

Kansen voor warmte

Het technisch potentieel voor warmtebesparing en hernieuwbare warmte Update van 200-200 in 2020

Rapport

Delft, februari 2014

Opgesteld door:

B.L. (Benno) Schepers

S.J. (Sanne) Aarnink



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

B.L. (Benno) Schepers, S.J. (Sanne) Aarnink

Kansen voor warmte

Het technisch potentieel voor warmtebesparing en hernieuwbare warmte

Update van 200-200 in 2020

Delft, CE Delft, februari 2014

Energievoorziening / Warmte / Vraag en aanbod / Duurzaam / Kosten / Rendement

Publicatienummer: 14.3C85.13

Opdrachtgever: Stichting Warmtenetwerk.

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Benno Schepers.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Voorwoord

De Stichting Warmtenetwerk wil het gebruik van fossiele energie en de uitstoot van broeikasgassen verminderen door bevordering van collectieve warmte- en koudenetten. Uit een studie van CE Delft uit 2010 bleek dat met zowel warmtebesparing als toepassen van hernieuwbare warmte een enorme hoeveelheid aan energie is te besparen. Daarmee kan een groot aandeel worden geleverd in de CO₂-doelstellingen van Nederland.

Voor ons 1ste lustrum hebben we CE Delft gevraagd deze studie te actualiseren. Nog steeds blijkt het besparingspotentieel en potentieel aan duurzame warmte elk rond 200 PJ te liggen. In Europa en op nationaal niveau krijgt warmte de laatste jaren steeds meer aandacht. Deze politieke en beleidsmatige aandacht vertaalt zich ook naar Europese richtlijnen en nationale instrumenten, zoals de Warmtewet, het Energieakkoord, het NREAP en de openstelling van de SDE+ in 2012 voor warmte. Dit zijn al met al goede ontwikkelingen, maar nog niet voldoende. Ondanks de aandacht, ondersteuning en de kosteneffectiviteit blijft het overgrote deel van het potentieel liggen. Wat dat betreft is er sinds 2010 weinig veranderd. Er is nog volop werk aan de winkel.

Als Warmtenetwerk stimuleren we de toepassing van warmte door middel van kennisuitwisseling, gesprekken met overheden en partners, promotie, onderwijs, congressen, excursies, etc. Sinds de oprichting hebben zich al ruim 180 partijen zich aangesloten. Daarmee vormen wij een breed samengesteld platform dat enthousiast, deskundig en gedreven is. Tijdens ons lustrumcongres op 13 februari 2014 in EYE Amsterdam werd ook duidelijk dat de sector staat te trappelen om de komende jaren het potentieel verder om te zetten in concrete projecten en resultaten. Daarmee willen we onze bijdrage leveren aan een duurzame toekomst. Een toekomst met meer comfort en van minder gebruik van fossiele energie. Een toekomst met warmte, uiteraard.

Gijs de Man
Voorzitter Stichting Warmtenetwerk





Inhoud

	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
1.1	Aanleiding	9
1.2	Update	9
2	Ontwikkelingen 2010-2014	11
2.1	Warmtewet	11
2.2	Energieakkoord	11
2.3	SDE+	12
2.4	Europese Richtlijnen	12
2.5	Overig	14
3	Energie in Nederland	15
3.1	De rol van warmte	15
3.2	Conclusie	17
4	Warmtebesparing	19
4.1	Technisch potentieel	19
4.2	Kosteneffectiviteit	22
5	Duurzame warmte	25
5.1	Huidig aanbod duurzame warmte	25
5.2	Technisch potentieel duurzame warmte	26
5.3	Kosteneffectiviteit	29
6	Conclusie	31
7	Bibliografie	33
Bijlage A	Energieakkoord	37





Samenvatting

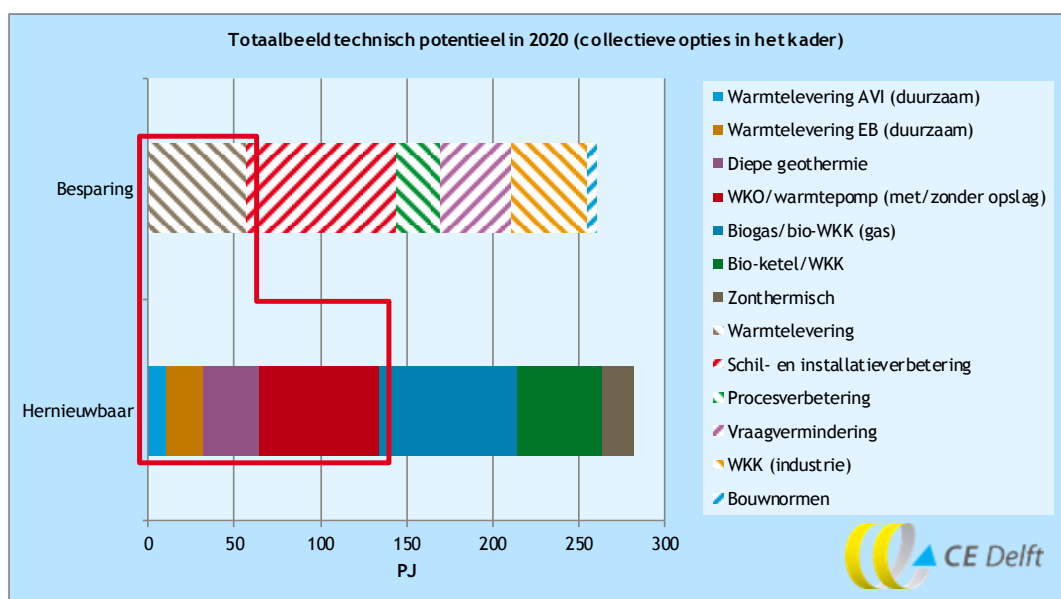
Besparing op warmte en hernieuwbare warmte hebben een groot potentieel in Nederland en kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan de duurzaamheidsdoelen voor 2020. In 2010 is inzichtelijk gemaakt dat voor beide opties meer dan 200 PJ aan technisch potentieel in Nederland aanwezig is. Sinds dat onderzoek is er veel veranderd, met name in de wet- en regelgeving. De Warmtewet is ingevoerd, het Energieakkoord gesloten en warmte is opgenomen in de SDE+ regeling. Vanuit Europa zijn de Richtlijn Hernieuwbare Energie, de Richtlijn Energie-efficiëntie en Herziene Richtlijn Energieprestatie gebouwen aangenomen. Dit zijn veel veranderingen die een effect hebben op de warmtevraag in Nederland, de potentiële besparingen en de duurzame invulling ervan. In deze studie is gekeken of de potentiëlen uit 2010 nog steeds aanwezig zijn en waar kansen liggen om deze in te realiseren.

De totale warmtevraag van Nederland is de afgelopen jaren nagenoeg constant gebleven en de verwachting is dat deze de komende jaren maar beperkt gaat veranderen, ondanks de reeds ingevoerde maatregelen en wet- en regelgeving. Tot 2020 zal deze vraag rond de 1.200 PJ liggen. De industrie heeft hier het grootste aandeel in (grotendeels warmte >100 °C), gevolgd door huishoudens en bedrijven. De totale warmtevraag vormt ongeveer 40% van het totale energieverbruik van Nederland.

Uit een literatuurstudie van recente onderzoeken blijkt dat in Nederland nog steeds een groot technisch potentieel aanwezig is van warmtebesparing (260 PJ) en hernieuwbare warmte (282 PJ). De maatregelen en hun bijdragen aan deze totalen zijn uitgezet in Figuur 1. Hiervan lijkt respectievelijk 166 PJ en 86 PJ kosteneffectief benut kunnen worden.

De potentiëlen van warmtebesparing en hernieuwbare warmte zijn vergelijkbaar: ruim 25% van de toekomstige warmtevraag kan worden bespaard, ruim 25% van die vraag kan hernieuwbaar worden ingevuld. Beide zijn noodzakelijk voor het halen van de toekomstige doelen en het volledig verduurzamen van de warmtevoorziening op de lange termijn.

Figuur 1 Totaalbeeld technisch potentieel in 2020





1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Reeds vele jaren is de warmtevraag in Nederland relatief constant, rond de 1.200 PJ primaire energie wordt aangewend voor de productie van hoogwaardige en laagwaardige warmte. Dit komt overeen met ongeveer 40% van de totale energievraag in Nederland en het is daarmee de grootste 'verbruiker' van energie. Meer dan elektriciteit en motorbrandstoffen. De grootste vraag komt uit de sectoren industrie en gebouwde omgeving en hoewel veel van de warmte in die sectoren met een hoog rendement wordt geproduceerd, gaat er ook veel warmte verloren. Grote hoeveelheden industriële restwarmte, slecht geïsoleerde gebouwen of verkeerd afgestemde productie op de vraag leiden tot grote warmteverliezen. En waardoor tot grote besparingspotentiëlen. In 2010 toonde CE Delft aan dat er een technisch potentieel is van meer dan 200 PJ warmtebesparing in 2020. Naast de besparing leent de warmtevraag zich ook uitstekend voor hernieuwbare invulling. Biomassa, groen gas, geothermie, zonnewarmte of omgevingswarmte kunnen worden gebruikt voor het verduurzamen van de warmtevraag. Voor 2020 heeft duurzame warmte in Nederland eveneens een technisch potentieel van meer dan 200 PJ (CE Delft, 2010).

1.2 Update

Sinds de oorspronkelijke studie '200-200 in 2020' uit 2010 is er in Nederland en Europa veel veranderd op het gebied van warmte. Europese richtlijnen als de *Renewable Energy Directive* en de *Energy Efficiency Directive* worden geïmplementeerd in de Nederlandse wet- en regelgeving. En in Nederland zelf is de Warmtewet per 1 januari 2014 ingegaan, vormt warmte sinds 2012 een belangrijk onderdeel van de SDE-regeling en zijn er concrete doelen in het Energieakkoord voor duurzame groei opgenomen. Kortom, genoeg redenen om een update te maken van de studie uit 2010.

In deze update wordt een nieuw overzicht gegeven van de technische potentiëlen van warmtebesparing en hernieuwbare warmte in 2020. Hierbij dient de studie uit 2010 als uitgangspunt, maar worden de potentiëlen geüpdatet met de meeste recente prognoses uit een grote diversiteit aan studies.

In de komende hoofdstukken wordt als eerste ingegaan op de recente wijzigingen in de wet- en regelgeving die direct of indirect van invloed zijn op de warmtevraag en -productie in Nederland. Vervolgens wordt de huidige stand van zaken met betrekking tot hernieuwbare warmte geïllustreerd aan de hand van de meest recente gegevens van het CBS. De technische potentiëlen van warmtebesparing en hernieuwbare warmte sluiten deze rapportage af. Hierbij wordt tevens een inschatting gegeven van de kosteneffectiviteit van de warmteopties.



Technisch versus realistisch potentieel

Er is bewust gekozen voor de technische potentiëlen en niet voor de realistische potentiëlen omdat het overzicht tot doel heeft te laten zien wat er technisch mogelijk is in Nederland als alle zeilen bijgezet worden.

Overlap tussen opties

Er is veel wisselwerking en overlap tussen alle opties. Omdat het voor deze studie gaat om de hoofdlijnen van besparingen en duurzame opties en niet de technische details zijn ook de overlap en dubbelingen op hoofdlijnen bekeken. Daar waar nodig is hiervoor een correctie aangebracht. Door deze correcties liggen de uitkomsten van de opties ons inziens in de orde grootte van de werkelijke mogelijkheden.



2 Ontwikkelingen 2010-2014

In de afgelopen vier jaar, sinds het opstellen van de oorspronkelijke studie, heeft een aantal grote veranderingen plaatsgevonden dat van invloed is op de toepassing van warmte in het algemeen, hernieuwbare warmte en warmtebesparing. In de komende paragrafen worden deze veranderingen beknopt toegelicht.

2.1 Warmtewet

Op 1 januari 2014 is na vele jaren ontwerpen, voorbereiden en afstemmen de Warmtewet in werking getreden. Het uitgangspunt van de Warmtewet is dat de gebonden, kleinverbruikende klanten van warmteleveranciers tegen betaalbare prijzen over warmte kunnen beschikken. Hiertoe wordt de prijs die een leverancier voor warmte mag vragen beperkt door een maximumprijs, welke jaarlijks door de Autoriteit Consument & Markt (ACM) wordt vastgesteld. Dit geldt zowel voor de GJ-prijs als het vastrecht.

Naast de *prijisregulering* kent de wet ook (administratieve) vereisten voor warmteleveranciers. Zo moeten leveranciers vanaf een bepaalde omvang een vergunning aanvragen, dient er een administratie bijgehouden te worden waarmee informatie over het warmtenet en -levering verschaft kan worden, moeten leveranciers voldoen aan bepaalde kwalitatieve eisen en moet er een minimale vorm van dienstverlening zijn. De ACM houdt toezicht op deze aspecten van de Warmtewet.

De Warmtewet richt zich daarmee hoofdzakelijk op de bescherming van de kleinverbruiker en heeft geen directe invloed op warmtetechnieken.

De wet stimuleert niet het gebruik van hernieuwbare warmte of warmtebesparing. Wel kent de wet de mogelijkheid om het nuttig gebruik van restwarmte bij een producent te stimuleren (artikel 43). Gegeven de complexiteit hiervan, is dit punt nog niet verder uitgewerkt.

2.2 Energieakkoord

Op 6 september 2013 ondertekende een grote groep van Nederlandse partijen het Energieakkoord voor duurzame groei (zie Bijlage A). Met de ondertekening van het Energieakkoord wordt een aantal doelen nagestreefd:

- een besparing van het finale energieverbruik met gemiddeld 1,5% per jaar;
- 100 PJ aan energiebesparing in het finale energieverbruik van Nederland per 2020;
- een toename van het aandeel van hernieuwbare energieopwekking (nu ruim 4%) naar 14% in 2020;
- een verdere stijging van dit aandeel naar 16% in 2023;
- ten minste 15.000 voltijdsbanen, voor een belangrijk deel in de eerstkomende jaren te creëren.

Hoewel het akkoord over de gehele energiehuishouding van Nederland gaat, krijgt met name warmtebesparing een belangrijke rol bij het bereiken van het doel. Besparingen in de gebouwde omgeving worden gestimuleerd met een energiebesparingsfonds, subsidies en voorlichting. In de industrie krijgt het benutten van restwarmte hoge prioriteit en worden de mogelijkheden voor regionale warmte-infrastructuren onderzocht.



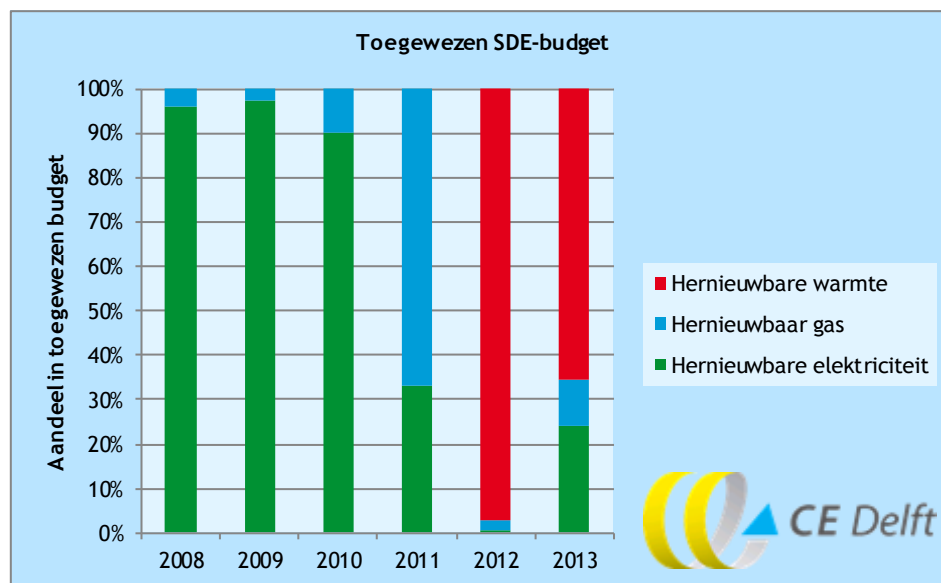
Hernieuwbare warmte krijgt met name een rol bij de decentrale duurzame opwekking. Het akkoord beoogt in 2020 een productie van 40 PJ uit decentrale bronnen als zonnewarmte, warmtepompen en WKO-installaties, maar ook decentrale elektriciteitsproductie zoals zonnestroom. De grootste bijdrage aan de doelstelling voor 2020 wordt echter verwacht van centraal geproduceerde hernieuwbare elektriciteit (wind, biomassa-bijstook).

2.3 SDE+

De SDE+ en haar voorgangers bestaan inmiddels vele jaren. Het is het centrale stimuleringsinstrument van de Nederlandse overheid voor hernieuwbare energie. Waar in de voorgaande jaren het grootste deel van het budget werd uitgegeven aan hernieuwbare elektriciteit en gas, is de regeling vanaf 2012 uitgebreid met categorieën voor hernieuwbare warmte.

Figuur 2 geeft weer wat de effecten hiervan zijn geweest op het toegewezen budget in de afgelopen jaren. Duidelijk is te zien dat hernieuwbare warmte sinds 2012 aanspraak maakt op een aanzienlijk deel van het beschikbare budget. Door de gestaffelde opzet van de SDE+, waarbij de goedkope hernieuwbare technieken als eerst in aanmerking komen voor subsidie, wordt het duidelijk dat een groot deel van de hernieuwbare warmtetechnieken op dit moment goedkoper is dan een deel van de andere hernieuwbare opties.

Figuur 2 Verdeling SDE-budget



Bron: RVO, 2012, 2012a, 2014.

2.4 Europese Richtlijnen

Sinds 2010 heeft ook binnen Europa een aantal ontwikkelingen plaatsgevonden en zijn relevante richtlijnen uitgevaardigd. De belangrijkste richtlijnen voor warmte zijn de Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED), de Richtlijn Energie-efficiëntie (EED) en de herziening Richtlijn betreffende de energieprestatie van gebouwen (EPBD).

2.4.1 Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED, 2009/28/EG)

De RED schrijft voor dat in 2020 in de Europese Unie als geheel minimaal 20% van het energiegebruik uit hernieuwbare bronnen moet komen. Hoewel de RED al in 2009 is ingegaan, is deze per 31 december 2010 geïmplementeerd en zijn de effecten/consequenties hiervan in recente jaren zichtbaar geworden. Een belangrijk onderdeel van de RED is het opstellen van een nationaal actieplan voor energie uit hernieuwbare bronnen (NREAP). Hierin is weergegeven hoe het nationale streefcijfer voor Nederland behaald gaat worden in 2020. De Nederlandse NREAP is in 2011 uitgebracht door het toenmalige Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie en bevat naast een overzicht van de verwachte bijdrage van hernieuwbare bronnen, ook een overzicht van alle instrumenten die de overheid gebruikt om het doel te bereiken.

In de NREAP wordt ervan uit gegaan dat het Nederlandse streefcijfer van 14% hernieuwbaar in 2020 hoofdzakelijk wordt bereikt door hernieuwbare elektriciteit. Zo moet in 2020 37% van de in Nederland gebruikte elektriciteit een hernieuwbare bron hebben. Voor warmte en koude wordt dit op 9% gesteld.

De instrumenten en maatregelen om het doel in 2020 te bereiken zijn divers. Een grote bijdrage wordt wel verwacht van besparing op warmte, zowel bij huishoudens (normering zoals EPC, EPG, EMG en energielabels; besparingsprogramma's en convenanten) als industrie (restwarmtebenutting, aanleg warmte-infrastructuur). Er is maar een beperkt aantal instrumenten en maatregelen dat (deels) gericht is op hernieuwbare warmte (SDE+, EIA).

2.4.2 Richtlijn Energie-efficiëntie (EED, 2012/27/EU)

Waar de RED zich richt op hernieuwbare energie, richt de EED zich op energiebesparing. Het doel van de richtlijn is het behalen van het Europese streefcijfer van 20% energiebesparing in 2020 op het energieverbruik. De richtlijn schrijft maatregelen voor om het energiegebruik van overheid, burgers en bedrijven terug te dringen. De maatregelen hebben onder andere betrekking op warmtekrachtkoppeling, energie-audits, energiediensten, renovatie van gebouwen en voorbeeldfunctie van gebouwen van overheidsinstanties, overheidsinkopen, kwalificatie, accreditatie en certificering, financiering, tarieven en voorwaarden voor het transport van energie en het meten en factureren van energie (Overheid, 2014).

De EED is sterk gericht op warmtebesparing en het toepassen van efficiënte technieken zoals WKK en het gebruik van restwarmte. Op dit moment is de overheid bezig met de implementatie van de EED in de Nederlandse wet- en regelgeving. Dit moet voor 5 juni 2014 afgerond zijn.

2.4.3 Herziening Richtlijn Energieprestatie gebouwen (EPBD, 2010/31/EU)

In 2010 is een herziene Richtlijn betreffende de energieprestatie van gebouwen (EPBD) goedgekeurd door de EU. In de loop van 2013 is deze richtlijn geïmplementeerd in de Nederlandse wet- en regelgeving.

De belangrijkste wijzigingen ten opzichte van de eerdere versies van de Richtlijn zijn (op het vlak van warmte):

- De lidstaten berekenen de kostenoptimale niveaus van de minimumeisen van energieprestaties met betrekking tot de totale levenscyclus voor gebouwen.
- Voor elk nieuw gebouw wordt de haalbaarheid van alternatieve systemen van energieopwekking onderzocht.
- Voor bestaande bouw moeten nu eisen vastgelegd worden voor elke ingrijpende renovatie. Daarnaast moeten ook energieprestatie-eisen bepaald worden voor kleinere renovaties waarbij een deel van de gebouwschil wordt vervangen dat een significante impact heeft op de energieprestatie.



- De lidstaten moeten systeemeisen vastleggen op het vlak van de globale energieprestatie van technische installaties die vervangen worden in bestaande gebouwen.
- Vanaf 2021 moeten alle nieuwe gebouwen ‘bijna energieneutrale gebouwen’ zijn. Vanaf 2019 geldt dit voor alle nieuwe gebouwen van overheden.

Op het energieprestatiecertificaat moet de technische haalbaarheid en de kosteneffectiviteit van de opgenomen aanbevolen maatregelen vermeld worden.

2.5 Overig

Naast bovengenoemde Richtlijnen is in Nederland ook het besluit Bodemenergiesystemen van kracht geworden en zijn de eisen in het Bouwbesluit aangescherpt.

Besluit Bodemenergiesystemen

Dit besluit wordt ook wel de AMvB Bodemenergie genoemd. Het Besluit richt zich op het vereenvoudigen van vergunningverlening voor open systemen, het regelen van vergunningverlening voor gesloten systemen, het voorkomen van interferentie tussen systemen en het borgen van de kwaliteit van de aanleg van de systemen. Dit besluit heeft als doel om enerzijds het gebruik van bodemenergie te bevorderen en anderzijds aantasting van de bodemkwaliteit te voorkomen.

Bouwbesluit

In 2012 is het Bouwbesluit herzien en zijn er aanvullende besluiten opgenomen met betrekking tot (collectieve) warmtelevering. Conform het Bouwbesluit moeten gemeenten een warmteplan opstellen met de plannen en ambities op warmtevoorziening. Hierin kan worden opgenomen dat in (delen van) de gemeente een aansluitplicht is op collectieve warmtelevering. Het Bouwbesluit biedt de mogelijkheid voor individuele of een collectief van gebouwen af te zien van deze aansluiting, mits deze gebouwen een eigen, gelijkwaardige oplossing hebben voor het invullen van de functionele warmtevraag.



3 Energie in Nederland

3.1 De rol van warmte

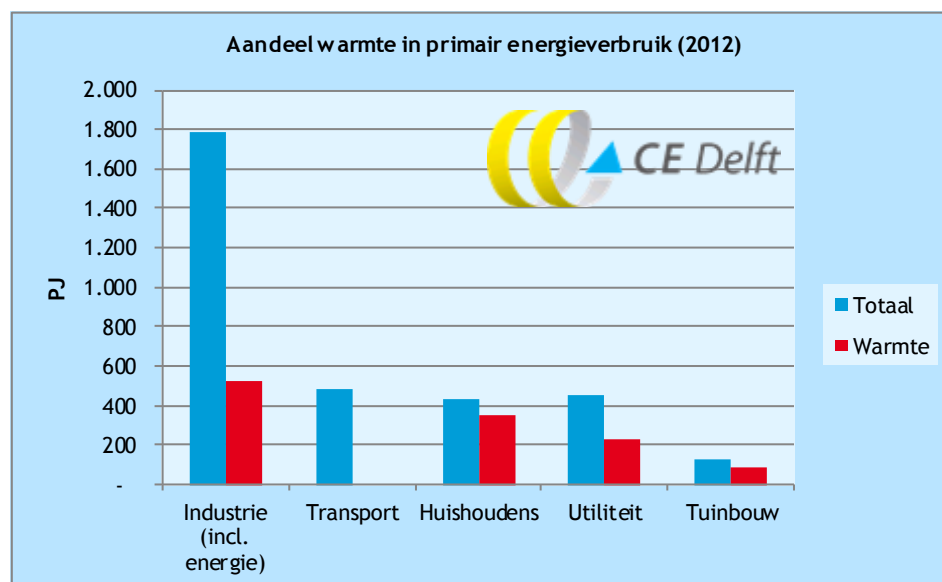
In Nederland is in 2012 grofweg 3.300 PJ primaire energie verbruikt (CBS, 2014). Dit verschilt weinig met de jaren er voor en ook in de toekomst worden er weinig substantiële veranderingen verwacht. Evenals in 2006 is het grootste deel van de primaire energie (1.200 PJ, ofwel 36%) ingezet voor warmte (CBS, 2012a). Ter vergelijking, 24% is ingezet voor elektriciteit, 18% als grondstof in de industrie en 18% als transportbrandstof. Warmte speelt daarmee nog steeds de prominentste rol in het Nederlandse energieverbruik.

3.1.1 Huidige warmtevraag

Figuur 3 laat het aandeel warmte in het totale energieverbruik van de verschillende sectoren zien. De sector industrie (inclusief energiesector) verbruikt de meeste energie, maar slechts een derde van die vraag wordt ingezet voor warmte (hoewel dat in absolute zin nog steeds de grootste vraag is in vergelijking met andere sectoren). Bij utiliteit (bedrijven, bouwnijverheid, overheden) wordt ongeveer de helft ingezet voor warmte. Bij huishoudens en landbouw (met name glastuinbouw) is warmte meer dan 70-80% van het totale energieverbruik. Transport heeft geen warmtevraag.

Het grootste deel van de totale warmtevraag in Nederland (1.200 PJ) komt van de industrie (44%), gevolgd door huishoudens (29%), utiliteit (20%) en landbouw (7%). De warmtevraag van deze sectoren is samengevat in Figuur 4.

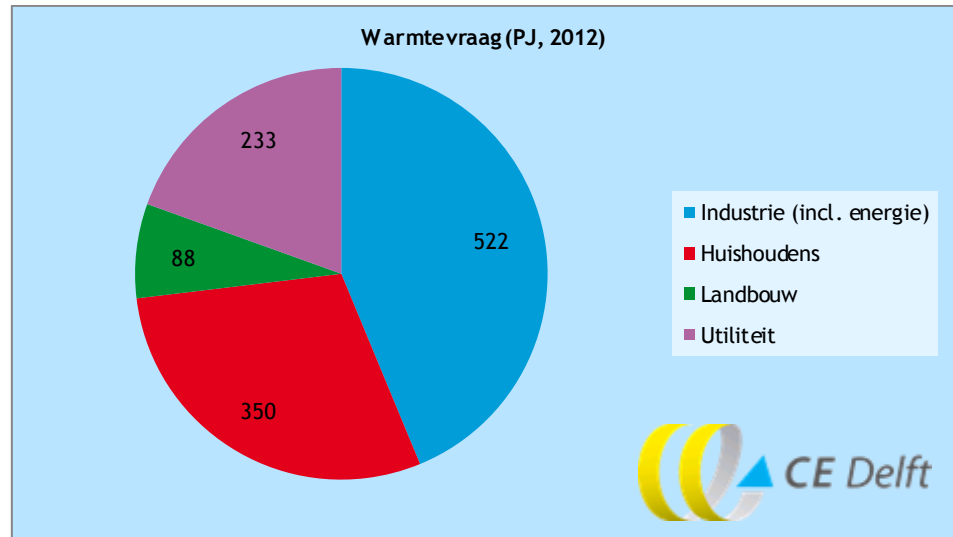
Figuur 3 Aandeel warmte in het totale primaire energieverbruik per sector



Noot: De totale warmtevraag in 2012 is toegedeeld naar de verschillende sectoren met de verhouding in warmtevraag in 2010 uit CBS, 2012b.

Bron: (CBS, 2014) (totale energieverbruik); (CBS, 2012) (totale warmtevraag); (CBS, 2012a) (verhouding warmtevraag tussen sectoren).

Figuur 4 Warmtevraag naar sector



Noot: De totale warmtevraag in 2012 is toegedeeld naar de verschillende sectoren met de verhouding in warmtevraag in 2010 uit (CBS, 2012a).

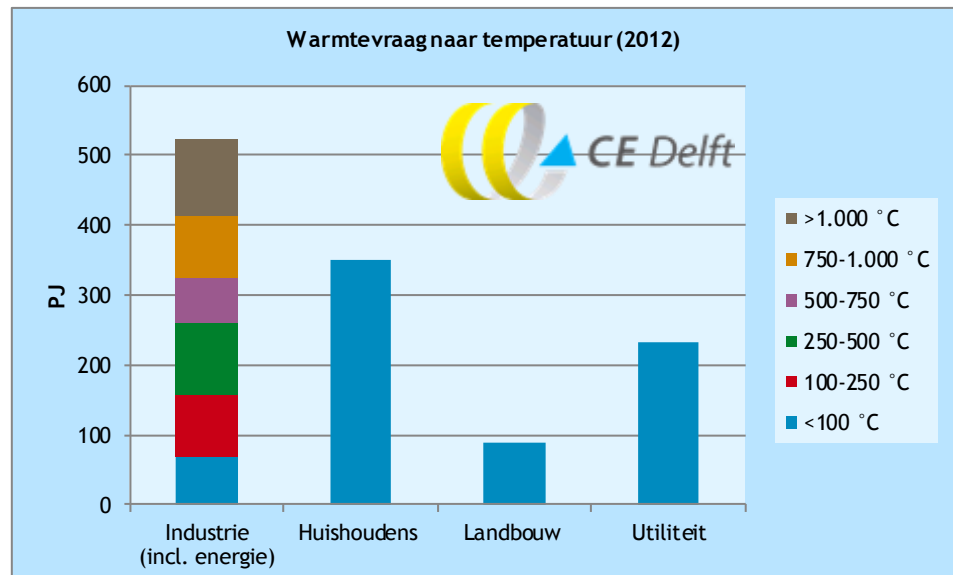
Bron: (CBS, 2012)(totale warmtevraag); (CBS, 2012a)(verhouding warmtevraag tussen sectoren).

Hoewel Figuur 4 de totale warmtevraag van de verschillende sectoren duidelijk weergeeft, mist in dit figuur de nuance in het type warmtevraag.

Warmtevraag- en aanbod variëren namelijk tussen sectoren.

Het is belangrijk om te zien dat de vraag naar zeer laagwaardige warmte (< 100 °C) aanzienlijk groter is dan de vraag naar zeer hoogwaardige warmte (> 1.000 °C). Figuur 5 laat zien dat 62% van de totale warmtevraag laagwaardige warmte betreft. Enkel de industriesector verbruikt naast laagwaardige ook andere temperaturen.

Figuur 5 Type warmtevraag van verschillende sectoren



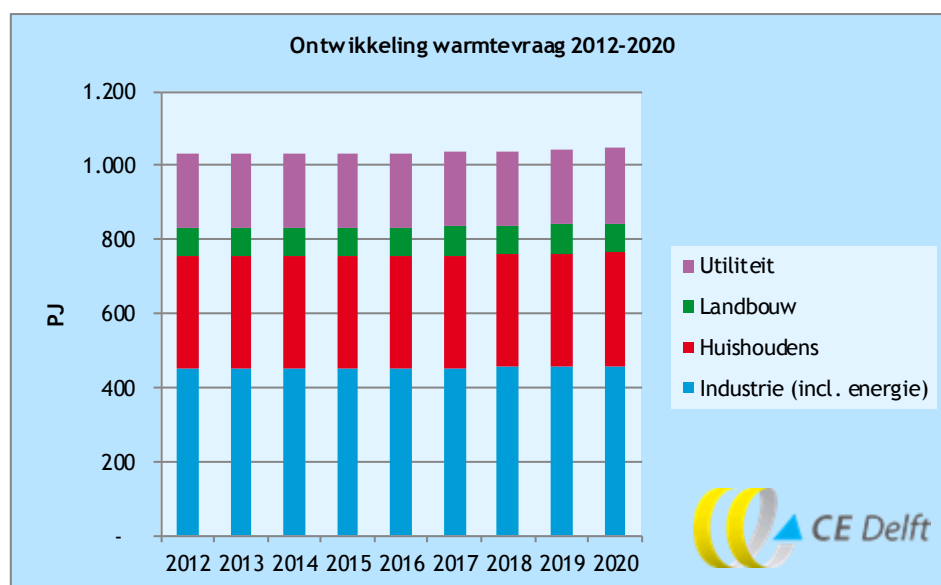
Bron: (CBS, 2012) (totale warmtevraag); (RVO, 2013) (verhouding typen warmtevraag).

3.1.2 Toekomstige warmtevraag

Er zijn de afgelopen jaren weinig scenariostudies naar de mogelijke ontwikkeling van de warmtevraag tot 2020 of verder uitgevoerd. Wel wordt in het nationale actieplan voor energie uit hernieuwbare bronnen (NREAP) de verwachte warmtevraag tot 2020 gepresenteerd. In Figuur 6 is deze geschatte warmtevraagontwikkeling uit het NREAP grafisch weergegeven¹. Zoals te zien is zal de totale warmtevraag tussen 2012 en 2020 naar verwachting nagenoeg constant blijven ondanks verbeteringen in de energie-efficiëntie (bijvoorbeeld verbetering in isolatie).

Figuur 6 laat dus zien dat de Nederlandse overheid weinig tot geen absolute effecten verwacht van alle maatregelen die worden ingezet in de NREAP voor energy-efficiëntie en energiebesparing in de periode 2010-2020.

Figuur 6 Ontwikkeling warmtevraag (in PJ) tussen 2012 en 2020



Noot: De toedeling van de totale warmtevraag naar sector is constant aangenomen; de verhouding tussen sectoren in 2012 is ook toegepast op de jaren hierna.

Bron: (MinEZ, 2011) (totale warmtevraagontwikkeling).

3.2 Conclusie

Er kan geconcludeerd worden dat de warmtevraag in Nederland behoorlijk stabiel is en rond de 1.200 PJ ligt. Ook voor de nabije toekomst wordt nauwelijks verandering verwacht in deze vraag.

Het grootste deel van de warmtevraag is de vraag naar laagwaardige warmte (<100°C). Bijna de helft hiervan wordt benut bij huishoudens, 31% door utiliteit en 12% door de landbouw (met name de glastuinbouw). De vraag naar hoogwaardige warmte vindt alleen plaats in de industrie.

¹ In het NREAP wordt uitgegaan van een lager eindverbruik voor warmte dan door het CBS wordt gerapporteerd.



4 Warmtebesparing

4.1 Technisch potentieel

Sinds 2010 is het aantal nieuwe studies naar de technische mogelijkheden van warmtebesparing in 2020 beperkt. Voor een groot aantal besparingsopties is dan ook het geschatte potentieel uit de oorspronkelijke 200-200 in 2020-studie (CE Delft, 2010) gehanteerd. Deze potentiëlen zijn gecorrigeerd voor het verlopen van de tijd, waarbij wordt aangenomen dat besparingen lineair in de tijd, technisch haalbaar zijn². Een dergelijke methodiek wordt eveneens door ECN gehanteerd bij het updaten van het Optiedocument (ECN, 2010). Voor enkele opties zijn wel nieuwe studies van het technisch potentieel gemaakt. Deze studies zijn meegenomen bij de bepaling van het totale technische potentieel:

- 2020: energiedoelen gehaald (LEI, 2011);
- IPO Nationale Routekaart Restwarmte (CE Delft, 2011);
- Referentieraming energie en emissies: Actualisatie 2012 (PBL en ECN, 2012);
- Achtergronddocument bij doorrekening SER Energieakkoord - sector gebouwde omgeving (ECN, 2013a);
- Potentieel voor hoogrenderende WKK in Nederland (ECN, 2010a).

Tabel 1 vat de resultaten samen. Het totaalpotentieel van de opties voor warmtebesparing is 260 PJ.

Tabel 1 Technisch warmtebesparingspotentieel in Nederland in 2020 (in PJ_{primair})

Optie	Gebouwde omgeving	Industrie	Landbouw	Totaal
Schil- en installatieverbetering	87			87
Bouwnormen	5			5
Procesverbetering		26		26
Vraagvermindering		19	23	41
WKK		24	20	44
Warmtelevering		57		57
Totaal (in PJ_{primair})	91	126	43	260

Bron: Meerdere studies, zie Tabel 2.

Tabel 2 ligt de cijfers uit Tabel 1 toe.

² De correctiefactor is $8/14^e$, de waarden in de vorige versie (CE Delft, 2010) golden voor 2006, de nieuwe voor 2012. Dit betekent respectievelijk 14 en 8 jaar tot 2020. Deze methodiek wordt door ECN gehanteerd voor het updaten van het potentieel in de referentieramingen. Hierbij wordt er dus vanuit gegaan dat er per jaar een gelijke hoeveelheid potentieel benut kan worden. Als er in 10 jaar 10 PJ bespaard kan worden, dan is dat dus na 5 jaar nog 5 PJ. Dit betekent echter *niet* automatisch dat in de eerste 5 jaar de andere 5 PJ al behaald is, maar dat er andere restricties zijn die het niet mogelijk maken om 10 PJ in 5 jaar te besparen.



Tabel 2 Toelichting op potentieel voor warmtebesparingsopties

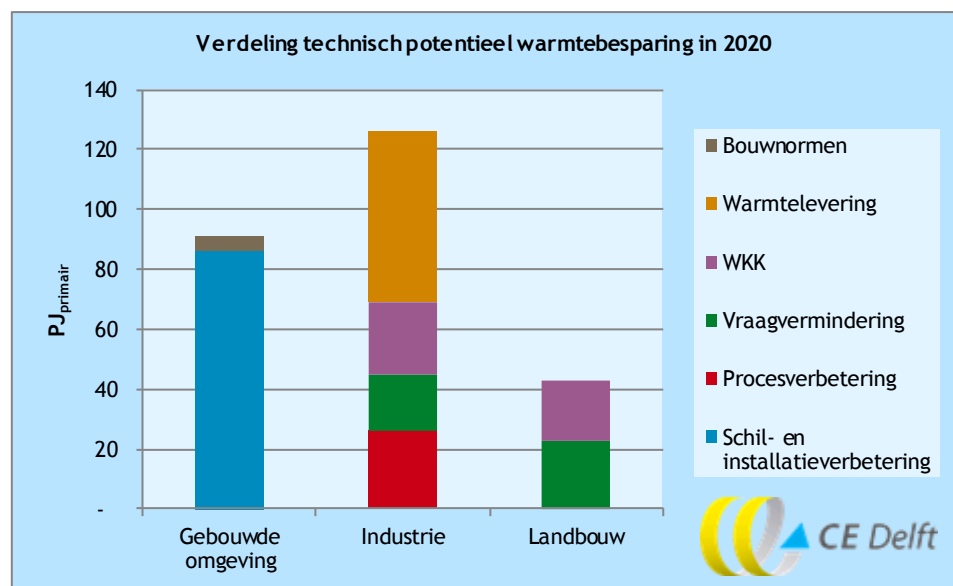
Optie	Toelichting
Schil- en installatieverbetering	Het maximaal potentieel is opgebouwd uit: <ul style="list-style-type: none"> – Koopwoningen: In de referentieraming geschat op 21 PJ. (ECN, 2013a) schat een additioneel potentieel van 2,6 PJ (met behulp van ontzorging) en 19 PJ (met behulp van revolverend fonds): totaal 43 PJ. – Huurwoningen: huurconvenant is goed voor 24 PJ (ECN, 2013a). – Utiliteit: 6 PJ in referentieraming (HR-ketels). Daarnaast schat ECN (ECN, 2013a) het additioneel potentieel op 14 PJ: totaal 20 PJ.
Procesverbetering	Geen nieuwe schattingen beschikbaar. Het geschatte potentieel uit de oorspronkelijke studie (46 PJ) is gecorrigeerd voor het verstrijken van tijd. Het resterende potentieel in 2020 komt dan neer op $0,57 \times 46 = 26$ PJ.
Vraagvermindering	<i>Industrie:</i> Geen nieuwe schattingen beschikbaar. Het geschatte potentieel uit de oorspronkelijke studie (33 PJ) is gecorrigeerd voor het verstrijken van tijd. Het resterende potentieel in 2020 komt dan neer op $0,57 \times 33 = 19$ PJ. <i>Landbouw:</i> Voor de glastuinbouw is een nieuwe schatting beschikbaar in (LEI, 2011) van 21,8 PJ in de meest gunstige scenario's B en C. Voor de overige landbouw zijn geen nieuwe schattingen gepubliceerd. Dit potentieel in de oorspronkelijke studie (1,4 PJ) is gecorrigeerd voor het verstrijken van tijd ($0,57 \times 1,4 = 0,8$). Het totale potentieel voor vraagvermindering in de landbouw komt daarmee op 23 PJ.
WKK	(ECN, 2010a) schat het technisch potentieel van nieuwe WKK in op 7,7 GW _e , wat neerkomt op 88 PJ besparing aan primaire energie. Hiervan is 50% van de besparing toegerekend aan warmtebesparing. Het totaal potentieel komt daarmee op 44 PJ. Het aandeel van de industrie en landbouw is gelijk verondersteld als de verhouding in de oorspronkelijke studie (54%-46%). WKK in de gebouwde omgeving is dit jaar opgenomen in 'schil- en installatieverbetering' (micro-WKK).
Warmtelevering	Het maximale potentieel van restwarmtelevering (57 PJ) is gebaseerd op (CE Delft, 2011). Dit is het deel van de totale restwarmte (100 PJ, industrieel, energie, afval (niet-duurzaam)) dat nuttig gebruikt kan worden om huishoudens te verwarmen. De besparing wordt echter, evenals in de vorige studie toegerekend aan de industrie, omdat hier ook de daadwerkelijke besparing plaatsvindt.
Bouwnormen	Geen nieuwe schattingen beschikbaar. Het geschatte potentieel uit de oorspronkelijke studie (9 PJ) is gecorrigeerd voor het verstrijken van tijd. Het resterende potentieel in 2020 komt dan neer op $0,57 \times 9 = 5$ PJ.



In Figuur 7 is het besparingspotentieel per sector en per optie weergegeven. Wanneer deze vraagvermindering wordt afgezet tegen de vraagvoorspellingen in 2020 (zie Paragraaf 3.1.2) kan de totale warmtevraag in 2020 met 25% gereduceerd worden. Het grootste reductiepotentieel bevindt zich in de industrie, maar dit is voor een belangrijk deel de levering van restwarmte (industriële, elektriciteitsproductie en afvalverbranding (niet-biogeen)) aan de gebouwde omgeving. Dit is, na de warmtebesparing in de gebouwde omgeving, de grootste besparingsoptie voor de warmtevraag.

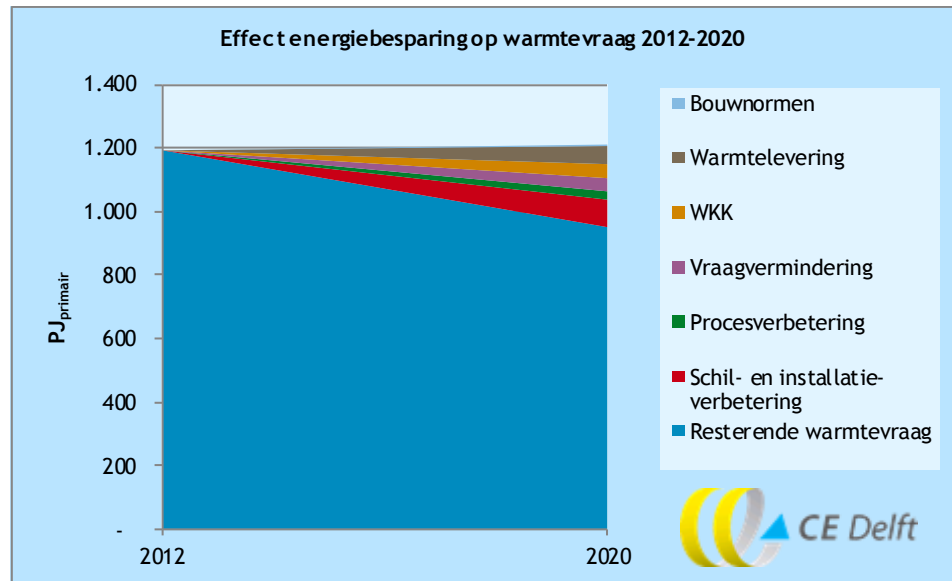
Het technisch potentieel aan warmtebesparing is anno 2014 vrijwel gelijk aan 2010. Dit kan grotendeels verklaard worden doordat er de afgelopen jaren maar beperkt op grootschalige warmtebesparing is ingezet in Nederland. Tot aan 2020 ligt er dus een grote uitdaging deze grootschalige inzet op besparing te mobiliseren om een significant deel van het potentieel in te vullen en een belangrijke bijdrage te leveren aan de nationale doelen voor energiebesparing.

Figuur 7 Aandeel opties in totale warmtebesparingspotentieel naar sector



Figuur 8 geeft de effecten weer van de besparende maatregelen op de totale toekomstige warmtevraag, indien het volledige technische potentieel wordt benut.

Figuur 8 Effect technisch potentieel warmtebesparing



4.2 Kosteneffectiviteit

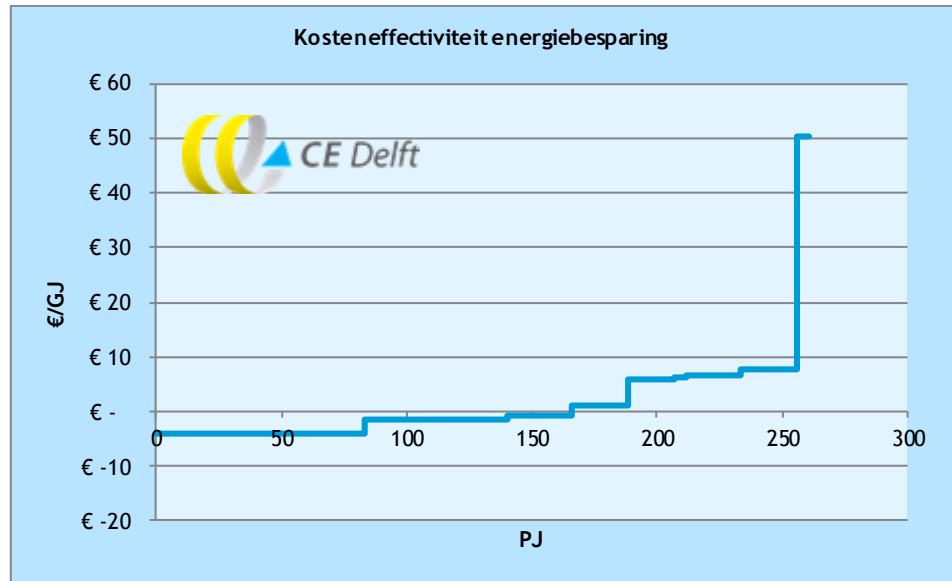
Het technische potentieel voor warmtebesparing is 260 PJ. Om een indicatie te geven van het economische potentieel, is gekeken naar de kosteneffectiviteit van alle besparingsopties. In Figuur 9 zijn de verschillende warmteopties uit Tabel 1 in een kostencurve weergegeven, gerangschikt naar hun kosten per GJ aan bespaarde energie.

De kostencurve is gebaseerd op de *nationale kosten en baten* die de verschillende opties met zich meebrengen voor Nederland als geheel.

Deze kosten zijn berekend voor het Optiedocument van (ECN, 2006) en hebben in recentere jaren updates gekregen door actualisaties (ECN, 2010).

Deze actualisaties zijn meegenomen voor het bepalen van het nieuwe kosten-niveau van de verschillende opties. De kosten zijn gecorrigeerd aan de hand van de correctiefactoren die ECN heeft toegepast in haar actualisaties van het Optiedocument 2009 in september 2010.

Figuur 9 Kostencurve besparingsopties warmte in 2020



In Figuur 9 is te zien dat ongeveer 166 PJ besparing met negatieve kosteneffectiviteit bereikt kan worden. Met andere woorden, deze leveren meer geld op dan ze kosten. Dit betreft met name besparingen bij woningen, warmtelevering bij nieuwe woningen en procesverbetering in de industrie. Wanneer men bereid is een hogere kosteneffectiviteit te accepteren, dan loopt het economische potentieel nog verder op. Voor een kosteneffectiviteit van minder dan 10 €/GJ wordt het technische besparingspotentieel geschat op 256 PJ.

Ondanks het grote technische potentieel dat tegen negatieve of geringe kosteneffectiviteit benut kan worden, is het de afgelopen jaren duidelijk geworden dat naast financiële juist ook de niet-financiële aspecten een belangrijke belemmering vormen voor warmtebesparing. Hoewel in de komende jaren hier verschillende stappen op worden verwacht, ligt hier een grote uitdaging voor alle partijen die zijn betrokken bij warmtebesparing in Nederland.



5 Duurzame warmte

5.1 Huidig aanbod duurzame warmte

In 2006 werd 27 PJ primaire duurzame warmte geleverd. Het aandeel duurzame warmte in de totale warmtelevering was daarmee 2,4% (CBS, 2012a). In 2012 is dit in absolute zin sterk toegenomen tot 38 PJ (40% toename). Het totale aandeel in de warmtevraag blijft echter zeer beperkt: 3,2%, zoals te zien is in Tabel 3 en Figuur 10.

Tabel 3 Aandeel hernieuwbare warmte in Nederland (2012)

	Hoeveelheid
Niet-hernieuwbaar	1.154 PJ
Hernieuwbaar	38 PJ
- Afvalverbranding	7,2 PJ
- Biomassaverbranding overig	24,0 PJ
- Zonnewarmte	1,1 PJ
- Bodemenergie	3,3 PJ
- Buitenluchtwarmte	2,7 PJ

Figuur 10 Aandeel hernieuwbare warmte in totale warmteaanbod



Bron: CBS, 2012a.

Warmtelevering wordt ook in 2012 bijna volledig opgewekt met niet-hernieuwbare, fossiele energiebronnen, zoals aardgas en aardolie. Er zijn dan ook nog weinig grote stappen gezet de afgelopen jaren om het technisch potentieel van duurzame warmte te benutten. In de volgende paragraaf wordt ingezoomd op dit technisch potentieel.

5.2 Technisch potentieel duurzame warmte

Evenals in de voorgaande studie zijn verschillende studies bekeken om het technisch potentieel van duurzame warmte te schatten. De potentiëlen zijn gebaseerd op:

- Invulling van 16% hernieuwbare energie in 2020 (ECN en Ecofys, 2013);
- Het technisch potentieel van lokale decentrale duurzame energie opwek oplossingen in 2020 (eRisk Group, 2012);
- 16% hernieuwbare energie in 2020 - Wanneer aanbesteden? (ECN, 2013b);
- Rabobank: Aardwarmte nog maar fractie van potentieel (Energiek2020, 2013);
- Position paper thermische zonne-energie 2009-2020 (HollandSolar, 2009);
- Aanvullende beleidsopties Schoon en Zuinig (ECN en PBL, 2010).

Naast bovenstaande studies zijn ook (RVO, 2012); (PBL, 2012); (ECN en PBL, 2010a) en (ECN, 2011) bekeken. De potentiëlen uit deze studies zijn niet gebruikt voor het inschatten van het maximale technische potentieel in deze studie, o.a. doordat deze studies een reëel potentieel (bijvoorbeeld op basis van economische rendabiliteit of het voorgenomen beleid) rapporteerden in plaats van een technisch, maximaal haalbaar potentieel. Deze studies zijn wel gebruikt om de maximale potentieel cijfers per optie mee te vergelijken en om de potentiëlen op te splitsen naar verschillende sectoren.

Tabel 4 vat de resultaten samen per optie en laat zien dat het totale Nederlandse potentieel van duurzame warmte in 2020 282 PJ bedraagt.

Tabel 4 Technisch potentieel duurzame warmte in Nederland in 2020 (PJ primaire energie)

Optie	Gebouwde omgeving	Industrie	Landbouw	Totaal
Biogas/bio-WKK (gas)		80 (c)		80
WKO/warmtepomp (met/zonder opslag)	56		14	70
Bio-ketel/WKK	10 (i)	35 (i)	5 (i)	50
Diepe geothermie	5 (c)	5 (c)	22 (c)	32
Warmtelevering EB (duurzaam)		21 (c)		21
Zonthermisch	18			18
Warmtelevering AVI (duurzaam)		11 (c)		11
Totaal	>89	>72	>41	282

Noot: (i) Hoofdzakelijk individuele toepassing; (c) hoofdzakelijk collectieve toepassing.

Bron: Meerdere studies, zie Tabel 4 voor toelichting.



In Tabel 5 worden de cijfers uit Tabel 4 toegelicht.

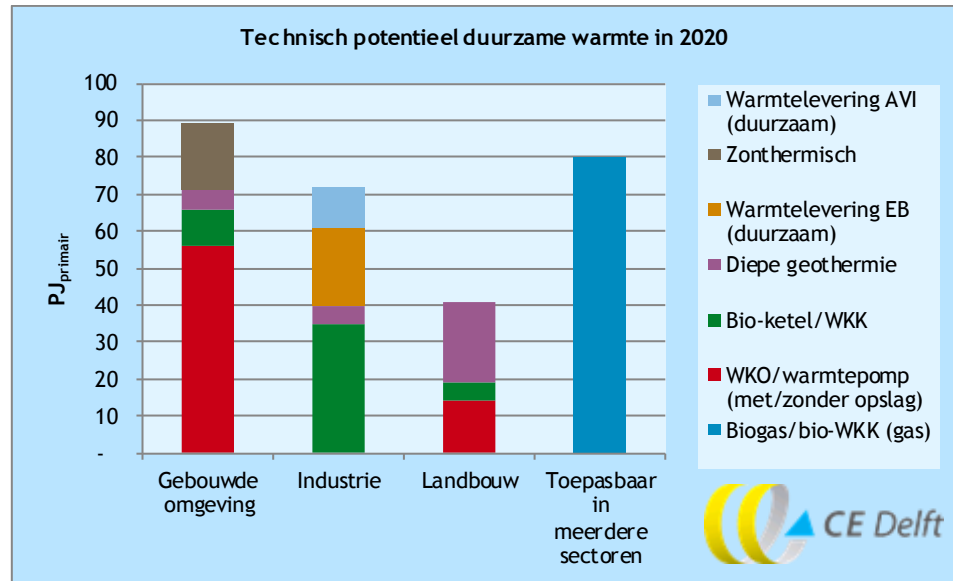
Tabel 5 Toelichting op potentieel duurzame warmte

Optie	Toelichting
Biogas/bio-WKK (gas)	De Green Deal Groen Gas beoogt een groengasproductie van 2 miljard m ³ in 2020/2025 (ECN en Ecofys, 2013). Omgerekend komt dit neer op een totaal potentieel van grofweg 80 PJ (40 MJ/m ³). Het is op voorhand niet te zeggen in welke sector en voor welke toepassing het groen gas ingezet gaat worden. Het dan ook niet onderverdeeld naar sector.
WKO/warmtepomp (met/zonder opslag)	eRisk (eRisk Group, 2012) schat op basis van een literatuuronderzoek het maximale technische potentieel van WKO op 70 PJ in 2020. WKO en warmtepompen kunnen worden toegepast in de gebouwde omgeving en in de landbouw. Van het technisch potentieel wordt aangenomen dat dit respectievelijk 80 en 20% is verdeeld.
Bio-ketel/WKK	Het maximale potentieel is gebaseerd op de studie van ECN (ECN, 2013b). Het gezamenlijk potentieel van houtkachels, -ketels en overige biomassaverbranding is geraamd op 50 PJ. Er wordt aangenomen dat de verdeling van dit potentieel in dezelfde orde grootte ligt als in de voorgaande studie: gebouwde omgeving (20%), industrie (70%) en landbouw (10%).
Diepe geothermie	<i>Gebouwde omgeving en Industrie</i> Het maximale potentieel van geothermietoepassing in de gebouwde omgeving en industrie wordt in het Actieplan Aardwarmte (MinEZ, 2011b) geraamd op 10 PJ (exclusief 5 PJ voor landbouw). De helft van dit potentieel is toegewezen aan gebouwde omgeving en de helft aan industrie. <i>Landbouw</i> Energiek2020 (Energiek2020, 2013) stelt op basis van een onderzoek van de Rabobank dat de glastuinbouw voor maximaal 22 PJ per jaar verwarmd kan worden door het toepassen van diepe geothermie.
Warmtelevering EB (duurzaam)	Er zijn geen nieuwe schattingen gevonden wat betreft het maximale potentieel van de verduurzaming van de huidige warmtelevering. Dit potentieel is daarom gelijk gesteld aan de vorige studie.
Zonthermisch	Holland Solar (HollandSolar, 2009) schat het maximale potentieel van zonthermisch in de gebouwde omgeving in voor verschillende groeiscenario's. Bij actieve interventie kan een groei van 35% tussen 2010 en 2020 gerealiseerd worden. Na een correctie voor de verstreken tijd is het maximale potentieel in 2020 18 PJ.
Warmtelevering AVI (duurzaam)	Net als in de vorige studie is de besparing als gevolg van warmtelevering toegerekend aan de industrie, omdat hier de daadwerkelijke besparing plaatsvindt. Het potentieel van 11 PJ is gebaseerd op ECN en PBL (ECN, 2010a) en betreft het reële potentieel.

Figuur 11 geeft de duurzame opties en potentiëlen uit Tabel 4 grafisch weer voor de verschillende sectoren.



Figuur 11 Aandeel van de verschillende duurzame warmte opties in totaalpotentieel 2020



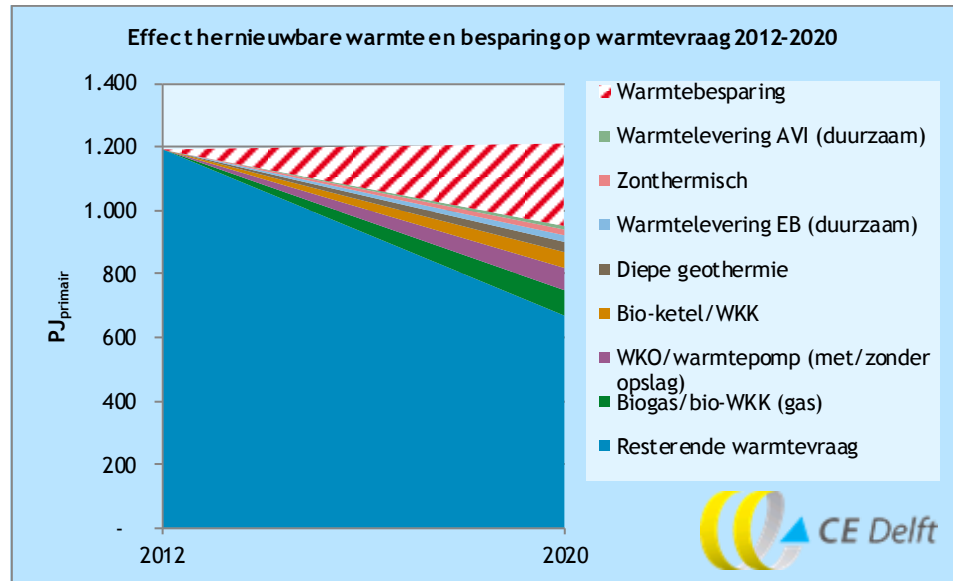
Wanneer de potentiëlen uit Tabel 4 en Figuur 10 worden afgezet tegen de verwachte warmtevraag in 2020 (zie Paragraaf 3.1.2), blijkt dat maximaal 27% van de totale warmtevraag in 2020 duurzaam kan worden geleverd. De huidige benutting van duurzame warmteopwekking (3,2%) blijft dan ook ver achter bij wat technisch mogelijk is.

In absolute zin, zit het grootste potentieel voor hernieuwbare warmte in de gebouwde omgeving. Relatief betekent dit een aandeel van 17% van de warmtevraag. Hoewel het absolute potentieel in de landbouw (met name glastuinbouw) het kleinste is, kan de warmtevraag van deze sector wel voor meer dan de helft (53%³) worden gerealiseerd met duurzame warmteopties.

Figuur 12 geeft de effecten weer als het technisch potentieel van hernieuwbare warmte wordt benut, in combinatie met de warmtebesparing.

³ Som van de duurzame warmteopties excl. biogas/bio-WKK (gas). Door het gebruik van biogas kan dit een hoger aandeel zijn.

Figuur 12 Effect technisch potentieel hernieuwbare warmte en besparing



5.3 Kosteneffectiviteit

De kosteneffectiviteit van hernieuwbare warmteopties is de laatste jaren licht veranderd. In recente jaren is er een beperkt aantal nieuwe studies gepubliceerd naar de kosten van hernieuwbare warmte. Voor het bepalen van de kosteneffectiviteit van de hernieuwbare warmte is gebruik gemaakt van de volgende studies:

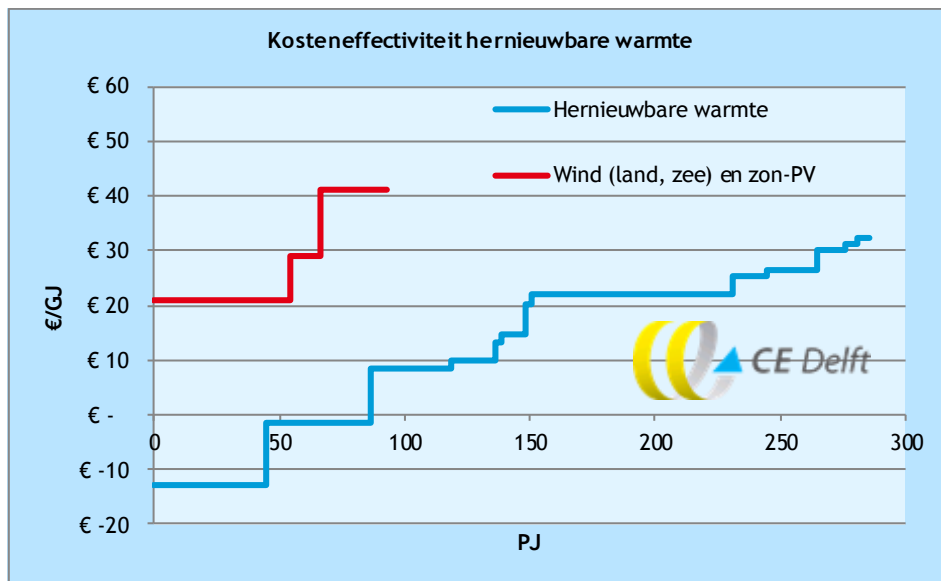
- Rabobank Cijfers en Trends Duurzame Energie (Rabobank, 2014);
- Naar een duurzamere warmtevoorziening (PBL, 2012);
- Restwarmtebenutting - potentiëlen, besparing, alternatieven (ECN, 2011).

Daarnaast is voor een deel van de informatie gebruik gemaakt van bronnen uit 2010, met een gelijke correctie als bij warmtebesparing (zie Paragraaf 4.2).

Figuur 13 geeft de kostencurve weer voor het technische potentieel van 282 PJ hernieuwbare warmte. Uit de figuur valt te lezen dat het rendabele potentieel ongeveer 86 PJ beslaat en dat ongeveer 150 PJ een kosteneffectiviteit van onder de 20 €/GJ heeft. De goedkope opties zijn vooral het toepassen van WKO in de utiliteitssector en warmtelevering. De duurdere opties bestaan uit bio-WKK en warmtepompen bij huishoudens.

Ter illustratie is eveneens een kostencurve weergegeven van hernieuwbare elektriciteit. De kosten van de elektrische opties zitten in ongeveer dezelfde bandbreedte als de warmteopties, echter beginnen zij aanzienlijk hoger. Daarnaast is het totale potentieel van hernieuwbare elektriciteit voor 2020 aanzienlijk lager: circa 93 PJ.

Figuur 13 Kostencurve duurzame warmteopties in 2020



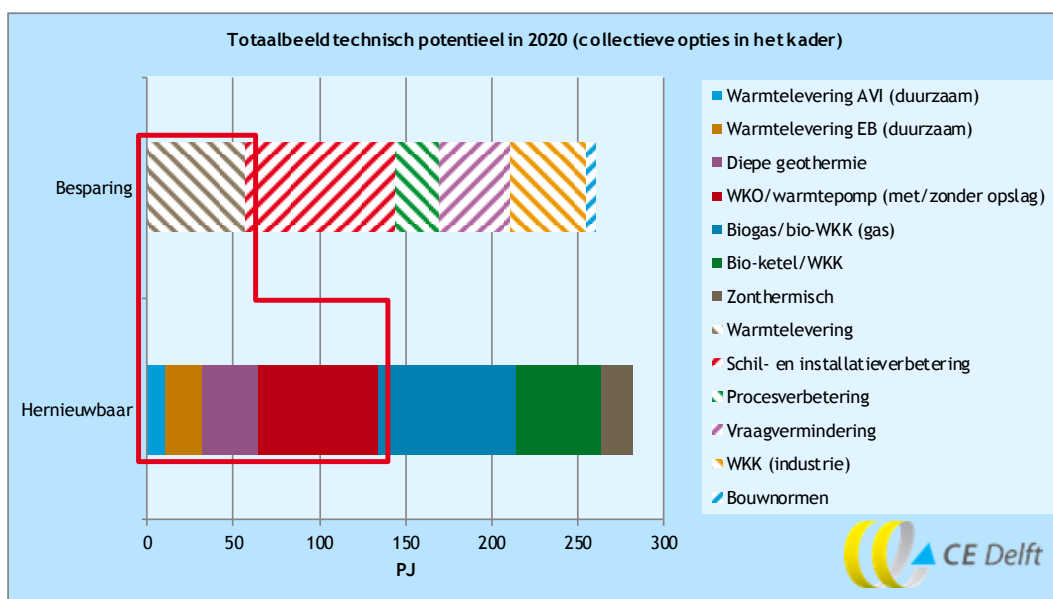
Bron: Potentieel elektriciteit (ECN, 2013a); (ECN en Ecofys, 2013); kosten elektriciteit: (Rabobank, 2014).



6 Conclusie

Net als de oorspronkelijke studie uit 2010 laat deze update zien dat er in Nederland een technisch potentieel is van meer dan 200 PJ warmtebesparing en 200 PJ hernieuwbare warmte in 2020. De potentiëlen zijn respectievelijk 260 PJ en 282 PJ. Figuur 14 geeft dit weer. Enerzijds betekent dit dat er grote kansen zijn voor warmte om bij te dragen aan de duurzame en besparingsdoelstellingen. Anderzijds kan worden geconcludeerd dat de afgelopen jaren er maar relatief weinig bereikt is op warmtebesparing en toepassing van hernieuwbare warmte.

Figuur 14 Totaalbeeld technisch potentieel in 2020

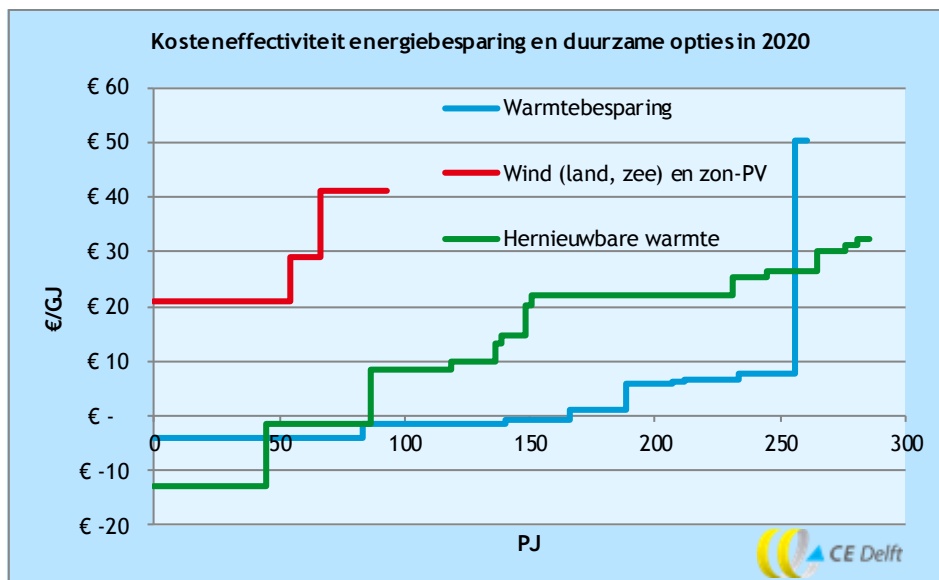


Op het vlak van wet- en regelgeving hebben de afgelopen jaren meerdere ontwikkelingen plaatsgevonden. Sinds 2010 is er een groot aantal nieuwe wetten en regels van kracht geworden, welke een grote invloed kunnen gaan hebben op hernieuwbare warmte en warmtebesparing in Nederland. Deze aanpassingen zetten warmte in ieder geval goed in de stijgers en het is nu zaak om invulling te geven aan de grote potentiëlen die warmte Nederland te bieden heeft.

Als de berekende potentiëlen worden waargemaakt, dan betekent dit een besparing van meer dan 25% op de warmtevraag en meer dan 25% hernieuwbare invulling van deze vraag. Omdat de warmtevraag de grootste energievraag in Nederland is, leveren deze opties dus een belangrijke bijdrage aan de Nederlandse doelstellingen.

Indien wordt gekeken naar de financiële aspecten, dan nemen de potentiële aanzienlijk af, maar zijn nog steeds aanzienlijk. Vooral bij warmtebesparing ligt het economisch potentieel rond 250 PJ, bij negatieve of beperkte kosteneffectiviteit (minder dan 10 €/GJ). Hernieuwbare warmte heeft met deze restricties nog een potentieel van rond de 135 PJ. Figuur 15 geeft dit weer.

Figuur 15 Kostencurves warmtebesparing en hernieuwbare opties in 2020



Wat het beperkte verschil met de voorgaande studie eveneens aantoont, is dat warmtebesparing of hernieuwbare warmte niet 'vanzelf gaat'. Zelfs niet als het kosteneffectief is. Dit betekent dat er vele andere niet-financiële belemmeringen zijn die het grootschalig toepassen van hernieuwbare warmte en het uitvoeren van warmtebesparing in de weg staan. De komende jaren ligt er dan ook een grote uitdaging, zowel in beleid als praktijk, om deze belemmeringen weg te nemen.

Hoewel er in Nederland in 2020 een groot technisch potentieel is voor warmtebesparing, blijft er desondanks nog een grote resterende warmtevraag over. Hernieuwbare warmte is dan ook noodzakelijk om verdere reducties van CO₂-emissies te bewerkstelligen en minder afhankelijk te worden van fossiele brandstoffen. Om op de langere termijn een volledig duurzame warmtevoorziening te hebben zijn dus zowel warmtebesparing als hernieuwbare warmte hard nodig.

7 Bibliografie

CBS, 2012. *Het energieverbruik voor warmte afgeleid uit de Energiebalans*, Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).

CBS, 2012a. *Hernieuwbare energie in Nederland*, Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).

CBS, 2014. *Statline*. [Online]
Beschikbaar via: <http://statline.cbs.nl>
[Geopend januari 2014].

CE Delft, 2010. *200-200 in 2020*, Delft: CE Delft.

CE Delft, 2011. *IPO Nationale Routekaart Restwarmte*, Delft: CE Delft .

EC, 2009. *Richtlijn 2009/28/EG van het Europees parlement en de raad van 23 april 2009 ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen en houdende wijziging en intrekking van Richtlijn 2001/77/EG en Richtlijn 2003/30/EG (RED)*, Brussel: Europese Commissie (EC).

EC, 2010. *Richtlijn 2010/31/EU van het Europees parlement en de raad van 19 mei 2010 betreffende de energieprestatie van gebouwen (herschikking) (EPBD)*, Brussel: Europese Commissie.

EC, 2012. *Richtlijn 2012/27/EU van het Europees parlement en de raad van 25 oktober 2012 betreffende energie-efficiëntie, tot wijziging van Richtlijnen 2009/125/EG en 2010/30/EU en houdende intrekking van de Richtlijnen 2004/8/EG en 2006/32/EG (EED)*, Brussel: Europese Commissie (EC).

ECN en Ecofys, 2013. *Invulling van 16% hernieuwbare energie in 2020*, Petten: ECN.

ECN en PBL, 2010. *Aanvullende beleidsopties Schoon en Zuinig*, Petten: ECN.

ECN en PBL, 2010a. *Referentieraming energie en emissies 2010-2020*, Petten: ECN.

ECN, 2006. *Optiedocument*, Petten: ECN.

ECN, 2010. *Actualisatie Optiedocument 2009*, Petten: ECN.

ECN, 2010a. *Potentieel voor hoogrenderende WKK in Nederland*, Petten: ECN.

ECN, 2011. *Restwarmtebenutting, potentiëlen, besparing en alternatieven*, Petten: ECN.

ECN, 2013a. *Achtergronddocument bij doorrekening SER Energieakkoord-sector gebouwde omgeving*, Petten: ECN.

ECN, 2013b. *Achtergronddocument bij doorrekening Energieakkoordsectoren industrie en land- en tuinbouw*, Petten: ECN.



ECN, 2013c. *16% hernieuwbare energie in 2020: Wanneer aanbesteden?*, 2013: ECN.

ECN, 2013d. *Toelichting inschatting korte-termijneffecten Energieakkoord op hernieuwbare energie*, Petten: ECN.

Ecofys, 2005. *Energiebesparing: de onbegrenste mogelijkheden*, Utrecht: Ecofys.

Energiek2020, 2013. *Rabobank: Aardwarmte nog maar fractie van potentieel*. [Online]
Beschikbaar via:
<http://www.energiek2020.nu/transitiepaden/aardwarmte/meer/detail/rabobank-aardwarmte-nog-maar-fractie-van-potentieel>
[Geopend februari 2014].

eRisk Group, 2012. *Het technisch potentieel van lokale decentrale duurzame energie opwek oplossingen in 2020*, S.l.: eRisk Group.

HollandSolar, 2009. *Position paper thermische zonne-energie 2009-2020*, S.l. : HollandSolar.

ING, 2011. *Hernieuwbare energie in Nederland*, S.l.: ING.

LEI, 2011. *2020 : energiedoelen gehaald*, Wageningen: Lei, Wageningen UR.

MinBZK, 2013. *Integrale tekst van het Bouwbesluit 2012 zoals dit luidt met ingang van 1 juli 2013. Deze tekst is samengesteld uit de Staatsbladen 2011, 416; 2011, 676; 2013, 75 en 2013, 244 (Bouwbesluit 2012)*, 2013: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (MinBZK).

MinEZ, 2011a. *Energierapport 2011*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (MinEZ).

MinEZ, 2011b. *Actieplan Aardwarmte*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.

MinEZ, 2011. *Nationaal actieplan voor energie uit hernieuwbare bronnen (NREAP)*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken, landbouw en Innovatie (MinEZ).

Netbeheer Nederland, 2013. *Energietrends 2013*, Den Haag: Netbeheer Nederland.

Overheid, 2014. *Implementatiewet richtlijn energie-effiëntie*. [Online]
Beschikbaar via: <https://www.interconsultatie.nl/eed>
[Geopend februari 2014].

PBL en ECN, 2011. *Routekaart energie 2050*, 2011: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

PBL en ECN, 2012. *Referentieraming energie en emissies : actualisatie 2012*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

PBL, 2012. *Naar een duurzamere warmtevoorziening van de gebouwde omgeving in 2050*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).



Rabobank, 2014. *Rabobank Cijfers en Trends Duurzame Energie*, Utrecht: Rabobank.

RVO, 2012. *Jaarbericht 2011 SDE+, SDE en MEP*, Utrecht: Agentschap NL.

RVO, 2012a. *Tabellen stand van zaken SDE+ 2012, versie 10 december 2012*, Utrecht: Agentschap NL.

RVO, 2013. *Warmte en koude in Nederland*, Utrecht: Agentschap NL.

RVO, 2014. *Tabellen stand van zaken SDE+ 2013, versie 9 januari 2014*, Utrecht: RVO.

SEO, 2013. *Duurzame energie naar 16%*, Amsterdam: SEO.

SER, 2013. *Energieakkoord voor duurzame groei*, Den Haag: Sociaal Economische Raad (SER).

TK, 2013. *Besluit van 25 maart 2013 tot wijziging van een aantal algemene maatregelen van bestuur in verband met regels inzake bodemenergiesystemen en enkele technische verbeteringen (Besluit Bodemenergiesystemen)*, Den Haag: Tweede Kamer der Staten Generaal (TK).

TK, 2013. *Wet van 17 juni 2013, houdende regels omtrent de levering van warmte aan verbruikers (Warmtewet)*, Den Haag: Tweede Kamer der Staten Generaal (TK).





Bijlage A Energieakkoord

De volgende partijen hebben al naar gelang hun betrokkenheid op 6 september hun steun betuigd aan het Energieakkoord voor duurzame groei:

- Aedes
- ANWB
- Bouwend Nederland
- Bovag
- CNV
- De Groene Zaak
- De Natuur- en Milieufederaties
- Deltalinqs
- Duurzame Energiekoepel
- e-Decentraal
- Energie Nederland
- EVO
- Fietzersbond
- FME-CWM
- FNV
- Formule E-team
- Greenpeace
- IPO
- Klimaatverbond
- LTO Nederland
- Metaaluni
- MHP
- Milieudefensie
- MKB Nederland
- Natuur & Milieu
- Nederland ICT
- Nederland krijgt Nieuwe Energie
- Netbeheer Nederland
- NS
- NVB
- Pensioenfederatie
- RAI Vereniging
- Rijksoverheid
- Stichting Zero Emissie Busvervoer
- Transport & Logistiek Nederland
- UNETO-VNI
- Vastgoed Belang
- VEMW
- Verbond van Verzekeraars
- VNA
- VNCI
- VNG
- VNO-NCW
- VNPI
- Wereldnatuurfonds
- Woonbond

