



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

BENG-3 indicator

*Aanpak voor het bepalen van het aandeel
hernieuwbaar energiegebruik in gebouwen*

In opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

BENG-3 indicator

*Aanpak voor het bepalen van het aandeel
hernieuwbaar energiegebruik in gebouwen*

Eindrapport

Utrecht, 15 augustus 18

Mirjam Harmelink

Project in opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl)

Voorwoord

Dit rapport is opgesteld in opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) in het kader van de ontwikkeling van de definitieve berekeningswijze voor het aandeel hernieuwbare energie in Bijna EnergieNeutrale Gebouwen: BENG-3. Dit project is begeleid door het Ministerie van BZK, RVO en DGMR als vertegenwoordiger vanuit de commissie NTA 8800.

Utrecht, 15 augustus 18

Mirjam Harmelink

Inhoudsopgave

1	Achtergrond.....	4
1.1	Europese richtlijn energieprestatie van gebouwen (EPBD).....	4
1.2	Voorlopige BENG-indicatoren en -eisen	4
1.3	Herziening energieprestatieberekeningen voor gebouwen: NTA 8800.....	4
1.4	Herziening Europese richtlijn energie uit hernieuwbare bronnen	4
1.5	Inhoud van dit rapport	5
2	Uitgangspunten voor bepaling BENG-3	6
2.1	Inleiding	6
2.2	Definitie van de BENG-3 indicator	6
2.3	Definitie van hernieuwbare energiebronnen.....	7
2.4	Systeemgrenzen voor het bepalen van de hernieuwbare energieproductie.....	7
2.5	Primair fossiele energiefactor voor elektriciteit	8
2.6	Criteria voor de selectie van warmtepompen	9
2.7	Criteria voor het waarden van hernieuwbare koude	10
3	Bepaling hernieuwbare energieproductie per techniek.....	12
3.1	Inleiding	12
3.2	Zon	13
3.3	Wind	14
3.4	Aerothermische energie	14
3.5	Geothermische energie	16
3.6	Hydrothermische energie.....	16
3.7	Biomassa.....	17
3.8	Externe energielevering uit hernieuwbare bronnen	17
	Bijlage: Energietechnieken opgenomen in de NTA 8800	19

1 Achtergrond

1.1 Europese richtlijn energieprestatie van gebouwen (EPBD)

De Europese richtlijn energieprestatie van gebouwen (EPBD) uit 2010 beoogt dat alle nieuwe en ingrijpende gerenoveerde bestaande gebouwen per 31 december 2020 bijna geen energie meer gebruiken. Voor nieuwe gebouwen waarin overheidsdiensten zijn gehuisvest en/of waarvan de overheid eigenaar is geldt deze eis vanaf 31 december 2018 (EC, 2010)¹.

1.2 Voorlopige BENG-indicatoren en -eisen

De energieprestatie voor nieuwe bijna energieneutrale gebouwen is vastgelegd in 3 eisen:

- BENG-1: de maximale energiebehoefte in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar;
- BENG-2: het maximale primair fossiele energiegebruik in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar;
- BENG-3: het minimale aandeel hernieuwbare energie.

De voorlopige berekeningswijze van de BENG-indicatoren en de voorlopige BENG-eisen zijn in juli 2015 gepubliceerd (RVO, 2018)². Naar aanleiding van ervaringen in de markt worden een aantal aanpassingen doorgevoerd voordat de eisen definitief van kracht worden. Zo is onder andere besloten om in het aandeel hernieuwbare energie (BENG-3) ook hernieuwbare koude te waarderen.

1.3 Herziening energieprestatieberekeningen voor gebouwen: NTA 8800

Voor het bepalen van de energieprestatie van gebouwen wordt een nieuwe bepalingmethode ontwikkeld, de NTA 8800³. Hierin wordt ook de bepaling van de BENG-3 indicator opgenomen. Omdat het aandeel hernieuwbare energie niet beschreven is in de CEN-normen die ten grondslag liggen aan de NTA 8800, moet de bepalingwijze van BENG-3 separaat worden uitgewerkt. Voor hernieuwbare warmte en elektriciteit is dit in 2015 uitgewerkt in Harmelink (2015)⁴, maar de uitwerking voor hernieuwbare koude ontbreekt nog.

1.4 Herziening Europese richtlijn energie uit hernieuwbare bronnen

Op 14 juni is overeenstemming bereikt over de herziening van de Europese richtlijn energie uit hernieuwbare bronnen (EC, 2009)⁵ tussen het Europese Parlement en de Raad (EC, 2018)⁶. Eén van de wijzigingen vormt de waardering van koude als hernieuwbare energiebron voor het realiseren van de nationale doelstellingen. Dit betekent dat lidstaten de inzet van hernieuwbare koeling moeten gaan monitoren. De methodiek voor deze monitoring wordt nader uitgewerkt in een gedelegeerde handeling die op Europees niveau wordt vastgesteld. Het is nog niet bekend wanneer deze gedelegeerde handeling beschikbaar komt, daarom heeft Nederland ervoor gekozen een eigen benadering uit te werken, beschreven in dit rapport.

¹ EC (2010) [Richtlijn 2010/31/EU van het Europese Parlement en de Raad van 19 mei 2010 betreffende de energieprestatie van gebouwen \(herschikking\)](#)

² RVO (2018) [Niveau haalbare eisen 2019/2020](#) (site bezocht op 20 mei 2018)

³ <http://www.gebouwenergieprestatie.nl/>

⁴ Harmelink M (2015) [Hernieuwbare Energie in Bijna Energie-Neutrale Gebouwen \(BENG\)](#). Mei 2015

⁵ 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](#)

⁶ EC (2018) Press release [“Europe leads the global clean energy transition: Commission welcomes ambitious agreement on further renewable energy development in the EU”](#) Strassbourg, 14th of June 2018.

1.5 Inhoud van dit rapport

Dit rapport beschrijft een methodiek voor de waardering van warmte, elektriciteit en koude in BENG-3 voor opname in de NTA 8800:

- Hoofdstuk 2 beschrijft de opties voor te hanteren uitgangspunten voor de uitwerking van de definitie en de bepaling van BENG-3.
- Hoofdstuk 3 bevat de uitwerking van BENG-3 voor technieken opgenomen in de NTA 8800 die worden ingezet voor de productie van warmte, koude & elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen.

2 Uitgangspunten voor bepaling BENG-3

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de mogelijke opties voor te hanteren uitgangspunten voor de definitie en de bepaling van BENG-3. Per optie worden de voor- en nadelen geschetst en de gehanteerde argumenten voor de uiteindelijke keuze door het Ministerie van BZK.

2.2 Definitie van de BENG-3 indicator

In 2015 is de voorlopige BENG-3 indicator gedefinieerd (Harmelink, 2015)⁴. Deze definitie bouwt voort op de overkoepelende EU standaard voor de energieprestatie van gebouwen (Overarching EPB standard) waarin is vastgelegd hoe de bijdrage van hernieuwbare energie aan het energiegebruik van gebouwen berekenend moet worden, de zogenaamde Renewable Energy Ratio (RER) (CEN, 2014)⁷. Het berekende percentage hernieuwbare energie blijkt echter moeilijk uit te leggen, omdat gerekend wordt met een verschillende primair fossiele energiefactoren voor geproduceerde en geconsumeerde elektriciteit. Verder voorziet de voorlopige indicator niet in de waardering van hernieuwbare koude.

Mobius (2018)⁸ heeft in opdracht van RVO een *alternatieve definitie* opgesteld voor de BENG-3 indicator, welke de basis gaat vormen voor de berekening van BENG-3 in de NTA 8800. *Uitgangspunten* bij het definiëren van deze BENG-3 indicator zijn:

- BENG-3 heeft een waarde groter dan 0;
- BENG-3 wordt onder normale omstandigheden niet oneindig;
- Als BENG-2 gelijk is aan 0, dan moet BENG-3 gelijk zijn aan 100%;
- Opwekking van hernieuwbare energie vindt plaats op de systeemgrenzen van een gebouw;
- Alleen op de systeemgrenzen van een gebouw worden primair fossiele energiefactoren toegepast;
- In principe heeft iedere energiedrager altijd dezelfde primair fossiele energiefactor;
- Hernieuwbare koude maakt onderdeel uit van BENG-3;
- De factor zomercomfort levert geen bijdrage aan de hernieuwbare energieproductie.

BENG-3 kan daarmee worden gedefinieerd als: “De totale hoeveelheid geproduceerde hernieuwbare energie in een gebouw en/of gealloceerde hernieuwbare energie geproduceerd buiten het perceel (in het gebied) o.b.v. goedgekeurde kwaliteitsverklaring en voldoet aan randvoorwaarden van de brief Kabinetsstandpunt allocatie⁹ als percentage van de hoeveelheid hernieuwbare en niet hernieuwbare energie die nodig is voor gebouwgebonden systemen”. In formulevorm:

BENG-3 =	$\frac{E_{\text{prim, Hprod onsite}} + E_{\text{prim, Hprod gebied}}}{E_{\text{prim, fossiel}} + E_{\text{prim, Hprod onsite}} + E_{\text{prim, Hprod gebied}}}$
$E_{\text{prim, Hprod onsite}}$	Jaarlijks vermeden primair fossiel energiegebruik door onsite geproduceerde hernieuwbare energie
$E_{\text{prim, Hprod gebied}}$	Jaarlijks vermeden primair fossiel energiegebruik door geproduceerde hernieuwbare energie buiten perceel (in gebied)
$E_{\text{prim, fossiel}}$	Jaarlijks primair fossiel energiegebruik voor het totaal van het gebouw

⁷ CEN (2014) [Energy performance of buildings - Overarching standard EPB \(pagina 43\)](#)

⁸ Mobius (2018) BENG-eis 3: Alternatieve oplossing. Uitwerking en voorbeelden. Document-nummer 5630.03. Januari 2018

⁹ BZK (2018) [Brief kabinetsstandpunt allocatie](#). 11 juli 2018.

2.3 Definitie van hernieuwbare energiebronnen

De Europese richtlijn energieprestatie van gebouwen hanteert de definities voor hernieuwbare energiebronnen uit de Europese richtlijn voor energie uit hernieuwbare bronnen (EC, 2009)⁵, deze luidt:

- “Energie uit hernieuwbare bronnen” betreft energie uit hernieuwbare niet-fossiele bronnen, namelijk: wind, zon, aerothermische, geothermische en hydrothermische energie en energie uit de oceanen, waterkracht, biomassa, stortgas, gas van rioolzuiveringsinstallaties en biogassen.
- “Aerothermische energie” betreft energie die in de vorm van warmte is opgeslagen in de omgevingslucht;
- “Geothermische energie” betreft energie die in de vorm van warmte onder het vaste aardoppervlak is opgeslagen;
- “Hydrothermische energie” betreft energie die in de vorm van warmte in het oppervlaktewater is opgeslagen.

In de huidige definities van aerothermische, geothermische en hydrothermische energie is koude nog niet expliciet genoemd. De concepttekst van de herziene richtlijn voorziet hierin en hanteert de term “omgevingswarmte” die is gedefinieerd als: thermische energie op een bruikbaar temperatuurniveau die wordt geëxtraheerd of onttrokken door middel van op elektriciteit of andere hulpenergie werkende warmtepompen, en die in de omgevingslucht, onder het vaste aardoppervlak of in het oppervlaktewater kan worden opgeslagen (EC, 2017)¹⁰.

Bij de uitwerking van de BENG-3 indicator wordt aangesloten bij de definitie voor hernieuwbare energiebronnen in de *herziene Europese richtlijn* voor energie uit hernieuwbare bronnen waarbij ook koude wordt gewaardeerd. Dit betekent dat in principe de inzet van bovenstaande bronnen voor de energievoorziening - zowel warmte, koude als elektriciteit - van een gebouw wordt aangemerkt als hernieuwbaar energiegebruik dat bijdraagt aan de realisatie van BENG-3. Aansluiten bij de Europese richtlijn heeft de voorkeur boven het hanteren van een eigen Nederlandse definitie omdat op deze manier wordt bijgedragen aan de gewenste harmonisatie op Europees niveau.

2.4 Systeemgrenzen voor het bepalen van de hernieuwbare energieproductie

In de Europese richtlijn energie uit hernieuwbare energiebronnen is vastgelegd dat lidstaten het hernieuwbaar energiegebruik berekenen volgens de *bruto eindverbruik methode*. Het bruto energetische eindverbruik is gelijk aan de omvang van de energiedragers (hernieuwbaar en niet-hernieuwbaar) die geleverd worden aan eindverbruikssectoren (industrie, diensten, huishoudens, transport en landbouw) (RVO, 2015)¹¹.

Afhankelijk van de locatie van het energiesysteem hanteert de Europese richtlijn voor het monitoren van de omvang van de hernieuwbare energieproductie *op nationaal niveau* een input dan wel een output methode.

- Bij de *input methode* wordt gemeten/berekend hoeveel hernieuwbare energie het systeem ingaat. Deze methode wordt gehanteerd bij energiesystemen die dicht bij de eindverbruiker zijn geplaatst.
- Bij de *output methode* wordt gemeten/berekend hoeveel hernieuwbare energie geleverd wordt aan een eindgebruiker. Deze wordt gehanteerd bij energiesystemen waarbij de productie niet plaatst vindt op de locatie van de eindgebruiker.

¹⁰ EC (2017) [Voorstel voor een richtlijn van het Europees Parlement en de Raad ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen \(herschikking\)](#) 23.02.2017

¹¹ RVO (2015) [Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie](#) (PMHE) Herziening 2015

De overkoepelende EU standaard voor de energieprestatie van gebouwen (2014)¹² en de aanbevelingen van de EC betreffende de implementatie van bijna energieneutrale gebouwen (EC, 2016)¹³ geven geen handvaten voor het maken van een keuze voor de input dan wel de output methode. Daarmee zijn er twee opties voor de keuze van systeemgrenzen voor de bepaling van BENG-3:

1. Aansluiten bij de systeemgrenzen voor de input- en output methode zoals gehanteerd voor de monitoring op nationaal niveau uitgewerkt. Omdat de meeste energietechnieken (m.u.v. externe warmte en/of koudelevering) in de NTA 8800 dicht bij de eindgebruiker zijn geplaatst betekent dat voor deze technieken een inputmethode zou worden gehanteerd en alle hernieuwbare energie die door het gebouw wordt ingevangen of de gebouwgrens passeert telt als hernieuwbare energieproductie. In deze benadering wordt verlies van hernieuwbare energie bij omzetting/transport binnen het gebouw niet in mindering gebracht op de hernieuwbare energieproductie die meetelt voor het realiseren van BENG-3. Dit betekent dat de energie-inhoud van de biomassa die het gebouw ingaat of de energie-inhoud van het water opgewarmd in een zonnecollector vóór het boilervat telt als hernieuwbare energieproductie en mee telt voor de realisatie van BENG-3.
2. Binnen het gebouw een output methode hanteren en hernieuwbare energieproductie meetellen vanaf het punt waarop nuttig inzetbare energie binnen het gebouw beschikbaar komt. In deze benadering tellen omzettingsverliezen bij hernieuwbare energietechnieken in het gebouw niet mee voor het realiseren van BENG-3. Dit betekent dat de energie-inhoud van warmte die geproduceerd wordt met een biomassa-gestookte ketel of de energie-inhoud van het warme water dat beschikbaar komt na de zonneboiler meetelt als hernieuwbare energie. Bij deze optie moeten meer of efficiëntere technieken worden ingezet om dezelfde BENG-3 eis te realiseren dan bij de eerste optie.

Bij de uitwerking van de BENG-3 indicator is gekozen voor de tweede optie omdat daarmee een stimulan wordt ingebouwd voor toepassing van technieken met een zo hoog mogelijke rendement.

2.5 Primair fossiele energiefactor voor elektriciteit

Uitgangspunt bij de alternatieve definitie het selecteren van de methode voor het bepalen van BENG-3 is dat deze het mogelijk moet maken dat BENG-2 en BENG-3 gekoppeld kunnen worden, d.w.z. als BENG-3 gelijk is aan 100%, dan moet BENG-2 gelijk zijn aan 0 (Mobius, 2018)⁸. BENG 2 betreft het totaal primair fossiele energiegebruik van een gebouw. Voor BENG-2 wordt zowel voor onsite geproduceerde elektriciteit als geconsumeerde elektriciteit dezelfde primair fossiele energiefactor gehanteerd voor de omrekening van finaal naar primair fossiel energieverbruik. Dit is eveneens de benadering die nu reeds wordt gehanteerd binnen de NEN 7120-A1 waar voor geconsumeerde en geproduceerde elektriciteit één conversiefactor wordt gehanteerd (NEN, 2017)¹⁴. Bij de uitwerking van BENG-3 is de keuze gemaakt hierbij aan te sluiten en voor geconsumeerde en onsite opgewekte hernieuwbare energie dezelfde primair fossiele energiefactor toe te passen, zodat BENG-2 en BENG-3 expliciet gekoppeld kunnen worden.

Met deze keuze wordt afgeweken van de gehanteerde aanpak in het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie (PHME) welke gebruik maakt van een primair fossiele energieconversiefactor van “1” voor onsite opgewekte elektriciteit (RVO, 2015)¹¹. De overkoepelende EU standaard voor de energieprestatie van gebouwen laat de keuze aan de lidstaten en geeft aan dat voor onsite geproduceerde en

¹² CEN (2014) [Energy performance of buildings - Overarching standard EPB \(pagina 43\)](#)

¹³ EC (2016) [Aanbevelingen \(EU\) 2016/1318 van de commissie van 29 juli 2016 betreffende richtsnoeren voor de bevordering van bijna-energieneutrale gebouwen en beste praktijken om te waarborgen dat in 2020 alle nieuwe gebouwen bijna-energieneutrale gebouwen zijn](#)

¹⁴ NEN (2017) Nederlandse norm NEN 7120 (nl). Energieprestatie van gebouwen - Bepalingsmethode. Aanvullingenblad A1.

geconsumeerde elektriciteit verschillende primair fossiele energiefactoren gehanteerd kunnen worden voor omrekening naar (vermeden) primair fossiel energiegebruik CEN (2014)⁷.

2.6 Criteria voor de selectie van warmtepompen

In de Europese richtlijn voor energie uit hernieuwbare bronnen zijn een aantal uitgangspunten geformuleerd voor technieken die in of voor gebouwen kunnen worden ingezet voor de productie van warmte, elektriciteit en koude uit hernieuwbare energiebronnen. Daarin is onder andere bepaald dat alleen warmte uit *warmtepompen*, waarvan de output aanzienlijk de voor de aandrijving ervan noodzakelijke primair fossiel energiegebruik overschrijdt, meetelt als hernieuwbaar. Voor warmtepompen is deze eis vertaald naar een *minimum efficiency* eis. Daarbij is bepaald dat de *Seasonal Performance Factor (SPF)*¹⁵ $> 1,15 * 1/\eta$. η is daarbij gedefinieerd als de verhouding tussen de totale bruto-productie van elektriciteit en het verbruik van primaire energie voor elektriciteitsproductie en wordt berekend als een EU-gemiddelde, gebaseerd op gegevens van Eurostat. De waarde waarmee gerekend wordt ligt op dit moment op 45,5% (overeenkomend met een primair fossiele energiefactor van 2,20). Dit resulteert in een minimale SPF voor elektrische warmtepomp van 2,5 (EC, 2013)¹⁶. Voor gasgestookte warmtepompen resulteert dit in een minimale SPF van 1,15 (primair fossiele energiefactor is 1). Hierbij moet worden opgemerkt dat:

- Deze eis betrekking heeft op de gemiddelde SPF voor ruimteverwarming en warm tapwater die gerealiseerd moet worden voor warmtepompen om mee te tellen in de berekening van de hernieuwbare energieproductie voor een land.
- Alle warmte die warmtepompen ingaat die voldoen aan deze minimale energie-efficiency eisen volledig meetelt als hernieuwbare energieproductie.

Het PMHE hanteert de grens van $SPF \geq 2,5$ bij de monitoring van de nationale hernieuwbare energie-doelstelling. De overkoepelende EU standaard voor de energieprestatie van gebouwen besteedt geen aandacht aan de efficiency van warmtepompen. Daarmee zijn er drie opties voor het bepalen van de bijdrage van warmtepompen aan BENG-3:

1. Voor BENG-3 wordt een *minimale energie-efficiency eis* voor warmtepompen vastgelegd op *gebouwniveau*, waarbij alle warmtepompen die meer nuttig besteedbare warmte produceren dan er aan elektriciteit wordt ingestopt (vertaald naar een SPF of $COP \geq 1$) bijdragen aan het realiseren van de BENG-3 eis. Daarmee telt alle warmte onttrokken aan de omgeving door warmtepompen met SPF of $COP \geq 1$ als hernieuwbare energieproductie. Bij deze optie wordt het extra energiegebruik door inzet van warmtepompen met een laag rendement echter “afgestraft” doordat dit resulteert in een hoger primair fossiel energiegebruik dat meetelt bij het bepalen van BENG-2 en BENG-3. Voordeel van deze benadering is dat geen extra check nodig is op de efficiency van de warmtepomp. In geval van een combi-warmtepomp zou daarvoor namelijk het gemiddelde rendement bepaald moeten worden. Dat leidt tot extra complexiteit. Verder blijkt dat de forfaitaire waarden in de NTA 8800 voor het merendeel van de combiwarmtepompen (die zowel

¹⁵ Rendementen: SPF, COP en EER: In de Europese richtlijn voor energie uit hernieuwbare bronnen en in het PMHE wordt voor de energie efficiency van warmtepompen de *Seasonal Performance Factor (SPF)* gehanteerd. De SPF betreft het rendement van een warmtepompsysteem in de praktijk gemeten over een heel jaar. In de NTA 8800 wordt voor de efficiency van warmtepompen de *Coëfficiënt of Performance (COP)* gehanteerd. Dit is het rendement van een warmtepomp dat over een jaar gemeten wordt bij vooraf bepaalde omstandigheden en werkingstemperaturen. De COP en de SPF kunnen dus van elkaar verschillen omdat warmtepompen in de praktijk verschillend worden ingezet. In de NTA 8800 wordt voor de efficiency van koeling de term *Energy Efficiency Ratio (EER)* gehanteerd. De EER is net als de COP een rendement dat bepaald wordt bij bepaalde omstandigheden en werkingstemperaturen en dus af kan wijken van de prestaties in de praktijk.

¹⁶ EC (2013) [Besluit van de Commissie van 1 maart 2013 tot vaststelling van de richtsnoeren voor de lidstaten inzake de berekening van de hernieuwbare energie uit warmtepompen met verschillende warmtepomptechnologieën overeenkomstig artikel 5 van Richtlijn 2009/28/EG van het Europees Parlement en de Raad.](#)

ruimteverwarming als warm tapwater produceren) boven de 2,5 ligt (gemiddeld voor warm tapwater en ruimteverwarming).

2. Voor BENG-3 wordt een minimale energie-efficiency vastgelegd op systeemniveau volgens de formule uit de Europese richtlijn voor hernieuwbare energiebronnen, waarbij voor η de Nederlandse energie-efficiency voor elektriciteitsproductie wordt gehanteerd. Met een primair fossiele factor van 1,45 resulteert dit in een minimale SPF voor elektrische warmtepompen $1,15 \cdot 1,45^{17} = 1,66$ (gemiddelde voor warm tapwater en ruimteverwarming) en voor gasgestookte warmtepompen in een minimale SPF van 1,15. Dit betekent dat alleen warmte die onttrokken wordt aan de omgeving door warmtepompen die voor warm tapwater productie en/of ruimteverwarming deze minimale eis kunnen realiseren meetelt voor het behalen van de BENG-3 eis. Zoals aangegeven liggen de forfaitaire waarden voor het merendeel van de combiwarmtepompen reeds boven deze efficiency.
3. Voor BENG-3 wordt de minimale energie-efficiency eis vastgelegd op systeemniveau en is daarbij gelijk aan de huidige Europese eis. Dit betekent dat elektrische warmtepompen een minimale SPF van 2,5 dienen te realiseren (gemiddelde voor warm tapwater en ruimteverwarming) en gasgestookte warmtepompen een SPF van minimaal 1,15. Dit betekent dat alleen warmte die onttrokken wordt aan de omgeving door warmtepompen die voor warm tapwater productie en/of ruimteverwarming deze minimale eis kunnen realiseren meetelt voor het behalen van de BENG-3 eis. Hieraan kan worden toegevoegd dat warmtepompen die op de markt komen door de eisen van het eco-label al aan deze Europese eis voldoen. Uit de gelijkwaardigheidsverklaringen voor warmtepompen blijkt ook dat vrijwel alle warmtepompen al aan deze eis voldoen.

Omdat de gemiddelde COP voor combiwarmtepompen in de NTA 8800 al rond of boven de efficiency van 2,5 ligt uit de Europese richtlijn is het niet noodzakelijk een extra check uit te voeren op de efficiency van de warmtepomp. Deze extra check zou de bepaling van BENG-3 complexer maken. Bij de uitwerking van de BENG-3 indicator is daarom gekozen voor de eerst optie, waarbij alle warmtepompen met een $COP \geq 1$ bijdragen aan de realisatie van BENG-3.

2.7 Criteria voor het waarderen van hernieuwbare koude

In het kader van de herziening van de Europese richtlijn energie uit hernieuwbare bronnen is bepaald dat koude als hernieuwbare energiebron mag worden meegeteld voor het realiseren van de nationale doelstellingen (EC, 2017)¹⁰. Er is echter nog geen algemeen geaccepteerde definitie beschikbaar en een overzicht van welke technieken onder welke voorwaarden een bijdrage kunnen leveren aan de nationale doelstellingen. In een rapport opgesteld door het Öko Institut zijn een aantal opties verkend voor te hanteren criteria voor de selectie van het koelsystemen voor het leveren van een bijdrage aan het realiseren van BENG-3 (Oko, 2018)¹⁸:

1. Alle actieve¹⁹ koelsystemen die gebruik maken van hernieuwbare energiebronnen dragen bij aan het realiseren van de BENG-3 eis. Deze optie heeft tot gevolg dat de bijdrage van alle actieve koelsystemen (dus zowel conventionele koeltechnieken zoals compressiekoelmachines als vrije koelsystemen) meetelt bij het realiseren van de nationale hernieuwbare energiedoelstellingen. Analyses van het Öko Institut tonen aan dat hiermee voor sommige Europese lidstaten die veel gebruik maken van koeling, het aandeel hernieuwbare energieproductie sterk toeneemt zonder dat daadwerkelijk investeringen zijn gedaan in hernieuwbare energieproductie. Dit zou aanleiding kunnen

¹⁷ ECN/TNO (2018) Conceptnotitie “Primaire fossiele energiefactor elektriciteit op bovenwaarde (HHV) voor toepassing in de energieprestatienorm NTA8800” 11 april 2018.

¹⁸ Öko (2018) Contribution of Renewable Cooling to the Renewable Energy Target of the EU. Öko Institut (22 June 2018)

¹⁹ In de Europese richtlijn voor energie uit hernieuwbare bronnen is bepaald dat: thermische energie die wordt opgewekt door passieve energiesystemen, waarbij op passieve wijze een lager energieverbruik wordt bereikt via het ontwerp van de gebouwen wordt niet gewaardeerd als hernieuwbare energieproductie.

zijn om de discussie over de hernieuwbare energiedoelstellingen opnieuw te openen. Deze optie ligt daarom niet voor de hand.

2. Alleen de bijdrage van vrije koelsystemen die gebruik maken van hernieuwbare energiebronnen die vallen onder de definitie van de Europese richtlijn voor energie uit hernieuwbare bronnen dragen bij aan realiseren van de BENG-3 eis. Met deze benadering worden conventionele koelsystemen uitgesloten en stimuleert de richtlijn de inzet van vrije koelsystemen. Nadeel van deze benadering is dat dit leidt tot stimulering van een specifieke techniek.
3. Alleen koelsystemen die een minimale efficiency realiseren dragen bij aan het realiseren van de BENG-3 eis. Dit zou een vergelijkbare benadering betekenen als bij optie 2 en 3 voor warmtepompen. Het Öko Institut concludeert dat het opstellen van een minimale energie-efficiency eis voor koeling minder eenvoudig is dan voor warmtepompen. Bij warmtepompen is de drempel zo gekozen dat de fossiele brandstofinzet die nodig is voor de elektriciteit die gebruik wordt voor de warmtepomp lager is dan die voor het leveren van verwarming gebaseerd op de inzet van fossiele brandstoffen. Voor koeling bestaat een dergelijke basis nog niet, maar een eerste stap zou kunnen zijn om de minimale efficiency te leggen bij de laagste forfaitaire waarde voor vrije koeling in de NTA 8800 die ligt bij een EER van 8.

Bij de uitwerking van de BENG-3 indicator is gekozen voor het stellen van een minimale energie-efficiency eis. Hiermee wordt aangesloten bij de vermoedelijk nadere uitwerking van koeling op Europees niveau en wordt de keuze voor een specifieke techniek vermeden. De grens is gelegd bij een minimale EER van 8 overeenkomend met de minimale forfaitaire waarde voor vrije koeling in de NTA 8800. Met deze keuze voor de ondergrens draagt het gebruik van vrije koeling bij aan het realiseren van BENG-3, maar de inzet van conventionele actieve koelsystemen niet omdat deze geen EER kunnen realiseren van 8. Bij de uitwerking voor koeling in Europa speelt mee dat het niet de bedoeling is om standaard airco's mee te tellen als hernieuwbare koude. De reden hiervoor is dat dit zou betekenen dat alle doelstellingen voor duurzame energie opnieuw onderhandeld moeten worden. Verder zou het opnemen van standaard airconditioning niet leiden tot extra CO₂-reductie. Met een EER van 8 kunnen alle systemen met vrije koeling meetellen, maar zijn standaard airco's uitgesloten.

3 Bepaling hernieuwbare energieproductie per techniek

3.1 Inleiding

Tabel 1 geeft een overzicht van de energietechnieken opgenomen in de NTA 8800 (zie BIJLAGE 1) die voldoen aan de uitgangspunten geformuleerd in hoofdstuk 2 en daarmee in potentie bijdragen aan de productie van hernieuwbare energie en het realiseren van de BENG-3 eis voor gebouwen. Dit hoofdstuk beschrijft voor elk van deze energietechnieken:

- Bepaling van de omvang van de hernieuwbare energieproductie voor de BENG-3 indicator;
- Bepaling van de hernieuwbare energieproductie op basis van de resultaten uit de NTA 8800.

Tabel 1: *Overzicht van technieken opgenomen in de NTA 8800 die bijdragen aan de productie van hernieuwbare energie*

	Hernieuwbare Energiedrager →	Elektriciteit	Warmte	Koude
Hernieuwbare bronnen ¹⁾	Zon ²⁾	Fotovoltaïsche energie (PV)	Zonnecollector met zonneboiler	³⁾
	Wind	Windturbine op eigen gebouw		
	Aerothermische energie (omgevingslucht) ⁴⁾		Warmtepomp buitenlucht	Vrije koeling: Dauwpuntkoeling
	Geothermische energie (bodem) ⁵⁾		Warmtepomp bodem en grondwater WKO zonder warmtepomp	Vrije koeling: WKO
	Hydrothermische energie (oppervlaktewater)		Warmtepomp oppervlaktewater	Oppervlaktewater (vrije koeling)
	Biomassa ³⁾		Houtpellet- kachels en -ketels	⁶⁾
			Warmtenet met aandeel hernieuwbaar ⁶⁾	Koudenet met aandeel hernieuwbaar

Noten:

- 1) Inzet van stortgas, gas uit rioolzuivingsinstallaties en biogassen wordt niet gewaardeerd in de energieprestatie van gebouwen volgens de NTA 8800 en zijn daarom niet in de lijst met hernieuwbare bronnen opgenomen.
- 2) PVT panelen zijn niet apart beschreven. PVT panelen zijn een combinatie van een zonnepaneel voor de productie van elektriciteit (PV) en een zonnecollector voor de productie van warmte (Thermisch). De berekening van de hernieuwbare energieproductie komt overeen met berekening voor fotovoltaïsche energie en een zonnecollector.
- 3) Warmte opvangen via een zonnecollector kan ook worden ingezet voor de aandrijving van een ad- of absorptiekoelmachine voor de productie van koude. Bepaling van de bijdrage aan hernieuwbare energieproductie is gelijk aan bepaling van gebruik van collector in combinatie met een zonneboiler
- 4) Gebruik van ventilatielucht door een warmtepomp wordt door de NTA 8800 niet aangemerkt als hernieuwbare energiebron.
- 5) Aardwarmte (de winning van aardwarmte dieper dan 500 m) is in het hoofdstuk geothermische energie niet uitgewerkt. De veronderstelling is dat warmte uit een aardwarmtebron via een secundair warmtenet aan een gebouw wordt geleverd en dat voor dit warmtenet een kwaliteitsverklaring is opgesteld met het daarin vermeldt het aandeel hernieuwbaar.
- 6) Warmte uit biomassaketel of (lage temperatuur) stadsverwarming kan eventueel worden ingezet om koude te produceren met behulp van een ad- of absorptiekoelmachine of warmte tapwater te bereiden met behulp van een boosterwarmtepomp. Berekening van hernieuwbare energieproductie is gelijk aan de berekening bij de inzet voor ruimteverwarming bij inzet van een biomassaketel of (lage temperatuur) stadsverwarming.

3.2 Zon

Fotovoltaïsche zonne-energie (PV)

Technologie betreft de productie van elektriciteit met behulp van fotovoltaïsche zonnepanelen, eventueel via een geïntegreerd PVT paneel (combinatie van een zonnecollector en een fotovoltaïsche zonnepaneel).

Hernieuwbare energieproductie voor BENG-3 is gelijk aan de elektriciteit die wordt geproduceerd met de fotovoltaïsche zonnepanelen vermenigvuldigd met de primair fossiele energiefactor voor elektriciteit. De nuttig inzetbare elektriciteit die meetelt voor de realisatie van BENG-3 is de hoeveelheid elektriciteit na de omvormer.

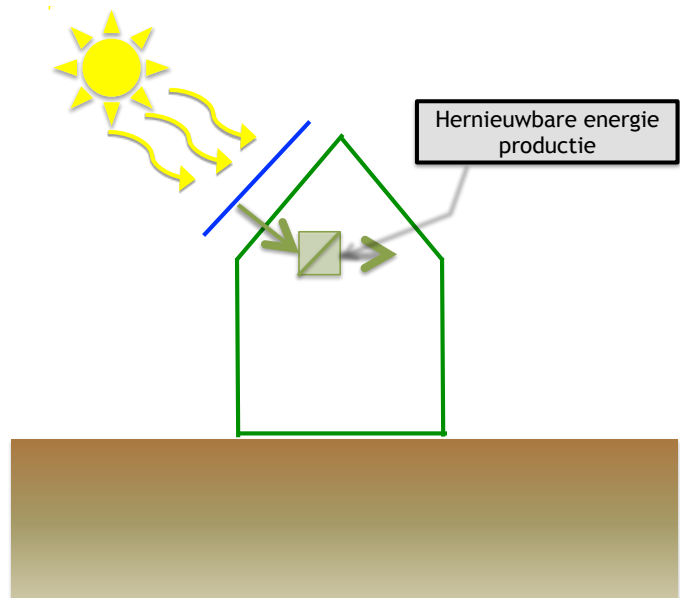
Principe voor NTA 8800: Hernieuwbare energieproductie met een fotovoltaïsche zonne-energiesystemen kan in de NTA berekend worden met de volgende formule:

$$E_H = E_{pr;el} * f_{prim}$$

E_H hernieuwbare energieproductie.

$E_{pr;el}$ op het eigen perceel geproduceerde elektriciteit afkomstig van alle gebouwgebonden zonne-energiesysteem.

f_{prim} primair fossiele energiefactor voor elektriciteit.



Zonnecollector met zonneboiler

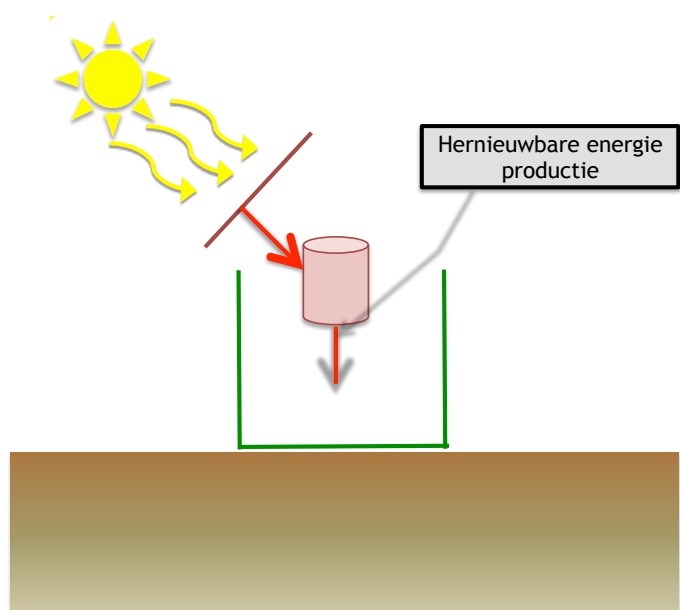
Technologie betreft systemen voor de productie van warm tapwater en ruimteverwarming met een afgedekte collector waarbij de zonneboiler bij de eindgebruiker staat.

Hernieuwbare energieproductie voor BENG-3 is gelijk aan de nuttig inzetbare warmte die beschikbaar komt na het warmteoverdrachtsmedium. Dit betekent dat optische en collectorverliezen niet meetellen voor de realisatie van BENG-3.

Principe voor NTA 8800: Hernieuwbare energieproductie door een zonnecollector met zonneboiler kan in de NTA berekend worden met de volgende formule:

$E_H = Q_{W;ren}$ bijdrage van het zonneboilersysteem aan warm tapwater.

$E_H = Q_{H;ren}$ bijdrage van het zonneboilersysteem aan ruimteverwarming.



3.3 Wind

Windturbine op eigen gebouw

Technologie betreft de productie van elektriciteit met behulp van windturbines geplaatst op of aan gebouwen.

Hernieuwbare energieproductie voor BENG-3 is gelijk aan de elektriciteit die wordt geproduceerd met de windturbine vermenigvuldigd met de primair fossiele energiefactor voor elektriciteit. De nuttig inzetbare elektriciteit die meetelt voor de realisatie van BENG-3 is de hoeveelheid elektriciteit na de omvormer.

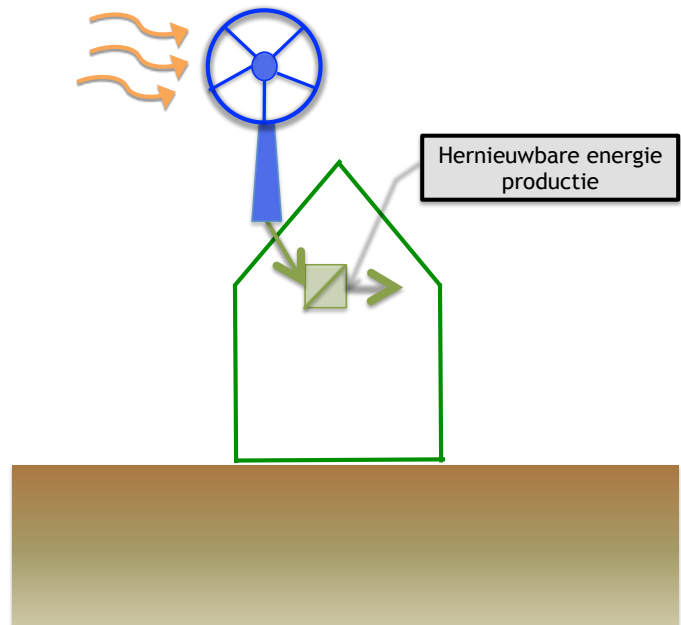
Principe voor NTA 8800: Hernieuwbare energieproductie met een windturbines op het eigen gebouw kan in de NTA berekend worden met de volgende formule:

$$E_H = E_{pr;el} * f_{prim}$$

E_H hernieuwbare energieproductie.

$E_{pr;el}$ op het eigen perceel geproduceerde elektriciteit afkomstig van alle gebouwgebonden windturbines.

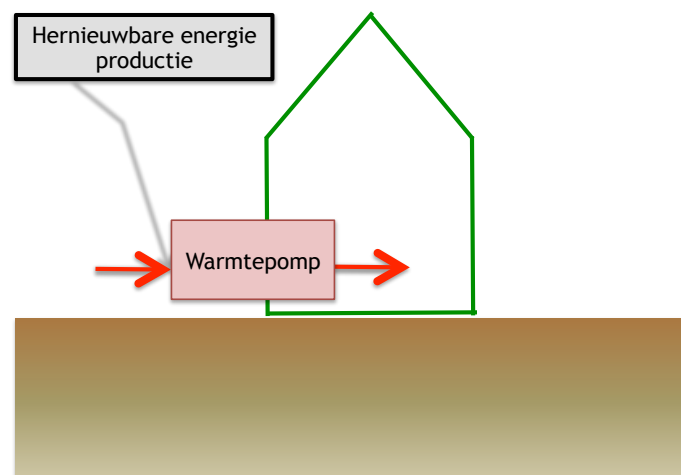
f_{prim} primair fossiele energiefactor voor elektriciteit.



3.4 Aerothermische energie

Elektrische of gas warmtepomp buitenlucht

Technologie betreft het gebruik van omgevingswarmte (buitenlucht) voor de productie van ruimteverwarming en warm tapwater met behulp van een elektrische of gas warmtepomp. In Nederland betreft dit met name het gebruik van lucht-lucht en lucht-water warmtepompen (bijvoorbeeld hybride warmtepomp). Ventilatielucht voldoet daarbij niet aan de definitie van hernieuwbare bronnen en telt dus niet mee. Het omkeren van een luchtwarmtepomp voor het koelen van een gebouw draagt niet bij aan de realisatie van BENG-3 omdat luchtwarmtepompen niet kunnen voldoen aan de eis van een minimale EER van 8.



Hernieuwbare energieproductie voor BENG-3 is daarmee gelijk aan de omvang van de onttrekking van warmte aan de buitenlucht door de warmtepompen (dus voor de warmtepomp).

Principe voor NTA 8800: Hernieuwbare energieproductie door gebruik van omgevingswarmte met een warmtepomp kan in de NTA berekend worden met de volgende formule:

$$E_H = Q_W * (1 - 1 / COP_W) + Q_H * (1 - 1 / COP_H)$$

E_H hernieuwbare energieproductie uit omgevingslucht.

Q_W bijdrage van het warmtepompsysteem aan warm tapwater.

COP_W rendement warm tapwater bereiding. Daarbij dient de $COP_W \geq 1$ te zijn voor bijdrage aan de realisatie van BENG-3.

Q_H bijdrage van het warmtepompsysteem aan ruimteverwarming.

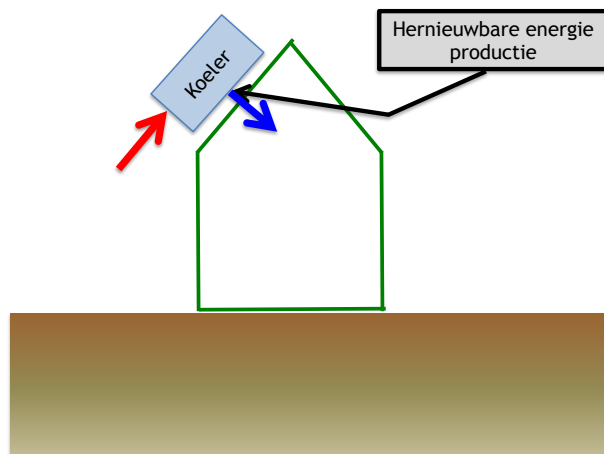
COP_H rendement ruimteverwarming. Daarbij dient de $COP_H \geq 1$ te zijn voor bijdrage aan de realisatie van BENG-3.

Binnen de NTA moet verder voor luchtwarmtepompen die deels gebruik maken van ventilatielucht en deels van omgevingslucht een methodiek worden vastgesteld voor de bepaling van de hoeveelheid warmte die wordt onttrokken aan de buitenlucht omdat alleen deze bijdraagt aan BENG-3. Deze methodiek kan gebaseerd worden op gemiddelde fracties ventilatielucht t.o.v. buitenlucht, maar het is ook mogelijk deze zeer nauwkeurig te bepalen. Dit ter nadere uitwerking door NEN.

Dauwpuntkoeling

Technologie betreft het koelen van de ventilatielucht in gebouwen door middel van verdampend water. Indirecte dauwpuntkoelsystemen bestaan uit een tegenstroom-warmtewisselaar die aan de buitenzijde een hygroscopische en vocht opnemende laag heeft die wordt bevochtigd. Lucht stroomt langs deze laag die hierbij vocht afstaat door warmte te onttrekken aan ventilatielucht (RVO, 2011)²⁰.

Hernieuwbare energieproductie voor BENG-3 is de gelijk aan de hoeveelheid nuttig inzetbare koude die beschikbaar komt aan de uitgang van de koeler.



Principe voor NTA 8800: Hernieuwbare energieproductie kan worden berekend met de volgende formules:

$$E_H = E_{fc} * EER_{fc}$$

E_H hernieuwbare energieproductie.

E_{fc} energiegebruik van het koudeopweksysteem.

EER_{fc} opwekkingsrendement voor het koudeopweksysteem. Daarbij dient de $EER \geq 8$ te zijn voor bijdrage aan de realisatie van BENG-3.

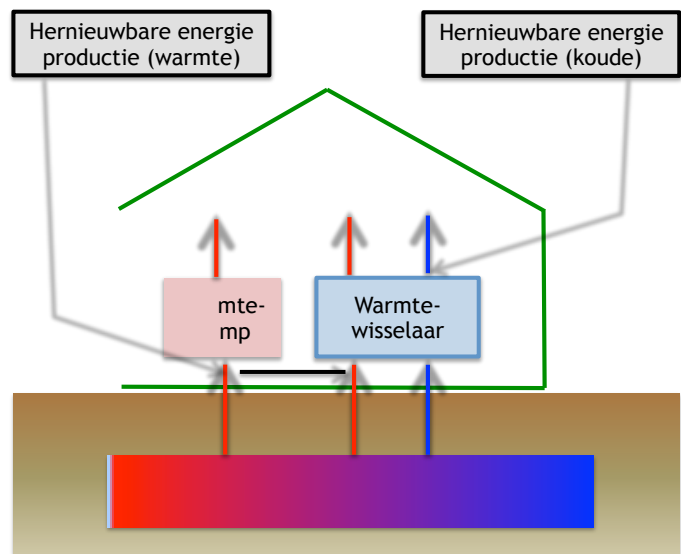
²⁰ RVO (2011) [Koelen met dauwpuntkoeling](#)

3.5 Geothermische energie

Technologie omvat de seizoensopslag van warmte en koude in het bovenste gedeelte van de bodem voor ruimteverwarming, warm tapwater en koeling, ook wel aangeduid met WKO (Warmte Koude Opslag). In het PMHE wordt bij bodemenergie de grens gelegd bij een diepte van 500 m. Bij de toepassing wordt een onderscheid gemaakt naar:

- Open bronnen: het water wordt uit een aquifer opgepompt en teruggevoerd.
- Gesloten bronnen: alleen de warmte en koude worden uit de bodem gehaald met een bodemwarmtewisselaar.

Beide systemen kunnen zowel zonder als met warmtepomp worden toegepast. De benutting van bodemwarmte en -koude zonder warmtepomp wordt in de meeste gevallen toegepast bij open systemen.



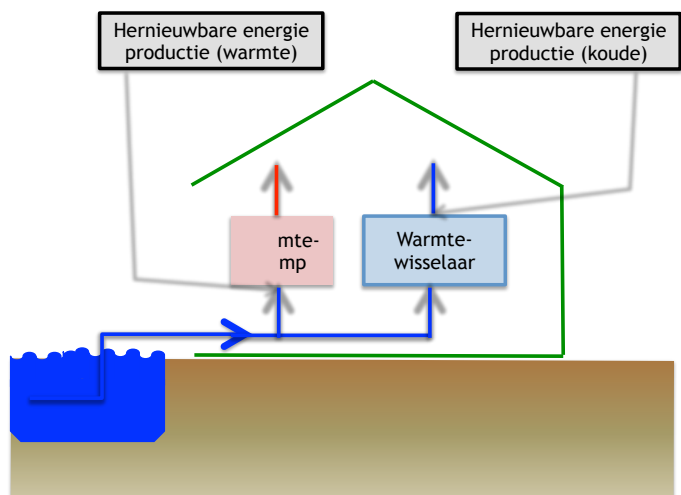
Hernieuwbare energieproductie voor BENG-3 is daarbij voor warmte gelijk gesteld aan de onttrekking van warmte uit de bodem dus voor de eventuele warmtepomp of warmtewisselaar. Voor koude is deze gelijk aan de hoeveelheid koude die beschikbaar komt na de warmtewisselaar.

Principe voor NTA 8800: (i) Hernieuwbare warmteproductie door gebruik van bodemenergie met een warmtepomp idem als voor warmtepompen die gebruik maken van buitenlucht (zie 3.4) en (ii) hernieuwbare koude productie door gebruik van bodemenergie met een warmtepomp idem als voor dauwpuntkoeling met behulp van buitenlucht (zie 3.4).

3.6 Hydrothermische energie

Technologie betreft het gebruik van warmte en koude uit oppervlaktewater voor de productie van ruimteverwarming, warm tapwater en/of koude. Productie van warmte kan zowel met als zonder tussenkomst van een warmtepomp.

Hernieuwbare energieproductie voor BENG-3 is daarbij voor warmte gelijk gesteld aan de onttrekking van warmte uit het oppervlaktewater dus voor de warmtepomp. Voor koude is deze gelijk aan de hoeveelheid koude die beschikbaar komt na de warmtewisselaar. Evenals voor bodemenergie is op dit moment nog bepaald dat de benutting van warmte uit oppervlaktewater zonder warmtepomp en de benutting van koude niet meetelt als hernieuwbare energieproductie. De verwachting is dat dit in de herziene richtlijn wel wordt gewaardeerd.



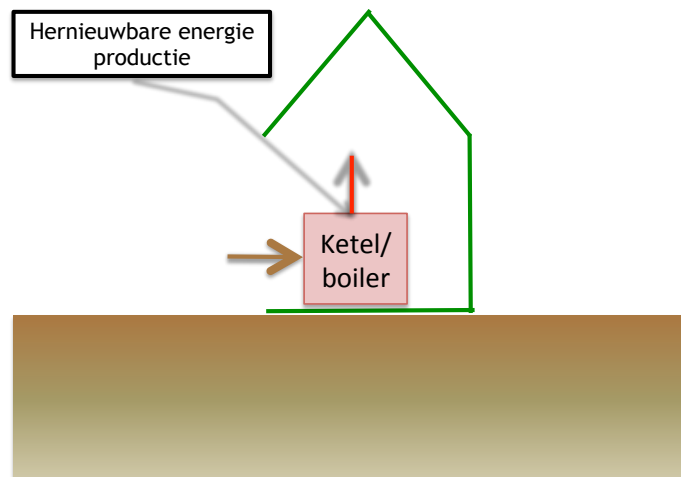
Principe voor NTA 8800: (i) Hernieuwbare warmteproductie door gebruik van bodemenergie met een warmtepomp idem als voor warmtepompen die gebruik maken van buitenlucht (zie 3.4) en (ii)

hernieuwbare koude productie door gebruik van bodemenergie met een warmtepomp idem als voor dauwpuntkoeling met behulp van buitenlucht (zie 3.4).

3.7 Biomassa

Biomassaketels

Technologie betreft de verbranding van hout in een ketel/boiler voor de productie van warm water voor ruimteverwarming en warm tapwater (inzet van warmte voor aandrijving van een adsorptie- of een absorptiekoelmachine is ook mogelijk maar niet erg waarschijnlijk). Het PMHE hanteert een brede definitie van houtketels waarin zowel open haarden, inzethaarden, vrijstaande kachels en barbecues op houtskool worden meegenomen. In de NEN 7120 worden alleen ketels die vallen onder het activiteitenbesluit en “goede” biomassakachels en -ketels die aan specifieke criteria voldoen aangemerkt als hernieuwbare energiebronnen (NEN, 2017)¹⁴.



Hernieuwbare energieproductie voor BENG-3 betreft de energie-inhoud van de nuttig inzetbare warmte die wordt geproduceerd met de ketel/boiler. Dit betekent zoals aangegeven in hoofdstuk 2 dat omzettingverliezen worden verdisconteerd en een stimulans is ingebouwd voor de inzet van efficiënte ketels/boilers.

Principe voor NTA 8800: hernieuwbare energieproductie is daarbij gelijk aan de omvang van de geproduceerde warmte met de biomassaboiler of ketel

$$E_H = B * NCV * (1 - f_{prim}) * n_{eff}$$

E_H hernieuwbare energieproductie.

B biomassa inzet.

NCV verbrandingswaarde biomassa.

f_{prim} primair fossiele energiefactor voor biomassa. In de NEN 7120 wordt voor ketels die vallen onder het activiteitenbesluit een f_{prim} gehanteerd van 0 gehanteerd en voor “goede” biomassakachels en -ketels een f_{prim} van 0,5.

n_{eff} opwekkingsrendement van de biomassaketel of -boiler.

3.8 Externe energielevering uit hernieuwbare bronnen

Externe energielevering omvat de levering van warmte en/of koude via een extern warmte- en/of koudenet. Dit betekent dat de warmte/koude niet door de gebouweigenaar zelf wordt geproduceerd maar door externe partij wordt geleverd.

Warmte- koudenet zonder kwaliteitsverklaring

Het gebouw wordt aangesloten op een warmte- en/of koudenet waarvoor geen gecontroleerde kwaliteitsverklaring beschikbaar is. Dan wordt gerekend met een primair fossiele energiefactor voor aangeleverde energie van 0,9. Daarbij is verondersteld dat de aangeleverde warmte niet wordt geproduceerd uit hernieuwbare bronnen en dus geen bijdrage levert aan het realiseren van de BENG-3 eis.

Warmte- koudenet met kwaliteitsverklaring

Het gebouw wordt aangesloten op een warmte- en/of koudenet waarvoor een gecontroleerde kwaliteitsverklaring is opgesteld. In dat geval mag gerekend worden met het rendement vermeld in de kwaliteitsverklaring. Deze verklaringen geven op dit moment nog geen inzicht in het aandeel hernieuwbare warmte of koude die geleverd wordt. De nieuwe warmtewet verplicht echter alle leveranciers die over een vergunning beschikken in het kader van de warmtewet (vergunninghouders) om in het bestuursverslag te rapporteren over de duurzaamheid van de geleverde warmte waaronder het aandeel hernieuwbare warmte dat is gedefinieerd als (Harmelink, 2018)²¹:

$$\% H_{\text{warmte}} = E_{\text{Hwarmte}} / (E_{\text{Hwarmte}} + E_{\text{prim}} * Q_{\text{levering}})$$

E_{Hwarmte} hernieuwbaar warmtegebruik (GJ)

E_{prim} primair fossiele energie-inzet voor de productie van de warmte (Gp/GJth)

Q_{levering} totale hoeveelheid warmte in rekening gebracht bij eindverbruikers (GJth)

De bepaling van het aandeel hernieuwbaar energiegebruik is daarbij gelijk aan de benadering voor het bepalen van BENG-3. Dit betekent dat de uitkomst van deze indicator in de NTA 8800 direct gebruikt kan worden voor het bepalen van de omvang het hernieuwbaar warmtegebruik voor berekening van BENG-3 voor een gebouw:

$$E_{\text{H}} = \% H * \text{warmte afgenomen van het warmtenet}$$

De verplichting om te rapporteren over het aandeel hernieuwbare koude is nog niet opgenomen in de warmtewet, maar berekeningswijze is vergelijkbaar met die voor hernieuwbare warmte:

$$E_{\text{Hkoude}} = \% H_{\text{koude}} * \text{koude afgenomen van het koudenet.}$$

²¹ Harmelink M (2018) [Duurzaamheid van warmtelevering. Voorstel voor inhoud van de rapportageverplichting onder de Warmtewet](#)

Bijlage: Energietechnieken opgenomen in de NTA 8800

De eerste kolom bevat de lijst van energietechnieken die is opgenomen in de NTA 8800. In de tweede kolom is aangegeven welke van de technieken bijdragen aan hernieuwbare energieproductie en daarmee aan het realiseren van de BENG-3 eis.

Techniek	Bijdrage aan realisatie BENG 3
Fotovoltaïsche zonne-energie (PV)	X
Windmolen op het eigen gebouw	X
Zonnecollector / zonneboilers	X
PVT-panelen	X
Gasgestookte ketels / luchtverwarming / gaskachels	
Elektrische verwarming	
Booster warmtepomp op stadsverwarming (forfaitair rendement) of warmte uit een WKK	
Booster warmtepomp op stadsverwarming (met deel hernieuwbaar)	X
Elektrische of gas warmtepomp bodem	X
Elektrische of gas warmtepomp grondwater	X
Elektrische of gas warmtepomp buitenlucht	X
Elektrische of gas warmtepomp retourlucht	
Elektrische of gas warmtepomp oppervlaktewater	X
Combi warmtepomp met andere bron dan ventilatieretourlucht	X
Biomassa ketel (houtpellets)	X
Stadsverwarming: forfaitair rendement	
Stadsverwarming: met deel hernieuwbaar	X
Gas WKK	
Gasgestookte warmwater toestellen (geiser & combiketels)	
Elektrische boiler & elektrisch doorstroomtoestel	
Compressie koeling	
Gasmotor koelmachine	
Absorptie koeling op stadsverwarming (forfaitair rendement) of warmte uit een WKK	
Absorptie koeling op stadsverwarming (met deel hernieuwbaar)	X
Vrije koeling: koudeopslag	
Vrije koeling: dauwpuntkoeling	X
Vrije koeling: grondwater	X
Vrije koeling: oppervlaktewater	X
Zomernachtventilatie	
(Douche) WTW	

Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Slachthuisstraat 71 | 6041 CB Roermond
Postbus 965 | 6040 AZ Roermond
T +31 (0) 88 042 42 42
E: klantcontact@rvo.nl
www.rvo.nl

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | augustus 2018
Publicatienummer: RVO-157-1801/RP-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO.nl werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO.nl is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

Dit document is in opdracht van RVO.nl opgesteld.
Neem contact met ons op als u een toegankelijkheidsprobleem ervaart.
www.rvo.nl/over-rvonl/contact/alle-contactmogelijkheden-op-een-rij
Wij maken het dan graag alsnog voor u in orde!