



Planbureau voor de Leefomgeving

AANVULLENDE BEREKENINGEN SDE+ 2019

Notitie

Sander Lensink (editor)

7 december 2018

PBL

Colofon

Aanvullende berekeningen SDE+ 2019

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2018

PBL-publicatienummer: 3461

Contact

sde@pbl.nl

Auteurs

Sander Lensink (PBL) (editor), Iulia Pișcă, Bart Strengers (PBL), Maroeska Boots, Marcel Creemers, Bart in 't Groen, Jasper Lemmens, Eeke Mast (DNV GL), Luuk Beurskens, Jeroen Daey Ouwens, Koen Smekens, Ayla Uslu (ECN part of TNO), Harmen Mijnlief (TNO)

Redactie figuren

Beeldredactie PBL

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: [Lensink (2018), Aanvullende berekeningen SDE+ 2019, Den Haag: PBL].

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is voor alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

Inhoud

Advies	4
1. Bevindingen geothermie	6
1.1 Ondiepe geothermie warmte; ≥ 300 meter, < diepte basis van de Noordzee Groep; Geen Basislast	6
1.2 Ondiepe geothermie warmte; ≥ 300 meter, < diepte basis van de Noordzee Groep; Basislast	9
1.3 Geothermie warmte; $\geq$ diepte basis van de Noordzee Groep, <4000 meter; Geen basislast	9
2. Thermische Energie uit Oppervlaktewater	11
3. Bevindingen composteringswarmte	14
3.1 Composteringswarmte bij champignonkwekerijen	14
4. Indicatieve berekening basisbedragen daglichtkas	16
4.1 Algemene observaties	16
4.2 Referentie-installatie	16
4.3 Analyse basisbedrag	17
Bijlage A Geothermie; definities	18
Lijst van definities – Geothermie	18

Advies

Tijdens het onderzoek heeft het PBL van diverse partijen verzoeken gehad om extra categorieën door te rekenen. Veel van deze doorrekeningen staan in dit rapport, dat als aanvulling dient op het algemene eindadvies basisbedragen SDE+ 2019. Opname van een categorie in het algemene eindadvies impliceert niet dat PBL ook voor of tegen openstelling van de betreffende categorieën in de SDE+-regeling adviseert. Hetzelfde geldt voor opname van een categorie in dit rapport. Wel is er een belangrijk onderscheid. Bij de categorieën die in dit rapport staan, heeft het PBL bedenkingen van methodologische of onderzoekstechnische aard. Deze bedenkingen staan in tabel 1. In een enkel geval betreft het een categorie die buiten de expliciete huidige kaders valt. Voor de meeste categorieën adviseert PBL om extra kaders opstellen om ongewenste precedentwerking voor te zijn. Daarom maakt PBL een voorbehoud om de categorieën pas open te stellen nadat EZK kaders heeft bepaald met betrekking tot de elementen die bij de overweging staan.

Tabel 1 Categorieën in dit rapport.

	Basisbedrag (€/kWh)	Overweging
Ondiepe geothermie warmte; geen basislast	0,077	- laagwaardige warmte - differentiatie naar warmtevraag - uitgesloten in uitgangspunten adviesvraag
Ondiepe geothermie warmte; basislast	0,062	- laagwaardige warmte - uitgesloten in uitgangspunten adviesvraag
Geothermie warmte; geen basislast	0,098	- differentiatie naar warmtevraag
Thermische Energie uit Oppervlaktewater	0,108	- laagwaardige warmte - bevat WKO als integraal onderdeel
Composteringswarmte bij champignonkwekerijen	0,044	- laagwaardige warmte - niet technologie-neutraal
Daglichtkas	0,040 (indicatief)	- laagwaardige warmte - bevat WKO als integraal onderdeel - mogelijk teeltafhankelijk - integrale installatie

De overwegingen die in tabel 1 genoemd worden, worden hieronder nader geduid.

Laagwaardige warmte (ondiepe geothermie, thermische energie uit oppervlaktewater, composteringswarmte, daglichtkas)

De SDE+-regeling maakt geen onderscheid in waarde tussen laagwaardige warmte, hoogwaardige warmte of stoom. Prijsverschillen in de markt zouden echter gereflecteerd moeten zijn in de correctiebedragen. Op dit moment heeft het PBL onvoldoende kijk op de prijs van laagwaardige warmte waarbij de kosten van het lagetemperatuurafnamesysteem niet in de prijs verrekend is. Warmteafnamesystemen vallen immers buiten de kaders van de SDE+-berekeningen. Er is echter geen a-priori-reden waarom laagwaardige warmte niet via de SDE+ ondersteund zou kunnen worden.

Differentiatie naar warmtevraag (diepe en ondiepe geothermie geen basislast)

De specifieke productiekosten van hernieuwbare energie hangen af van het productievolume. Het productievolume, of het aantal vollasturen voor een typische installatie, kan bij warmte nauw samenhangen met de karakteristieke eigenschappen van de warmtevrager. Hierdoor is er aanleiding om de subsidiehoogte op flexibele wijze af te laten hangen van het aantal vollasturen. Dat kan door meerdere categorieën open te stellen met een verschillend aantal vollasturen, of via een warmtestaffel zoals hij in 2018 in de SDE+-categorie voor grote biomassaketels is geïntroduceerd. In beide genoemde gevallen wordt de subsidie gedifferentieerd naar warmtevraag. De introductie van de warmtestaffel in 2018 is nog onvoldoende geëvalueerd – ook omdat de staffel in de najaarsronde 2018 afweek van de staffel in de voorjaarsronde 2018. Het PBL adviseert om eerst de warmtestaffel te evalueren voordat een verbreding van differentiatie naar warmtevraag in de SDE+ wordt doorgevoerd.

Uitgesloten in uitgangspunten adviesvraag (ondiepe geothermie)

In beginsel heeft het PBL de ruimte in de adviesvraag om categorieën door te rekenen, die niet eerder zijn opengesteld in de SDE+. In enkele gevallen zijn bepaalde categorieën expliciet uitgesloten. Om recht te doen aan de inbreng van de marktconsultatie, meent het PBL toch een doorrekening te moeten delen met het ministerie van EZK.

Bevat WKO als integraal onderdeel (thermische energie uit oppervlaktewater, daglichtkas)

Installaties voor warmtekoude-opslag zijn in veel situaties, maar niet alle, rendabel. Generieke subsidies in een markt die deels economisch rendabel is, leiden tot verhoudingsgewijs veel *free riders* en kan prijsopdrijvend werken. Toepassing van een WKO kan effecten hebben op het aantal vollasturen van een hernieuwbare productie-installatie, wat weer invloed heeft op de berekende basisbedragen. Allemaal argumenten waarom het PBL denkt dat de kosteneffectiviteit van de SDE+-regeling verslechtert als WKO-installaties op generieke wijze via de SDE+ ondersteund worden.

Niet technologie-neutraal (composteringswarmte bij champignonkwekerijen)

De berekening van een categorie is sterk afgestemd op één specifieke techniek. Hierbij is het best mogelijk dat het potentieel en het aantal mogelijke projecten groot is, maar is onvoldoende duidelijk of er concurrerende technieken zijn die hetzelfde doel kunnen behalen.

Integrale installatie (daglichtkas)

Het kan zijn dat de hernieuwbare-energie-installatie is ingebed in een geïntegreerde installatie, waarbij enkele systeemcomponenten zich niet lijken te lenen voor ondersteuning door de SDE+, of waardoor een strakke systeemaafbakening om tot een kostenberekening te kunnen komen, nog niet beschikbaar is. Nadere kaderstelling om tot een systeemaafbakening te komen, is wenselijk.

Mogelijk teeltafhankelijk (daglichtkas)

Het gebruik van de technologie is afhankelijk van de teelt. Omdat deze periodiek kan wijzigen, zou ook het basisbedrag afhankelijk moeten kunnen zijn van de teelt. Hier voorziet de SDE+-regeling niet in. Verder zou in deze gevallen de SDE+-subsidie invloed kunnen gaan hebben op de teeltkeuze, hetgeen volgens het PBL een ongewenst neveneffect van de SDE+ zou zijn.

1. Bevindingen geothermie

1.1 Ondiepe geothermie warmte; ≥ 300 meter, < diepte basis van de Noordzee Groep; Geen Basislast

1.1.1 Uitgangspunten en rekenmethode

Om tegemoet te komen aan signalen uit de markt om het geothermische potentieel te kunnen benutten van de aardlagen vanaf 300 meter, is deze aparte categorie doorgerekend. Bij ondiepe geothermie (OGT) wordt aardwarmte namelijk onttrokken uit ondiepere formatielagen, dan de dieptes welke tot nu toe in de SDE+-regeling waren opgenomen (SDE+ 2018 ondersteund projecten vanaf 500 meter en dieper). In vergelijking met diepe geothermie projecten ligt de temperatuur van ondiepe geothermieprojecten dan ook lager.

Daarnaast bestaat de Nederlandse ondergrond tot een diepte van 0 tot maximaal circa 1800 meter uit de ongeconsolideerde sedimenten van de Noordzee Groep: zand en klei. Op seismiek en in boringen is dit interval (Noordzee Groep) eenduidig te herkennen en te definiëren op nagenoeg elke locatie in Nederland. Ondiepe geothermie wordt in dit SDE+ 2019 advies gedefinieerd als het winnen van aardwarmte uit de formatielagen van de lithostratigrafische "Noordzee Groep". Een logische categoriegrens tussen ondiepe en diepe geothermie wordt daarom ook niet door een diepte (bijv. 500 meter) gegeven, maar door een formatielaag. Daarom stellen we voor om de basis van de Noordzee groep te hanteren als scheidslijn tussen ondiepe geothermie en diepe geothermie.

De grens van 300 meter sluit goed aan bij het toepassingsgebied van WKO-systemen. Deze WKO-systemen opereren veelal op dieptes tot 200 meter. De SDE+ 2019 geldt namelijk voor ondiepe geothermieprojecten die warmte winnen uit diepere aardlagen, en geldt niet voor WKO-systemen. Opslagsystemen (zoals WKO en andere seizoensopslagsystemen) zijn expliciet uitgesloten onder deze categorie "Ondiepe geothermie warmte; ≥ 300 meter, < diepte basis van de Noordzee Groep; Geen Basislast".

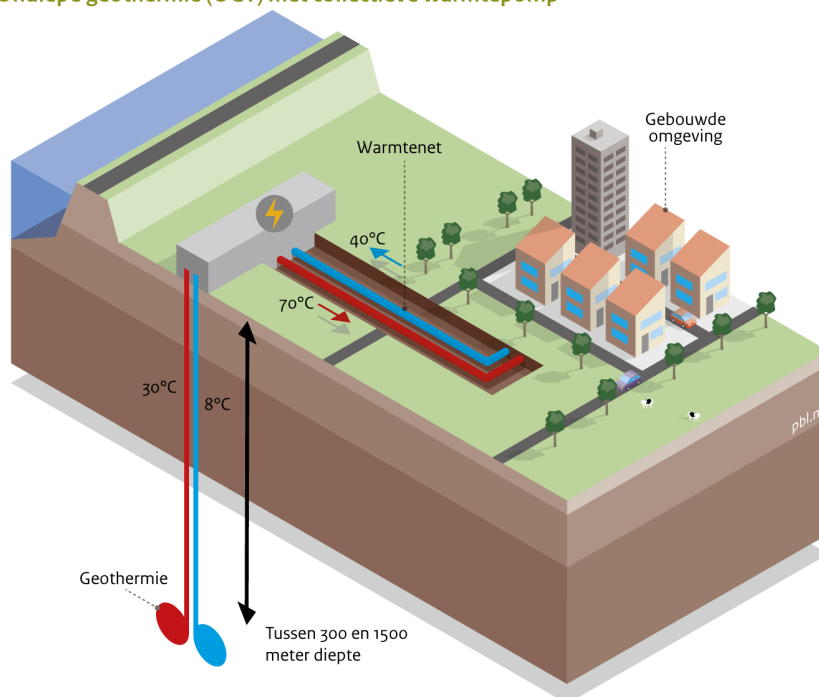
Eén absolute dieptebegrenzing voor OGT ligt in de praktijk niet vast want die is gedefinieerd als de basis van de Noordzee Groep en deze varieert over Nederland. Gezien de aard van het sediment, ongeconsolideerd / niet gelithificeerd, is het de verwachting dat het merendeel van de Noordzee Groep doelaquifers aan te boren zijn met gebruikelijke grondwaterboortech-nieken of met vereenvoudigde olie-/gasboortech-nieken. De productie-temperatuur van ondiepe geothermie ligt tussen de 20 en 55°C.

De temperatuur van het productiewater is hierbij afhankelijk van de diepte van de bron, maar dient in bijna alle gevallen nog te worden verhoogd middels een warmtepomp. Dit maakt dat voor deze categorie de warmteafgifte na de warmtepomp leidend is, en niet de warmteonttrekking uit de bodem.

OGT kan in combinatie met een warmtenet op twee manieren worden toegepast in de gebouwde omgeving waarvoor een beperkt aantal vollasturen geldt (geen basislast): directe warmtelevering en warmtelevering met een collectieve warmtepomp. In het eerste geval

wordt de warmte meteen geleverd aan afnemers die elk over een individuele warmtepomp beschikken, waarbij de woningen geschikt dienen te zijn voor laagtemperatuurverwarming (bijvoorbeeld goed geïsoleerde woningen, voorzien van vloerverwarming). Tapwater vraagt een temperatuur van 55°C. Hiervoor kan in het pand een boosterwarmtepomp of andere oplossing ingezet worden. Als de ruimteverwarming een hogere temperatuur vraagt, kan bijvoorbeeld een collectieve warmtepomp worden toegepast. In dat geval wordt de warmte uit de ondergrond eerst opgewaardeerd met een warmtepomp tot circa 50 of 70°C, waarna deze warmte wordt geleverd aan de afnemers. Hierbij is een matige tot goede isolatie van gebouwen gewenst en is geen of beperkte aanpassing in het warmte-afgiftesysteem nodig. De geothermische putten van OGT systemen kunnen geothermische warmte winnen middels verticale, maar ook middels meer horizontaal geboorde putten.

Ondiepe geothermie (OGT) met collectieve warmtepomp



Bron: PBL, ECN part of TNO, DNV-GL, TNO AGE

Figuur 1.1: Schematisch voorstelling OGT met collectieve warmtepomp

Voor de referentiecasse voor het eindadvies SDE+2019 gaan we uit van een doublet met verticale putten en een collectieve warmtepomp. De hier vermelde gegevens zijn gebaseerd op literatuurgegevens. Er zijn momenteel nog geen dergelijke projecten gerealiseerd en geologische informatie over de ondiepe ondergrond is minder bekend. Literatuur duidt op een technisch potentieel van 229 PJ per jaar, waarbij aangegeven wordt dat lage temperatuur aardwarmte een belangrijke aanbieder kan zijn van duurzame warmte in stedelijk gebied.

Als referentieboordiepte wordt 750 meter ondersteld, dit stemt overeen met een onttrekkingstemperatuur van 30 °C en gaat uit van een retourtemperatuur van 8 °C. Het onttrekingsdebiet bedraagt 100 m³/uur. Het thermisch vermogen van de hele installatie wordt uitgelegd op het thermisch vermogen van de warmtepomp en bedraagt 3,8 MW_{th}. Overweegen kan worden om in de uitvoeringsregeling op te nemen dat de COP van de warmtepomp minstens 4,5 moet bedragen. Verder wordt verondersteld dat er geen kosten moeten gemaakt worden voor een *gas blow-out preventor*. In de Tabel 1.1 hieronder staan de technisch-economische parameters van de referentie-installatie. Kosten voor de warmtepomp zijn wel meegenomen, kosten voor het warmtedistributienetwerk en kosten voor lokale aansluitingen niet.

Tabel 1.1 Technisch-economische parameters Ondiepe geothermie warmte; ≥ 300 meter, < diepte basis van de Noordzee Groep; Geen Basislast

Parameter	Eenheid	Eind advies SDE+ 2019
Thermisch outputvermogen	[MW]	3,8
Vollasturen warmteafzet	[uur/jaar]	4000
Investeringskosten	[€/kW _{th} output]	1259
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th} output/jaar]	138
Variabele O&M-kosten	[€/kWh _{th} output/jaar]	0,0019

Ook de variant van OGT met horizontaal geboorde leidingen is doorgerekend. Hierbij is elke boorput 1200 meter lang met een filterdeel van 500 meter. Dit type project heeft een hoger haalbaar debiet (300 m³/uur) en een hoger vermogen. Voor een installatie op dezelfde diepte is de CAPEX per kW_{th} vergelijkbaar, maar de OPEX per kW_{th} ligt iets lager. Deze combinatie leidt tot een basisbedrag dat iets lager ligt dan dat van de referentie-installatie hierboven beschreven. Daarom zou voor horizontaal geboorde OGT geen aparte categorie gehanteerd hoeven te worden, maar kan deze binnen de hier beschreven OGT-categorieën vallen.

1.1.2 Overzicht basisbedragen

In onderstaande tabel zijn het basisbedrag en enkele andere subsidie parameters weergegeven, voor de categorie Geothermie warmte ≥ 300 en < Basis Noordzee Groep meter Geen basislast.

Tabel 1.2 Technisch-economische parameters Ondiepe geothermie warmte; ≥ 300 meter, < diepte basis van de Noordzee Groep; Geen Basislast

Parameter	Eenheid	Eind advies SDE+ 2019
Basisbedrag	[€/kWh]	0,077
Looptijd subsidie	[jaar]	15
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement	

1.2 Ondiepe geothermie warmte; ≥ 300 meter, < diepte basis van de Noordzee Groep; Basislast

1.2.1 Uitgangspunten en rekenmethode

Deze categorie verschilt van de vorige categorie enkel door het aantal vollasturen. In plaats van 4000 uur wordt nu met 6000 uur gerekend, typerend voor een project in de glastuinbouw of een andere afnemer met een meer continue warmtevraagprofiel. Het hogere aantal vollasturen werkt door in de operationele kosten waarin de stroomkosten voor de warmtepomp en ESP van het doublet zijn inbegrepen. De specifieke investeringskosten zijn dezelfde als die van de OGT-installatie, geen basislast. Opslagsystemen (zoals WKO en andere seizoensopslagsystemen) vallen niet onder de categorie zoals hier doorgerekend.

Tabel 1.3 Technisch-economische parameters Ondiepe geothermie warmte; ≥ 300 meter, < diepte basis van de Noordzee Groep; Basislast

Parameter	Eenheid	Eindadvies SDE+ 2019
Thermisch outputvermogen	[MW]	3,8
Vollasturen warmteafzet	[uur/jaar]	6000
Investeringskosten	[€/kW _{th} output]	1259
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th} output/jaar]	192
Variabele O&M-kosten	[€/kWh _{th} output/jaar]	0,0019

1.2.2 Overzicht basisbedragen

Tabel 1.4 Technisch-economische parameters Ondiepe geothermie warmte; ≥ 300 meter, < diepte basis van de Noordzee Groep; Basislast

Parameter	Eenheid	Eindadvies SDE+ 2019
Basisbedrag	[€/kWh]	0,062
Looptijd subsidie	[jaar]	15
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement	

1.3 Geothermie warmte; $\geq$ diepte basis van de Noordzee Groep, <4000 meter; Geen basislast

1.3.1 Uitgangspunten en rekenmethode

In deze paragraaf wordt de beschrijving van de referentie-installatie voor de categorie 'Geothermie warmte; $\geq$ diepte basis van de Noordzee Groep, <4000 meter; Geen basislast' nader toegelicht. De kosten voor opslagsystemen (zoals warmte-koude-opslag en andere seizoensopslagsystemen) zijn in deze categorie niet meegewogen.

In deze categorie worden geothermiesystemen beschouwd ter verduurzaming van bijvoorbeeld warmtenetten of ter transitie naar gasloze woonwijken en utiliteitsgebouwen, al dan niet in combinatie met andere duurzame warmtebronnen. Een geothermieproject dat warmte levert aan een warmtenet in de gebouwde omgeving, kent minder vollasturen per jaar dan

een geothermisch project dat haar warmte levert aan de glastuinbouw sector¹. Om hiervoor een verschil te maken wordt deze categorie 'Geothermie warmte; $\geq$ diepte basis van de Noordzee Groep, <4000 meter; Geen basislast' geadviseerd, waarin de geothermische warmte wordt geleverd aan een warmtenet en waarbij de geothermische bron minder vol-lasturen kent dan bij levering van warmte aan glastuinbouwprojecten.²

De techno-economische parameters voor de gebruikte referentie binnen deze categorie zijn weergegeven in onderstaande tabel 1.5.

Tabel 1.5 Technisch-economische parameters voor Geothermie warmte; $\geq$ diepte basis van de Noordzee Groep, <4000 meter; Geen basislast

Parameter	Eenheid	Eind advies SDE+ 2018	Eindadvies SDE+ 2019
Thermisch outputvermogen	[MW]	11	14
Vollasturen warmteafzet	[uur/jaar]	3500	3500
Investeringskosten	[€/kW _{th} output]	2359	1909
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th} output/jaar]	89	101
Variabele O&M-kosten	[€/kW _{th} output/jaar]	0,0019	0,0019

1.3.2 Overzicht basisbedragen

In tTabel 1.6 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidie parameters weergegeven, voor de categorie: "Geothermie warmte; $\geq$ diepte basis van de Noordzee Groep, <4000 meter; Geen basislast".

Tabel 1.6 Overzicht subsidieparameters Geothermie warmte; $\geq$ diepte basis van de Noordzee Groep, <4000 meter; Geen basislast

Parameter	Eenheid	Eindadvies SDE+ 2019
Basisbedrag	[€/kWh]	0,098
Looptijd subsidie	[jaar]	15
Basisprijs SDE+ 2019	[€/kWh]	0,012
Voorlopig correctiebedrag 2019	[€/kWh]	0,019
Berekeningswijze correctiebedrag	90% x TTF _{LHV}	

¹ Er is uitgegaan van een zogenaamd badkuippatroon in het warmtevraagprofiel van de referentiecasi (hoge warmtevraag in de wintermaanden, en een beduidend lagere vraag tijdens de zomermaanden). Dit leidt ertoe dat de referentie geothermische installatie voor 'geen basislastprojecten' 3500 vollasturen maakt. Uit de marktconsultatie kwamen signalen dat in grote stedelijke warmtenetten geothermie met een hoog aantal vollasturen (6000 á 7000 uur op jaarbasis), dus als basislast, ingezet kan worden. Hiertoe is echter de categorie 'Geothermie warmte; $\geq$ diepte basis van de Noordzee Groep, <4000 meter; Basislast' geschikt.

² Overwogen kan worden als voorwaarde voor deze categorie op te nemen dat ten minste 50% van de geproduceerde geothermische warmte direct aan een gebiedsverwarmingsdistributienetwerk geleverd wordt. Deze voorwaarde laat nog wel toe dat erbij nog hoge retourtemperatuur na de eerste afnemer, cascadering kan toegepast worden waarbij bij een tweede afnemer de retourtemperatuur verder uitgeoeld wordt ten behoeve van zijn laagwaardigere warmtevraag.

2. Thermische Energie uit Oppervlaktewater

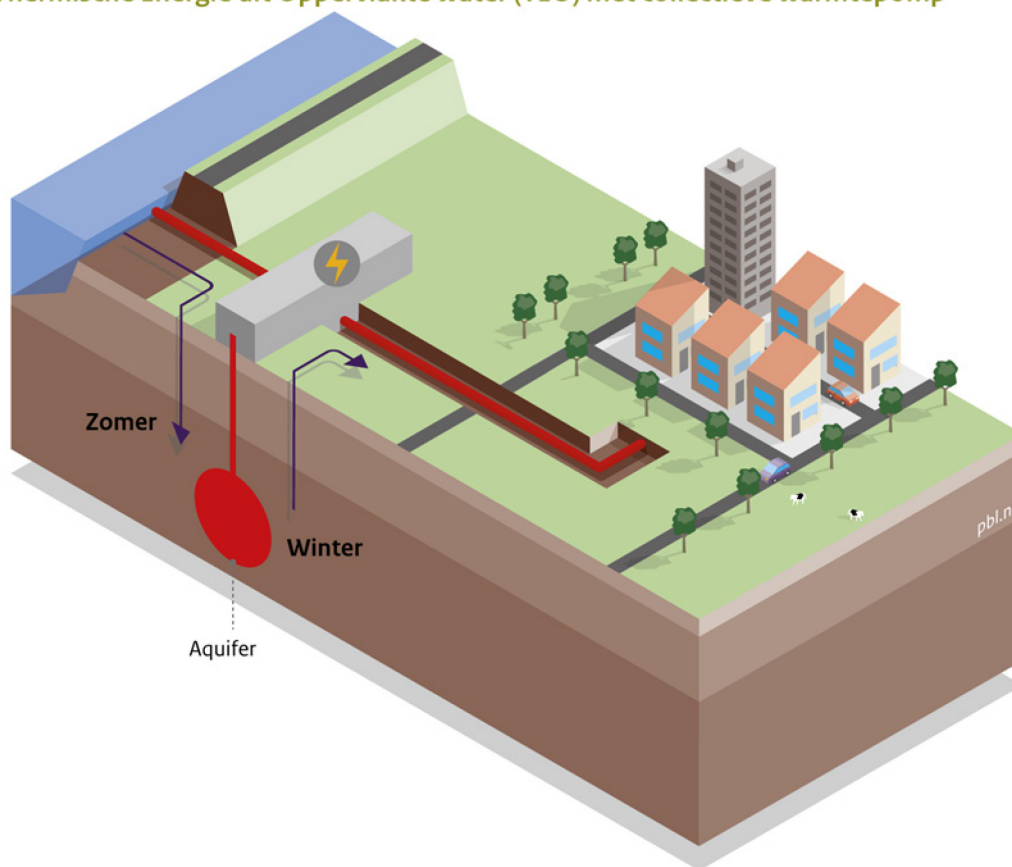
2.1.1 Uitgangspunten en rekenmethode

Om het thermisch potentieel van oppervlaktewater te kunnen benutten, is in de marktconsultatie voorgesteld om deze nieuwe categorie toe te voegen aan de SDE+-regeling. Bij Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) wordt warmte of koude, middels een warmtewisselaar onttrokken uit het oppervlaktewater. Dit kan zowel stromend als stilstaand oppervlaktewater zijn. De temperatuur van het oppervlaktewater is afhankelijk het seizoen (in de zomer ligt de temperatuur beduidend hoger dan in de winter). Middels een warmtepomp wordt de temperatuur op het gewenste niveau voor ruimteverwarming en/of tapwaterverwarming gebracht. Gebruikelijk is om de thermische energie op te slaan in een WKO-systeem, om zodoende in de winterperiode met een kleinere temperatuurlift van de warmtepomp uit te kunnen. Indien geen WKO-systeem gebruikt wordt, is het noodzakelijk een warmtepomp in te zetten die een groter temperatuurlift kan leveren, voornamelijk in de winterperiode, wanneer de temperatuur van het oppervlakte water laag is, en de warmtevraag van de gebouwen het grootst is. Het gebruik van een warmtepomp bij een TEO-installatie maakt dat voor deze categorie de warmteafgifte na de warmtepomp leidend is, en niet de warmteonttrekking uit het oppervlaktewater.

TEO kan in combinatie met een warmtenet op twee manieren worden toegepast in de gebouwde omgeving: directe warmtelevering en warmtelevering met een collectieve warmtepomp. In het eerste geval wordt de warmte direct geleverd aan de afnemers die elk over een individuele warmtepomp beschikken, waarbij de woningen geschikt moeten zijn voor lage-temperatuurverwarming (bijvoorbeeld goed geïsoleerde woningen voorzien van vloerverwarming). Voor tapwater moet in huidige regelgeving de temperatuur 55°C zijn. Hiervoor is in het pand een boosterwarmtepomp of andere oplossing nodig.

Als de ruimteverwarming een hogere temperatuur vraagt, kan een collectieve warmtepomp worden toegepast. In dat geval wordt de opgeslagen warmte uit de ondergrond opgewaardeerd met een warmtepomp tot circa 50-70°C, waarna deze warmte wordt geleverd aan de afnemers. Hierbij is een matige tot goede isolatie van gebouwen gewenst en is geen of beperkte aanpassing in het afgiftesysteem nodig. Figuur 2.1 geeft een voorbeeld van het referentiesysteem, waarbij thermische energie uit oppervlaktewater wordt gecombineerd met een WKO-systeem en een collectieve warmtepomp.

Thermische Energie uit Oppervlakte water (TEO) met collectieve warmtepomp



Bron: PBL, ECN part of TNO, DNV-GL, TNO AGE

Figuur 2.1: Voorbeeld van een schematisch voorstelling TEO met collectieve warmtepomp

Voor de referentiecasse gaan we uit van een TEO-systeem, waarbij alleen warmte en geen koude wordt geleverd, uitgevoerd met een WKO-systeem en een collectieve warmtepomp. In tabel 2.1 staan de technisch-economische parameters van de referentie-installatie. Kosten voor de warmtepomp zijn wel meegenomen, kosten voor het warmtedistributienetwerk en kosten voor lokale aansluitingen niet.

Tabel 2.1 Technisch-economische parameters Thermische Energie uit Oppervlakte-water

Parameter	Eenheid	Eindadvies SDE+ 2019
Thermisch outputvermogen	[MW]	0,88
Vollasturen warmteafzet	[uur/jaar]	1500
Investeringskosten	[€/kW _{th} output]	748
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th} output/jaar]	71
Variabele O&M-kosten	[€/kWh _{th} output/jaar]	0,0019

2.1.2 Overzicht basisbedragen

In tabel 2.2 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidie parameters weergegeven, voor de categorie: "Thermische Energie uit Oppervlaktewater".

Tabel 2.2 Technisch-economische parameters Thermische Energie uit Oppervlakte-water

Parameter	Eenheid	Eindadvies SDE+ 2019	Indicatieve berekening excl. WKO
Basisbedrag	[€/kWh]	0,108	0,086
Looptijd subsidie	[jaar]	15	15
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement		

3. Bevindingen

composterings- warmte

3.1 Composteringswarmte bij champignonkwekerijen

3.1.1 Inleiding

Bij composteren wordt organische stof aeroob omgezet in humus. Het proces is exogeen en er komt dus warmte vrij. Composteren is een relatief simpele, oude en bewezen techniek die in Nederland veelvuldig wordt toegepast, met name voor groenafval. Het type installatie dat hier nader wordt onderzocht, betreft een locatie waar residuen uit de champignonkweek worden gebruikt. Binnen Nederland zijn er diverse locaties waar hernieuwbare warmte op deze manier gewonnen kan worden. Deze installatie verschillen op enkele redenen van de standaard grootschalige composteringsinstallaties:

- De installatie staat direct bij de champignonkwekerij, terwijl composteringsinstallaties vaak grootschalig zijn en decentraal staan opgesteld.
- Champost (champignonmest) is doorgaans geen grondstof voor compostering, al is er in het verleden wel geëxperimenteerd met het composteren van mest (champost bestaat deels uit mest).
- De proceswarmte wordt teruggewonnen en kan geleverd aan nabijgelegen warmtevragers, zoals glastuinbouw en open tuinbouw.
- Alle composteertunnels, technische installaties en opslagfaciliteiten zijn inpandig. De laad- en losfaciliteiten overigens niet.

Door de status van dierlijke mest is lokale afzet van champost (of afzet in Duitsland) vrijwel onmogelijk en wordt het product noodgedwongen over grote afstanden getransporteerd. Dit leidt tot hoge kosten voor de telers. Er is in het verleden een groot aantal routes onderzocht om de champost kosteneffectief te verwerken zoals vergisting, verbranding, vergassing en raffinage. Door het hoge gehalte aan as en zouten in de grondstof is er doorgaans sprake van een groot aantal technische en financiële problemen en er is tot nu toe nog geen echte goed werkende oplossing voor het probleem.

3.1.2 Beschrijving referentie-installatie compostering

Aangenomen is dat composteringsinstallaties van champost in de toekomst decentraal geplaatst zullen worden, dus niet bij de kwekers zelf. De typische businesscase zoals voorgesteld is daarom groter dan de huidige proeflocaties. Daarom beperken we ons tot grootschalige compostering met warmtelevering van meer dan 500 kW.

Een eenvoudige massabalans leert dat ongeveer 60.000 ton champost per jaar à 1,99 GJ/t wordt omgezet in 40.000 ton schoon water (en afbraak van stof) en 20.000 ton compost. De financiële meerwaarde ontstaat voornamelijk doordat het water op locatie tegen nul kosten kan worden geloosd – de overblijvende compost met circa 65% droge stof kent namelijk nog

steeds hoge afzetkosten van 10 tot 12 €/t. Er resteert dan gemiddeld een negatieve prijs (dat wil zeggen met opbrengsten voor de producent) voor de ingaande biomassa. De warmte die vrijkomt wordt aan externen geleverd en vertegenwoordigt een waarde gelijk aan het equivalent aan ruim 3,3 miljoen kuub aardgas. De warmte wordt overigens ook deels intern gebruikt voor hygiënisering van de champost. Het rendement schatten we op 85-90% (gemiddeld 87%).

In Tabel 3.1 staan de technisch-economische parameters voor warmtelevering via composteren van biomassa.

Tabel 3.1: Technisch-economische parameters warmtelevering via composteren > 500 kW

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019
Inputvermogen	[MW input]	6,4
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	5200
Investeringskosten	[€/kW output]	1084
Vaste O&M-kosten	[€/kW output]	127
Thermisch rendement	%	87%
Energie-inhoud brandstof	[GJ biogas/t]	1,99
Grondstofkosten	[€/t]	-3,7

In Tabel 3.2 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 3.2: Overzicht subsidieparameters warmtelevering via composteren > 500 kW

	Eenheid	Advies SDE+ 2018	Advies SDE+ 2019
Basisbedrag SDE+ 2019	[€/kWh]	-	0,044
Looptijd subsidie	[jaar]	-	12
Basisprijs SDE+ 2019	[€/kWh]	-	0,019
Voorlopig correctiebedrag 2019	[€/kWh]	-	0,026
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + EB + ODE) / gasketelrendement		

4. Indicatieve berekening basisbedragen daglichtkas

4.1 Algemene observaties

Na afloop van de marktconsultatie is vanuit de markt een verzoek binnengekomen om te kijken naar de mogelijkheid van een apart basisbedrag voor een daglichtkas. De daglichtkas maakt direct gebruik van warmte van de zon en is daarmee een vorm van zonthermie. Door de late aanlevering van het verzoek tot doorrekening, heeft het PBL slechts een indicatieve doorrekening kunnen maken.

De aangeleverde kostencijfers zijn duidelijk en duidelijk is wat de referentie-kosten zijn, dat wil zeggen welke kosten er vermeden worden middels de systemen van de daglichtkas. Op diverse plekken zijn echter de systeemgrenzen niet duidelijk: nader onderzoek moet uitwijzen waar in het systeem de kosten gelden (met name aan de zijde van de energie opbrengst), en ook bij de onderhoudskosten is nadere specificatie wenselijk.

4.2 Referentie-installatie

Bij de referentie-installatie valt geconcentreerd licht op de warmtewisselaars. Vanwege het onafgedekte karakter van de buizen met warmtevoerend medium, in tegenstelling tot vlakke plaat en vacuumbuiscollectoren, zullen er naar verwachting flinke convectieve warmteverliezen en stralingsverliezen te verwachten zijn. Daarmee is het onwaarschijnlijk dat de daglichtkas qua energieopbrengst moderne afgedekte collectoren evenaart.

Het voorgestelde systeem heeft, afhankelijk van het type gewas, voordelen bij de teelt. Zo neemt het directe zonnestraling weg, wat sommige planten ten goede komt (meer of betere opbrengst). Het is dus goed mogelijk dat het systeem zichzelf al terugverdient op basis van de gunstige invloed op de gewasopbrengst. In dit hoofdstuk wordt daar echter niet naar gekeken. Bovendien lijkt het systeem eigenlijk meer op een energieopslagsysteem (wegens de WKO) dan op een systeem om duurzame energie te oogsten. Een indicatieve berekening geeft aan dat het basisbedrag circa 0,040 €/kWh bedraagt. Bij een correctiebedrag van 0,027 €/kWh (met onzekerheid omdat het laagwaardige warmte betreft) geeft dat een onrendabele top 0,013 €/kWh. Merk op dat dit bedrag dus exclusief allerlei andere voordelen is, zoals extra teeltopbrengst, EIA, MIA en dergelijke. Dit wordt in deze memo niet verder uitgewerkt. Deze berekening illustreert dat het basisbedrag voor standaard zonthermie waarschijnlijk niet van passend is voor de daglichtkas.

4.3 Analyse basisbedrag

Er is geen onderzoekstijd geweest om de techniek in detail te analyseren. Wel is het mogelijk om basisbedragen te bepalen op grond van de aangeleverde, maar niet geverifieerde data. Hierbij wordt uitgegaan van de aangeleverde data. Het PBL heeft verschillende varianten doorgerekend, afhankelijk van welke systeemcomponenten wel of niet tot de SDE+-referentie-installatie voor hernieuwbare energie horen. De resulterende range voor het basisbedrag is 0,04 €/kWh tot meer dan de bovenkant van de SDE+-regeling (te weten 0,13 €/kWh in de SDE+ 2018), waarbij PBL de ondergrens het meest in lijn acht met een nauwe systeemaafbakening. Deze basisbedragen zijn echter indicatief en niet geschikt om direct subsidies op te baseren.

Bijlage A Geothermie; definities

Lijst van definities – Geothermie

De definities opgenomen in deze lijst van definities, zijn geordend volgens de volgende onderverdeling:

- Definities - Geothermieproject
- Definities – Vermogen & Energie
- Definities – Energieproductie
- Definities - Economie
- Definities - Diepte en/of stratigrafisch bereik Geothermieprojecten

Definities - Geothermieproject

Afnamepunt van de geothermische warmte / referentiepunt

Het afnamepunt van de geothermische warmte is een gedefinieerde locatie (*reference point*) in de productieketen waar het geothermische energieproduct wordt gemeten of beoordeeld. Het afnamepunt van de geothermische warmte is meestal het verkooppunt aan derden of het punt waar de geothermische warmte wordt ingezet voor verrichting van activiteiten. De verkoop of productie van geothermische energieproducten wordt gemeten en gerapporteerd in termen van schattingen van de resterende hoeveelheden die dit punt oversteken vanaf de ingangsdatum van de evaluatie³.

Geothermische bron

In de context van de geothermische energie is de hernieuwbare energiebron de thermische energie die zich bevindt in een hoeveelheid gesteente, sediment en / of grond, inclusief eventuele ingesloten vloeistoffen, die beschikbaar is voor winning en omzetting in energieproducten. Deze bron wordt de geothermische energiebron genoemd en is equivalent aan de termen *deposit* of *accumulation* die wordt gebruikt voor vaste mineralen en fossiele brandstoffen. De geothermische energiebron komt voort uit de productie en injectie bron van het geothermisch systeem, gedurende een gespecificeerde tijdsperiode⁴.

Geothermisch doublet

een geothermisch productiesysteem met één productie- en één injectieput.

³ Noot: De definitie voor 'afnemer van de geothermische warmte' is afgeleid van de volgende Engelstalige definitie voor 'reference point', uit "Specifications for the application of the United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2009 (UNFC-2009) to Geothermal Energy Re-sources":

'Reference Point': The Reference Point is a defined location in the production chain where the quantities of Geothermal Energy Product are measured or assessed. The Reference Point is typically the point of sale to third parties or where custody is transferred to the entity's downstream operations. Sales or production of Geothermal Energy Products are normally measured and reported in terms of estimates of remaining quantities crossing this point from the Effective Date of the evaluation (UNECE, 2016)

⁴ Noot: De definitie voor 'geothermische bron' is afgeleid van de volgende Engelstalige definitie voor 'geothermal source', uit "Specifications for the application of the United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2009 (UNFC-2009) to Geothermal Energy Re-sources":

'Geothermal Source': In the geothermal energy context, the Renewable Energy Source is the thermal energy contained in a body of rock, sediment and/or soil, including any contained fluids, which is available for extraction and conversion into energy products. This source is termed the Geothermal Energy Source, and is equivalent to the terms 'deposit' or 'accumulation' used for solid minerals and fossil fuels. The Geothermal Energy Source results from any influx to outflux from or internal generation of energy within the system over a specified period of time (UNECE, 2016).

Geothermisch energieproduct

Een geothermisch energieproduct is een energieproduct dat te koop is in een markt. Voorbeelden van geothermische energieproducten zijn elektriciteit en warmte. Andere producten, zoals anorganische materialen (bijvoorbeeld siliciumdioxide, lithium, mangaan, zink, zwavel), gasen of water geëxtraheerd uit de geothermische energiebron in hetzelfde extractieproces kwalificeren zich niet als geothermische energieproducten. Wanneer deze andere producten worden verkocht, dienen de inkomstenstromen echter in de economische evaluatie worden opgenomen⁵.

Geothermisch productiesysteem

Een installatie met alle apparatuur benodigd om de geothermische bron (*Geothermal Source*) te verbinden met de plek (*reference point*) waar het Geothermisch Energieproduct (*Geothermal Energy product*) (momenteel alleen warmte) wordt overgedragen aan de afnemer van de geothermische warmte⁶.

Geothermisch project

Het Geothermisch Project is de verbinding tussen de Geothermische Bron (*Geothermal Source*) en de hoeveelheid Geothermisch Energieproduct (*Geothermal Energy Product*) en geeft de basis voor economische evaluatie en (investerings-)beslissingen of besluiten. Het geothermisch project omvat alle aanwezige systemen en apparatuur die de verbinding tussen de Geothermische Bron en het Referentiepunt (*Reference Point*) alwaar de Geothermische Energie Producten worden verkocht, gebruikt, overgedragen of afgestaan. Het project omvat alle apparatuur en systemen benodigd voor de extractie en /of conversie van energie waaronder bijvoorbeeld: productie en injectie putten, warmtewisselaars, verbindende verbuizing, energieconversiesystemen en benodigde additionele apparatuur. In het beginstadium van een evaluatie traject is een project mogelijkwerwijs slechts gedefinieerd op conceptueel niveau. Dit in tegenstelling tot projecten die vergevorderd in het evaluatietraject zijn en een hoge mate van detail in de projectdefinitie hebben. In de praktijk kan een geothermisch project één of meerdere geothermische productiesystemen omvatten.⁷

Geothermie-projecten - in productie

Een verzameling van geothermie projecten die reeds gerealiseerd en in productie zijn.⁸

⁵ Noot: De definitie voor 'geothermisch energieproduct' is afgeleid van de volgende Engelstalige definitie voor 'geothermal energy product', uit "Specifications for the application of the United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2009 (UNFC-2009) to Geothermal Energy Re-sources":

'Geothermal Energy Product': A Geothermal Energy Product is an energy commodity that is saleable in an established market. Examples of Geothermal Energy Products are electricity and heat. Other products, such as inorganic materials (e.g. silica, lithium, manganese, zinc, sulphur), gases or water extracted from the Geothermal Energy Source in the same extraction process do not qualify as Geothermal Energy Products. However, where these other products are sold, the revenue streams should be included in any economic evaluation (UNECE, 2016).

⁶ Noot: geothermische productiesystemen kunnen gebruik maken van een warmtepomp (ten behoeve van verdere uitkoeling van de retourstroom naar de injectieput) en van bijvoorbeeld een koppeling aan een warmtenet.

⁷ Noot: Voor de Engelstalige definities voor 'geothermal source', 'geothermal energy product', en 'reference point' wordt verwezen naar de noot onder de definitie 'Geothermisch productiesysteem'. De definitie voor 'geothermisch project' is afgeleid van de volgende Engelstalige definitie voor 'geothermal project':

Geothermal Project: The Project is the link between the Geothermal Energy Source and quantities of Geothermal Energy Products and provides the basis for economic evaluation and decision-making. In the context of geothermal energy, the Project includes all the systems and equipment connecting the Geothermal Energy Source to the Reference Point(s) where the final Geothermal Energy Products are sold, used, transferred or disposed of. The Project shall include all equipment and systems required for extraction and/or conversion of energy, including, for example, production and injection wells, ground or surface heat exchangers, connecting pipework, energy conversion systems, and any necessary ancillary equipment. In the early stages of evaluation, a Project might be defined only in conceptual terms, whereas more mature Projects will be defined in significant detail (UNECE, 2016).

Noot: geothermische projecten kunnen gebruik maken van een warmtepomp (ten behoeve van verdere uitkoeling van de retourstroom naar de injectieput) en van bijvoorbeeld een koppeling aan een warmtenet.

Noot: een geothermisch project kan bestaan uit een 'geothermisch veld'

⁸ Noot: Voor geothermische projecten - in productie geldt het volgende:

- Een project in productie is automatisch een gerealiseerd project.
- Productie- en injectiedebiet gegevens beschikbaar via NLOG.
- CAPEX/OPEX-gegevens beschikbaar via SDE+ subsidie aanvragen (via RVO) en in sommige gevallen ook via andere databestanden. De data van gerealiseerde projecten is nauwkeuriger daar deze de werkelijke kosten weergeeft, echter deze data is niet bekend van alle gerealiseerde projecten.

Geothermie-projecten - nog niet in productie (al wel gerealiseerd)

Een verzameling van geothermie projecten die reeds gerealiseerd maar nog niet in productie zijn. Onder gerealiseerd wordt hierbij verstaan, de projecten waarvoor de putten zijn geboord en getest, de installatie gereed is, maar waar nog geen warmte geproduceerd wordt.⁹

Geothermie-projecten - niet in productie (aangevraagd)

Een verzameling van geothermieprojecten welke nog niet gerealiseerd zijn, maar waarvoor wel SDE+-subsidie is aangevraagd.¹⁰

Geothermisch veld

In de definitie van een geothermisch veld zit vaak de aanwezigheid van een temperatuur anomalie besloten. Voor de Nederlandse situatie is een dergelijke definitie niet geschikt.¹¹ In Nederland is de temperatuur anomalie er niet of niet goed te bepalen; het gaat in Nederland enkel om de definitie van een voor de winning van warm formatiewater uit een productieve aquifer. Voor deze notitie gebruiken we de volgende conceptdefinitie voor een geothermisch veld: Een geografisch beperkt gebied (bijvoorbeeld voorkomen van een aquifer in een bepaald dieptebereik of door de begrenzing van een vergunning) waarbinnen op efficiënte, duurzame en doelmatige wijze de productie van aardwarmte ter hand genomen is of wordt en waarbij meerdere geothermische productiesystemen dezelfde aquifer of aquifers benutten.

Extra put

Een extra put bij een 'geothermisch project'.¹²

Definities – Vermogen & Energie

Aangevraagd vermogen

Het vermogen dat de operator aanvraagt bij RVO. Dit is het P50-vermogen van de geothermische vermogen kans-dichtheid-functie opgesteld op basis van de geologische onderbouwing en DoubletCalc-berekening van de aanvrager.

Beschikt vermogen

Pre-drill Geothermisch Vermogen van het geothermische project in de SDE+-beschikking, van RVO.

Bronvermogen

Vermogen van het geothermisch project, waarbij het berekeningsmethode voor het bepalen van het vermogen afhankelijk is van het type project:

⁹ Noot: Voor geothermie projecten - nog niet in productie (al wel gerealiseerd) geldt het volgende:

- Energie-productiegegevens beschikbaar op basis van het product van het 'P50 vermogen uit het DoubletCalc realisatiescenario', en het aantal vollasturen gebaseerd op de referentie case uit de SDE+ categorie waarin wordt aangevraagd.
- Lokale reservoir eigenschappen bekend uit puttest, systeemtest en/of andere meetreeksen
- CAPEX/OPEX-gegevens beschikbaar via SDE+ subsidie aanvragen (via RVO).

¹⁰ Noot: Voor geothermie projecten - niet in productie (aangevraagd) geldt het volgende:

- Energie-productiegegevens beschikbaar op basis van het product van het 'beschikt vermogen', en het aantal vollasturen wat is gebaseerd op het aantal vollasturen van de referentie case uit de SDE+ categorie waarin wordt aangevraagd.
- CAPEX/OPEX-gegevens beschikbaar via SDE+ subsidie aanvragen (via RVO).

¹¹ Noot: "Geothermal field is a geographical definition, usually indicating an area of geothermal activity at the earth's surface. In cases without surface activity this term may be used to indicate the area at the surface corresponding to the geothermal reservoir below" (Gehring & Loksha, 2012).

¹² Noot: een extra put kan een derde put bij een geothermische doublet zijn, maar kan ook een vierde of bijvoorbeeld vijfde put van een bestaand geothermisch project zijn. SDE+ staat aanvragen voor een extra put toe als aparte categorie.

- Voor 'geothermieprojecten - in productie' wordt verwezen naar het 'maximaal gerealiseerde vermogen'.
- Voor 'geothermieprojecten - nog niet in productie (al wel gerealiseerd)' wordt verwezen naar het 'vermogen van het DoubletCalc-realisatiescenario'.
- Voor 'geothermieprojecten - niet in productie (aangevraagd)' wordt verwezen naar het 'beschikt vermogen'.

DoubletCalc-realisatiescenario

Dit is het vermogen dat berekend met behulp van DoubletCalc wordt op basis van de geologische parameters voortvloeiend uit de boor- en testgegevens van de putten en de gerealiseerde put- en installatieconfiguratie.

Energie

Als het vermogen van het geothermisch productiesysteem wordt ingezet door het systeem draaiuren te laten maken wordt energie geproduceerd. Energie wordt gerapporteerd in J, GJ, PJ of kWh.

Gecorrigeerd verwacht vermogen

Het product van het bronvermogen van 'geothermieprojecten - nog niet in productie (al wel gerealiseerd)' en 'geothermieprojecten - niet in productie (aangevraagd)' met de vermogensrealisatiefactor.

Geothermische hulpbron

Geothermische hulpbron (*geothermal energy resources*) zijn de cumulatieve hoeveelheden Geothermische Energieproducten die in de toekomst uit de Geothermische Bron zullen worden geproduceerd vanaf de referentie datum tot een moment in de toekomst (tot het einde van de Projectlooptijd) gemeten of berekend bij het referentiepunt (*reference point*).

Dat deel van het geothermisch potentieel van een geothermisch project dat onder de SDE+ valt is: het bronvermogen * aantal SDE+ vollasturen per jaar (??uur) * looptijd (=15 jaar) = ?? GJ of kWh.¹³

Het te gebruiken vermogen voor SDE+-basisbedragberekening

Het door TNO AGE aangegeven bronvermogen dat gebruikt is voor de parameters en figuren in deze notitie en voor de onderliggende berekeningen voor het SDE+-basisbedrag.

Maximaal gerealiseerd vermogen

- *Post-drill* jaarvermogen van een producerend (of in het verleden producerend) geothermisch project, waarbij de maand waarin het hoogste vermogen is gerealiseerd representatief wordt gemaakt voor de gehele levensduur van het project. Dit wordt synoniem geacht aan de in de geothermische wereld gebruikte term *installed power*.¹⁴

Output vermogen

In de tabellen van het SDE+-adviestekst gebruikt vermogen, wat gelijk is gesteld aan het bronvermogen.

¹³ Noot: Definitie voor 'Geothermische hulpbron' is afgeleid van de volgende Engelstalige definitie voor 'Geothermal Energy Resources' uit: 'Specifications for the application of the United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2009 (UNFC-2009) to Geothermal Energy Resources' september 2016': *Geothermal Energy Resources: Geothermal Energy Resources are the cumulative quantities of Geothermal Energy Products that will be extracted from the Geothermal Energy Source, from the Effective Date of the evaluation forward (till the end of the Project Lifetime/Limit), measured or evaluated at the Reference Point*

¹⁴ Noot: maximaal gerealiseerd vermogen = (energie geproduceerd in de maand waarin het hoogste bron vermogen is behaald / uren per maand)) uitgedrukt in MW per jaar

P50-vermogen SDE+-aanvraag

Zie definitie 'aangevraagd vermogen'

P50-vermogen SDE+-TNO AGE-audit

De P50-waarde van de geothermische vermogen kans-dichtheid-functie opgesteld n.a.v. de TNO-AGE-audit van het "aangevraagde vermogen". Mede op basis van dit vermogen definieert RVO het "beschikte vermogen". RVO kan iets anders beschikken dan de TNO AGE-audit voorstelt.

Vermogen

Vermogen is een natuurkundige grootheid voor de energie (arbeid) per tijdseenheid. De SI-eenheid voor vermogen is de watt (W). Een geothermisch productiesysteem is uitgelegd / gebouwd om een bepaald vermogen te kunnen realiseren. Het vermogen van een geothermisch productiesysteem wordt in het algemeen uitgedrukt in Mega-Watt (MW).

Vermogensrealisatiefactor

Het quotiënt van het 'maximaal gerealiseerde vermogen' en het 'beschikt vermogen' ('Vermogensrealisatiefactor' = 'maximaal gerealiseerd vermogen' / 'beschikt vermogen')

Definities – Energieproductie

Draaiuren per jaar

Het aantal uren per jaar dat in het primaire circuit (zoute kant van de warmtewisselaar) water wordt rondgepompt en waar tijdens die formatiewatercirculatie warmte wordt onttrokken aan deze primaire waterstroom.

Jaarlijkse energieproductie

Dit is de hoeveelheid energie, die ook in het kader van de SDE+ gemeten en gerapporteerd wordt (op maandbasis) aan RVO teneinde de SDE+-uitkering te krijgen. Dit wordt bepaald in een conform de SDE+-verplichting in een door CertiQ gecertificeerde meetinstallatie.¹⁵

Vollasturen per jaar

Het quotiënt van de "totale jaarlijkse energie productie" ten opzichte van het 'bronvermogen', uitgedrukt in uren per jaar.

Formule 1 Berekening van het aantal vollasturen per jaar.

$$\text{Vollasturen per jaar (uur)} = \frac{\text{Energieproductie per jaar (Wh)}}{\text{Bronvermogen (W)}}$$

Definities - Economie

Investeringskostenrealisatiefactor

Het gemiddelde van het quotiënt van de werkelijke investeringskosten zoals bekend van gerealiseerde projecten, gedeeld door de verwachte investeringskosten als opgenomen in de SDE+-subsidieaanvraag.

O&M-kostenrealisatiefactor

Het gemiddelde van het quotiënt van de werkelijke O&M-kosten zoals bekend van gerealiseerde projecten, gedeeld door de verwachte O&M-kosten als opgenomen in de SDE+-subsidieaanvraag.

Gecorrigeerde investeringskosten

¹⁵ Noot: Zie ook <http://www.certiQ.nl/energiebron/warmte/geothermie/overzicht-rapportage-eisen/> voor meer informatie over de rapportage eisen.

Het product van de investeringskosten van 'geothermieprojecten - nog niet in productie (al wel gerealiseerd)' en geothermieprojecten - niet in productie (aangevraagd)' met de investeringskostenrealisatiefactor.

Gecorrigeerde O&M-kosten

Het product van de O&M-kosten van 'geothermieprojecten - nog niet in productie (al wel gerealiseerd)' en geothermieprojecten - niet in productie (aangevraagd)' met de O&M-kostenrealisatiefactor.

Verwachte kosten

De investeringskosten en O&M-kosten zoals vermeld in documenten horende bij de SDE+-subsidieaanvraag bij RVO.

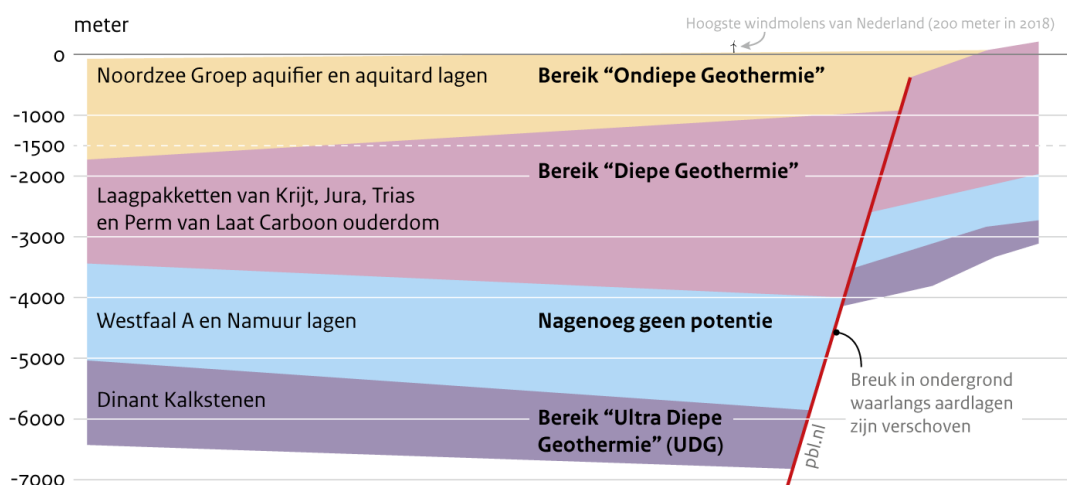
Werkelijke kosten

De investeringskosten en O&M-kosten van gerealiseerde projecten.

Definities - Diepte en/of stratigrafisch bereik Geothermieprojecten

Geothermische doelaquifers in een bepaalde laag bevinden zich op verschillende dieptes in de Nederlandse ondergrond. Dit betekent dat één aquiferlaag op verschillende dieptes voorkomt in Nederland. Zie ook Figuur 0.1.

Opbouw aardlagen in Nederland



Bron: PBL

Figuur A.1: Schematisch overzicht opbouw aardlagen in Nederland. Toelichting bij het "bereik diepe geothermie": dit betreft voornamelijk laagpakketten van Krijt, Jura, Trias en Perm (Rotliegend) van Laat Carboon ouderdom

Ondiepe Geothermie

Ondiepe Geothermie wordt in dit SDE+ 2019 advies gedefinieerd als het winnen van aardwarmte uit de formatielagen van de lithostratigrafische "Noordzee Groep".

Diepe Geothermie

Diepe Geothermie wordt gedefinieerd als het winnen van warmte uit laagpakketten dieper dan 'de basis van de Noordzee Groep' en ondieper dan 4000 m. Vooralsnog betreffen dit

laagpakketten behorend tot Rijnland, Schieland, Onder Germaanse Trias, Boven Rotliegend Groep en mogelijk gesteentepakketten uit de Chalk, Zechstein en Limburg Groep. Afhankelijk van de locatie in Nederland liggen de laagpakketten typisch voor UDG ook ondieper en vallen zij derhalve in de "Diepe Geothermie".

Ultra Diepe Geothermie

Ultra Diepe Geothermie als het winnen van warmte uit laagpakketten die dieper dan 4000 m liggen. Vooralsnog zijn dat gesteente pakketten van Vroeg Carboon (Dinantien kalksteen) en Devoon ouderdom.