</sup>	277 €/m <sup>2</sup>
Midden (C) naar Hoog (A++)	267 €/m <sup>2</sup>	218 €/m <sup>2</sup>

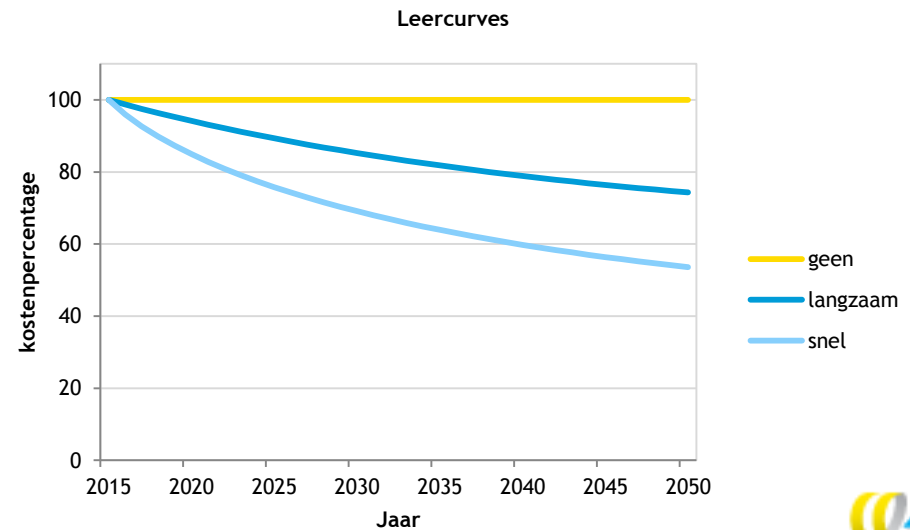


# Infrakosten - all electric



# Leercurves

Kostenparameter	Leercurve
Aansluitkosten gas en elektriciteit	Langzaam
Aansluitkosten warmte	Snel
Netverzwaring	Langzaam
HR-ketel	Langzaam
Hybride warmtepomp	Snel
Elektrische warmtepomp	Snel
WKO	Snel
Geothermie	Snel
Restwarmte	Snel
Afgiftesystemen	Langzaam
Koelinstallaties	Snel
Ventilatiesystemen	Snel
WTW	Snel
Zonneboilers	Snel
Zon-PV	Snel
Isolatiemaatregelen	Langzaam
Nul-op-de-Meter-isolatie	Snel



## Gehanteerde installatiekosten

Techniek	Installatiekosten	Bron
HR-ketel	€ 1.900	ACM, rekenmodel max.prijs 2015
Hybride WP ventilatielucht combi	€ 4.900 incl. HR-ketel en ventilatiesysteem	Fabrikant
Hybride WP ventilatielucht solo	€ 4.400 incl. HR-ketel en ventilatiesysteem	Fabrikant
Hybride WP buitenlucht HP-Cube	€ 5.000 incl. HR-ketel	Ecofys
Hybride WP buitenlucht Elga	€ 5.600 incl. HR-ketel	Fabrikant
Elektrische WP lucht	€ 8.000	Maatregelen EPA, maatwerkadvies bestaande woningbouw 2014
Elektrische WP bodem	€ 15.000	Klimaatgarant
WKO	1.133 €/kW	Vesta 2.0
Geothermie	1.875 €/kW	Vesta 2.0
Restwarmte	AVI 163 €/kW BMC 875 €/kW Industrie 250 €/kW STEG 167 €/kW Kolencentrale 167 €/kW Gasturbine 180 €/kW	Vesta 2.0

## Overzicht

	Schil	Installatie	Infrastructuur
Warmte LT	Nieuwe isolatietechnieken Vacuumisolatie	Wand, vloersystemen	Slim regelen goedkopere materialen
Warmte HT		Betrouwbare meting	Open systemen met marktwerking
Hernieuwbaargas		Goedkopere warmtepomp Stille absorbers (lucht)	-
All electric		Goedkopere warmtepomp Goedkopere bodem Stille absorbers (lucht)	Slim regelen tbv koude piek

Hoe?

- Markt creëren en laten werken
- Inspanningen van marktpartijen
- Bonus van overheid voor kostprijsverlaging