



NEDERLANDSE VERENIGING DUURZAME ENERGIE

# Warmtebronnen in de RES

6 juni 2019



# Nederlandse Vereniging Duurzame Energie

- Binnen 1 generatie naar 100% duurzame energie
- Leden uit de volledige keten: o.a. energieleveranciers, netbeheerders, warmtenetbedrijven, financiële instellingen, onderzoeksbureaus, branches voor duurzame warmte technieken zoals geothermie, warmtepompen, zonneboilers, biomassaketels en pelletkachels.
- 1.500 aangesloten bedrijven

# Warmtebronnen\*

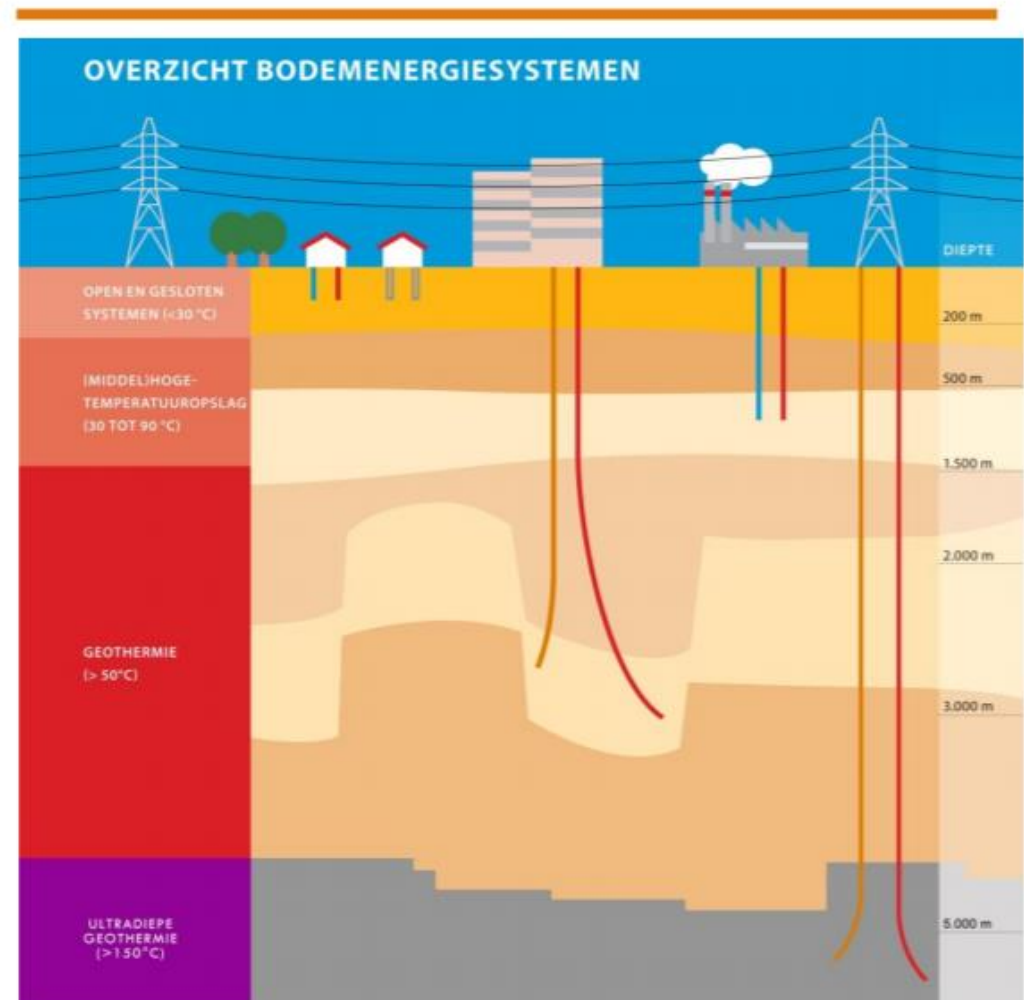
Type bron	Warmtebron	Indiv / blok	Collectief	Gebruik nu	Potentie 2030	Potentie 2050
Bodemenergie	Geothermie (>500m diep)		•	+/-	+	++
	Ondiepe bodemenergie (<500m diep)	•	•	+	++	++
Omgevingswarmte	Lucht (via warmtepomp) aquathermie warmtenet	•	•	++	++	++
Zonne-energie	Zonnewarmte	•	•	+	++	++
Biomassa	Via biomassaketels en pelletkachels	•	•	+	+	+
Restwarmte	Elektriciteits- en afvalverbrandingscentrale		•	+	++	+
	Industriële restwarmte		•	+	+	+

\* Duurzame elektriciteit als bron is uit dit overzicht gehouden omdat het hier alleen gaat om warmtebronnen. In een aantal gevallen is elektriciteit nodig bij de opwekking of conversie.

# Geothermie (of aardwarmte): *aard-warm-te (de; v) de inwendige warmte van de aarde, bv. als bron van energie*

## Geothermie (>500m) is een bron voor:

- Laagtemperatuurverwarming woningen/  
gebouwen / tuinbouw (middels warmtenet)
- Middentemperatuurverwarming woningen/  
gebouwen (direct, bv via warmtenet)
- Hoogtemperatuurwarmte voor industrie



afbeelding: Iftechnology (2016)

# Potentie, kostprijs en aandachtspunten

## Hoeveel warmte kan deze bron leveren?

De technische potentie is groot. Momenteel levert geothermie ca. 3,5 PJ aan tuinbouw. Dit is zo'n 0,3% van de Nederlandse warmtevraag. Maar het aantal projecten kan relatief snel worden opgeschaald: naar 50 PJ in 2030, tot wel 200 PJ in 2050 voor tuinbouw, woningen en industrie. Naar verwachting kan aardwarmte op termijn in zo'n 20% van onze totale warmtebehoefte voorzien.

## Wat is de kostprijs van deze bron?

In dit rapport ([link](#)), dat is gemaakt door Royal Haskoning/DHV in opdracht van EBN, Platform Geothermie, DAGO en Warmtenetwerk, wordt het potentieel van Geothermie in Nederland beschreven. Een indicatie van de kostprijsontwikkeling is door PBL onderzocht en is [hier](#) te vinden.

## Welke aandachtspunten zijn er?

Geothermie is een stabiele warmtebron, die zomer en winter warmte levert, onafhankelijk van het weer. De bron is beperkt regelbaar, waardoor het een typische basislast installatie is die altijd aan staat. Geothermie is mijnbouw. Voorzichtigheid is dus geboden, bijvoorbeeld om bevingen te voorkomen. Geothermie is niet in elke regio mogelijk.

# Projecten en links

## Projecten:

Momenteel zijn er in Nederland ongeveer 20 geothermische putten (doubletten) in productie, die voornamelijk leveren aan de glastuinbouw. In Den Haag en Heerlen levert geothermie energie aan gebouwen. Hier is een [overzicht](#) van alle huidige geothermieprojecten in Nederland. Geothermie speelt een sleutelrol in de warmtevoorziening van München.

## Links:

[Platform Geothermie \(kennisplatform\)](#)

[DAGO \(Dutch Association Geothermal Operators\)](#)

O.a. zijn deze bedrijven actief: [HVC](#), [EBN](#)

[Website ThermoGIS](#) is een softwarepakket dat door onderzoeksinstituten TNO ontwikkeld is om informatie te verschaffen over de geschiktheid van de ondergrond voor aardwarmtewinning.

[Hoewerктаardwarmte.nl](#) geeft uitleg over het aanleggen van een bron en de vergunningsaspecten.

# Voorbeeld: *Floricultura aardwarmteproject*



afbeelding: [Geothermie Platform](#)

Floricultura is een producent van uitgangsmateriaal voor orchideeën. De aardwarmteputten zijn vanaf een productielocatie in Heemskerk geplaatst op een diepte van 2700 tot 2900 meter. De aardwarmte-installatie is een installatie onder 'hogedruk' waarbij niet wordt ontgast.

**Locatie:** Tuinbouwgebied Heemskerkerduin (N-H)

**Vermogen:** circa 10 MW

**Temperatuur:** circa 100 graden

**Vermeden CO<sub>2</sub>-uitstoot:** 9.000 ton.

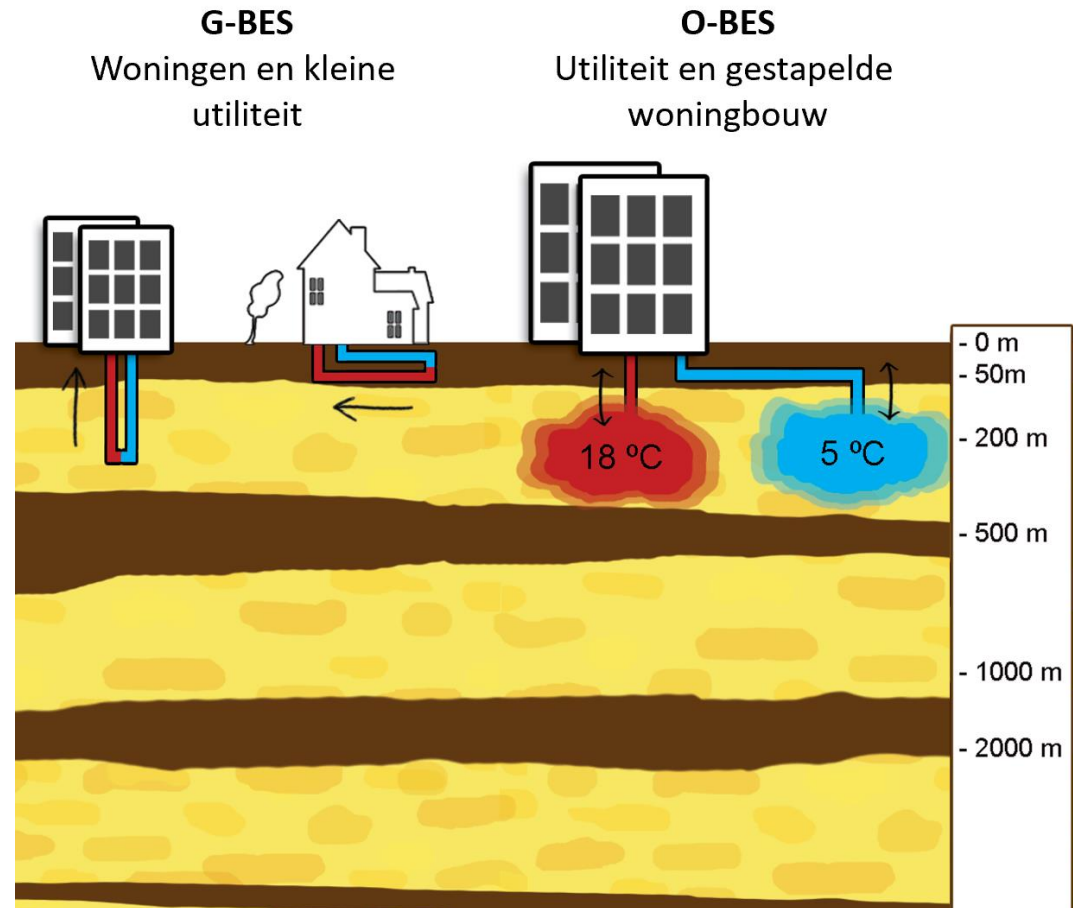
# Omgevingsenergie:

bodemenergie < 500m diepte.

De bodem is een bron van warmte en koude. Ondiepe bodemenergie-systemen (BES) benutten de warmte uit de bodem voor verwarming in de winter en de koude voor koeling in de zomer. Zomerwarmte en winterkou kunnen ook worden opgeslagen in de bodem.

## Ondiepe bodemenergie is een bron voor:

- Laagtemperatuurverwarming en koeling van woningen/ gebouwen (middels warmtepomp)
- Middentemperatuurverwarming woningen/ gebouwen (bv via warmtenet)





# Potentie, kostprijs en aandachtspunten

## Hoeveel warmte kan deze bron leveren?

De bestaande 2.000 open (O-BES) en 50.000 gesloten (G-BES) systemen leveren 4,4 TJ warmte (0,5%) plus een forse bijdrage aan koeling. Daar bodemenergie omgevingswarmte opslaat en hergebruikt is de energie schier oneindig en bepaalt de ondergrondse ruimte en de toestemming van bevoegde gezagen in de gebouwde omgeving de winbare capaciteit.

## Wat is de kostprijs van deze bron?

Meer informatie over de marktpotentie is te vinden via de website van RVO ([link](#)). Een indicatie van de kostprijsontwikkeling is door PBL onderzocht en is [hier](#) te vinden.

## Welke aandachtspunten zijn er?

Bodemwarmte heeft een zeer hoog rendement op elektriciteit en levert praktisch 'gratis' koeling hetgeen steeds belangrijker wordt. Bodemenergie is streng gereguleerd en niet overal toegestaan bv. wegens grondwaterbescherming. De bijbehorende bureaucratie baart soms zorgen.

# Projecten en links

## Projecten:

[Kennis platform Bodemenergie](#)

## Links:

[Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem \(SKB\)](#)

[Branche-organisatie Bodemenergie](#)

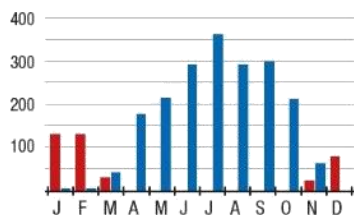
[Vakblad Warmtepompen](#)

[Rijkscampagne Energie-besparen-doe-je-nu](#)

[De Unie van Waterschappen](#) Programmabureau Aquathermie

# Voorbeeld O-BES: *Hermitage Amsterdam*

1 Hermitage beschikt over een klimaatsysteem ten behoeve van de kunst in het gebouw. Doordat er meer koeling dan verwarming nodig is, is een overschot opgebouwd.



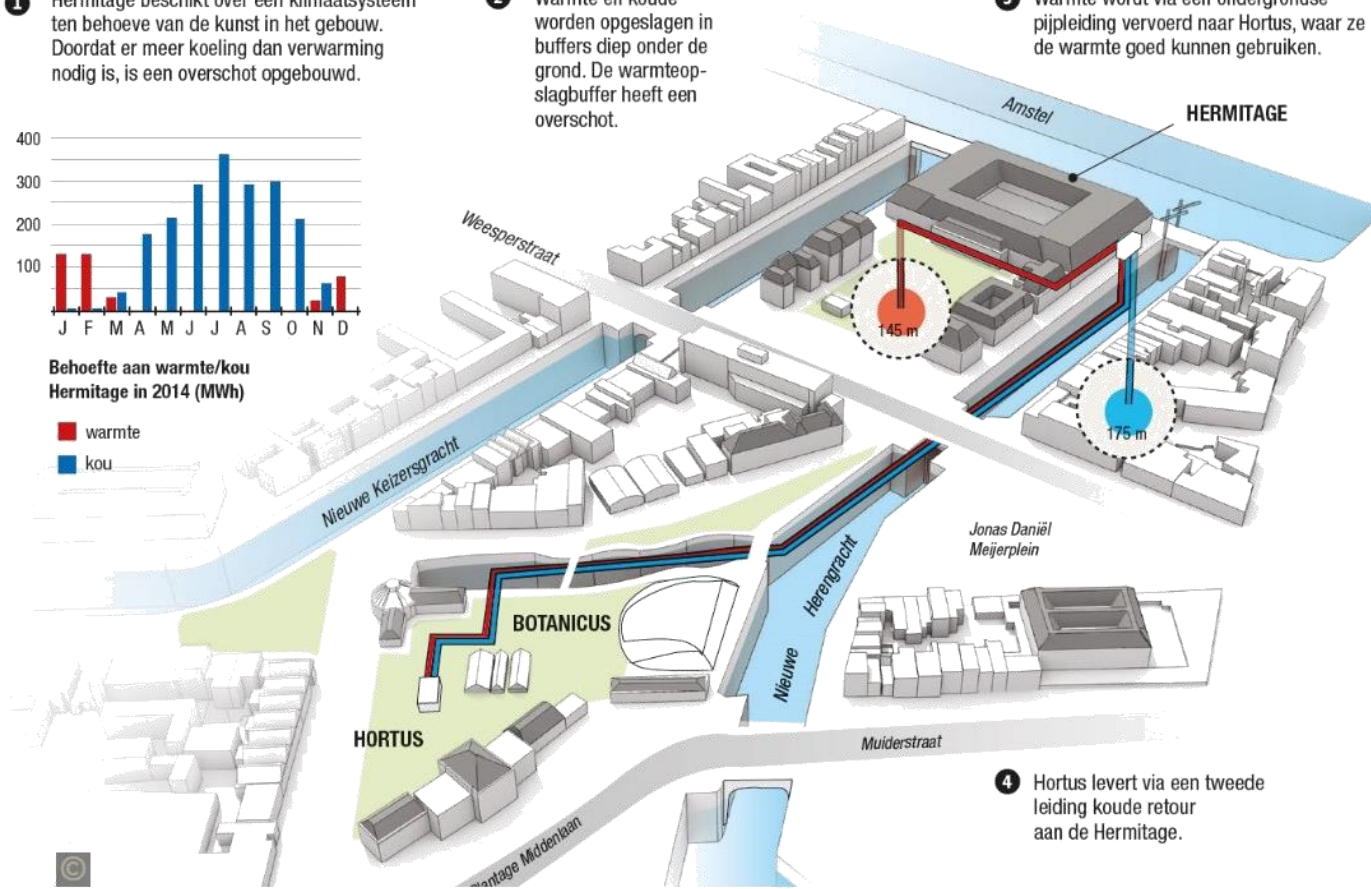
Behoeftes aan warmte/kou Hermitage in 2014 (MWh)

■ warmte  
■ kou

2 Warmte en koude worden opgeslagen in buffers diep onder de grond. De warmteopslagbuffer heeft een overschot.

3 Warmte wordt via een ondergrondse pijpleiding vervoerd naar Hortus, waar ze de warmte goed kunnen gebruiken.

4 Hortus levert via een tweede leiding koude retour aan de Hermitage.



## Jaarlijkse besparingen



Gasbesparing Hortus:  
77.215 m<sup>3</sup>/jaar (54  
woningen)



Elektriciteitsbesparing  
Hermitage:  
200.000 kWh/jaar (60  
woningen)



CO<sub>2</sub> reductie:  
259.000 kg

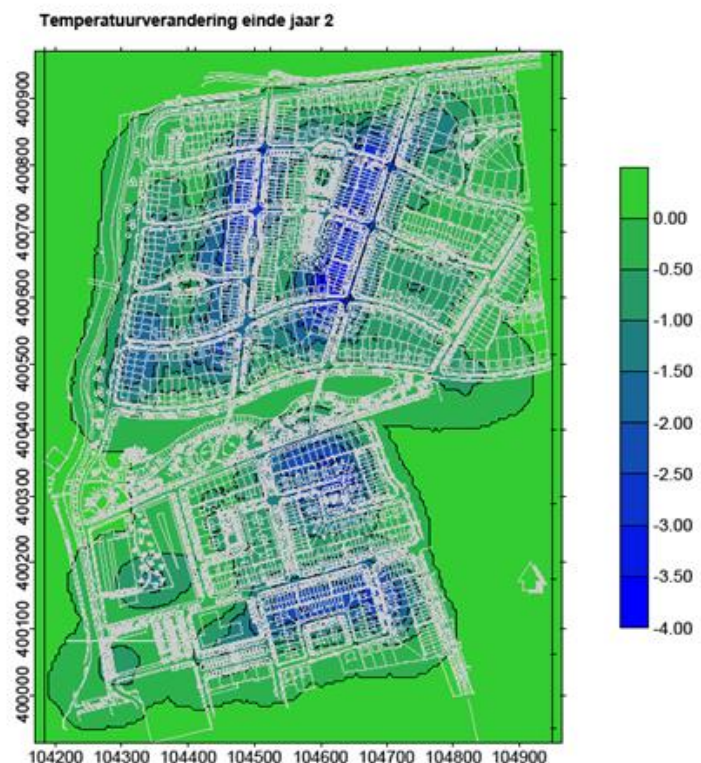
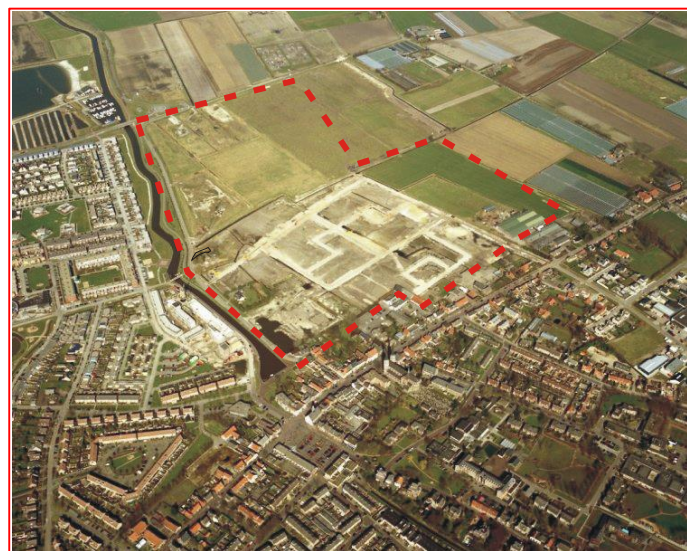


Bomen: 12.950

Bron: Hermitage Amsterdam & Haitjema grondwatertechniek BV

# Voorbeeld G-BES: *Etten-Leur*

Etten-Leur, wijk Schoenmakershoek (sinds 2006)



- 1.500 gasloze woningen met bodemwarmtepomp
- grootste project ter wereld met individuele systemen
- Gemeentelijke visie & ambitie
- Tevreden eindgebruikers

<http://www.groenholland.nl/download/GH-PaperIII-EttenLeur.pdf>

<https://www.vakbladwarmtepompen.nl/bronnen/artikel/2019/05/tien-jaar-bodemwarmte-in-etten-leur-1014707>

# Omgevingsenergie: buitenlucht

*de warmte uit omgevingslucht of  
oppervlakte water (aquathermie)*



afbeelding: [KTI](#)

## Omgevingswarmte is een bron voor:

- Laagtemperatuurverwarming woningen/ gebouwen (middels (lucht-water) warmtepomp)
- Middentemperatuurverwarming woningen/ gebouwen (opwerken mbv warmtepomp distributie eventueel via warmtenet)

# Potentie, kostprijs en aandachtspunten

## Hoeveel warmte kan deze bron leveren?

Buitenlucht is in potentie een eindeloze bron. De winbare hoeveelheid warmte (en koude) wordt bepaald door de apparatuur en eventuele benodigde toestemming van gemeente en/of maatschappelijk draagvlak.

## Wat is de kostprijs van deze bron?

CE Delft heeft onderzoek ([link](#)) gedaan naar de potentie van verschillende warmte. Een indicatie van de kostprijsontwikkeling is door PBL onderzocht en is [hier](#) te vinden.

## Welke aandachtspunten zijn er?

Bij het toenemend aantal buitenunits nemen zorgen over geluidsoverlast toe. Er wordt gewerkt aan regulering.

# Projecten en links

## Projecten:

Omdat deze bron/techniek op veel verschillende plekken wordt toegepast zijn hier geen specifieke projecten opgenomen.

## Links:

[Dutch Heat Pump Association \(DHPA\)](#)

[Website Energie-besparen-doe-je-nu](#)

## Voorbeeld: *Grutakker Hedel*



In Hedel wordt binnen een nieuwbouwwijk een aantal gasloze woningen gerealiseerd. Deze woningen worden voorzien van een lucht/water warmtepomp, met een onderhoudscontract.



# Zonnewarmte:

*energie van de zon in de vorm van warmte*

## Zonnewarmte is een bron voor:

- Laag-en hoogtemperatuurverwarming woningen/ gebouwen (middels zonneboiler en/of PVT panelen i.c.m. warmtepomp of warmtenet)
- Warm tapwater voor woningen en bedrijven
- Hoogtemperatuur voor industrie tot 250 °C
- (SHIP systemen, Solar Heat Industrial Processes)



# Potentie, kostprijs en aandachtspunten

## Hoeveel warmte kan deze bron leveren?

Zonnewarmte is zeer breed, eenvoudig inzetbaar en wordt gecombineerd met andere opwekkers zoals warmtepompen, WKO systemen, PV panelen en biomassa. De technische potentie is daarmee groot. Adviesbureau Berenschot heeft eind 2018 berekend dat de potentie naar 2030 39 PJ is en 94 PJ in 2050.

## Wat is de kostprijs van deze bron?

Berenschot heeft in 2018 in opdracht van Holland Solar onderzoek gedaan naar de potentie van zonnewarmte: [Onderzoeksrapport Berenschot](#). Een indicatie van de kostprijsontwikkeling is door PBL onderzocht en is [hier](#) te vinden.

## Welke aandachtspunten zijn er?

Zonnewarmte levert energie afhankelijk van de hoeveelheid (zon)licht en moet daarom gecombineerd worden met andere opwekkers of seizoensbuffers. Alhoewel zonnewarmte zeer hoge energie per m<sup>2</sup> biedt, is er dakvlak of grondoppervlak benodigd.

# Projecten en links

## Projecten:

Nederland kent meerdere projecten voor warmte uit zon, soms ook gecombineerd met andere. Zo liggen op [Zoneiland Almere](#) 520 zonnecollectoren die, via het warmtenet van NUON, zorgen voor verwarming en warm tapwater voor woningen in Noorderplassen-West. Op dit warmtenet zijn ook andere bronnen aangesloten, zodat er ook genoeg verwarming en warm tapwater is als de zon niet schijnt. Woningcorporaties kunnen een goede rol spelen in het benutten van grote hoeveelheden dakoppervlak. [Zo heeft Ressorit Wonen in Rozenburg](#) in één keer vijftig bestaande woningen voorzien van een energiedak: stroom en warmte van één dak.

## Links:

[Holland Solar](#): Branchevereniging Nederland

[Solar Heat Europe](#): Branchevereniging Europees

[Overzichtsartikel in TVVL Magazine](#) over rol zonneboilers in energietransitie

# Voorbeeld: Warmtenet met zonnecollectoren



Afgebeelde casus betreft een bestaande woonwijk die is aangesloten op een nieuw HT warmtenet. Dit warmtenet wordt volledig gevoed door zonnecollectoren icm ondergronds seizoensbuffer. Aan de woningen worden geen bouwkundige aanpassingen van isolatie of verwarmingssysteem uitgevoerd.

- 440 woningen
- 850.000 m<sup>3</sup> aardgas 2016 (8 GWh)
- Nieuw HT warmtenet (> 65 C<sup>o</sup>)
- Zonbijdrage 94%
- Ondergrondse seizoen buffer (22x47 meter)

Bron:  **ekwadraat**  
ARCHITECTS OF THE SUSTAINABLE CHAIN

**Collectoroppervlak 15.000m<sup>2</sup> (10 GWh per jaar)**

In Denemarken worden deze projecten al op grote schaal toegepast. In Nederland wordt nu een zonnewarmtepark ontwikkeld in de universiteitswijk Zernike.

# Biomassa

*Warmte gewonnen uit organisch materiaal (biomassa), zoals hout, gft-afval, rioolslib of mest*

## **Biomassa is een bron voor:**

- Verwarming woningen/ gebouwen (individueel dmv biomassaketel of pelletkachel; collectief dmv biomassacentrale met warmtenet)
- Hogetemperatuurwarmte voor de industrie



afbeelding: [ÖkoFEN](#)

# Potentie, kostprijs en aandachtspunten

## **Hoeveel warmte kan deze bron leveren?**

Momenteel levert biomassa ca. 57 PJ, bijna 6 % van de Nederlandse warmtevraag, waarvan 0,3 PJ wordt geleverd door kleine systemen zoals pellet-, en houtkachels. Vanuit technisch oogpunt is opschaling goed mogelijk: in huishoudens is een cv-ketel relatief makkelijk te vervangen door pelletkachel of bioketel. Ook voor grootschalige opwek is de benodigde techniek beschikbaar.

## **Wat is de kostprijs van deze bron?**

Onderzoek van ECN ([link](#)) geeft een overzicht van de kosten van biomassa-installaties. Voor toepassing in woningen of bedrijfsgebouwen wordt gebruik gemaakt van bio-ketels en pellet-, en houtkachels. De investering hiervoor liggen tussen de 1.500 en 5.000 euro.

## **Welke aandachtspunten zijn er?**

Biomassa is een stabiele warmtebron die flexibel warmte kan leveren, onafhankelijk van weer of seizoen. De techniek is volwassen en daarmee schaalbaar. Wel is de hoeveelheid beschikbare duurzame biomassa beperkt en doen ook andere sectoren hier een beroep op. Verder is de luchtkwaliteit een aandachtspunt: om uitstoot van o.a. fijnstof te voorkomen zijn een juiste installatie en verbranding van belang.

# Projecten en links

**Projecten:** Momenteel draaien er in Nederland meerdere warmtenetten op biomassa. Zo realiseert Eneco momenteel in Utrecht een [centrale](#) die ca 45.000 klanten van warmte zal voorzien. Hier is een [overzicht](#) van alle huidige biomassaprojecten (ook voor stroom) in Nederland. Op kleinere schaal zijn er ook projecten die bijvoorbeeld samen met o.a. woningcorporaties worden opgepakt, zoals dit [appartementencomplex met bioketel in Rosmalen](#).

## Links:

[Platform Bio-energie](#) (kennisplatform)

[Nederlandse Haarden- en Kachelbranche \(NHK\)](#)

[Nederlandse Branchevereniging voor de Pelletkachel Industrie](#)

[Nederlandse vereniging biomassa ketel leveranciers \(NBKL\)](#)

## Voorbeeld: *Biomassacentrale De Purmer*



afbeelding: [Stadsverwarming Purmerend](#)

Het stadsverwarmingsnet van Purmerend (ca 26.000 woningen) wordt gevoed door een BioWarmteCentrale en twee hulpwarmtecentrales.

De centrale maakt gebruik van houtsnippers die een bijproduct zijn uit het reguliere beheer van bos, natuur en landschap (leverancier Staatsbosbeheer).

**Locatie:** Purmerend

**Vermogen:** 44 Megawatt.

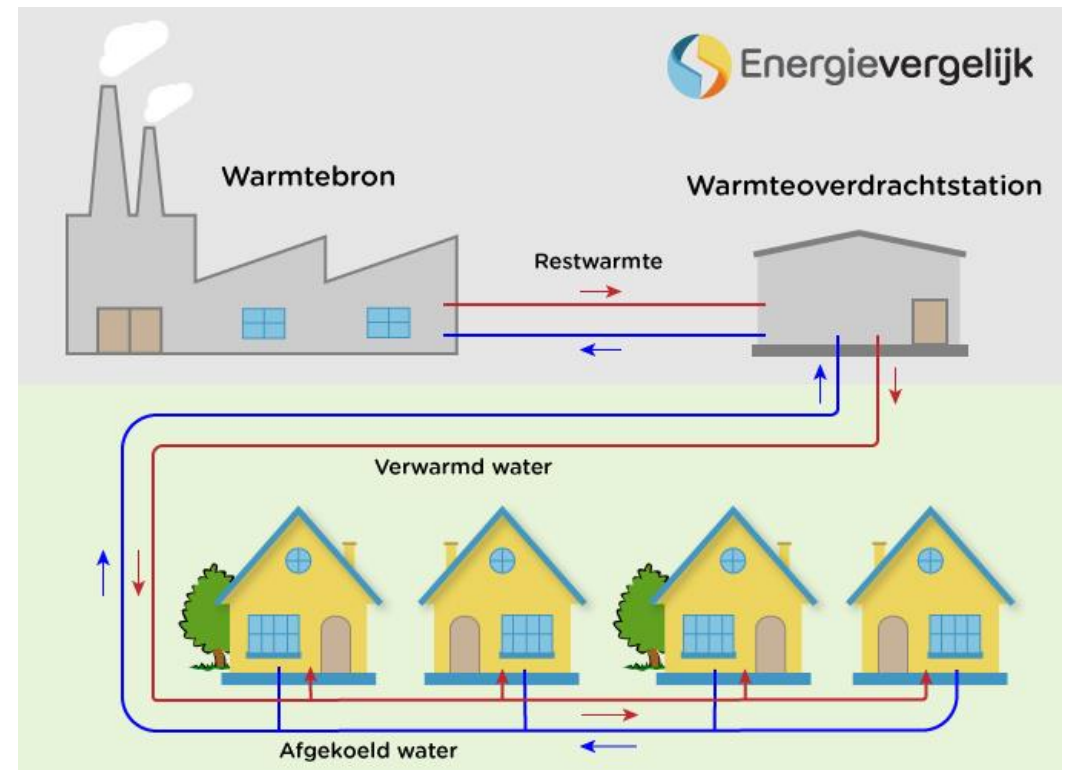


# Restwarmte

*warmte die overblijft na energie-omzetting.*

**Restwarmte is een bron voor:**

Verwarming woningen/ gebouwen  
(dmv collectief warmtenet)



afbeelding: [Energievergelijk](#)

# Potentie, kostprijs en aandachtspunten

## **Hoeveel warmte kan deze bron leveren?**

In Nederland wordt nu 5% van de woningen verwarmd met restwarmte. In studies loopt de potentie van restwarmte uiteen van 57 tot 100 PJ (ca. 6-10% van de Nederlandse warmtevraag). In combinatie met andere bronnen is veel warmte beschikbaar om via grootschalige warmtenetten gebouwen van het gas af te halen.

## **Wat is de kostprijs van deze bron?**

Een eenduidige inschatting van de kostprijs is niet beschikbaar, omdat deze te variabel is en afhangt van de specifieke situatie. Daarnaast moeten er investeringen gedaan worden om de restwarmte te ontsluiten. In sommige situaties kan een warmtenet zeer kosten-efficiënt worden aangelegd, bijvoorbeeld bij naast elkaar gelegen aanbieder en afnemer, maar soms kunnen ook forse investeringen nodig zijn.

**Welke aandachtspunten zijn er?** Bij veel processen komt restwarmte vrij. Door die warmte te gebruiken wordt verspilling tegengegaan. De inzet van restwarmte is wel alleen mogelijk bij een beschikbare bron in de buurt, dus vooral potentie in industriële gebieden. De kostprijs, duurzaamheid en leveringszekerheid van de bron zijn aandachtspunten. Bij aanleg/uitbreiding van warmtenetten moeten scenario's ontwikkeld worden om de bronnen te verduurzamen. Biomassa of gas kunnen fungeren als startbronnen voor een groeiend net. Geothermie kan bij grotere omvang als basisbron worden ingefaseerd. Op de grotere netten kunnen verschillende typen warmtebronnen de productie verzorgen en de afhankelijkheid van 1 bron verminderen.

# Projecten en links

## Projecten:

Nederland kent meerdere grootschalige warmtenetten op restwarmte van elektriciteitscentrales en afvalenergiecentrales. Zo krijgen Amsterdam, Arnhem, Duiven en Westervoort warmte die vrijkomt bij een afvalenergiecentrale (opwek stoom, stroom en warmte).

In Zuid-Holland wordt gedacht aan de aanleg van een warmterotonde: restwarmte uit de haven Rotterdam wordt gebruikt in de glastuinbouw en omliggende huishoudens. Ook restwarmte van datacenters en overige restwarmte van productieprocessen kan met behulp van industriële warmtepompen worden opgewaardeerd en gebruikt worden in warmtenetten. Dit verruimt het aantal bronnen en aanbod van warmte.

## Links:

[RVO: informatie over de inzet van restwarmte.](#)

[Deltares en CE Delft: Rapport potentie van restwarmte](#)

# Voorbeeld: *Warmtenet Hengelo*



afbeelding: [RTV Oost](#)

De stoom die afvalverwerker Twence produceert, gebruikt chemieconcern AkzoNobel voor haar industriële processen. Warmtenet Hengelo levert vervolgens de overblijvende restwarmte aan industrie, kantoren en woningen.

**Locatie:** Hengelo

**Partners:** Gemeente Hengelo, Warmtenetwerk Hengelo BV, Alliander, Twence, Ennatuurlijk

**Afnemers:** Het bestaande warmtenet bedient zo'n 525 woningen en 80.000 m<sup>2</sup> bedrijfsgebouwen.

# Bijlage:

Overzicht van grootschalige warmtenetten in Nederland (13 grootschalige warmtenetten)

Bron: SiRM rapport 2019

Warmtenet	Warmtebron	Producent	Leverancier	Aantal huishoudens (2013)
Utrecht/Nieuwegein	STEG-centrales Lage Weide en Merwedekanaal (aftapwarmte)	Eneco	Eneco	53.200
Rotterdam	STEG-centrale Aftap of restwarmte afvalverbranding restwarmte petrochemie	Uniper AVR WBR (DNWW) <sup>6</sup> WBR (DNWW)	Eneco Eneco Vattenfall <sup>7</sup>	50.056
Almere	STEG-centrale Diemen (aftap- en restwarmte)	Vattenfall	Vattenfall	45.872
Amernet (Tilburg, Breda e.o.)	Amercentrale (restwarmte incl. WKV)	RWE	Ennatuurlijk	38.865
Purmerend	Biomassa	Stadsverwarming Purmerend	Stadsverwarming Purmerend	24.700
Amsterdam Zuid en Oost <sup>8</sup>	STEG-centrale Diemen (aftap- en restwarmte)	Vattenfall	Vattenfall (behalve Amstelveen, daar Eneco)	13.947
Ypenburg	WKC Ypenburg (restwarmte)	Eneco	Eneco	13.712
Arnhem, Duiven en Westervoort	AVR Duiven (restwarmte)	AVR	Vattenfall	13.003
Leiden	WKC Leiden (restwarmte)	Uniper	Vattenfall	9.681
Amsterdam Westpoort en Noord	AEB (restwarmte)	AEB	Westpoort Warmte (WPW) <sup>9</sup>	7.500
Helmond	WKK-installatie	Ennatuurlijk	Ennatuurlijk	6.386
Enschede	Afvalenergiecentrale Twence (restwarmte/ WKV)	Ennatuurlijk/Twence	Ennatuurlijk	5.963
Lelystad	Biomassacentrale	Vattenfall	Vattenfall/Ennatuurlijk(400 aansl.)	5.018

**Duurzame  
warmte vraagt  
gecoördineerde actie**

