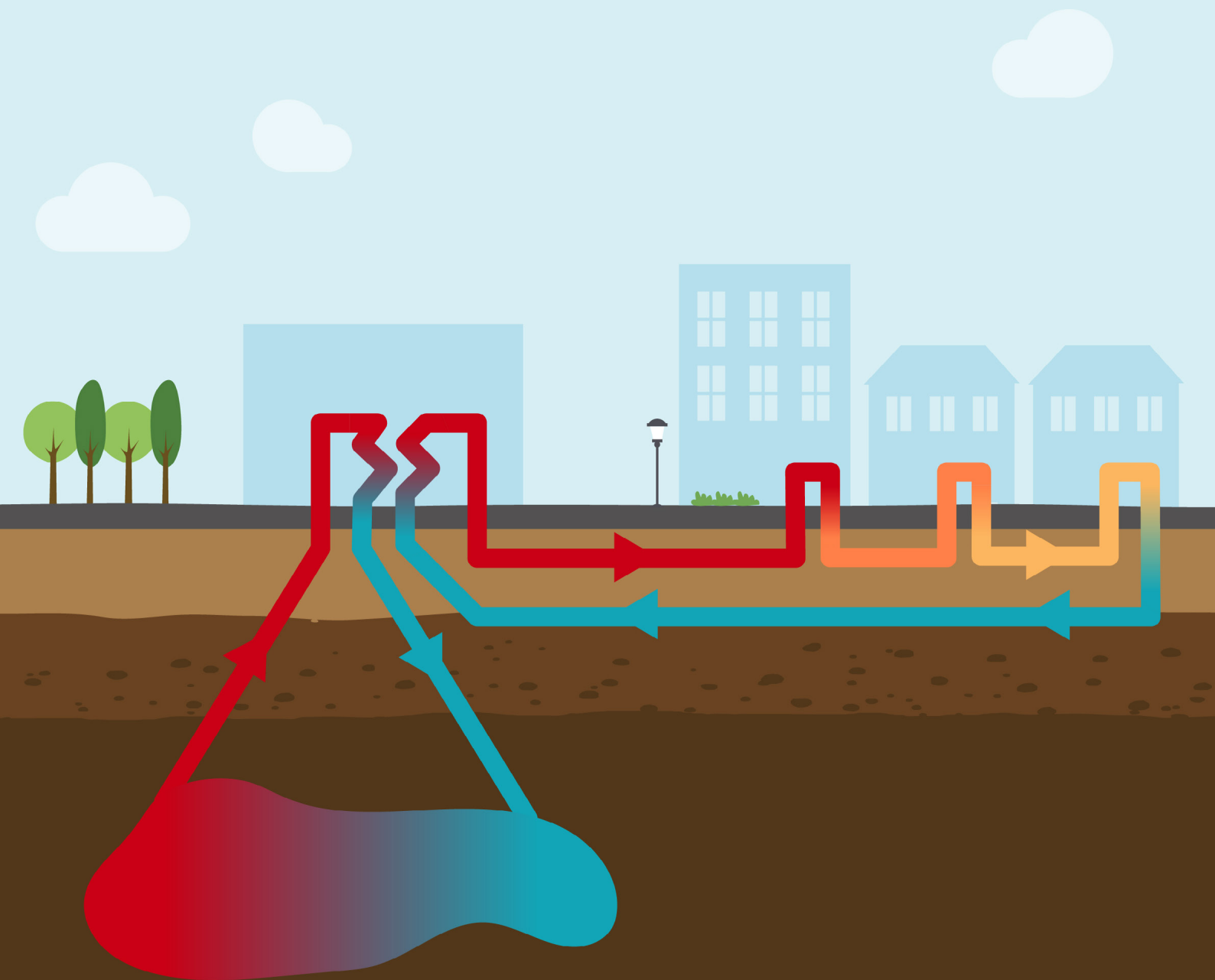


Aardwarmte

een cruciale warmtebron in een duurzame warmtevoorziening



SAMENVATTING

Om klimaatverandering tegen te gaan en onafhankelijk te worden van fossiele brandstoffen gaat Nederland van het aardgas af. Duurzame warmtebronnen moeten aardgas voor de warmtevoorziening gaan vervangen. Voor het aardgasvrij maken van gebouwen en woningen kan aardwarmte een belangrijke rol gaan spelen. Aardwarmte is één van de meest duurzame bronnen van warmte. Ondanks een grote potentie in Nederland is de opschaling en rol van aardwarmte in de gebouwde omgeving nog beperkt. In de glastuinbouwsector is deze duurzame warmtebron al wel verder ontwikkeld.

De ontwikkeling van aardwarmteprojecten voor de gebouwde omgeving heeft nog geen vlucht genomen. Dit komt door verschillende zaken die de besluitvorming en ontwikkeling heeft tegengehouden. In dit paper wordt besproken welke belemmeringen er zijn en wat de stand van zaken is omtrent deze belemmeringen. Veel technische belemmeringen zijn goed te mitigeren en een groot deel van de beleidsbelemmeringen wordt binnen afzienbare tijd opgelost met de introductie van geormerkte SDE-subsidie voor onder andere aardwarmte, de nieuwe Mijnbouwwet, de omgevingswet en de wet collectieve warmte (zie tabel 1). Natuur & Milieu ziet dat met verbeterd beleid vanaf 2023 de meeste seinen op groen staan om grote stappen te zetten met aardwarmte. Gemeenten kunnen hierin het voortouw nemen. Met dit paper willen wij hen handvaten bieden voor de besluitvorming om te komen tot een snelle opschaling van aardwarmte.

We moedigen gemeenten aan om aardwarmte mee te nemen in de uitwerking van de Transitievisies Warmte voor de verduurzaming van de huidige en toekomstige gebouwde omgeving. De projectonzekerheden (tabel 2) en technische risico's (tabel 3) zijn grotendeels te minimaliseren met de juiste risicomitigatie. In dit paper beschrijven wij de onzekerheden en risico's in meer detail en geven we aan wat de ontwikkelingen zijn en hoe de eventuele risico's gemitigeerd kunnen worden. Daarnaast doen we meerdere aanbevelingen voor het verkrijgen van genoeg draagvlak bij bewoners. Dit heeft als doel gemeenten te ondersteunen, bijvoorbeeld voor vragen die mogelijk spelen in de raad, bij inwoners en bij ambtenaren om te helpen bij besluitvorming.

Tabel 1: overzicht beleidsmatige ontwikkelingen relevant voor aardwarmte.

	Relevantie	In werking per
SDE++	Subsidieruimte specifiek voor lage-temperatuurwarmte, waaronder aardwarmte	Heden
ISDE	Subsidie voor aansluiting op een warmtenet	Heden
Mijnbouwwet	Aansluiting maken op praktijk van aardwarmtewinning. Belangrijk voor vergunningverlening.	Januari 2023 (voorgenomen)
Omgevingswet	Stroomlijning en overzichtelijk maken van verbinding tussen verschillende wetten, regelingen, Algemene Maatregelen van Bestuur en Ministeriële regelingen. Belangrijk voor vergunningverlening.	Januari 2023 (voorgenomen)
Wet Collectieve Warmte	Transparantie en vormgeving voor de tarifiering van warmte, ordening van de warmtemarkt, rechten voor consumenten, bevoegdheid gemeenten om te bepalen wie, waar en wanneer een collectieve warmtevoorziening aanlegt en borging duurzaamheid en leveringszekerheid.	Juli 2024 (voorgenomen), tariefregulering per januari 2025

Tabel 2: projectmatige onzekerheden bij aardwarmteprojecten.

Projectmatige onzekerheid	Gevolg	Mitigatie	Betrokken partijen
Locatie, techniek, beschikbare kennis	Te weinig kennis over ondergrond & over stand van techniek bij stakeholders: lang en kostbaar voortraject. Geen investeringsbeslissing	Potentie aardwarmte in kaart brengen; kennis EBN benutten, voorbeeldprojecten starten	EBN, het Rijk, gemeenten en projectontwikkelaar
Kosten	Te hoge financiële risico's: geen investeringsbeslissing	Aanspraak maken op garantiefonds; risico's afdekken bij investeringsbeslissing	Gemeente, het Rijk, projectontwikkelaar
Vollooprisko	Te weinig warmtevraag: geen investeringsbeslissing	Draagvlak: Omgeving tijdig betrekken; bewoners laten deelnemen; Verbeterde regelgeving en uitvoeringscapaciteit	Gemeente, het Rijk, Projectontwikkelaar.
Draagvlak	Vertraging of stopzetten van het project, hogere kosten als gevolg van gederfde inkomsten en juridische procedures.	In vroeg stadium omgeving betrekken; participatie; garanties leveringszekerheid, schadeprotocol en duidelijkheid over tarifiering; goede communicatie & informatievoorziening; belonen van energiebesparing.	Gemeente, omwonenden projectontwikkelaar, EBN, het Rijk.

Tabel 3: technische en praktische risico's bij aardwarmteprojecten.

Risico	Wat is het	Omvang risico	Mitigatie	Toezicht
Aardbevingen	Lichte aardbevingen kunnen mogelijk ontstaan, bijvoorbeeld door verstoring van een (actieve) breuk	Minimaal risico. Nog niet eerder voorgekomen bij 40 bestaande en soortgelijke aardwarmteprojecten in Noordwest Europa.	Geen aardwarmte-project starten in beving(gevoelig)-gebied (breukzones)* of aanvullende maatregelen nemen om risico's te minimaliseren*; continue monitoring en stilzetten project na trillingen (ook binnen de veiligheidsmarges)*; risicoanalyse uitvoeren*.	SodM ziet toe op seismiciteit is bevoegd een streep door een voorgenomen project te zetten of kan een lopend project stilleggen.
Vervuiling grond- of oppervlakte-water	a. Het weglekken van zout formatiewater in grond- of oppervlaktewater; b. het weglekken van stoffen gebruikt bij het boren van de put.	a. Minimaal risico, nog niet eerder voorgekomen bij aardwarmteprojecten; b. Minimaal risico. Lekkages treden op op de boorvloer maar lekken niet naar het grondwater door vloer.	a. Geen aardwarmte-project starten in waterwingebieden*; goed afdichten van aardlagen waar de put doorheen boort*; zoutbestendig materiaal* en meerwandige putconstructie gebruiken*. b. Boorvloer van waterdicht materiaal met hoekbakken voor opvang van verontreinigende stoffen*. c. Monitoring kwaliteit grondwater	SodM ziet hier op toe en kan een streep door een voorgenomen project zetten of het project direct stilleggen.
Fossiele bijvangst	Meekomen van aardgas uit het formatiewater; hogere CO ₂ -emissies bij verbranding van methaangas.	Risico op brand indien gas vrijkomt uit de installatie. 1 incident geweest in het Trias Westland in 2022. Schade beperkt maar wel een klein risico.	Voorkomen van factoren die bijdragen aan risico op brand en explosie: veilig werken onder druk*; rookvrije zone*; voorkomen van gelijktijdige operaties zoals lassen*. Formatiegassen in oplossing terugpompen in de injectieput.	SodM ziet hier op toe en kan een streep door een voorgenomen project zetten of het project direct stilleggen.
Afkoeling ondergrond	Langere periode van warmteonttrekking koelt de aardwarmteput af. Na 30 tot 40 jaar kan de ondergrond dusdanig zijn afgekoeld (1 à 2 °C) dat een nieuwe put geslagen moet worden.	Reëel nadeel, is goed te mitigeren. Meestal is infrastructuur eerder aan vervanging toe dan dat de ondergrond te veel is afgekoeld.	Genoeg afstand in de aardwarmtebron tussen productieput en injectieput*. Niet te veel aardwarmteprojecten dicht bij elkaar zodat een vervangende put geboord kan worden. Continue monitoring van warmte van het water*.	Project-ontwikkelaars, TNO en SodM zien hier op toe. SodM kan een streep door een voorgenomen project zetten of het project direct stilleggen. Gemeente (lange termijn planning).
Ruimte in de ondergrond	Ruimte voor de aanleg van warmtenet kan schaars zijn in de ondiepe ondergrond door aanwezigheid gas- en elektriciteitsleidingen, riolering, WKO-systemen, heipalen, etc. en in de diepe ondergrond door gas- en zoutwinning en potentieel meerdere warmtewinning projecten.	Vooraf een risico in oude stadscentra, risico treedt alleen op in de ondiepe ondergrond; warmtenet-infrastructuur heeft ruimte nodig; risico op interferentie met andere mijnbouw-activiteiten.	Voor aanvang van een aardwarmteproject bij de locatiebepaling inventariseren of er voldoende ruimte in de (on)diepe ondergrond is. Ook heldere planning maken voor multifunctioneel bodemgebruik.	Uitvoerder en gemeente, Rijk

* is reeds bestaand beleid

INHOUD

Samenvatting	2
De rol voor aardwarmte in de warmtetransitie	6
Leeswijzer	6
Wat is aardwarmte?	7
Waar kan het worden toegepast?	7
Hoe ziet de techniek er uit?	7
Wat is de potentie van aardwarmte?	8
Hoe duurzaam is aardwarmte?	9
Beleidsontwikkelingen, onzekerheden en risico's van aardwarmte	10
Beleidsmatige ontwikkelingen	10
SDE++ en ISDE	10
Mijnbouwwet	11
Omgevingswet	12
Wet Collectieve Warmte (WCW)	12
Projectmatige onzekerheden	12
Onzekerheid omtrent locatie, techniek en beschikbare kennis	13
Onzekerheid omtrent kosten	14
Koppelen van vraag en aanbod van warmte	14
Draagvlak	14
Technische risico's van aardwarmte	16
Aardbevingsrisico	17
Vervuiling grondwater	17
Fossiele bijvangst	18
Afkoeling ondergrond	19
Beschikbaarheid van ruimte in de ondergrond	19
Conclusie: wat vindt Natuur & Milieu?	21
Aardwarmte is cruciaal voor duurzame warmte	21
Bronnenlijst	22

DE ROL VOOR AARDWARMTE IN DE WARMTETRANSITIE

Uiterlijk in 2050 moet Nederland zich hebben losgemaakt van fossiele brandstoffen om vergaande klimaatverandering te voorkomen. Het Kabinet heeft zich hieraan gecommitteerd en stuurt aan op 60% broeikasgasemissiereductie in 2030. Voor alle sectoren een forse opgave. Om dit te bereiken moet er grootschalig duurzame energie worden opgewekt. Dit gebeurt via uitrol van windenergie en zonne-energie voor onze elektriciteitsvoorziening en de winning van duurzame warmte voor de warmtevoorziening.

Met name de opschaling in duurzame warmte is een grote uitdaging. In totaal komt 54% van het finaal energieverbruik van Nederland, 954,8 petajoule (PJ) [PBL, 2021], voor rekening van de behoefte aan warmte. Deze warmte wordt momenteel voornamelijk gewonnen uit aardgas, olie, biomassa, restwarmte uit industrie en voor een klein deel uit kolen. Warmte uit olie komt vooral in de industrie terecht en warmte uit aardgas vooral bij gebouwen. Van de woningen wordt circa 90% nog verwarmd met behulp van aardgas [Netbeheer Nederland, 2022].

In een duurzame gebouwde omgeving moet warmte uit andere bronnen komen. Dit kan voor een klein deel door middel van hybride warmtepompen gevoed door groen gas. Daarnaast zijn volledig elektrische warmtepompen een uitkomst voor een groot deel van de woningvoorraad. Tot slot leveren warmtenetten een belangrijke bijdrage door duurzame restwarmte of warmte uit de lucht of water in te voeden in een warmtenet. Een belangrijke toekomstige bron voor warmtenetten is aardwarmte. Deze techniek kan in potentie 290 PJ (30 procent) van de Nederlandse warmtevraag leveren [Berenschot, 2020]. Een potentie waar in 2021 nog slechts 6,4 PJ (2 procent) van werd benut, dit gebeurt op 24 locaties in Nederland, met name in de glastuinbouwsector [Geothermie Nederland, 2021].

Aardwarmte is een cruciaal onderdeel in een duurzame warmtevoorziening. Het is niet alleen een techniek die het gehele jaar warmte kan blijven leveren, het is ook een techniek die op termijn volledig CO₂-vrij warmte kan leveren. Toch is de ontwikkeling van aardwarmte in de gebouwde omgeving nog beperkt van de grond gekomen. In de afgelopen jaren zijn er veel belemmeringen en risico's gerelateerd aan aardwarmte in kaart gebracht en Nederland is nu op het punt dat de grootste belemmeringen in nieuw beleid worden verholpen en de grootste risico's gemitigeerd kunnen worden. Daarom heeft Natuur & Milieu dit paper over aardwarmte opgesteld. Hoe staat het nu met de belemmeringen en risico's? Wat kunnen gemeenten al met aardwarmte doen? Om gemeenten te ondersteunen is wordt in dit paper een overzicht van de status van de belangrijkste belemmeringen, sociale risico's en technische risico's gepresenteerd die geassocieerd worden met de ontwikkeling van aardwarmte en de rol van aardwarmte in de gebouwde omgeving in het bijzonder.

LEESWIJZER

In het vervolg van dit paper leest u waarom Natuur & Milieu ziet dat aardwarmte klaar is voor verdere ontwikkeling en stapsgewijze opschaling. In het volgende hoofdstuk wordt aardwarmte verder toegelicht. Daarna gaan we in op stand van zaken met betrekking tot beleidsmatige belemmeringen, alsook de ontwikkelingen die er recent zijn geweest in beleid om belemmeringen in de ontwikkeling van aardwarmteprojecten te verhelpen. Daarna gaan we in op projectmatige onzekerheden en technische risico's en de mitigatie daarvan.

WAT IS AARDWARMTE?

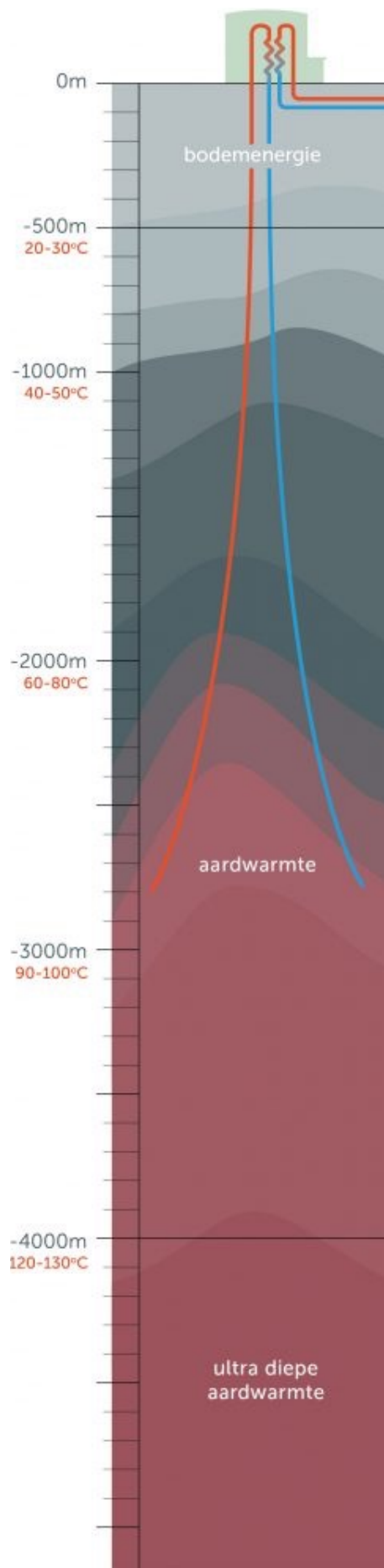
Aardwarmte, ook wel geothermie genoemd, is het gebruik van warmte uit de diepe ondergrond. Dit is altijd vanaf 500 meter en dieper en kan gebruikt worden voor het verwarmen van huizen, gebouwen, kassen en lichte industrie. Aardwarmte is een zeer belangrijke bron van duurzame warmte met een groot potentieel om het gebruik van aardgas voor warmte af te bouwen.

WAAR KAN HET WORDEN TOEGEPAST?

Aardwarmte kan op veel locaties maar niet overal. Afhankelijk van de bodemgesteldheid en -samenstelling kan er voldoende warmte gewonnen worden. Zo moet er een watervoerende laag in de ondergrond aanwezig zijn met een voldoende hoge temperatuur, die voldoende dik en waterdoorlatend is om water uit omhoog te pompen en koel water weer te herinjecteren. Verder moet er ook bovengronds ruimte zijn voor de bouw van de installatie en de inrichting van het terrein. Tot slot is het ook noodzakelijk dat er in de buurt van een aardwarmtebron voldoende warmteafname is. Deze nabijheid is van belang omdat een grotere afstand zorgt voor een hoger verlies van warmte door transport en hogere infrastructuurkosten. De omvang van de warmteafname is van belang omdat een aardwarmtebron niet geschikt is om kleine hoeveelheden warmte te leveren. In de praktijk betekent dit dat een collectief warmtenet noodzakelijk is voor aardwarmte in de gebouwde omgeving. Zo worden vele kleine afnemers gebundeld tot één grote afnemer.

HOE ZIET DE TECHNIEK ER UIT?

Een schematische weergave van aardwarmtewinning is te zien in de figuur hiernaast. Warmte wordt gewonnen uit het warme water in de diepe ondergrond. Om het warme water te kunnen winnen, boort een gespecialiseerd boorbedrijf twee putten: de productieput en de injectieput. Samen heten deze een "doublet". Het warme water wordt omhoog gepompt vanuit de productieput. Een warmtewisselaar haalt de warmte uit het warme water. Deze warmte kan direct worden gebruikt, of op een hogere temperatuur worden gebracht met een warmtepomp, en via een warmtenet bij een eindgebruiker worden afgeleverd. In de injectieput wordt vervolgens het afgekoelde water weer in de grond geïnjecteerd. Bovengronds staan deze putten enkele meters uit elkaar, maar in de ondergrond staat het uiteinde van deze put op ongeveer 1,5 tot 2 kilometer afstand van de eerste put. Dit voorkomt dat het koude retourwater het water rond de productieput teveel afkoelt.



*Figuur 1:
schematische weergave bron en afnemer
van aardwarmte [Merosch, 2019].*

Afhankelijk van de diepte kan aardwarmte in Nederland een warmtenet direct voorzien van water met een temperatuur van circa 40-120 °C. Tussen 500 en 1.500 meter is de watertemperatuur ongeveer 40 °C, dieper dan 4.000 meter worden watertemperaturen van ruim 120 °C bereikt. De precieze temperatuur verschilt per locatie. Niet op elke locatie moet je even diep boren om bij de beoogde temperatuur te komen.

Vanwege deze temperaturen en een constante aanvoer van warmte is aardwarmte als warmtebron vooral geschikt als basislast van een warmtenet. De basislast is de hoeveelheid warmte die het hele jaar door nodig is. Zo kan de bron continu warmte leveren. Er zijn wel piekwarmtebronnen nodig voor warmtelevering tijdens koude perioden. Dit kan een (groen)gasketel, biomassaketel, elektrische boiler, restwarmtebron of warmteopslag zijn. Hoe groot het aandeel van de piekbron is verschilt sterk per dag en per seizoen, maar gemiddeld genomen over het hele jaar wordt bij een warmtenet op aardwarmte ongeveer 20 procent ingevuld met een piekbron. Ook zijn meerdere bronnen nodig om de continuïteit van de warmtelevering te kunnen garanderen aan de afnemers. Aardwarmte heeft, net als alle warmtebronnen, een back-up installatie nodig die kan worden ingezet als de aardwarmte-installatie periodiek onderhoud krijgt of bij storingen. De combinatie van bronnen is leidend voor de duurzaamheid van het warmtenet. De hoeveelheid en type bronnen is afhankelijk van de piekvraag, bufferingscapaciteit en de infrastructuur [Expertise Centrum Warmte, 2021; TNO, 2020].

WAT IS DE POTENTIE VAN AARDWARMTE?

Aardwarmte kan in 2050 meer dan 290 PJ aan warmte leveren. Dit is 30 procent van de totale warmtevraag van Nederland [Berenschot, 2020]. Momenteel wordt aardwarmte vooral toegepast in de glastuinbouwsector. Er zijn projecten in ontwikkeling voor de gebouwde omgeving, waaronder in Den Haag, Delft en Leeuwarden [Expertise Centrum Warmte, 2021; Berenschot, 2020]. Ook kan het een warmtebron zijn voor bepaalde industriële sectoren. Hieronder diepen we de potentie voor deze sectoren verder uit.

Glastuinbouw en industrie

De glastuinbouw heeft veel ervaring met aardwarmte als warmtebron en is momenteel de grootste afnemer. De glastuinbouw heeft namelijk een zeer geconcentreerde en continue warmtevraag. Naar verwachting is het technisch potentieel van aardwarmte 55 PJ warmte voor de glastuinbouwsector [Berenschot, 2020]. Dit is 58 procent van de huidige warmtevraag in de glastuinbouw. De industrie is in de toekomst mogelijk ook een grote afnemer van aardwarmte. Voor de industrie is het technisch potentieel 147 PJ, daarmee wordt 28% van de huidige warmtevraag bij de industrie afgedekt.

Gebouwde omgeving

Waar in de glastuinbouw primair voor een klein aantal grootschalige warmteafnemers in een gesloten systeem ontwikkeld is, gaat het bij de ontwikkeling van aardwarmte in de gebouwde omgeving veel meer om de inpassing van één of meerdere bronnen in een volledige energieketen. Dat wil zeggen inclusief basis-, midden- en pieklastbronnen, kilometers distributienet, opslag en (tien)duizenden kleinere afnemers. Ook verschillen warmtenetten in aanvoertemperatuur, die variëren van lage-temperatuurnetten (40-50 °C) tot hoge temperatuurnetten (meer dan 90°C).

Aardwarmte kan bestaande en nieuw aan te leggen warmtenetten van duurzame warmte voorzien. Met name de tweede vraagt een andere manier van ontwikkelen die, alleen al vanwege de hoeveelheid betrokken stakeholders, vele malen complexer en tijdrovender is vergeleken met de glastuinbouw. Daarnaast is de aanwezigheid van een grootschalige ontsloten warmtevraag met een distributienet randvoorwaarde voor de uiteindelijke inpassing van aardwarmte in de gebouwde omgeving en de warmteketen. Bij toepassing van aardwarmte in de gebouwde omgeving kan er sprake zijn van een complex faseringsvraagstuk [Stichting Warmtenetwerk, 2021].

Uit een studie van Berenschot [2020] blijkt dat 88 PJ aan aardwarmte kosteneffectief kan worden geleverd aan een laag- of midden temperatuur warmtenet. Hiermee wordt in potentie 26% van de huidige warmtevraag in de gebouwde omgeving afgedekt.

HOE DUURZAAM IS AARDWARMTE?

Aardwarmte is in potentie een van de meest duurzame bronnen van warmte. Zonder grootschalige aardwarmte is er onvoldoende perspectief om tegen de laagste maatschappelijke kosten verduurzaming van de warmtevraag in de gebouwde omgeving te realiseren. Aangezien er maar een beperkt aantal duurzame bronnen beschikbaar is geldt dat het succes van aardwarmte van groot belang is voor de warmtetransitie.

Een warmtenet op aardwarmte is CO₂-vrij als de benodigde elektriciteit voor het oppompen van de warmte CO₂-vrij is, eventuele warmtepompen voor het verhogen van de watertemperatuur CO₂-vrij zijn, de piekvoorziening volledig duurzaam is en zodra het transport van warmte CO₂-vrij is.

In 2030 bestaat de elektriciteitsmix naar schatting voor 75 procent uit hernieuwbare bronnen waardoor de CO₂-emissies voor aardwarmte door het elektriciteitsverbruik sterk dalen. Daarnaast zijn er oplossingen voor verduurzaming van de pieklast, waar nu nog meer dan de helft van de CO₂-uitstoot uit voortkomt. Verduurzamen van de pieklast kan met warmteopslag en piekketels op groen gas of groene waterstof. Zonder duurzame pieklast is geen enkel warmtenet duurzaam, ook niet met aardwarmte als warmtebron.

Tot slot zijn er verschillende manieren om emissies als gevolg van fossiele bijvangst (formatiegassen) op te vangen. De minste CO₂eq-uitstoot vindt plaats bij het herinjecteren van bronwater, gevolgd door verbranding van methaan en afvang van CO₂. De meeste uitstoot vindt plaats in de situatie waarin formatiegassen aan het gasnetwerk worden geleverd en later worden verbrand voor productie van elektriciteit of warmte [TNO, 2020].

Momenteel wordt er met een cv-ketel op aardgas gemiddeld 61 kg CO₂/GJ uitgestoten. De emissie van aardwarmte in 2020 is 29 kg CO₂/GJ, de verwachting is dat dit in 2030 9 kg CO₂/GJ is en in 2050 verder zal dalen naar nul kg CO₂/GJ [TNO, 2021a]. Daarmee voldoet een warmtenet met aardwarmte als bron tussen 2024 en 2030 al aan de emissie-eisen voor warmtenetten uit de Wet Collectieve Warmte¹.

1) In de concept WCW (zomer 2022) zijn de verwachte CO₂-normen (geleverde warmte in kg CO₂/GJ) oplopend van maximaal 36,25 in 2024 tot 25 in 2030.

BELEIDSONTWIKKELINGEN, ONZEKERHEDEN EN RISICO'S VAN AARDWARMTE

Er zijn momenteel nog beleidsmatige en praktische belemmeringen en ook risico's bij de ontwikkeling van aardwarmte. Zo was de Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) in 2017 nog zeer kritisch over de staat van de sector, de lange processen voor vergunningverlening en het gebrek aan veiligheidscultuur [SodM, 2017]. Dat rapport is door de SodM in 2021 geëvalueerd en de conclusie is dat de sector zich sindsdien sterk ontwikkeld heeft. Er is meer bekend over de techniek, de ondergrond en mitigatie van risico's, daarnaast zijn vergunningverleningsprocedures verbeterd, zijn subsidies voor aardwarmte verbeterd en worden tal van beleidsmatige belemmeringen in de wet collectieve warmte en de mijnbouwwet aangepakt [SodM, 2021].

Het belang van aardwarmte voor de energietransitie is overduidelijk, maar de groei van aardwarmte blijft vooralsnog uit. Er zijn de afgelopen jaren veel barrières weggenomen en er is meer kennis over hoe risico's gemitigeerd kunnen worden. In dit hoofdstuk geven we een overzicht van de belangrijkste beleidsmatige ontwikkelingen, projectmatige onzekerheden en technische risico's.

BELEIDSMATIGE ONTWIKKELINGEN

In dit hoofdstuk behandelen we eerst zowel de beleidsmatige belemmeringen en onzekerheden omtrent de ontwikkeling van aardwarmte, alsook de ontwikkelingen die er recent zijn geweest in beleid om belemmeringen in de ontwikkeling van aardwarmteprojecten te verhelpen. De onderwerpen die hier behandeld worden zijn de SDE++, Wet Collectieve Warmte (WCW), Mijnbouwwet en Omgevingswet. In tabel 4 staat een overzicht van de belangrijkste beleidsmatige ontwikkelingen. Deze worden in dit hoofdstuk verder toegelicht.

Tabel 4: overzicht beleidsmatige ontwikkelingen relevant voor aardwarmte.

	Relevantie	In werking per
SDE++	Subsidieruimte specifiek voor lage-temperatuurwarmte, waaronder aardwarmte	Heden
ISDE	Subsidie voor aansluiting op een warmtenet	Heden
Mijnbouwwet	Aansluiting maken op praktijk van aardwarmtewinning. Belangrijk voor vergunningverlening.	Januari 2023 (voorgenomen)
Omgevingswet	Stroomlijning en overzichtelijk maken van verbinding tussen verschillende wetten, regelingen, Algemene Maatregelen van Bestuur en Ministeriële regelingen. Belangrijk voor vergunningverlening.	Januari 2023 (voorgenomen)
Wet Collectieve Warmte	Transparantie en vormgeving voor de tarifiering van warmte, ordening van de warmtemarkt, rechten voor consumenten, bevoegdheid gemeenten om te bepalen wie, waar en wanneer een collectieve warmtevoorziening aanlegt en borging duurzaamheid en leveringszekerheid.	Juli 2024 (voorgenomen), tariefregulering per januari 2025

SDE++ EN ISDE

De SDE++ stimuleert de ontwikkeling van de productie van duurzame energie. Er zijn echter meerdere aardwarmteprojecten in de pijplijn die SDE++-beschikkingen hebben gekregen, maar nog niet van start kunnen. Dit komt mede door vertraging in de warmtevraagontwikkeling en de afhankelijkheid van vele vergunningsprocedures en stakeholderprocessen die in totaal langer duurden dan de SDE-realisatietermijn.

Bij procedures die te lang duren, kon de SDE-beschikking weer ingetrokken worden. In het voorjaar van 2022 is daarom door de Tweede Kamer de realisatietermijn verlengd naar zes jaar, in plaats van vier jaar voor de gebouwde omgeving en van vier naar vijf jaar voor projecten in de glastuinbouw. Dit besluit verlaagt het risico tot intrekking van subsidies aanzienlijk².

Daarnaast is de Kamer ook akkoord gegaan met meer budgetruimte voor laagtemperatuur warmte in de SDE++, waaronder aardwarmte en aquathermie. Dit was nodig omdat de SDE++ is opgezet met de meeste CO₂-besparing voor het minste geld. Hierdoor trok aardwarmte vaak aan het kortste eind, omdat het duurder is dan bijvoorbeeld CCS, biomassa en zonne-energie. Het gevolg hiervan was dat aardwarmteprojecten nauwelijks van de grond zijn gekomen³. Deze aanpassing betekent dat er meer zekerheid is voor het verkrijgen van subsidie bij de ontwikkeling van aardwarmteprojecten.

Tot slot wordt er bij de verlening van de SDE-beschikking én de mijnbouwvergunning ook getoetst op de financiële draagkracht van het bedrijf dat een aardwarmteproject wil starten. Alleen sterke projecten met sterke consortia en veel kennis en middelen kunnen een vergunning en beschikking aanvragen.

Voor aansluiting op een warmtenet is tegenwoordig ook ISDE-subsidie beschikbaar. Deze subsidie dient als stimulans voor woningeigenaren om de aansluiting op een warmtenet te realiseren, waardoor het volloopriscico wordt verkleind.

MIJNBOUWWET

Omdat bij aardwarmte activiteiten op een diepte van meer dan 500m plaatsvinden, is de Mijnbouwwet van toepassing op de vergunningverlening voor aardwarmte. De vergunningssystematiek onder deze wet dateert echter nog uit 2002. Het vergunningsstelsel sloot hierdoor te weinig aan bij wat er nodig is voor het winnen van aardwarmte. Mede als gevolg hiervan kwamen aardwarmteontwikkelingen moeilijker tot stand. In 2020 is een voorstel gedaan in de Tweede Kamer tot wijziging van de Mijnbouwwet, waarbij rekening wordt gehouden met de specifieke kenmerken van aardwarmte⁴.

Onderdeel hiervan is een vernieuwd vergunningenstelsel, waarin meer oog is voor de onzekere startfase van aardwarmte-ontwikkeling⁵. Zo krijgt de operator twee jaar de tijd om de put te ontwikkelen en te boren, om proef te draaien en daarmee te onderzoeken of er voldoende (winbare) warmte is in de ondergrond. Ook biedt de nieuwe Mijnbouwwet een operator de ruimte om gelijk warmte uit de bron te winnen, om te voorkomen dat de bron dichtslibt. Daarnaast legt de nieuwe Mijnbouwwet een nadrukkelijker koppeling met de regio waarin de winning plaatsvindt. Gemeenten en provincie krijgen meer invloed op diverse aspecten van een aardwarmteproject, waaronder de veiligheids- en milieumaatregelen en informatievoorziening aan het publiek. In de nieuwe Mijnbouwwet komt een eigen methode van regulering voor aardwarmte en daarnaast ook een aantal versterkings- en versnellingsmaatregelen. Dit vereenvoudigt de vergunnings- en subsidieaanvraagprocedures⁶.

Tot slot komt er in de nieuwe Mijnbouwwet een koppeling met de warmtevraag bovengronds: Als er geen concreet zicht is op een warmtevraag is wordt een aardwarmteproject ook niet snel ontwikkeld. Hier wordt verplicht vooraf op getoetst wat leidt tot voldoende zicht op een concrete warmtevraag, weet je veel beter of zo'n project kans van slagen heeft. Dit zou een basis leggen voor versnelling van het winnen van aardwarmte in Nederland. De nieuwe Mijnbouwwet ligt momenteel voor bij de Eerste Kamer om behandeld te worden en treedt naar verwachting op 1 januari 2023 in werking.

2) <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/kamerstukken/2022/09/09/beantwoording-kamervragen-ten-behoeve-van-de-extra-energieaad-van-9-september-2022/minister-jetten-klimaat-en-energie-informeert-de-tweede-kamer-over-de-beantwoording-vragen-schriftelijk-overleg-ten-behoeve-van-de-extra-energieaad-van-9-september-2022-resterende-vragen.pdf>

3) <https://energeia.nl/energeia-artikel/40100872/kamer-wil-snel-sde-steun-voor-geothermie>

4) <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/02/28/wijzigingen-mijnbouwwet-voor-aardwarmte-aangenomen-door-tweede-kamer>

5) <https://allesoveraardwarmte.nl/wetgeving/wijziging-mijnbouwwet-in-2022/>

6) <https://www.omgevingsweb.nl/nieuws/wijzigingen-mijnbouwwet-voor-aardwarmte/>

OMGEVINGSWET

Voor aardwarmte zijn er ook verschillende bovengrondse activiteiten, waar omgevingsvergunningen voor nodig zijn. Op dit moment is het omgevingsrecht echter versnipperd en kennen de sectorale regels verschillen in systematiek, instrumenten en terminologie. Dit compliceert de onderlinge afstemming, zoals de koppeling tussen vergunningen op basis van de Mijnbouwwet en het omgevingsrecht. Hiermee is de integrale aanpak van activiteiten in de fysieke leefomgeving complex.

De Omgevingswet is een stelselherziening van het omgevingsrecht, waarmee een groot aantal wetten, algemene maatregelen van bestuur en ministeriële regelingen vervangen worden. Dit om het omgevingsrecht te vereenvoudigen en overzichtelijker te maken. Feitelijk gezien zal de Omgevingswet voor aardwarmte en de bijbehorende vergunningstrajecten weinig veranderen. Het clusteren van verschillende milieuregels en duidelijkere richtingaanwijzers om te beoordelen of er sprake is van een omgevingsvergunningsplichtige activiteit kan wel als een verbetering worden gezien. Aan de regelingen en besluiten waaraan een aardwarmteproject aan moet voldoen verandert echter weinig⁷. De nieuwe omgevingswet treedt naar verwachting op 1 januari 2023 in werking.

WET COLLECTIEVE WARMTE (WCW)

De Wet Collectieve Warmte (WCW) vervangt de oude warmtewet en heeft als doel om de groei en verduurzaming van collectieve warmtesystemen in de gebouwde omgeving te faciliteren. De onderwerpen waar in de WCW op wordt ingegaan zijn onder andere een heldere rolverdeling, transparante tarieven, aangescherpte leveringszekerheidseisen en versnellen van de duurzaamheid van warmte.

De WCW gaat in op de wet- en regelgeving omtrent de aanleg van warmtenetten. Zo krijgen gemeenten de taak en de bevoegdheid om te bepalen welke partij op welke plek en per wanneer een collectieve warmtevoorziening mag aanleggen.

Voor aardwarmte betekent de herziening van de WCW dat met name de warmtenetten waar aardwarmte ingevoed gaat worden makkelijker van de grond kan komen. Daarnaast ligt er straks meer regie bij gemeenten om te sturen op locatie, verantwoordelijkheid en timing. De inwerkingtreding van de WCW is naar verwachting in juli 2024. Het specifieke onderdeel over tariefregulering treedt naar verwachting in januari 2025 in werking.

PROJECTMATIGE ONZEKERHEDEN

In 2022 wordt er hard gewerkt aan het uitwerken van de Regionale Energie Strategieën (RES) en Transitievisies Warmte (TVW), maar die zijn voor aardwarmte slechts richtinggevend. Om te bepalen of aardwarmte in een wijk kan worden toegepast, moet onderzocht worden wat het potentieel, de afzet en de kosten van aardwarmte zijn [Stichting Warmtenetwerk, 2021]. Naast de hierboven beschreven beleidsmatige context zijn er projectmatige risico's en onzekerheden bij aardwarmteprojecten. Tabel 5 geeft het overzicht van de projectmatige onzekerheden, het gevolg van de onzekerheid, mitigerende maatregelen en de betrokken partijen bij de projectmatige onzekerheid. Verderop in dit hoofdstuk worden ze in meer detail toegelicht.

⁷) Schipper, S.M. 2022. Aardwarmte in de Omgevingswet: Oude wijn in nieuwe zakken?

Tabel 5: projectmatige onzekerheden bij aardwarmteprojecten.

Projectmatige onzekerheid	Gevolg	Mitigatie	Betrokken partijen ⁸
Locatie, techniek, beschikbare kennis	Te weinig kennis over ondergrond & over stand van techniek bij stakeholders: lang en kostbaar voortraject. Geen investeringsbeslissing	Potentie aardwarmte in kaart brengen; kennis EBN benutten, voorbeeldprojecten starten	EBN, het Rijk, gemeenten en projectontwikkelaar
Kosten	Te hoge financiële risico's: geen investeringsbeslissing	Aanspraak maken op garantiefonds; risico's afdekken bij investeringsbeslissing	Gemeente, het Rijk, projectontwikkelaar
Vollooprisico	Te weinig warmtevraag: geen investeringsbeslissing	Draagvlak: Omgeving tijdig betrekken; bewoners laten deelnemen; Verbeterde regelgeving en uitvoeringscapaciteit	Gemeente, het Rijk, Projectontwikkelaar.
Draagvlak	Vertraging of stopzetten van het project, hogere kosten als gevolg van gedeelde inkomsten en juridische procedures.	In vroeg stadium omgeving betrekken; participatie; garanties leveringszekerheid, schadeprotocol en duidelijkheid over tarifiering; goede communicatie & informatievoorziening; belonen van energiebesparing.	Gemeente, omwonenden projectontwikkelaar, EBN, het Rijk.

ONZEKERHEID OMTRENT LOCATIE, TECHNIEK EN BESCHIKBARE KENNIS

Op dit moment is het nog niet voor alle plekken in Nederland voldoende duidelijk of de bodem er geschikt is voor het winnen van aardwarmte. Het SCAN-programma⁹ brengt hier verbetering in. Vanuit dit programma voeren EBN en TNO seismische onderzoeken en onderzoeksboringen uit. De resultaten hiervan worden openbaar gepubliceerd¹⁰. Ondanks dit programma is er nog veel onduidelijk over de geschikte ondergrondse reservoirs in Nederland. SCAN geeft de allereerste inschatting op regionaal niveau. Veel gemeenten en provincies geven aan dat er een detaillering van SCAN nodig is in de gebieden waar aardwarmte potentieel heeft, om verder te kunnen. Ten behoeve van de energietransitie (ook vanwege andere activiteiten, zoals ondergrondse energieopslag) zal de ondergrond in meer detail in kaart gebracht moeten worden.

Ook is er bij gemeenten nog onvoldoende kennis over de stappen die nodig zijn voor het opzetten van een aardwarmteproject. Hierdoor kan het voor RES-coördinatoren en beleidsambtenaren die aan de slag gaan met de TVW lastig zijn om aardwarmte goed te vergelijken met de andere opties [Berenschot, 2020]. Daarnaast kan het voor gemeenten complex zijn om te werken met publiekelijk beschikbare data over de ondergrond, en is de juiste kennis om de juiste besluiten te maken omtrent aardwarmte niet altijd aanwezig. Veel kennis is beschikbaar bij het Expertisecentrum Warmte (ECW) en online¹¹.

Een recente verbetering is dat Energie Beheer Nederland (EBN) voortaan kan gaan deelnemen als partner in aardwarmteprojecten. Hierdoor zal er meer kennis worden uitgewisseld met gemeenten en verbeterd de financierbaarheid van projecten [Expertise Centrum Warmte, 2021].

8) Zie <https://geothermie.nl/leden/> voor een overzicht van adviesbureau's, operators, financiële dienstverleners, kennisinstellingen, toeleveranciers, gemeenten en overheden met aardwarmte-ervaring en warmtebedrijven die kunnen helpen bij de totstandkoming van een aardwarmteproject.

9) <https://scanaardwarmte.nl/het-programma/>

10) <https://www.nlog.nl/scan>

11) Zie bijvoorbeeld <https://geothermie.nl/> en <https://allesoveraardwarmte.nl/>.

ONZEKERHEID OMTRENT KOSTEN

De kosten voor een aardwarmteproject hangen onder andere samen met de diepte van het project, de hoeveelheid water dat omhoog kan worden gepompt, de temperatuur van de aardlaag, de doorlatendheid van deze aardlaag en de afstand van de boorput tot het warmtenet. Investeringskosten en/of exploitatiekosten kunnen daarom hoger uitvallen dan verwacht [Berenschot, 2020], wat onzekerheid met zich meebrengt over te starten aardwarmteprojecten.

Ook moet aan voorwaarden worden voldaan om aardwarmte te koppelen aan warmtenetten. Zo moet onder meer leveringszekerheid, afnamezekerheid, duurzaamheid, integratie in een bestaande netwerk, bronnenmix, draagvlak en inpassing in een stedelijke omgeving op orde zijn voordat het project start. De complexiteit van ontwikkeling van een aardwarmte-project in de gebouwde omgeving is daardoor hoger en daarmee stijgen ook de projectrisico's, de financiële risico's en de kosten [Stichting Warmtenetwerk, 2021]. Naarmate er meer aardwarmteprojecten worden opgezet, wordt de techniek meer bekend en zullen onzekerheden omtrent kosten minder worden.

Garantiefondsen kunnen goed helpen om gemeenten en andere initiatiefnemers te ondersteunen in het dragen van deze financiële risico's. Deze fondsen kunnen ingesteld worden vanuit gemeenten, maar vanuit het Rijk was er in 2022 via de garantieregeling aardwarmte ook financiering beschikbaar voor een operator die tijdens het boren minder warmte in de ondergrond vindt dan verwacht. Het voornemen is om in 2023 een nieuwe financieringsronde open te stellen¹².

KOPPELEN VAN VRAAG EN AANBOD VAN WARMTE

Aardwarmte in Nederland komt, los van de tuinbouwsector, relatief traag op gang. Eén van de redenen hiervoor is dat de (collectieve) warmtevraag in de gebouwde omgeving te weinig wordt ingevuld met nieuwe warmtenetten op aardwarmte. Opschaling van aardwarmte is afhankelijk van het tempo waarmee warmtenetten van de grond komen. Dit proces is meestal straat voor straat, terwijl een aardwarmtebron warmte aan minimaal 5.000 tot maximaal 10.000 woningen kan leveren vanaf het moment dat het doublet is opgeleverd. Het financiële gat tussen productiecapaciteit van de bron en de realisatie van genoeg aaneengesloten aansluitingen dichtbij de bron wordt het volloopriscio genoemd. Het kan jaren duren voordat duidelijk is dat een bron genoeg vraag in de omgeving heeft.

De nieuwe WCW zorgt voor meer steun en coördinatie omtrent duurzame warmte en de ontwikkeling van nieuwe warmtenetten door een duidelijkere rolverdeling en door gemeenten meer regie te geven. Daarnaast is het vergroten van draagvlak een belangrijke manier om het volloopriscio te minimaliseren.

DRAAGVLAK

Draagvlak is essentieel voor het uiteindelijke slagen van een aardwarmteproject. Het kan een grote uitdaging zijn voor dergelijke projecten maar er zijn manieren om draagvlak te vergroten. Draagvlak is met name voor aardwarmte een lastig concept omdat er weinig ervaring is met aardwarmte in de gebouwde omgeving. Wel zijn er lessen te trekken uit gepauzeerde of gestopte aardwarmteprojecten en uit andere ontwikkeltrajecten van duurzame energie.

Een aantal zaken voor het verkrijgen van draagvlak zijn belangrijk. Deze zijn samengevat in onderstaande opsomming en een aantal worden in meer detail besproken:

- Op tijd betrekken van de omgeving
- Onderzoeksbudget verstrekken aan vertegenwoordiging van de omgeving
- Participatie of financiële deelneming bespreekbaar maken
- Garanties voor leveringszekerheid bieden, ook ten tijde van onderhoud
- Afspraken maken over tarifiering en het voorkomen van prijsschokken
- Aantrekkelijk houden van energiebesparing
- Keuzevrijheid om niet deel te nemen

12) https://www.eerstekamer.nl/nonav/overig/20211118/toetsingskader_garantieregeling_2/document

- Communiceren over temperatuurregime i.v.m. eventueel vereiste renovatie
- Bindend schadeprotocol dat zekerheid biedt voor de omgeving
- Financiële garanties en leveringszekerheids garanties
- Een goede organisatie voor adequate afhandeling schade

Veel Nederlanders zijn terughoudend met activiteiten in de ondergrond. Dit vindt onder andere zijn oorsprong in de negatieve publiciteit omtrent de afhandeling van aardbevings schade in Groningen als gevolg van de aardgaswinning. Het sentiment leeft dat omwonenden onvoldoende beschermd worden wanneer er problemen ontstaan bij soortgelijke activiteiten in de ondergrond¹³. Daarom is het van belang om omwonenden de tijd en (financiële) ruimte te geven om goed onderzoek te kunnen doen naar de plannen die in hun directe omgeving plaatsvinden. Denk hierbij aan een vertegenwoordiging van omwonenden bij de ontwikkeling van plannen en een financiële vergoeding voor omwonenden om vragen uit de omgeving te laten onderzoeken, bijvoorbeeld over juridische aansprakelijkheid, alternatieve warmtebronnen, veiligheidsaspecten, duurzaamheid en kosten. Daarnaast is het belangrijk dat er een schadeprotocol wordt opgesteld met bewoners waarmee omwonenden de zekerheid hebben dat schade als gevolg van de winning van aardwarmte wordt vergoed. Daarvoor moeten nulmetingen worden gedaan voor aanvang van het project om eventuele bestaande bevingsactiviteit of schade die kan ontstaan tijdens de winning van aardwarmte inzichtelijk te maken. Het schadeprotocol moet voldoende juridisch geborgd zijn en legt geen bewijslast bij bewoners wanneer duidelijk is dat schade ontstaan is door het project. De ontwikkelaar zou bijvoorbeeld verantwoordelijk gemaakt kunnen worden voor de bewijslast over eventuele schade dat na aanvang is ontstaan door het aardwarmteproject¹⁴. De afhandeling van eventuele schade moet adequaat zijn, waarvoor een goede organisatie klaar ligt.

Voor een praktische invulling van draagvlak en participatie, heeft Geothermie Nederland een nuttige leidraad en gedragscode ontwikkeld¹⁵. In deze publicaties staat onder andere overzichtelijk weergegeven: welke partijen betrokken zijn bij de ontwikkeling van aardwarmte, welke niveaus van participatie mogelijk zijn, hoe het proces voor de ontwikkeling van aardwarmte vormgegeven kan worden en hoe een participatieplan kan worden opgesteld.

13) Naar aanleiding van de problematiek rondom de aardgaswinning in Groningen, is op juli 2022 een sociaal handvest ondertekend, mede door de Staatssecretaris Mijnbouw, de Vereniging Eigen Huis en de Groninger Bodembeweging. In dit handvest staan aandachtspunten om de bewoner voorop te zetten, en kan als inspiratiebron dienen voor draagvlak bij toekomstige aardwarmteprojecten. Zie ook https://www.eigenhuis.nl/docs/default-source/groningen/sociaal-handvest-groningen-11-juli-2022.pdf?sfvrsn=fc589396_2

14) Deze maatregel is voor het verkrijgen van draagvlak onder bewoners erg effectief. Het risico bestaat echter dat schade die niet ontstaat door aardwarmtewinning ook verhaald wordt op het aardwarmteproject. Daar moet een goede balans in worden gevonden om te voorkomen dat de ontwikkelaar en/of operator van de aardwarmteput zich terugtrekt.

15) https://geothermie.nl/wp-content/uploads/Leidraad_omgevingsbetrokkenheid.pdf en https://geothermie.nl/wp-content/uploads/Gedragscode_Omgevingsbetrokkenheid_GNL.pdf

TECHNISCHE RISICO'S VAN AARDWARMTE

Technische risico's treden met name op na aanvang van een aardwarmteproject. We behandelen hier 5 risico's: aardbevingen, vervuiling grond- of oppervlaktewater, fossiele bijvangst, afkoeling van de ondergrond en ruimte in de ondergrond. Deze risico's kunnen zowel in het begin van de aardwarmtewinning optreden als tegen het einde van de levensduur van de put. Voor al deze risico's geldt dat ze terug te brengen zijn tot een minimum met monitoring, locatieselectie en gebruik van hoogwaardig materiaal. In tabel 6 staat een overzicht van de technische risico's met een beschrijving, de omvang van het risico, mogelijke mitigerende maatregelen en wie toezicht op het risico moet houden. Met een sterretje (*) staat aangegeven wat al reeds mitigatiebeleid is. Verderop in dit hoofdstuk worden ze in meer detail toegelicht.

Tabel 6: technische en praktische risico's bij aardwarmteprojecten.

Risico	Wat is het	Omvang risico	Mitigatie	Toezicht
Aardbevingen	Lichte aardbevingen kunnen mogelijk ontstaan, bijvoorbeeld door verstoring van een (actieve) breuk	Minimaal risico. Nog niet eerder voorgekomen bij 40 bestaande en soortgelijke aardwarmteprojecten in Noordwest Europa.	Geen aardwarmte-project starten in beving(gevoelig)-gebied (breukzones)* of aanvullende maatregelen nemen om risico's te minimaliseren*; continue monitoring en stilzetten project na trillingen (ook binnen de veiligheidsmarges)*; risicoanalyse uitvoeren*.	SodM ziet toe op seismiciteit is bevoegd een streep door een voorgenomen project te zetten of kan een lopend project stilleggen.
Vervuiling grond- of oppervlaktewater	a. Het weglekken van zout formatiewater in grond- of oppervlaktewater; b. het weglekken van stoffen gebruikt bij het boren van de put.	a. Minimaal risico, nog niet eerder voorgekomen bij aardwarmteprojecten; b. Minimaal risico. Lekkages treden op op de boorvloer maar lekken niet naar het grondwater door vloer.	a. Geen aardwarmte-project starten in waterwingebieden*; goed afdichten van aardlagen waar de put doorheen boort*; zoutbestendig materiaal* en meerwandige putconstructie gebruiken*. b. Boorvloer van waterdicht materiaal met hoekbakken voor opvang van verontreinigende stoffen*. c. Monitoring kwaliteit grondwater	SodM ziet hier op toe en kan een streep door een voorgenomen project zetten of het project direct stilleggen.
Fossiele bijvangst	Meekomen van aardgas uit het formatiewater; hogere CO ₂ -emissies bij verbranding van methaangas.	Risico op brand indien gas vrijkomt uit de installatie. 1 incident geweest in het Trias Westland in 2022. Schade beperkt maar wel een klein risico.	Voorkomen van factoren die bijdragen aan risico op brand en explosie: veilig werken onder druk*; rookvrije zone*; voorkomen van gelijktijdige operaties zoals lassen*. Formatiegassen in oplossing terugpompen in de injectieput.	SodM ziet hier op toe en kan een streep door een voorgenomen project zetten of het project direct stilleggen.
Afkoeling ondergrond	Langere periode van warmteonttrekking koelt de aardwarmteput af. Na 30 tot 40 jaar kan de ondergrond dusdanig zijn afgekoeld (1 à 2 °C) dat een nieuwe put geslagen moet worden.	Reëel nadeel, is goed te mitigeren. Meestal is infrastructuur eerder aan vervanging toe dan dat de ondergrond te veel is afgekoeld.	Genoeg afstand in de aardwarmtebron tussen productieput en injectieput*. Niet te veel aardwarmteprojecten dicht bij elkaar zodat een vervangende put geboord kan worden. Continue monitoring van warmte van het water*.	Project-ontwikkelaars, TNO en SodM zien hier op toe. SodM kan een streep door een voorgenomen project zetten of het project direct stilleggen. Gemeente (lange termijn planning).

Ruimte in de ondergrond	Ruimte voor de aanleg van warmtenet kan schaars zijn in de ondiepe ondergrond door aanwezigheid gas- en elektriciteitsleidingen, riolering, WKO-systemen, heipalen, etc. en in de diepe ondergrond door gas- en zoutwinning en potentieel meerdere warmtewinning projecten.	Vooraf een risico in oude stadscentra, risico treedt alleen op in de ondiepe ondergrond; warmtenet-infrastructuur heeft ruimte nodig; risico op interferentie met andere mijnbouw-activiteiten.	Voor aanvang van een aardwarmteproject bij de locatiebepaling inventariseren of er voldoende ruimte in de (on)diepe ondergrond is. Ook heldere planning maken voor multifunctioneel bodemgebruik.	Uitvoerder en gemeente, Rijk
--------------------------------	---	---	---	------------------------------

* is reeds bestaand beleid

AARDBEVINGSRISICO

• Wat is het risico?

Bij aardwarmte wordt water opgepompt uit een reservoir. Nadat het water door een warmtewisselaar is gegaan, wordt het opgepompte water meteen weer terug gepompt in dezelfde laag waar het uitkwam. Hierdoor blijven de volumeverschillen in het reservoir over het algemeen klein en is er geen bodemdaling. Dit maakt het winnen van aardwarmte anders dan bijvoorbeeld gaswinning, waar aardgas uit de bodem wordt onttrokken zonder dat er iets wordt teruggepompt. Vrijwel alle aardwarmteprojecten vinden alleen plaats bij goed doorlatende lagen die wegblijven van actieve breukzones, dit houdt het seismisch risico laag. In de omgeving van actieve breukzones is wel meer onderzoek verplicht. Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) adviseert aan de minister van Economische Zaken en Klimaat (EZK), die de vergunning verleent, over deze risico's en controleert of de aardwarmtebedrijven de gemaakte afspraken nakomen [Expertise Centrum Warmte, 2021]. Het SodM is een onafhankelijke organisatie.

• Hoe groot is het risico en wat zijn de gevolgen? Hoe vaak gebeurt het?

Het risico is laag. Uit een analyse van meer dan 40 aardwarmteprojecten in onder andere Denemarken en Duitsland, die qua geologische eigenschappen en type bedrijfsvoering lijken op de Nederlandse situatie, hebben in de tientallen jaren dat er al warmte uit de diepe ondergrond wordt gehaald geen aardbevingen voorgedaan [Buijze et al., 2020]. Het risico op schade als gevolg van een aardbeving door aardwarmte is nog beperkter. En het persoonlijk risico (veiligheidsrisico) nog beperkter. Het SodM ziet erop toe dat er nooit onveilige winningen zullen worden gedaan, wat de risico's aanzienlijk verkleint.

• Mitigatie?

Het risico op aardbevingen is één van de onderdelen waar SodM tijdens vergunningaanvragen goed naar kijkt en projecten op beoordeelt. Het KNMI monitort ook voortdurend of trillingen optreden en bij optreden van trillingen wordt een project door de uitvoerder stilgelegd, of op laste van het SodM, totdat de veiligheid bij voortzetting is gegarandeerd. In de praktijk wordt er al stilgelegd indien er trillingen gemeten worden die mogelijk schade kunnen veroorzaken waarbij de veiligheidsgrens nog ver uit het zicht blijft. De projectontwikkelaar doet een uitvoerige risicoanalyse vooraf en brengt onder andere breukzones in kaart en hoe die met het ontwerp vermeden dienen te worden. Door deze risicoanalyse vinden projecten met potentieel te grote seismische risico's in essentie geen doorgang.

VERVUILING GRONDWATER

• Wat is het risico?

Het formatiewater (het warme water dat bij aardwarmte van grote diepte omhoog wordt gepompt) is zeer zout, enkele malen zouter dan zeewater. Doordat in een aardwarmtesysteem continu grote hoeveelheden (~100-400 m³/uur) zout formatiewater omhoog en omlaag worden gepompt over een periode van meerdere decennia is hierdoor de indringing van zeer zout water bij lekkage een intrinsiek risico.

Wel is het zo dat winning van aardwarmte meestal plaatsvindt op een diepte van voornamelijk 2.000 tot 3.000 meter. Dit is niet de diepte waaruit grondwater wordt gewonnen, dat is namelijk meestal tussen de 20 en 300 meter. Deze activiteiten hoeven elkaar dus niet te bijten. Echter, aardwarmte-installaties boren door grondlagen heen. Daarbij kunnen zowel ondergronds als bovengronds lekkages van zout water ontstaan. Dit kan een risico zijn voor de kwaliteit van ondergrondse drinkwaterbronnen. Ook de drinkwaterbronnen die zich iets verder in de ondergrond bevinden, op een diepte tussen 200 en 700 meter, zijn kwetsbaar [Algemene Rekenkamer, 2021].

In de olie- en gasindustrie is veel kennis met betrekking tot het voorkomen van vervuiling van grondwater bij mijnbouwactiviteiten. Deze kennis moet worden ingezet om aardwarmte zo veilig mogelijk te maken. Dit is gebeurd door een industriestandaard duurzaam putontwerp te ontwikkelen waar alle nieuwe projecten zich aan moeten houden.

- **Hoe groot is het risico en wat zijn de gevolgen? Hoe vaak gebeurt het?**

Er zijn geen voorbeelden van vervuiling van drinkwater bij aardwarmteprojecten in Nederland. De tweede generatie putstandaarden en strenge controles door SodM verminderen dit risico tot een zeer laag niveau. Beschermde gebieden voor drinkwater zijn aangemerkt als boringsvrije zones. Ook zijn er geen bestaande projecten in waterwingebieden. Het risico is daarom laag. Door de nieuwe industriestandaard voor een duurzaam putontwerp wordt het risico nog verder verminderd.

- **Mitigatie?**

Vooronderzoek is cruciaal voor het in kaart brengen van gebieden waar aardwarmte een risico geeft op infiltratie van zout water. Drinkwaterwingebieden worden al vermeden doordat bij ondergrondse gebieden die hiervoor beschikbaar zijn gesteld niet naar aardwarmte mag worden geboord.

Zoals bij alle diepe boringen is het bij het doorboren van grondwaterlagen belangrijk tussenliggende klei- en zoutlagen goed af te dichten. Deze beschermen immers het grondwater tegen verontreinigingen van boven en onder. Vanzelfsprekend moet daar bij de realisatie van aardwarmte systemen op (mogelijk) verontreinigde locaties extra goed op gelet worden. Daarnaast moet voorkomen worden dat stoffen die gebruikt worden tijdens het boren tot verontreiniging van grondwater kunnen leiden. Ook wordt het risico op grondwaterverontreiniging sterk beperkt worden door gebruik te maken van een, bij ingang van de nieuwe Mijnbouwwet, gestandaardiseerde meerwandige putconstructies van voldoende zoutbestendig materiaal in combinatie met lekmonitoring en beheersmaatregelen [KWR, 2017]. Bij het optreden van bovengrondse lekkage wordt de warmtewinning gelijk stilgezet en met behulp van opvangbakken en milieugoten wordt het formatiewater opgevangen.

FOSSIELE BIJVANGST

- **Wat is het risico?**

Geothermisch formatiewater in Nederland bevat vaak zogenaamd formatiegas, een gasmengsel dat voornamelijk bestaat uit methaan en ook aardgascondensaten. De hoeveelheid en samenstelling van dit formatiegas is sterk afhankelijk van de locatie en ondergrond. Dit maakt dat de winning van aardwarmte niet volledig CO₂-vrij is. Bij het vrijkomen van fossiele gassen worden deze afgevangen.

- **Hoe groot is het risico en wat zijn de gevolgen? Hoe vaak gebeurt het?**

Bij de meeste aardwarmteprojecten is er wel enige mate van fossiele bijvangst. Dit verschilt doorgaans tussen de 0,4 en 1,1 m³ gas per m³ vloeistof¹⁶. Dit is sterk afhankelijk van de locatie en of daar ook gas in de ondergrond aanwezig is. Het is daarmee een beperkt veiligheidsrisico en aardwarmteprojecten stoten hiermee CO₂ uit.

De kans op fossiele bijvangst is groot. Maar de mate ervan verschilt sterk per project. De bijvangst (formatiegas) is verantwoordelijk voor 2,2-7,4 kg CO₂ per GJ gewonnen warmte [TNO, 2021b].

Naast CO₂-uitstoot is het vrijkomend gas niet geheel zonder risico's. Begin 2022 is gas vanuit een ontgassingsinstallatie in de productieleiding terecht gekomen. Dit leidde tot een hoge druk en ontbranding van het gas. De schade was relatief beperkt, maar dit laat zien dat dit risico serieus genomen moet worden door

¹⁶) Dit is minder dan 1% fossiele bijvangst.

initiatiefnemers en de toezichthouder en verder opgepakt om toekomstige incidenten te voorkomen¹⁷. Daarom zijn na dit incident zijn de lessen van de oorzaak en manieren om te mitigeren breed verspreid binnen de sector¹⁸.

• Mitigatie?

Er zijn projecten in Nederland waarbij ervoor wordt gekozen om het water onder druk te houden en daarmee ook het gas in die oplossing. Vervolgens wordt dit water weer terug de ondergrond gepompt. Dit heeft als voordelen dat er netto geen materiaal uit de ondergrond onttrokken wordt, geen CO₂ uitgestoten wordt bij de winning en het veiligheidsrisico geminimaliseerd wordt. Het nadeel is dat het formatiegas niet gewonnen of verkocht kan worden, waardoor de business case mogelijk minder goed wordt. Ook zijn er projecten waar het gas vrijkomt. Daar wordt het gas van het water gescheiden en apart verbrand in een ketel of WKK (waarvan de opgewekte elektriciteit dan weer gebruikt wordt om de pomp te voorzien), bij een WKK kan dan ook CO₂ afgevangen worden. Tot slot kan het formatiegas opgewaardeerd worden tot aardgaskwaliteit en verkocht worden aan het gasnet. Deze laatste twee opties vergroten de winstgevendheid van het project maar zorgen voor meer CO₂-uitstoot en hogere veiligheidsrisico's [TNO 2020].

AFKOELING ONDERGROND

• Wat is het risico?

Hoewel een aardwarmtebron tientallen jaren betrouwbaar duurzame warmte kan leveren, kan de hoeveelheid winbare warmte rondom de productieput na 30 tot 40 jaar afnemen (doorgaans 1 à 2 °C). Wanneer de temperatuur van het geproduceerde water te ver daalt, wordt de productie gestopt en kan er soms vanaf dezelfde locatie een nieuwe put geboord worden naar een ondergrondse locatie op afstand van de oude injectie- en productieput. Zo kan verder worden gegaan met de winning van aardwarmte. Het afgekoelde gebied krijgt dan de tijd om weer op te warmen. Hoe lang het duurt voor het gebied weer is opgewarmd na het stoppen van een project, hangt af van de omstandigheden. Naar verwachting is dat minstens enkele tientallen jaren [Expertise Centrum Warmte, 2021]. Afkoeling van de ondergrond door winning van aardwarmte leidt niet tot verdere risico's voor de omgeving.

• Hoe groot is het risico en wat zijn de gevolgen? Hoe vaak gebeurt het?

Onderzoeken en ervaringen wijzen uit dat afkoeling van de ondergrond geen risico's voor de omgeving met zich mee brengt, en dat de temperatuur op de locatie zich weer kan herstellen. Een consequentie van het afkoelen van de ondergrond is dat een aardwarmteput per definitie een beperkte levensduur heeft en dus na verloop van tijd moet worden afgebouwd of na een opwarmperiode opnieuw moet worden opgestart. In de praktijk is de aardwarmteput eerder aan vervanging toe dan dat de ondergrond te veel is afgekoeld. De warmtebron koelt echter wel af waardoor de hoeveelheid geleverde warmte op termijn wel afneemt. De snelheid van afkoeling van de bron is daarom eerder een financieel risico dan een fysiek risico.

• Mitigatie?

Bij toewijzing van de locatie van de putten kan alvast de locatie voor nieuwe putten na 30 jaar aangewezen worden. Hiermee wordt meer zekerheid geboden voor de basislast zodra de huidige putten uitgeput raken. Daarnaast kan in het project afkoeling van de put worden meegenomen. Bijvoorbeeld door in de planning rekening te houden met het boren van een extra put om te kunnen wisselen wanneer de eerste aardwarmtebron te ver is afgekoeld. Daarmee wordt onderbreking in de warmtevoorziening voorkomen en zorgt het niet voor onverwachte extra kosten wanneer de eerste put te ver is afgekoeld.

BESCHIKBAARHEID VAN RUIMTE IN DE GROND

• Wat is het risico?

Onder de grond speelt een lastig ruimtelijke orderingsvraagstuk. In Nederland willen we steeds meer van de diepe en ondiepe ondergrond: grondgebonden warmtepompen, warmteopslag, aardwarmte, aquathermie, grondwaterreserves en -winning etc. Dit al naast bestaande leidingen en bekabeling. Hoewel aardwarmte in de diepe ondergrond wordt gewonnen, wat een stuk dieper is dan de andere hiervoor genoemde activiteiten, wordt er wel door de lagen heen geboord waar ook andere activiteiten kunnen plaatsvinden. Daarnaast moet er genoeg ruimte

17) <https://energeia.nl/energeia-artikel/40100994/incident-bij-trias-westland-laait-zien-dat-geothermie-niet-risicoloog-is>

18) <https://www.triaswestland.nl/nieuws/trias-westland-leert-van-calamiteit-en-levert-nu-weer-volop-warmte>

zijn om aardwarmte via een warmtenet aan de woningen te leveren. Ook in de diepe ondergrond moet er voldoende ruimte zijn voor een grote warmtevraag, mogelijk ook gecombineerd met andere activiteiten zoals zoutwinning.

Vanuit de Ministeries van Infrastructuur en Waterstaat en Economische Zaken en Klimaat is de Structuurvisie Ondergrond (STRONG) opgesteld. In deze publicatie staat het nationale ruimtelijke beleid voor de ondergrond, gericht op drinkwatervoorziening en mijnbouwactiviteiten. Waar het nu nog aan ontbreekt is een doorvertaling van deze visie naar provinciale regie. Nu is het vaak nog wie het eerst komt, die het eerst maalt. Hoewel duidelijk in beeld is welke ondergrondse gebieden beschermd worden voor onder andere drinkwaterwinning, is er toch nog discussie over de vele gewenste activiteiten ondergronds gecombineerd met bescherming van drinkwatergebieden. Dit maakt het ook voor aardwarmteprojecten onzeker of dit past binnen de vele andere ondergrondse activiteiten. In ondergrondse gebieden die beschikbaar zijn gesteld voor drinkwaterwinning mag niet naar aardwarmte worden geboord.

Ook bovengronds is ruimte nodig om het project uit te voeren. Een gebied van circa 2 voetbalvelden is vereist om alle activiteiten te accommoderen die bij het boren van de put moeten worden uitgevoerd, in de productiefase is dit gebied ongeveer een half voetbalveld groot. Tot slot is er in de ondiepe ondergrond ruimte nodig voor de aanleg van de infrastructuur van het warmtenet.

- **Hoe groot is het risico en wat zijn de gevolgen? Hoe vaak gebeurt het?**

Of er genoeg ruimte in de ondergrond is, hangt af van de locatie. Vaak is ruimte in de grond een probleem bij oude binnensteden. Daarbuiten is het een minder groot probleem. Het gaat vooral om de eerste laag grond, daarna is ruimte in de ondergrond niet meer een probleem. Dit risico treedt alleen op wanneer er voor aanvang van het project niet gekeken is naar beschikbare ruimte onder de grond.

- **Mitigatie?**

Problemen met beschikbaarheid van ruimte bij aardwarmteprojecten zijn in de beginfase van projecten goed te voorkomen door een project niet op te starten in een gebied waar geen ruimte is om de aardwarmteput te boren, waar te weinig ruimte is voor de warmtenetinfrastructuur of waar te weinig ruimte is in de ondergrond om een boring uit te voeren. Probeer gebieden te voorkomen waar te veel collectieve netten worden aangelegd. Ook zullen gemeenten en Provincies een heldere planning moeten maken ter voorbereiding van multifunctioneel bodemgebruik.

CONCLUSIE: WAT VINDT NATUUR & MILIEU?

AARDWARMTE IS CRUCIAAL VOOR DUURZAME WARMTE

Aardwarmte is één van de cruciale warmtebronnen in een duurzame warmtevoorziening, als onderdeel van een mix van duurzame warmtebronnen. Het is niet alleen een techniek die het gehele jaar warmte kan blijven leveren, het is ook een techniek die op termijn volledig CO₂-vrij warmte kan leveren. Toch is, mede door de in dit paper besproken belemmeringen, de ontwikkeling van aardwarmte in de gebouwde omgeving nog beperkt van de grond gekomen met vertraging van de warmtetransitie en uitblijvende kostendalingen als gevolg.

Naast aardwarmte zijn er met aquathermie, zonthermie, duurzame restwarmte en warmtepompen een beperkt aantal technieken om het aanbod van warmte in Nederland te verduurzamen. Bij het uitblijven van de ontwikkeling van aardwarmte, ontstaat het risico dat verlaging van CO₂-uitstoot in gemeenten en de gebouwde omgeving niet snel genoeg gaat en dat er te weinig duurzame warmte beschikbaar is in een regio om de gebouwde omgeving van duurzame warmte te voorzien.

Om gemeenten te ondersteunen, is in dit paper een overzicht van de status van de belangrijkste belemmeringen, sociale risico's en technische risico's gepresenteerd die spelen bij de ontwikkeling van aardwarmte en voor aardwarmte in de gebouwde omgeving in het bijzonder. Op basis van dit overzicht vindt Natuur & Milieu dat aardwarmte klaar is voor verdere ontwikkeling en stapsgewijze opschaling. In 2023 kunnen de eerste stappen al gezet worden. Daarom roepen we gemeentes op om aardwarmte meer op te gaan nemen in de Transitievisies Warmte (TVW) en de Regionale Energie Strategieën. Waar er de laatste jaren een beperkte ontwikkeling was in aardwarmteprojecten, is er op het vlak van kennis en beleid veel gebeurd. Zodra er meer aardwarmteprojecten komen voor de gebouwde omgeving zal de sector verder professionaliseren en worden financiële risico's kleiner.

BRONNENLIJST

Algemene Rekenkamer, 2021. Bescherming drinkwater bij het boren naar aardwarmte.

<https://www.rekenkamer.nl/publicaties/rapporten/2021/06/17/bescherming-drinkwater-bij-het-boren-naar-aardwarmte>

Berenschot, 2020. Een studie naar de potentie van aardwarmte als duurzame warmtebron voor de gebouwde omgeving, glastuinbouw en industrie.

<https://kennisbank.ebn.nl/eindrapport-warm/>

Buijze, L., van Bijsterveldt, L., Cremer, H., Paap, B., Veldkamp, H., Wassing, B., van Wees, J.-D., ter Heege, J.H. (2019) Review of worldwide geothermal projects: mechanisms and occurrence of induced seismicity. Report TNO 2019R100043, 257 pp.

<https://kennisbank.ebn.nl/reviewstudie-seismiciteit-tno/>

Expertise Centrum Warmte, 2021. Geothermie

<https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/techniekfactsheets+energiebronnen/geothermie+nieuw/default.aspx>

Geothermie Nederland, 2022. <https://geothermie.nl/geothermie/geothermie-omvang-en-duurzaamheid/>

KWR, 2017. Inventarisatie risico's geothermie voor grondwater.

<https://www.kwrwater.nl/actueel/inventarisatie-risicos-geothermie-grondwater/>

Merosch, 2019. Is geothermie de duurzame energie-oplossing voor woningen?

<https://merosch.nl/actueel-kennis/is-geothermie-de-duurzame-energie-oplossing-voor-woningen/>

Netbeheer Nederland, 2022.

<https://energiecijfers.info/>

PBL, 2021. Klimaat- en energieverkenning 2021. Figuur 4.

<https://www.pbl.nl/publicaties/klimaat-en-energieverkenning-2021>

SodM, 2017. De staat van de Sector Geothermie. Staatstoezicht op de Mijnen.

<https://www.sodm.nl/documenten/rapporten/2017/07/13/staat-van-de-sector-geothermie>

SodM, 2021, Evaluatie aanbevelingen staat van de Sector Geothermie. Staatstoezicht op de Mijnen.

<https://www.sodm.nl/documenten/publicaties/2021/09/30/evaluatie-aanbevelingen-staat-van-de-sector-geothermie>

Stichting Warmtenetwerk, 2021. Adviesrapport: Geothermie in de gebouwde omgeving. Mede-uitgevers: Geothermie Nederland, EBN.

<https://kennisbank.ebn.nl/adviesrapport-geothermie-in-de-gebouwde-omgeving/>

TNO, 2020. Duurzaamheid van geothermie in warmtenetten.

https://geothermie.nl/downloads/Whitepaper_TNO_2020_duurzaamheid_geothermie_in_warmtenetten.pdf

TNO, 2021a. Berekening duurzaamheid van warmtebronnen.

TNO, 2021b. Duurzaamheid Geothermie: factsheet.

<https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid:24ed4f86-21a3-49bc-b1fa-f81b3db28e19>

Colofon

Uitgave

Natuur & Milieu
oktober 2022
Utrecht

Tekst en inhoud

Natuur & Milieu

Vormgeving

DeUitwerkStudio

Contact

Natuur & Milieu
info@natuurenmilieu.nl
+31 (0)30 233 13 28

**NATUUR
& MILIEU**