

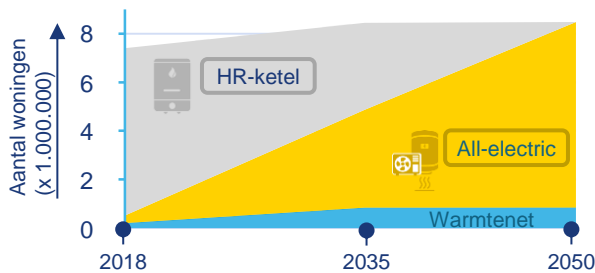
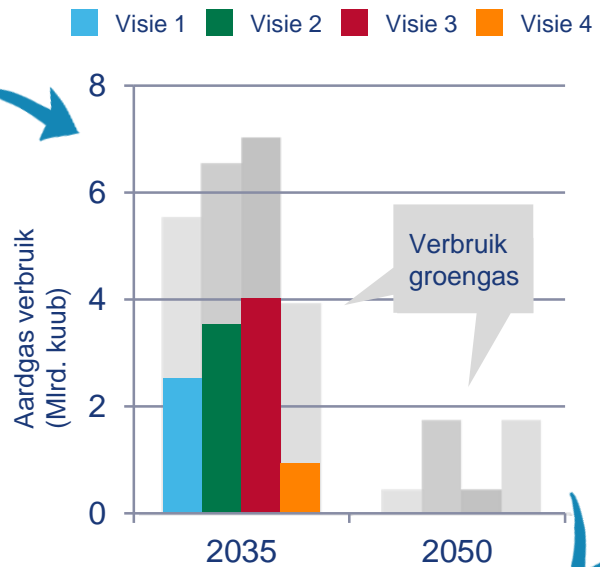
Verduurzaming gebouwde omgeving



Mogelijke transitiepaden naar 2035 en 2050: tempo en soort elektrificatie met warmtepompen

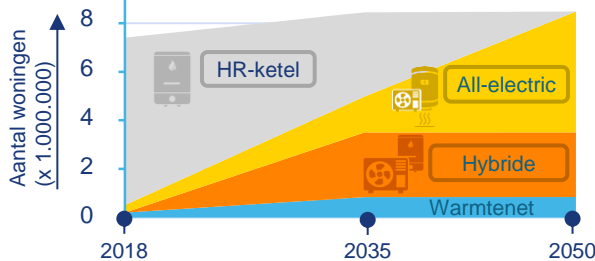
- Met zowel all-electric als hybride kan in 2050 de CO₂-uitstoot omlaag met meer dan 95%.
- Door de hybride oplossing kan de aardgasvraag versneld worden gereduceerd van 15 Mlrd. kuub nu naar mogelijk 1 in 2035.
- De hybride visies hebben de laagste kosten per ton CO₂-besparing en reduceren sneller.
- Bij een koude winter ~17 GW extra piekvraag in all-electric visies ten opzichte van ~8 GW extra in hybride visies.

De visies komen allemaal tot een volledige reductie van het aardgasverbruik echter de snelheid, cumulatieve CO₂-reductie en kosten zijn verschillend. Door een kleine warmtepomp als toevoeging op de (bestaande) HR-ketel (hybride warmtepomp), is versnelling van de energietransitie mogelijk. Voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving heeft Berenschot 4 mogelijke transitiepaden naar 2035 en 2050 doorerekend.



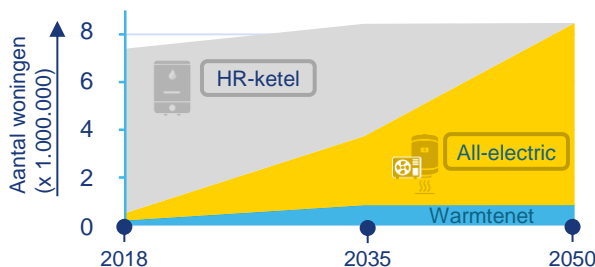
Visie 1 All-electric, lineair

Visie 1 gaat uit van een lineaire installatie van ~220.000 all-electric warmtepompen per jaar (momenteel worden er jaarlijks ~400.000 HR-ketels vervangen).



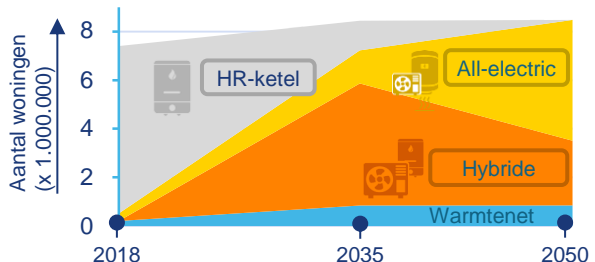
Visie 2 Hybride mix

Visie 2 gaat uit van een lineair pad voor de installatie van hybride warmtepompen: ~ 160.000 per jaar tot 2035 (bestaande bouw). Nieuwbouw wordt voorzien van all-electric (~ 60.000 p/j). Vanaf 2035 komen er alleen nog maar all-electric warmtepompen bij, het aantal hybride warmtepompen blijft vanaf dan gelijk.



Visie 3 All-electric ingroei

Visie 3 heeft een lage opstart snelheid met versnelling door economy of scale naar 2050 toe. Minder snelle penetratie van warmtepompen tot aan 2035, ~150.000 per jaar. Vanaf 2035 wordt dit weer ingehaald door een versnelling van ~315.000 warmtepompen per jaar tot aan 2050.



Visie 4 Hybride in plaats van HR-ketels

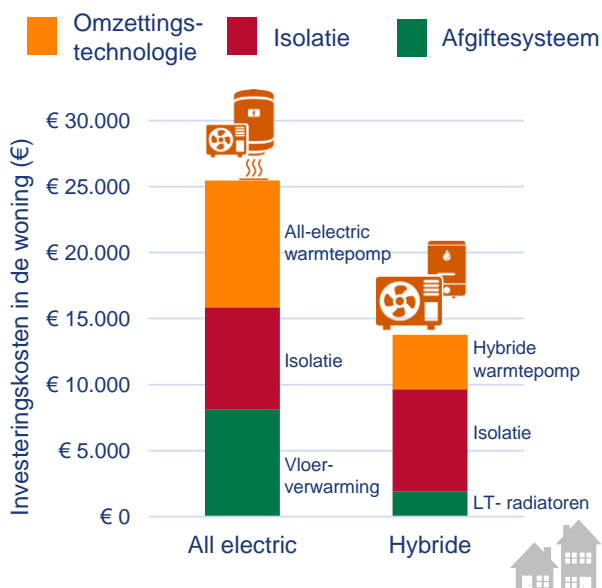
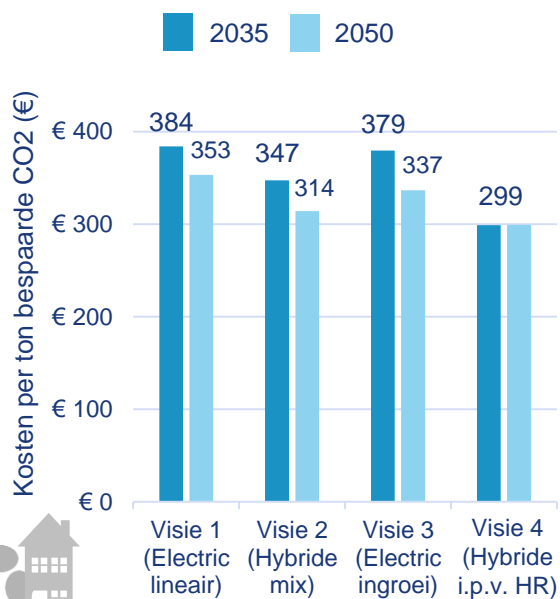
In visie 4 worden geen losse HR-ketels meer geplaatst, alleen in combinatie met een warmtepomp. Penetratie van hybride warmtepompen tot aan 2035, ~ 300.000 per jaar. Vanaf 2035 wordt er alleen nog maar all-electric bijgeplaatst en wordt een deel van de reeds geïnstalleerde hybride warmtepompen vervangen door all-electric.

Aannames Berenschot: in alle visies worden per jaar ~60.000 nieuwbouwwoningen voorzien van Rc-waarde (isolatie) 5 en all-electric warmtepompen. Per jaar worden er tot aan 2035, ~ 170.000 bestaande woningen geïsoleerd naar Rc-waarde 1,8. Vanaf 2035, ~ 135.000 woningen per jaar naar Rc-waarde 2,8. De woningvoorraad groeit tot 8.477.200 in 2050. Nieuwbouwwoningen worden gebouwd met vloerverwarming en bestaande woningen die naar hybride gaan krijgen convectoren, woningen die naar all-electric gaan krijgen vloerverwarming. In alle visies is een groei naar 10% warmtenetten aangenomen.

Hybride visies €50,- per vermeden ton CO₂ goedkoper dan all-electric visies.

Door de hybride oplossing is versnelling van de energietransitie mogelijk met lagere kosten. Vooral richting 2035 zijn de kosten per bespaarde ton CO₂ het meest voordelig in de hybride scenario's.

Dit verschil kan voor een groot deel worden verklaard door aanpassingen in het afgiftesysteem en de installatie. Deze kosten liggen hoger bij een all-electric warmtepomp dan voor een hybride warmtepomp. Het grootste verschil is te zien tussen visie 1 en visie 4: ruim €80,- in 2035 en €50,- in 2050.



Vooral de kosten in de woning spelen een grote rol bij de totstandkoming van de totale kosten.

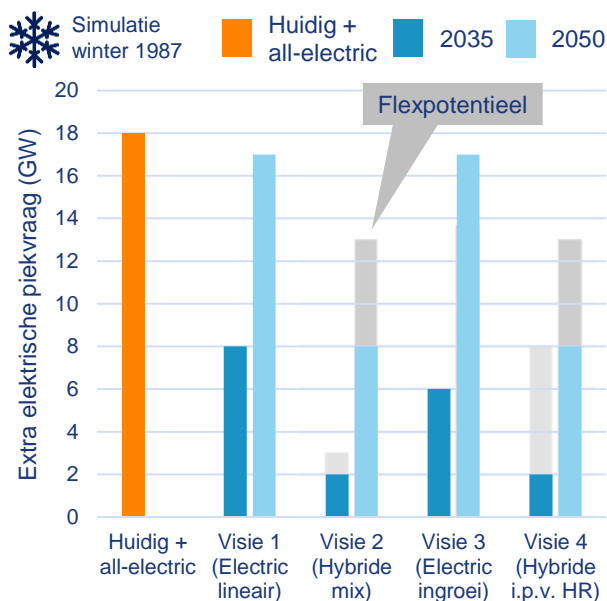
De kosten van de installatie, isolatie en afgiftesystemen domineren het kostenbeeld.

De kosten om een gemiddelde bestaande woning te elektrificeren bedragen ruim 25.000 Euro. Het voorzien van een woning met All-electric is ruim 10.000 euro hoger dan een hybride warmtepomp.

Door een geleidelijke overgang van gas naar all-electric (visie 2 en 4), is de impact voor de huishoudens kleiner dan wanneer direct naar all-electric wordt over gegaan (visie 1 en 3), zonder in te leveren op CO₂-emissie reductie.

Bij een koude winter ~17 GW extra piekvraag in all-electric visies ten opzichte van ~8 GW extra in hybride visies.

In de visies met hybride warmtepompen kan het flexpotentieel worden ingezet: in tijden van piekbelasting kan desgewenst de gas HR-ketel worden ingezet. Hiermee kan, wanneer dat nodig is, een eventuele stijging van de elektrische piekvraag vrijwel volledig worden opgevangen door over te schakelen naar de gasketel. Hiermee halveert de extra piekvraag in de hybride visies.



Voor de kosten van warmtepomptechnieken zijn door de tijd kostenreducties meegenomen als gevolg van economy of scale en innovatie. Berekeningen zijn gemaakt door Berenschot met behulp van het Energietransitiemodel. Resultaten uit dit onderzoek hebben gediend als input voor de stakeholder bijeenkomst lage temperatuur warmte van 27 september 2017, georganiseerd door de kwartiermakers lage temperatuur warmte van het Ministerie van Economische Zaken en Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

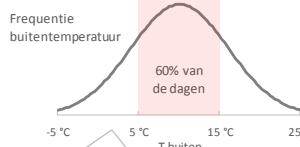
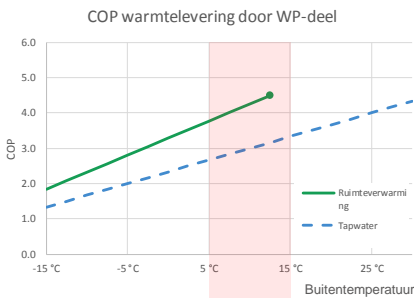
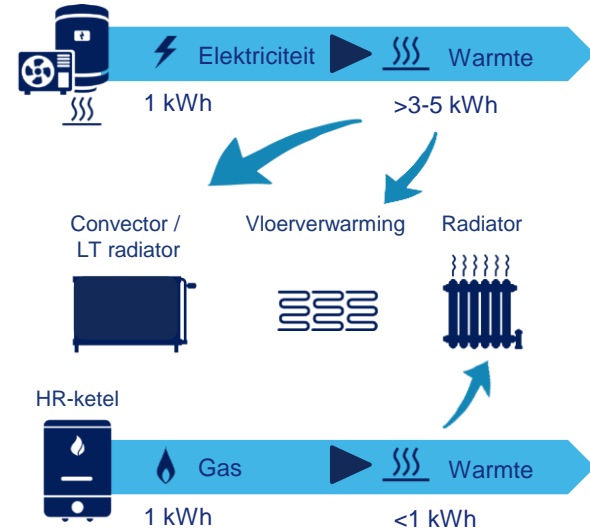
Warmtepomp (hybride of all-electric) benut duurzame buitenwarmte

Wat is een warmtepomp?

Warmtepompen kunnen als vervanging dienen van de huidige HR-ketels en gebruiken elektriciteit (in plaats van gas) voor de productie van warmte.

Het rendement van een warmtepomp is het overgrote deel van het jaar vele malen hoger dan dat van een HR-ketel. Het rendement van de warmtepomp ligt tussen de 300 – 400% en die van de HR-ketel is maximaal 107%. De toepassing van de warmtepomp kan worden gezien als een vorm van duurzame energie, waarbij lage temperatuur-omgevingswarmte uit de bodem of de lucht wordt gebruikt en wordt opgewerkt tot een hoger niveau voor verwarmingsdoeleinden. Warmtepompen vergen vergaande geïsoleerde woningen vanwege de lage temperatuur (LT) afgiftesystemen en ze zorgen voor een grotere elektriciteitsvraag.

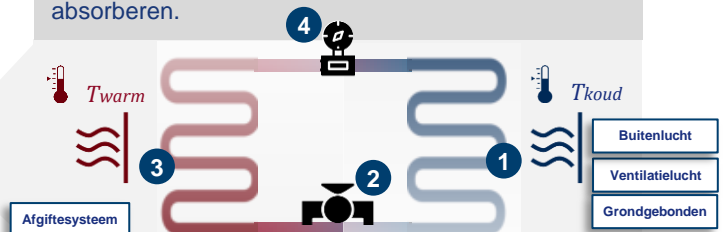
Warmtepomp



Het grootste deel van het jaar ligt de coëfficiënt of performance (COP) boven de 3.

Hoe werkt een warmtepomp?

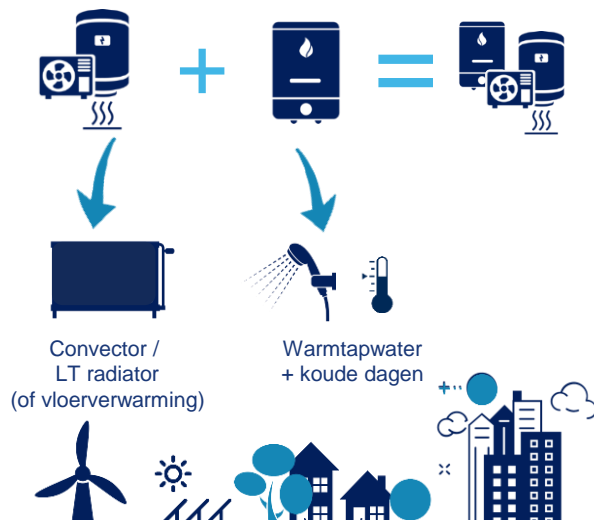
Warmtepompen halen duurzame warmte uit water of lucht. Dit gebeurt door een zogenaamd "koudemiddel" te verdampen (1) en vervolgens met behulp van een compressor (elektriciteit) samen te persen (2). Hierdoor stijgt de temperatuur. Via een warmtewisselaar (3) wordt de vrijgekomen warmte vervolgens beschikbaar voor ruimteverwarming of voor het verwarmen van warm tapwater. Het expansieventiel (4) zorgt dat het koudemiddel weer kan verdampen c.q. warmte absorberen.



Wat is een hybride warmtepomp?

Voor minder goed geïsoleerde woningen is er de optie om gedurende een groot deel van het jaar een (buitenlucht of ventilatielucht) warmtepomp te gebruiken. Onder speciale omstandigheden, zoals vrieskou of te grote piekvraag kan er overgeschakeld worden naar een HR-ketel (liefst op groen gas), dit wordt ook wel een hybride warmtepomp genoemd. Hierdoor hoeft een minder zware warmtepomp geïnstalleerd te worden, met daardoor minder belasting voor het elektriciteitsnet en is minder vergaande isolatie nodig. Daarnaast is het niet noodzakelijk om vloerverwarming aan te leggen. In sommige gevallen is het mogelijk dat de capaciteit van de huidige radiatoren al over gedimensioneerd is en hoeft er niets aangepast te worden. Indien niet het geval dan kunnen bestaande radiatoren worden vervangen door convectoren of LT radiatoren, die bij lage temperatuur effectiever warmte aan de ruimte afgeven.

Warmtepomp + Gasketel = Hybride warmtepomp



Berenschot, BDH: Routekaart Hybride warmtepomp (2017)
 Berenschot, BDH, DNV GL: Het flexibiliteitspotentieel van Hybride warmtepompen (2016)
 Energietransitiemodel