



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Publieke beelden bij een veilige en gezonde energietransitie

Deelrapport aardwarmte

Publieke beelden bij een veilige en gezonde energietransitie

Deelrapport aardwarmte

RIVM-rapport 2024-0177

Colofon

© RIVM 2025

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2024-0177

C. Boomsma (auteur), RIVM
M. Zonneveld (auteur), RIVM
J.M.M. Neuvel (auteur), RIVM

Contact:
Jeroen Neuvel
Omgevingsveiligheid
omgevingsveiligheid@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat in het kader van het programma Klimaat en Energie (2023.ADD.46.01).

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Publieke beelden bij een veilige en gezonde energietransitie

Deelrapport aardwarmte

Om de CO₂-uitstoot te verminderen, wil de overheid overstappen op energiebronnen waarbij weinig of geen CO₂ vrijkomt. Aardwarmte is zo'n energiebron. Bij de winning van aardwarmte wordt diep in de grond geboord en het warme water dat daar van nature zit, omhoog gepompt. De warmte uit het water wordt gebruikt om gebouwen te verwarmen. Het RIVM heeft mensen gevraagd hoe ze denken over de veiligheid en gezondheid van aardwarmte en of zij er zorgen en vragen over hebben.

De meeste deelnemers blijken positief te staan tegenover aardwarmte als duurzame energiebron. Over het algemeen maken mensen zich niet veel zorgen over veiligheid en gezondheid bij aardwarmte. Als ze zorgen hebben, gaan die vooral over de boringen in de grond en de trillingen die dat kunnen veroorzaken. Dat geldt ook voor het oppompen van het warme water, wat het grondwater kan vervuilen. Bij trillingen gaan de zorgen vooral over mogelijke schade aan gebouwen en minder over de mogelijkheid dat er slachtoffers vallen. De deelnemers schatten de kans op trillingen of een aardbeving in als redelijk klein, en de kans op vervuiling van het grondwater iets groter.

Het RIVM raadt de overheid aan om duidelijk te communiceren over alle stappen die nodig zijn om aardwarmte-installaties te bouwen en te gebruiken (oftewel: de hele keten). Mensen hebben daar nu nog geen volledig beeld van. Communicatie is cruciaal om vertrouwen te hebben in de keuzes die de overheid hierover maakt. Het is mogelijk dat mensen op basis van de informatie eerst minder positief reageren op mogelijke risico's. Met eerlijke communicatie over de risico's in de hele keten kunnen mensen zelf een beeld krijgen. Door vroeg te communiceren voelen mensen zich niet overvallen. Ook wordt dan duidelijk welke vragen en zorgen er over lokale ontwikkelingen kunnen zijn.

De resultaten uit dit onderzoek helpen het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) bij beleid en communicatie over aardwarmte.

Kernwoorden: aardwarmte, risicoperceptie, steun, energietransitie, communicatie, energiebronnen

Synopsis

Images among the public of a safe and healthy energy transition

Subreport on geothermal energy

To reduce CO₂ emissions, the government would like to transition to energy sources that release little to no CO₂. Geothermal energy is one of those sources. Geothermal energy is produced by drilling deep into the ground and pumping up the warm water that is naturally present there. The warm water is used to heat buildings. The National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) has conducted a survey to assess how people feel about the safety and health aspects of geothermal energy and whether they have any worries or questions.

Most respondents seemed positive about geothermal energy as a renewable energy source. In general, people were not much worried about the safety and health aspects of geothermal energy. Any worries they did have primarily concerned the drilling into the ground and the tremors this might cause. There were also worries about the pumping up of warm water, which may contaminate the groundwater. As for the tremors, the worries had more to do with potential damage to buildings than the risk of human injury. The respondents estimated the chance of tremors or an earthquake as reasonably low and the chance of groundwater contamination as slightly higher.

RIVM advises the government to communicate clearly about all of the necessary steps of building and commissioning geothermal energy installations (in other words, the entire chain). At the moment, the image people have in their minds is still incomplete. Communication is crucial in order to create trust in the choices the government is making. Depending on the information provided, it is possible that people's initial response to potential risks will be less positive. Transparent communication about the potential risks in the entire chain will allow people to form their own image. Communicating early will ensure that people do not feel taken by surprise. It will also make clear what the questions and worries might be with regard to local developments.

The survey outcomes will help the Ministry of Climate Policy and Green Growth make choices about geothermal energy policy and communication.

Keywords: geothermal energy, risk perception, support, energy transition, communication, energy sources

Inhoudsopgave

Samenvatting – 9

1 Inleiding – 13

2 Inzichten over aardwarmte – 17

- 2.1 Aardwarmte – 17
- 2.2 Veiligheids- en gezondheidsrisico's van aardwarmte – 18
 - 2.2.1 Verontreiniging van grondwater en bodem – 18
 - 2.2.2 Trillingen – 18
 - 2.2.3 Andere risico's – 19
- 2.3 Publieke percepties van aardwarmte – 19
 - 2.3.1 Kennis, affect en associaties van aardwarmte – 20
 - 2.3.2 Risicopercepties van aardwarmte – 21
 - 2.3.3 Steun voor en acceptatie van aardwarmte – 23
 - 2.3.4 Informatiebehoeften – 25
- 2.4 Huidig onderzoek – 25

3 Methode – 27

- 3.1 Vragenlijstonderzoek – 27
- 3.2 Deelnemers en werving – 28
- 3.3 Opzet van de vragenlijst – 29
- 3.4 Analyse vragenlijstonderzoek – 39

4 Houding tegenover klimaatverandering en energietransitie – 41

- 4.1 Percepties van en houding tegenover klimaatverandering – 41
- 4.2 Percepties van en houding tegenover de energietransitie – 42

5 Resultaten veiligheidsbeleving aardwarmte – 45

- 5.1 Bewustzijn en ervaren kennis – 45
- 5.2 Lokale ontwikkelingen – 46
- 5.3 Eerste gedachten, beelden, ideeën en gevoelens – 47
- 5.4 Gevaarperceptie – 48
- 5.5 Risicoperceptie – 50
- 5.6 Steun voor aardwarmte – 52
- 5.7 Perceptie van voordelen en afwegen voor- en nadelen – 57
- 5.8 Psychologische afstand – 58
- 5.9 Vertrouwen en verwachte rechtvaardigheid – 60
- 5.10 Informatiebehoefte – 62
- 5.11 Samenhang tussen variabelen – 62
 - 5.11.1 Gevaarperceptie aardwarmte en aspecten aardwarmtewinning en -gebruik – 62
 - 5.11.2 Risicoperceptie – 63
 - 5.11.3 Samenhang tussen gevaarperceptie en andere variabelen – 64

6 Discussie, conclusies en aanbevelingen – 69

- 6.1 Eerste beelden bij aardwarmte – 69
- 6.2 Perceptie van risico's van aardwarmte – 71
- 6.3 Steun voor en ideeën over aardwarmte na informatie – 73
- 6.4 Aanvullende aanbevelingen – 76
- 6.5 Conclusie – 77

Literatuur – 79

Samenvatting

Voor het energiesysteem van de toekomst kijkt de regering naar verschillende duurzame energiebronnen als windenergie, zonne-energie en aardwarmte, en naar alternatieve energiedragers als waterstof. De minister voor Klimaat en Energie wil weten hoe mensen denken over de veiligheid en gezondheid van de energietransitie en hoe ze de risico's beleven die daarmee gepaard gaan, zodat er een open gesprek kan plaatsvinden over eventuele zorgen en vragen die mensen hebben. Dit onderzoek richt zich op de vraag hoe Nederlanders de veiligheids- en gezondheidsrisico's van aardwarmte percipiëren. Het onderzoek is gebaseerd op literatuuronderzoek en een vragenlijst onder 877 mensen.

Houding tegenover klimaatverandering en energietransitie

Als achtergrond bij de publieke beelden over een veilige en gezonde energietransitie is de houding tegenover klimaatverandering en de energietransitie onderzocht. Een overgrote meerderheid van de deelnemers erkent klimaatverandering. De meningen over de menselijke invloed zijn verdeeld: ongeveer de helft wijt klimaatverandering vooral aan menselijke activiteiten, terwijl een derde een combinatie van natuurlijke en menselijke oorzaken ziet. Driekwart maakt zich zorgen over klimaatverandering, en een kleine meerderheid verwacht een aanzienlijke impact op Nederland.

Deelnemers staan gemiddeld positief tegenover maatregelen tegen klimaatverandering en de energietransitie. Ongeveer twee derde denkt dat de overstap naar duurzame energie bijdraagt aan het beperken van klimaatverandering, en ruim de helft ziet een dringende noodzaak voor deze transitie. Er zijn zorgen over stijgende energiekosten, afhankelijkheid van buitenlandse energie, de impact van fossiele brandstoffen, en de beschikbaarheid van duurzame alternatieven.

Eerste beelden bij aardwarmte

De meeste deelnemers aan het onderzoek geven aan bekend te zijn met aardwarmte, maar er nog weinig over te weten. Slechts een kwart heeft erover gehoord in het kader van de energietransitie. De meeste deelnemers geven aan maar een beetje of weinig kennis te hebben over aardwarmte. Ze zijn nog minder bekend met de plannen van de Nederlandse regering rondom aardwarmte. Bij iets meer dan de helft van de deelnemers roept aardwarmte spontaan beelden op, waaronder schoon, kosten, warmte uit de aarde gebruiken, voordelen en kansen, uit de diepte/ aardkern. Deze beelden worden over het algemeen als licht positief beoordeeld. Een kleine groep deelnemers heeft beelden die gaan over veiligheid en gezondheid, waaronder zorgen over bodemverontreiniging, aardbevingen en overlast. Na het lezen van een toekomstscenario over aardwarmte in Nederland, steunt een meerderheid de ontwikkelingen op dit gebied.

Percepties van risico's aardwarmte

Over het algemeen maken mensen zich weinig zorgen over ontwikkelingen rondom aardwarmte, maar er zijn verschillen in de mate van zorgen over specifieke activiteiten. Mensen zijn het meest bezorgd over het boren van de putten voor de installatie, gevolgd door het oppompen en terugpompen van water. Het gebruik van aardwarmte voor verwarming baart mensen minder zorgen.

Gemiddeld maken mensen zich bijna niet tot neutraal zorgen over aardbevingen door aardwarmtewinning. Mensen schatten de kans op een aardbeving gemiddeld klein tot neutraal (niet groot, niet klein) in. De zorgen over schade zijn ook groter dan zorgen over slachtoffers. Mensen achten de kans op materiële schade waarschijnlijker dan de kans op persoonlijk letsel. De kans op grondwaterverontreiniging en milieuschade door boren wordt hoger ingeschat dan de kans op trillingen of aardbevingen.

De percepties van risico's hangen met elkaar samen. Als mensen de kans op aardbevingen hoog inschatten, denken ze ook dat de kans op grondwaterverontreiniging groot is. Ook risicoperceptie en zorgen hangen met elkaar samen. Als deelnemers de kans op negatieve gebeurtenissen of gevolgen hoog inschatten, maken zij zich hier over het algemeen ook meer zorgen over en andersom. Zorgen over aardwarmte komen niet voort uit één specifiek aspect, maar worden beïnvloed door meerdere factoren zoals eerste beelden van aardwarmte, de balans tussen voor- en nadelen, en vertrouwen in betrokken partijen.

Er zijn ook factoren die weinig invloed lijken te hebben op de zorgen over aardwarmte, zoals kennis over klimaatverandering en socio-economische variabelen. Dit betekent dat zorgen niet afhankelijk zijn van geslacht, leeftijd of inkomen, en dat mensen uit landelijke gebieden zich niet meer zorgen maken dan mensen uit stedelijke gebieden.

Steun voor en ideeën over aardwarmte

Een ruime meerderheid van de deelnemers (70 procent) staat positief tegenover aardwarmte in Nederland en in hun eigen omgeving (65 procent). Na het lezen van de informatie over de risico's steunt ongeveer de helft de ontwikkelingen rondom aardwarmte.

Mensen zijn verdeeld over of aardwarmte meer voor- dan nadelen heeft. Voordelen zijn onder andere minder afhankelijkheid van geïmporteerde energie en een schonere industrie. Deelnemers zijn minder zeker of aardwarmte de energievoorziening betaalbaarder maakt. Veel deelnemers vinden het lastig om daarbij in te schatten wat aardwarmte voor hen persoonlijk betekent. Ze verwachten grootschalige toepassing pas over 25 jaar of later.

Minder dan de helft van de deelnemers heeft vertrouwen in de competenties van betrokken partijen om mogelijke veiligheid- en gezondheidsrisico's te beperken. Het vertrouwen dat mensen hebben in de integriteit van betrokkenen is zelfs nog iets lager. Dit komt met name door een gebrek aan vertrouwen in open en eerlijke communicatie. Deelnemers geven aan het minste vertrouwen te hebben in de

rechtvaardigheid van het besluitvormingsproces en de uitkomsten daarvan. Er is vooral weinig vertrouwen in dat schade als gevolg van boringen wordt vergoed.

Een meerderheid van de deelnemers geeft aan behoefte te hebben aan meer informatie om de ontwikkelingen rondom aardwarmte te kunnen beoordelen. Er is met name behoefte aan meer informatie over de kosten van aardwarmte voor het verwarmen van de woning, de risico's van het boren van de putten voor de aanleg van aardwarmte installaties, de risico's van aardwarmte in vergelijking met ander energiebronnen, en de risico's van het oppompen van warm water uit de aarde.

Aanbevelingen

Tijdige, volledige en duidelijke communicatie over de overheidsplannen voor aardwarmte is nodig, om te voorkomen dat mensen onnodig verrast worden en het gevoel ontstaat dat er informatie is achtergehouden. Dit is met name belangrijk als er een aardwarmte installatie in de buurt komt. Daarbij is het belangrijk om met burgers in gesprek te gaan over de aardwarmteketen en stil te staan bij mogelijke misconcepties en die elementen van de keten die voor mensen belangrijk zijn en zorgen oproepen (men name het boren van putten en het oppompen en terugpompen van water). Mensen informeren over de hele aardwarmteketen en vervolgens hierover doorvragen kan onderliggende vragen en zorgen van mensen onthullen. Op basis daarvan kunnen mensen naar behoefte verder worden geïnformeerd. Mensen willen onder meer weten wat de risico's zijn van het boren van putten en het pompen van water. Ook hebben mensen behoefte aan informatie over verschillende energietechnieken om risico's te kunnen vergelijken.

Het onderzoek laat ook zien dat als mensen meer leren over de veiligheids- en gezondheidsaspecten van nieuwe technieken, hun steun kan afnemen. Dit betekent niet dat openheid over veiligheid en gezondheid slecht is voor de lange termijn. Vertrouwen in de partijen die risico's beheersen is belangrijk. Open en eerlijke communicatie is een voorwaarde voor vertrouwen en helpt bij het accepteren van risico's op de lange termijn. Vertrouwen kan groeien door open te zijn over veiligheidsaspecten en duidelijk te maken hoe schade door aardwarmte wordt vergoed. Bij beslissingen is het belangrijk om te laten zien hoe de zorgen van omwonenden zijn meegenomen.

1 Inleiding

Aanleiding

Het energiesysteem van de toekomst zal naar verwachting structureel anders van aard en vorm zijn dan ons huidige energiesysteem. Om te voldoen aan nationale en internationale doelstellingen om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen, zet de overheid in op energiebesparing. Ook zijn er initiatieven om fossiele brandstoffen als olie, aardgas en steenkool te vervangen door duurzame energiebronnen als zonne- en windenergie of aardwarmte.

De keuzes die worden gemaakt over de transitie van het energiesysteem hebben invloed op de veiligheids- en gezondheidsrisico's van dit energiesysteem. De vervanging van fossiele energie door duurzame vormen van energie levert veiligheids- en gezondheidswinst op en kan positief uitpakken voor de natuur (Gooijer & Mennen, 2021; Van der Ree et al., 2019). Niettemin zijn ook nieuwe energiebronnen niet zonder risico.

In november 2022 kondigde de minister van Klimaat en Energie uitgangspunten aan voor het verantwoord omgaan met veiligheids- en gezondheidsaspecten van de energietransitie. In de betreffende kamerbrief (Minister voor Klimaat en Energie, 2022) zijn onder andere uitgangspunten geformuleerd voor de communicatie met bewoners en andere betrokkenen over de energietransitie: 'deze is openhartig en eenduidig, en houdt rekening met de risicocontext en met de risicobeleving. Daarbij is het essentieel om te weten hoe burgers de risico's ervaren, zodat een gesprek kan plaatsvinden over de zorgen en vragen die er leven.' In lijn met dit uitgangspunt kondigde de minister voor Klimaat en Energie in deze kamerbrief aan te laten onderzoeken welke percepties er leven rondom de voor- en nadelen van de energietransitie ten aanzien van veiligheid en gezondheid. energietransitie.

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om inzicht te krijgen in de perceptie van burgers over veiligheids- en gezondheidsrisico's rondom de energietransitie en in de factoren die deze perceptie beïnvloeden. Het ministerie, maar ook andere partijen, zoals gemeenten of energiecoöperaties kunnen de inzichten in hoe mensen de risico's ervaren gebruiken in gesprekken over energietransitieprojecten op nationaal, regionaal en lokaal niveau. Ze kunnen op basis van deze inzichten rekening houden met de risicobeleving en informatiebehoefte. Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Klimaat en Groene Groei.

Afbakening

Voor het energiesysteem van de toekomst wordt gekeken naar verschillende energiebronnen en energiedragers (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2023). Om het onderzoek voldoende af te bakenen is samen met de opdrachtgever en dossierhouders voor

energietransitie bij het ministerie van Klimaat en Groene Groei en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat bepaald op welke technieken het onderzoek zich richt. Op basis van de ambities in het Nationaal Plan Energiesysteem, in combinatie met de behoeften van lokale en regionale overheden en RES-regio's is ervoor gekozen dit onderzoek te richten op de perceptie van aardwarmte (geothermie). Aardwarmte is een energiebron die kan worden gebruikt om gebouwen te verwarmen. Daarnaast is gekeken naar de percepties van de waterstofketen, inclusief ammoniak. De resultaten van het onderzoek naar deze percepties zijn beschreven in het [deelrapport](#) over waterstof en ammoniak.

Samen met de opdrachtgever is besloten om het onderzoek vooral te richten op de beleving van veiligheids- en gezondheidsrisico's. Risicoacceptatie en steun maken ook onderdeel uit van het onderzoek, maar hier ligt minder de nadruk op. Andere onderzoeken keken uitgebreider naar de houding tegenover de energietransitie in zijn geheel (zie hiervoor bijvoorbeeld de Kluizenaar & Flore, 2021; Kantar, 2021; Panarello & Gatto, 2023).

Onderzoeksvragen

De hoofdvraag luidt:

wat is de perceptie van burgers in Nederland rondom veiligheids- en gezondheidsrisico's van aardwarmte en welke factoren beïnvloeden deze perceptie?

De vier deelvragen luiden:

1. Welk beeld hebben burgers in Nederland van aardwarmte?
2. Hoe percipiëren burgers in Nederland de gezondheids- en veiligheidsrisico's van aardwarmte, en welke factoren beïnvloeden deze percepties?

In dit onderzoek omvat de perceptie van risico's het geheel van meningen, oordelen en gevoelens van mensen tegenover risicovolle activiteiten en technologieën in de omgeving (Siegrist & Árvai, 2020; Slovic, 1987; Slovic et al., 2004). Om een zo volledig mogelijk beeld te krijgen van hoe de risico's worden ervaren wordt er in het onderzoek gekeken naar twee aspecten:

- de gevaarperceptie. Dit gaat over de meningen, oordelen en gevoelens van mensen over datgene dat het gevaar veroorzaakt, in dit geval de technologie of onderdelen van de technologie. Voor dit onderzoek gaat het om de perceptie van aardwarmte (Jansen et al., 2020; Slovic, 1987).
- de risicoperceptie. Dit gaat over de meningen, oordelen en gevoelens van mensen over specifieke gevaren en (kans op) ongewenste schade. Voor dit onderzoek gaat het om de perceptie van blootstelling aan trillingen of aardbevingen en verontreiniging van het grondwater bij het boren van de putten voor de aardwarmte-installatie en de winning van aardwarmte, en de gevolgen voor mens en milieu. Dit onderzoek maakt onderscheid tussen: 1) cognitieve risicoperceptie (inschatting van de kans),

- en 2) affectieve risicoperceptie (mate van zorgen) (Jansen et al., 2020; Slovic, 1987).
3. In hoeverre steunen burgers in Nederland ontwikkelingen rondom aardwarmte als zij kennis hebben over de gezondheids- en veiligheidsrisico's van aardwarmte?

Met steun wordt in dit onderzoek bedoeld: een gunstige of positieve reactie (inclusief houding, intentie, gedrag) van inwoners van Nederland over aardwarmte en de daarvoor benodigde technologie (naar Upham et al., 2015). Ook wel technologie acceptatie genoemd. Bij steun met kennis over de gezondheids- en veiligheidsrisico's van aardwarmte kan er ook worden gesproken over risicoacceptatie. Dit heeft betrekking op het risiconiveau dat de burger nog accepteert, gegeven het verwachte nut. Bij risicoacceptatie gaat het om de afweging tussen de voor- en nadelen van een risico voor het individu of groep (Slovic, 1987).

4. Wat betekenen de resultaten van het onderzoek voor de communicatie over veiligheids- en gezondheidsrisico's in relatie tot aardwarmte?

Leeswijzer

Hoofdstuk twee gaat dieper in op het proces van aardwarmtewinning. Verder bevat dit hoofdstuk een samenvatting van inzichten uit eerder onderzoek naar de percepties en steun van mensen tegenover aardwarmte. Hoofdstuk drie beschrijft de methode van het onderzoek – een vragenlijst. Hoofdstuk 4 en 5 beschrijven de resultaten van het vragenlijstonderzoek. Hoofdstuk 4 bevat het eerste deel van de resultaten uit de vragenlijst, namelijk inzichten over de houding van mensen tegenover klimaatverandering en de energietransitie in algemene zin. Hoofdstuk 5 gaat verder in op de hoe mensen aankijken tegen de winning en het gebruik van aardwarmte en de perceptie van veiligheid- en gezondheidsaspecten. Hoofdstuk 6 bevat een discussie van de belangrijkste resultaten en aanbevelingen die uit het onderzoek naar voren komen, waaronder aanbevelingen voor communicatie. Aanvullend op dit rapport is een [bijlagenrapport](#) gepubliceerd, met onder andere achtergrondmaterialen van de gebruikte onderzoeksmethoden.

2 Inzichten over aardwarmte

Om de vragenlijst vorm te geven is er begonnen met een literatuuronderzoek. Dit literatuuronderzoek had als doel om in kaart te brengen wat de huidige stand van zaken is op het gebied van onderzoek naar publieke (risico)percepties van burgers over aardwarmte. Maar allereerst beschrijft dit hoofdstuk wat aardwarmte is en wat de voornaamste risico's voor veiligheid en gezondheid zijn bij aardwarmtewinning (paragraaf 2.1 en 2.2). Dit dient als achtergrond voor het huidige onderzoek. Daarna volgt een overzicht van eerder onderzoek naar de percepties van burgers tegenover (de risico's van) aardwarmte (paragraaf 2.3). Dit hoofdstuk sluit af met een overzicht van relevante factoren uit theoretische kaders over steun en (risico)perceptie (paragraaf 2.4).

2.1 Aardwarmte

Aardwarmte, ook wel geothermie genoemd, is een energiebron die kan worden gebruikt om gebouwen te verwarmen. Voor aardwarmtewinning wordt er diep in de grond geboord. Uit de diepte wordt het van nature aanwezige warme water omhoog gepompt. Voor het oppompen van het warme water en het terugpompen van het afgekoelde water is energie nodig. Als daarvoor duurzame energie wordt gebruikt, komt er geen CO₂ vrij. Bij het gebruiken van aardwarmte als energiebron komt er ook geen CO₂ vrij.

In Nederland wordt aardwarmte gewonnen uit diepe aardlagen. Diep in de ondergrond bevindt zich warm water in zand- en gesteentelagen. Hoe dieper onder de grond, hoe warmer het water. In Nederland wordt aardwarmte doorgaans gewonnen op een diepte van tussen de 2 á 3 kilometer, waarbij het water een temperatuur heeft van 70 – 90 °C. De winning van bodemenergie (tot ongeveer 500 meter onder de grond) valt buiten de scope van dit onderzoek. De winning van aardwarmte op een diepte van meer dan vier kilometer wordt ultradiepe geothermie genoemd, maar wordt in Nederland niet toegepast (Geothermie Nederland, z.d.). Ultradiepe geothermie valt daarom ook buiten de scope van dit onderzoek.

Om het warme water uit de diepe ondergrond van de aarde te kunnen oppompen, worden er twee diepe putten geboord: een productieput en een injectieput. Via de productieput wordt warm water omhoog gepompt uit de aarde, waarna de warmte uit het water benut kan worden. Met het opgepompte warme water wordt door middel van een warmtewisselaar leidingwater verwarmd. Dit leidingwater kan vervolgens worden gebruikt om ruimtes op te warmen via een warmtenetwerk (stadsverwarming). De warmte kan bijvoorbeeld worden toegepast in kassen, woningen en andere gebouwen. Nadat de warmte via een warmtewisselaar is onttrokken, wordt het afgekoelde water via de injectieput teruggepompt naar de diepe aardlagen. Het water warmt in deze aardlaag weer op.

Bij de winning van aardwarmte is daarmee een aantal fasen te onderscheiden: het boren van de putten; het oppompen van warm water uit de aarde, het terug de aarde inpompen van afgekoeld water en het gebruiken van aardwarmte voor het verwarmen van gebouwen, inclusief kassen. Activiteiten die samenhangen met het zoeken naar geschikte locaties en het ontmantelen van installaties zijn in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

2.2 Veiligheids- en gezondheidsrisico's van aardwarmte

Uit een eerdere RIVM-verkenning zijn aandachtspunten voor aardwarmte over veiligheid en gezondheid voor de omgeving genoemd (Kelfkens & van der Ree, 2018). De vragenlijst van het huidige onderzoek gaat alleen in op de risico's die veel impact op (mensen in) de omgeving hebben, zoals verontreiniging van het grondwater, trillingen en aardbevingen. Daarnaast blijken deze risico's uit eerdere onderzoeken naar aardwarmte in de perceptie van burgers ook het meest aanwezig te zijn (zie paragraaf 2.3.2). Vandaar dat dit hoofdstuk deze risico's uitgebreider beschrijft.

2.2.1 Verontreiniging van grondwater en bodem

Het opgepompte water is zout, bevat mijnbouwhulpstoffen en chemische en radioactieve stoffen uit de diepe ondergrond. Bij lekkage van de boorputten bij het oppompen of injecteren van dit water, zou dit water in hoger gelegen bodemlagen terecht kunnen komen, bijvoorbeeld in grondwaterpakketten voor drinkwater. Daarnaast kan, door onvoldoende afdichting van niet-doorlatende lagen, stroming optreden tussen lagen. Dit leidt dan tot verontreiniging van hoger gelegen, zoete watervoerende lagen met zout water (Kelfkens & Van der Ree, 2018). Om de veiligheid te waarborgen zijn mijnbouwactiviteiten niet toegestaan in natuurgebieden en waterwingebieden. Maatregelen om de risico's van lekkage te verminderen zijn het gebruik van meerwandige putconstructies van corrosiebestendig materiaal, in combinatie met lekmonitoring en beheersmaatregelen. Internationaal wordt ook fracking gebruikt om de doorlaatbaarheid van de watervoerende lagen te verhogen. In Nederland is fracking bij aardwarmte nog niet toegepast (Kelfkens & Van der Ree, 2018). Fracking is daarom in dit onderzoek niet als activiteit meegenomen.

2.2.2 Trillingen

Bij aardwarmtewinning kunnen trillingen ontstaan door het onttrekken aan en injecteren van vloeistoffen in de ondergrond. Bij aardwarmte kan bestaande spanning op breuken verstoord worden door drukveranderingen, afkoeling en krimp van gesteente rond de injectieput. Dit kan mogelijk leiden tot breukbeweging en trilling (KNMI, z.d.). TNO verwacht dat het seismisch risico, het risico dat mensen en woningen lopen door aardbevingen, laag is voor Nederlandse projecten die produceren uit goed doorlatende lagen en waarbij weggebleven wordt van actieve breukzones (Buijze et al., 2019). Belangrijk is dus om te onderzoeken waar breuken zitten. Bij aardwarmteprojecten wordt daarom vooraf een risicoanalyse gemaakt van de seismische risico's op een beoogde aardwarmtewinningslocatie. Daarmee kan worden voorkomen dat aardwarmte wordt gewonnen op plekken met een kwetsbare geologische situatie of met een al aanwezige hoge seismische

activiteit. Ook wordt seismische activiteit gemonitord via seismische meetstations. Zo zijn in Zuid-Holland zeven extra seismische meetstations geplaatst voor aardwarmte (KNMI, z.d.).

2.2.3 *Andere risico's*

Naast verontreiniging en trillingen zijn andere risico's met gevolgen voor de veiligheid of gezondheid van de omgeving beschreven. Dit zijn: licht- en geluidhinder, een ongecontroleerde uitstroom van water aan het oppervlak (een 'blow out'), het ongewenst vrijkomen van brandbaar gas en het vrijkomen van natuurlijk stralingsmateriaal bij het winnen van aardwarmte.

Licht- en geluidhinder kan ontstaan tijdens het boren van de putten (boorgaten), groot onderhoud en de ontmanteling van de aardwarmte-installatie. Daarnaast kan licht- en geluidhinder ontstaan als gevolg van vervoersbewegingen of door het branden van meerdere lichtinstallaties in donkere uren. Een 'blow out' ontstaat als de boorvloeistof onvoldoende tegendruk geeft om het uitstromen van water te voorkomen. De kans op een blow-out hangt samen met de kans op het onverwacht aantreffen van hoge drukken in de ondergrond. Een ontvlambare wolk kan ontsteken wanneer methaangas – een brandbaar gas – ongewenst vrijkomt. Methaangas zit vaak in het opgepompte water, wat via een gasscheider uit het water wordt gehaald en vervolgens wordt verstoofd in een ketelinstallatie (Spoelstra, 2021). Van nature voorkomende licht radioactieve materialen kunnen bij aardwarmtewinning, in het bijzonder tijdens de boorfase, naar boven worden gevoerd (van der Schaaf & Folkertsma, 2017). Deze risico's worden beperkt door het treffen van maatregelen, zoals afstand houden tot andere activiteiten en het uitvoeren van een geologische analyse.

2.3 **Publieke percepties van aardwarmte**

Onderzoek naar publieke percepties van aardwarmte richt zich op associaties die burgers hebben met aardwarmte, de acceptatie van en steun voor deze techniek en de risicopercepties die burgers hebben. Dit is veelal onderzocht aan de hand van (online) vragenlijsten en focusgroepen, onder burgers uit Duitsland en Zwitserland, al zijn er ook onderzoeken gevonden uit Italië en Australië. In Nederland deed I&O research onderzoek onder burgers en specifiek omwonenden van mijnbouwactiviteiten. Het onderzoek richt zich op mijnbouw in de brede zin. Aardwarmte is onderzocht als een van de mijnbouwactiviteiten. Via vragenlijstonderzoek (gepubliceerd in: Veenvliet & Klein, 2022) en focusgroepen (gepubliceerd in: Maathuis, 2023) zijn de percepties en acceptatie van aardwarmte en zorgen over de techniek, in vergelijking met andere mijnbouwactiviteiten, onderzocht.

Paragraaf 2.3.1 vat de inzichten samen over de associaties die burgers hebben met aardwarmte, of ze aardwarmte positief of negatief beoordelen en de mate van kennis die zij over de techniek hebben. In paragraaf 2.3.2 staat een samenvatting van de onderzoeken naar steun voor aardwarmte. Paragraaf 2.3.3 beschrijft het onderzoek naar de perceptie van risico's en de factoren die daarmee samenhangen. Tot slot beschrijft paragraaf 2.3.4 informatiebehoeften van burgers, die naar

voren kwamen in onderzoeken naar publieke percepties van aardwarmte.

2.3.1 *Kennis, affect en associaties van aardwarmte*

Een meerderheid van de ondervraagde burgers uit Nederlands en Zwitsers onderzoek geeft aan bekend te zijn met aardwarmte, of hier wel eens van gehoord te hebben (Cousse et al., 2021; Veenvliet & Klein, 2022). In een Italiaans onderzoek gaf echter minder dan de helft van de deelnemers aan wel eens gehoord te hebben van aardwarmte (Pellizzone et al., 2017). Ondanks dat veel mensen bekend zijn met aardwarmte, geven zij ook aan dat hun kennis beperkt is (Carr-Cornish & Romanach, 2014; Pellizzone et al., 2017), of blijkt deze kennis uiteen te lopen van abstracte tot meer gedetailleerde beelden (Zaunbrecher et al., 2018; Maathuis, 2023). De eerste associaties die mensen hebben met aardwarmte zijn neutraal tot positief (Cousse et al., 2021; Maathuis, 2023; Zaunbrecher et al., 2018).

Iets meer dan de helft van de Nederlanders geeft aan bekend te zijn met de winning van aardwarmte. Het beeld over wat aardwarmte precies is, loopt echter wel uiteen. Waar de één aardwarmte in detail kan uitleggen, twijfelen anderen of het gaat om bijvoorbeeld stadswarmte of het oppompen van lava. Twee derde van de ondervraagde Nederlanders denkt dat aardwarmtewinning ook in Nederland plaatsvindt. Dat aardwarmte in Nederland wordt gewonnen, zou de winning ervan een lokaal karakter geven en de perceptie van klimaatbelasting van deze techniek verlagen. Nederlandse burgers zien aardwarmte in de basis als een positieve, duurzame vorm van mijnbouw, met name omdat men weet of vermoedt dat het een hernieuwbare energiebron betreft (Veenliet & Klein, 2022; Maathuis, 2023).

In een studie onder Duitse burgers (Zaunbrecher et al., 2018) is onderzoek gedaan naar de mentale modellen die mensen hebben van aardwarmte, oftewel de emoties, kennis en associaties die mensen aan een specifiek onderwerp koppelen. De spontane associaties en emoties die een onderwerp oproepen, geven inzicht in de kennis (en mogelijke misconcepties), alsook de (verborgen) gepercipieerde barrières en voordelen van de techniek. Daarbij laat eerder onderzoek zien dat er een sterk verband is tussen de acceptatie van een techniek en de positieve of negatieve connotatie die mensen hebben van een onderwerp (Zaunbrecher et al., 2018).

In het Duitse onderzoek werd aan deelnemers gevraagd een plaatje te tekenen en vier woorden op te schrijven over wat als eerste in hen op komt wanneer ze denken aan aardwarmte. Uit de tekeningen blijkt dat aardwarmte door de meerderheid van de deelnemers wordt geassocieerd met de aarde en het boren in de grond. Daarnaast tekenden ook veel mensen een huis of een energiecentrale (*power station*). In een aantal meer gedetailleerde tekeningen werd de circulatie van het systeem getekend. Net als in het Nederlandse onderzoek werd er door een aantal deelnemers gedacht aan lava als warmtebron of boren tot de kern van de aarde. Van de woorden die werden opgeschreven, moesten deelnemers aangeven of ze een positieve, negatieve of neutrale associatie hadden. Dezelfde woorden konden door

deelnemers anders worden beoordeeld. De meerderheid van de woordassociaties kreeg een positieve beoordeling. Het ging om woorden als warmte, duurzaam, milieubescherming en hernieuwbare energie. Vaak genoemde neutrale woordassociaties waren warmte, elektriciteit en boren. Boren werd ook vaak als negatief beoordeeld, net als de woordassociaties duur, aardbeving en krachtcentrale (Zaunbrecher et al., 2018).

In een Zwitserse studie (Cousse et al., 2021) naar diepe aardwarmteprojecten is onderzoek gedaan naar de perceptie van seismische risico's. In het onderzoek is gekeken naar de invloed van neutrale versus negatief geformuleerde informatie over seismische risico's op het affect (de algemene positieve of negatieve gevoelens van een persoon) tegenover aardwarmte. In de informatie is genoemd dat seismische risico's verbonden zijn aan diepe aardwarmteprojecten en niet aan ondiepe aardwarmteprojecten (in Nederland wordt dit doorgaans bodemenergie genoemd). In de vragenlijst is gewerkt met een hypothetisch voorbeeld van een diep aardwarmte project (5.000 meter onder de grond) en een ondiep aardwarmte project (60 meter onder de grond). Uit dit onderzoek blijkt onder meer dat neutrale informatie over seismische risico's resulteerde in minder positieve gevoelens bij diepe aardwarmteprojecten, terwijl de informatie geen invloed had op het affect bij ondiepe projecten. Negatief geformuleerde informatie resulteerde in een minder positief gevoelens bij zowel diepe als ondiepe aardwarmteprojecten. Positieve en negatieve informatie over seismische risico's bij diepe aardwarmteprojecten lijkt daarmee ook van invloed te zijn op het gevoel over ondiepe aardwarmteprojecten.

Het gevoel wat mensen hebben bij aardwarmte is zowel gemeten voorafgaand aan het geven van informatie als daarna. Mensen die voorafgaand aan informatie een negatief gevoel hadden over aardwarmte hadden na de informatie (of ze nu de neutrale of negatief geformuleerde informatie over seismische risico's kregen) een grotere stijging in mate van positiviteit van het gevoel. Maar mensen die eerder een positief gevoel hadden, hadden na het ontvangen van de negatief geformuleerde informatie over seismische risico's een negatiever gevoel over aardwarmte, ongeacht of ze een diep of ondiep aardwarmte project evalueerden. De hoeveelheid kennis die mensen hadden voorafgaand aan het ontvangen van de neutrale informatie over seismische risico's heeft invloed op het gevoel. Het gevoel veranderde minder snel bij mensen die aangaven veel kennis te hebben tegenover mensen die aangaven weinig kennis te hebben. Mensen die aangeven weinig kennis te hebben, waren meer ontvankelijk voor informatie dan mensen die aangeven veel kennis te hebben (Cousse et al., 2021).

2.3.2 *Risicopercepties van aardwarmte*

In het onderzoek naar risicopercepties van aardwarmte komen de hierboven beschreven percepties terug. De meest genoemde risico's zijn het risico van aardbevingen (als gevolg van het boren naar aardwarmte), de mogelijk schade aan gebouwen als gevolg van aardbevingen en onopgeloste verzekeringskwesties na schade en het risico op (grond)waterverontreiniging. Eerdere aardbevingen als gevolg van aardwarmteboringen en/of eerdere ervaringen met waterverontreinigingen in de regio (ook wel *focusing events* genoemd)

zijn factoren die bijdragen aan deze risicopercepties (Benighaus & Bleicher, 2019; Cousse et al., 2021; Pellizzone et al., 2017; Veenvliet & Klein, 2022). Het onderzoek van Cousse et al. (2021) toont aan dat met name negatief geformuleerde informatie over seismische risico's de risicoperceptie over aardwarmte negatief kan beïnvloeden.

In het onderzoek onder Nederlandse burgers naar mijnbouwactiviteiten, waarvan aardwarmte er één is, blijkt dat 13 procent van de deelnemers zich enige of veel zorgen maakt over de risico's van aardwarmtewinning. 70 procent van de deelnemers maakt zich geen of niet zoveel zorgen. 17 procent weet het niet. De risico's zijn hierbij niet gecommuniceerd met deelnemers en er is ook niet uitgevraagd aan welke risico's zij denken. Wel is meer in het algemeen aan deelnemers gevraagd waar zij zich zorgen over maken als er mijnbouwactiviteiten in de buurt komen. Veel van de gegeven antwoorden zijn te categoriseren in gevolgen voor het milieu en de omgeving zoals aardbevingen, verzakkingen en vervuiling (Veevliet & Klein, 2022).

Voor een Italiaans onderzoek zijn burgers uit een regio nabij twee belangrijke geothermische districten bevestigd aan de hand van focusgroepen en een telefonische vragenlijst (Pellizzone et al., 2017). In het vragenlijstonderzoek gaf 57 procent van de deelnemers aan aardwarmte gevaarlijk te vinden. In de focusgroepen werden meerdere risico's genoemd die mensen aan aardwarmte koppelen, zoals aardbevingen als gevolg van het boren en waterverontreiniging bij de exploitatie van aardwarmte. De angst hiervoor kan gevoed zijn door een eerdere aardbeving in een nabijgelegen regio en hoge concentraties arseen in het water (Pellizzone et al., 2017).

Deze zelfde risico's werden ook genoemd in een Duits onderzoek onder burgers uit twee verschillende gemeenschappen waar onderzoeksprojecten naar aardwarmte gepland staan (Benighaus & Bleicher, 2019). Aan de hand van focusgroepgesprekken werd nagegaan welke frames het meest dominant zijn. Frames zijn structuren die betekenis geven aan een fenomeen, door bepaalde aspecten van de gepercipieerde realiteit te selecteren en benadrukken (en andere juist te negeren) en communicatieprocessen te structureren aan de hand van deze realiteit (Entman, 1993 in: Benighaus & Bleicher, 2019). Door te kijken naar frames die gebruikt worden, zou een omvattender beeld van de publieke respons op aardwarmte worden verkregen dan door alleen na te gaan of mensen voor of tegen aardwarmteprojecten zijn (Benighaus & Bleicher, 2019).

In een van de gemeenschappen uit het Duitse onderzoek bleek het milieuframe dominant. Het meest genoemde argument hierbij was de kans op en mogelijke schade door grondwaterbesmetting. In de andere gemeenschap was het risicoframe het meest dominant, gevolgd door het milieuframe. Belangrijke argumenten in deze groep waren het risico van aardbevingen door aardwarmte(winning) en de mogelijk schade aan gebouwen als gevolg van aardbevingen en onopgeloste verzekeringskwesties na schade. Eerdere gebeurtenissen, zoals milieuverontreiniging door uranium in de regio en aardbevingen in Duitsland en Zwitserland als gevolg van diepe aardwarmte activiteiten

zouden mogelijk een rol hebben gespeeld in de populariteit van deze frames (Benighaus & Bleicher, 2019).

Uit het onderzoek van Cousse et al. (2021) naar de invloed van informatie over seismische risico's op affect en attitude blijkt dat zowel de neutrale als negatief geformuleerde informatie over seismische risico's leidden tot meer zorgen. Dit was het geval voor zowel de groep die een diep aardwarmteproject evalueerde als de groep die een ondiep aardwarmteproject evalueerde. Voor de groep die een negatief geformuleerde informatie over seismische risico's te zien kregen, is nagegaan wat hiervan de impact is op de evaluatie van risico's en voordelen van aardwarmte. De informatie leidt bij zowel ondiepe als diepe aardwarmteprojecten tot de perceptie dat de techniek niet volwassen genoeg is. Het verhoogt de zorgen over seismiciteit en de zorgen over dat de eigen regio meer kwetsbaar is voor aardbevingen. Het verhoogt ook het ongemak over boringen in de grond en de zorgen over mogelijke waterverontreinigingen. Daarnaast had de informatie een negatieve impact op de gepercipieerde voordelen van aardwarmte zoals energieonafhankelijkheid en het kunnen uitfaseren van fossiele brandstof en nucleaire energie.

2.3.3 *Steun voor en acceptatie van aardwarmte*

Uit onderzoek komt naar voren dat burgers over het algemeen positief staan tegenover het steunen van aardwarmte (Carr-Cornish & Romanach, 2014; Zaunbrecher et al., 2018; Veenvliet & Klein, 2022), maar dit lijkt wel af te hangen van de locatie van een aardwarmte-installatie, de verschillende percepties van voordelen en risico's en hoe deze zich tot elkaar verhouden (Carr-Cornish & Romanach, 2014; Cousse et al., 2021; Knoblauch et al., 2019).

Uit het onderzoek onder Nederlandse burgers blijkt dat meer dan de helft aardwarmte ziet als een betrouwbare energiebron. De winning van aardwarmte zou volgens ruim twee derde van de deelnemers aan het onderzoek een groter aandeel moeten krijgen in het totale energieverbruik van Nederland (Veevliet & Klein, 2022). Ook Duitse burgers in het onderzoek van Zaunbrecher et al. (2018) geven aan aardwarmte als nuttige energiebron te zien in Duitsland; de acceptatie van aardwarmte was gemiddeld gezien hoog in dit onderzoek. Uit dit onderzoek bleek dat hoe positiever de eerste associaties over aardwarmte van deelnemers (weergegeven in tekeningen en eerste spontaan opgekomen woorden, zie paragraaf 2.3.1), hoe positiever de houding tegenover aardwarmte. In een Italiaans onderzoek gaf 46 procent van de deelnemers aan aardwarmte te beschouwen als een techniek die de komende twintig jaar een positief effect zal hebben op onze manier van leven, tegenover 6 procent die hier negatief tegenover staat, 5 procent die geen effect verwacht en 44 procent die aangaf dit niet te weten (Pellizzone et al., 2017).

Uit verschillende onderzoeken blijkt dat de percepties van voordelen en risico's en de verhouding hiertussen een rol spelen bij de steun en acceptatie van aardwarmte. De risicopercepties die uit onderzoek naar aardwarmte naar voren komen zijn voornamelijk het risico van aardbevingen en het risico van de verontreiniging van grondwater (zie paragraaf 2.3.2). Mogelijke voordelen van aardwarmte die genoemd

worden zijn: warmtewinning en voorziening in elektriciteit (voor huishoudens), bijdragen aan een beperking van de CO₂ uitstoot, reductie van energiekosten of belastingen, werkgelegenheid in de omgeving van de aardwarmte-installatie en de ontwikkeling van de economie door het aantrekken van investeerders (Pellizone et al., 2017; Benighaus & Bleicher, 2019; Knoblauch et al., 2019). Daarbij wordt opgemerkt dat voordelen en risico's zich op verschillende niveaus kunnen voordoen (voor het individu, de regio, globaal), waarbij risico's veelal lokaal zijn en de voordelen globaal (Carr-Cornish & Romanach, 2014).

Uit onderzoek in Australië (Carr-Cornish & Romanach, 2014) kwam naar voren dat verschillende percepties van voordelen en risico's samenhangen met de mate van acceptatie van aardwarmte. Deelnemers die het niet eens waren met aardwarmte of niet zeker wisten wat ze ervan vonden, rapporteerden minder kennis te hebben van de techniek. Ook rapporteerden ze minder voordelen te zien en meer risico's, en geloofden ze minder goed dat mensen in hun gemeenschap de kans hadden om te participeren in consultaties; vergeleken met deelnemers die aangaven het wel eens te zijn met aardwarmte. En andersom.

Aan de hand van een vragenlijstonderzoek onder Duitse en Zwitserse burgers is onderzocht in welke mate mensen diepe aardwarmtewinning accepteren. De deelnemers wonen in regio's waar meerdere diepe aardwarmteprojecten worden uitgevoerd en waarbij ook aardbevingen zijn ontstaan. Om de acceptatie van diepe aardwarmtewinning te meten kregen de deelnemers vier scenario's voorgelegd. Deze scenario's varieerden in de mate van het risico van geïnduceerde seismiciteit en de voordelen van warmtewinning (Knoblauch et al., 2019). Het risico van geïnduceerde seismiciteit is in het onderzoek uitgedrukt in kosten van mogelijke schade aan gebouwen. De voordelen zijn uitgedrukt in het aantal huishoudens dat van elektriciteit en warmte kan worden voorzien, de hoeveelheid CO₂ die bespaard kan worden en de prijs van elektriciteit. Deelnemers accepteerden het meest het scenario waarbij het diepe aardwarmteproject is gesitueerd op een afgelegen plek (lage seismische risico's) waarbij restwarmte gebruikt wordt voor industriële toepassingen. Het onderzoek laat ook zien dat het relatieve belang van seismische risico's voor acceptatie groter is dan de voordelen van aardwarmtewinning. Dit zou erop wijzen dat het risico van seismiciteit zwaarder weegt dan de voordelen van aardwarmte. De resultaten laten ook zien dat dit met name het geval is wanneer de risicoperceptie hoog is (Knoblauch et al., 2019).

Het onderzoek van Knoblauch et al. (2019) toont aan dat de acceptatie van aardwarmteprojecten dus ook afhangt van de locatie (en de daarmee samenhangende risico's). In het onderzoek van Pellizone et al. (2017) geeft 46 procent van de deelnemers aan dat aardwarmte een positieve invloed zal hebben op hun manier van leven de komende 20 jaar. Toch is 22 procent van de deelnemers (zeer) bezorgd en 24 procent gedeeltelijk bezorgd als er een aardwarmte-installatie in hun leefomgeving zou komen. 36 procent is helemaal niet bezorgd en 19 procent van de Italiaanse deelnemers gaf aan het niet te weten. Redenen voor zorgen zijn het risico van aardbevingen, de milieu impact en het gevaar voor verontreiniging van water. De belangrijkste zorgen

gaan echter meer over sociale en ethische aspecten, zoals een algeheel wantrouwen in besluitvormers, vragen over een rechtvaardige verdeling van risico's en voordelen, de blootstelling aan corruptie, en de wil om samen te werken.

2.3.4 *Informatiebehoeften*

In een aantal van de onderzoeken naar publieke percepties van aardwarmte is ook aan deelnemers gevraagd of zij behoefte aan informatie hebben over aardwarmte en zo ja, wat ze willen weten.

Het onderzoek onder Nederlandse burgers toont aan dat de helft van de deelnemers vindt dat zij (helemaal) niet goed zijn geïnformeerd over mijnbouwactiviteiten in de buurt. Eén op de drie Nederlanders in dit onderzoek geeft aan behoefte te hebben aan informatie over (nieuwe) plannen voor aardwarmte, bijvoorbeeld over de voortzetting van bestaande winningen. Zij hebben echter geen behoefte aan het geven van hun mening. Eén op de tien Nederlanders (11%) wil wel betrokken worden bij het maken van de plannen. Dit geldt met name voor hoger opgeleiden. Ook uit de studie van Pellizzone et al. (2017) blijkt dat deelnemers behoefte hebben aan informatie. Met name over aardbevingsrisico's, de impact voor milieu en landschap en de economische consequenties van aardwarmteprojecten. Deelnemers uit dit onderzoek gaven ook aan een stem te willen hebben als er aardwarmte-ontwikkelingen zijn in hun regio, maar voelen zich niet altijd voldoende geïnformeerd/competent genoeg om hierin mee te discussiëren. Daarbij is er weerstand om samen te werken met publieke instituties, vanwege het gebrek aan vertrouwen daarin.

2.4 **Huidig onderzoek**

In het huidige onderzoek is ervoor gekozen om niet vanuit één theoretisch kader te werken. Dit is gedaan omdat aardwarmte een relatief nieuwe ontwikkeling is. Er zijn ook nog veel vragen over hoe mensen een beeld vormen over aardwarmte en wat hieraan bijdraagt. Het onderzoek is daarom open ingestoken. Deze specifieke benadering wordt in het volgende hoofdstuk (methode) verder uitgelegd.

Toch kan er ook geleerd worden van bestaande theoretische kaders over publieke percepties rondom energietechnologieën (zie Boudet, 2019; Devine-Wright, 2008; Huijts et al., 2012; Perlaviciute & Steg, 2014), en risicoperceptie (zie Siegrist & Árvai, 2020). Wat de meeste kaders overeenkomstig hebben, is dat ervan uit wordt gegaan dat percepties van energietechnologieën worden beïnvloed door meerdere aspecten, grofweg in te delen in:

- 1) eigenschappen van de technologie, bijvoorbeeld kosten, milieu impact, veiligheid, nieuwigheid en fysieke eigenschappen (schaal, esthetiek, zichtbaarheid);
- 2) context en proces, bijvoorbeeld fysieke nabijheid, besluitvormingsprocessen, mate van burgerbetrokkenheid en transparantie;
- 3) psychologische factoren, bijvoorbeeld vertrouwen, waargenomen impact (voor- en nadelen), waargenomen rechtvaardigheid, waarden (doelen of idealen die bepalen wat mensen belangrijk vinden), probleempceptie, uitkomst 'efficacy' (waargenomen

- mate waarin technologie bijdraagt aan het oplossen van een waargenomen probleem), attitudes (positieve of negatieve evaluatie), geassocieerde gevoelens; en
- 4) persoonskenmerken, bijvoorbeeld socio-demografische kenmerken (waaronder leeftijd, geslacht, opleiding), ervaring, bewustzijn, kennis.

Een aantal aspecten is met name relevant bij een concrete ontwikkeling in de lokale omgeving (bijvoorbeeld fysieke nabijheid, zichtbaarheid, besluitvormingsprocessen). De meeste aspecten kunnen ook worden gebruikt om percepties rondom een technologie te verklaren als er (nog) geen lokale ontwikkeling is. Perceptie van risico's is opgenomen in alle kaders, maar de focus ligt vooral op het verklaren van steun voor de technologie (met uitzondering van Siegrist & Árvai, 2020).

Het huidige onderzoek kaart de kennislacunes aan die uit het literatuuronderzoek naar voren zijn gekomen. Het onderzoek biedt inzicht in hoe burgers in Nederland de veiligheid- en gezondheidsrisico's ervaren, iets wat nu nog weinig in beeld is. Ook wordt er specifiek stilgestaan bij verschillende aspecten van aardwarmtewinning en -gebruik. Daarnaast zal er worden ingegaan op hoe het beeld dat mensen hebben over aardwarmte mogelijk verandert naarmate men meer informatie krijgt over het onderwerp.

3 Methode

Om de perceptie van burgers in Nederland over de veiligheids- en gezondheidsrisico's van de aardwarmte in kaart te brengen is gebruik gemaakt van een vragenlijst. Dit hoofdstuk beschrijft waarom voor deze methode is gekozen, en hoe het onderzoek is uitgevoerd.

Bij de uitvoering van het onderzoek is gebruik gemaakt van twee begeleidingscommissies. Er is gewerkt met een begeleidingscommissie met professionals, samengesteld door het ministerie van Klimaat en Groene Groei en een wetenschappelijke begeleidingscommissie die is samengesteld door het RIVM. Bijlage I van het [bijlagenrapport](#) bevat het overzicht van leden van deze begeleidingscommissie.

De begeleidingscommissie met professionals is driemaal bij elkaar gekomen:

- 1) bij de start van het onderzoek. Tijdens deze bijeenkomst is vastgesteld dat het onderzoek zich richt op aardwarmte.
- 2) voorafgaand aan de start van het empirisch onderzoek. Er is feedback gegeven op de bruikbaarheid van de vragenlijst.
- 3) bij de bespreking van het concept-rapport. Er is vastgesteld dat de gestelde vraag in de offerte is beantwoord.

De wetenschappelijke begeleidingscommissie is tweemaal bij elkaar gekomen:

- 1) bij de start van het onderzoek. Er is feedback gegeven op de voorgestelde aanpak van het onderzoek.
- 2) bij de bespreking van het concept-rapport. Er is feedback gegeven op de uitgevoerde analyses.

Het RIVM beoordeelde de feedback van beide commissies en daar waar dit nodig was de aanpak en het rapport aangescherpt.

3.1 Vragenlijstonderzoek

De keuze voor de onderwerpen (factoren) in de vragenlijst is gebaseerd op het literatuuronderzoek (hoofdstuk 2), waaronder ook theoretische modellen op het gebied van risicoperceptie en steun (zie Boudet, 2019; Devine-Wright, 2008; Huijts et al., 2012; Perlaviciute & Steg, 2014; Siegrist & Árvai, 2020). Met het oog op consistentie is ook gekeken naar het gelijktijdig uitgevoerde [vragenlijstonderzoek](#) over de perceptie van veiligheids- en gezondheidsrisico's van de waterstof en ammoniakketen. Niet alle factoren konden in de vragenlijst worden opgenomen, omdat de vragenlijst dan te lang zou worden. Een lange vragenlijst verhoogt de belasting voor deelnemers en verlaagt het responspercentage (het aantal mensen dat reageert op de vraag om deel te nemen), en de response kwaliteit (mensen worden slordiger en haken vaker af) (zie Duitskens et al., 2004).

In Tabel 3-1 staat wat de onderbouwing is geweest om elke factor mee te nemen in het onderzoek. Bijlage III van het [bijlagenrapport](#) bevat de complete vragenlijst,

Testen van de vragenlijst

Voor het uitzetten van de vragenlijst is de vragenlijst voorgelegd aan een testpanel van acht personen, geworven door een extern onderzoeksbureau (Flycatcher Internet Research). Bij de werving van deelnemers is gestreefd naar een diverse groep op basis van geslacht, leeftijdscategorie, opleidingsniveau en achtergrond. De deelnemers kregen een vergoeding voor het testen van de vragenlijst ter waarde van vijfenveertig euro. Tijdens de testsessie van twee uur vulden de deelnemers een papieren versie van de vragenlijst in. Vervolgens is de vragenlijst en de verstrekte informatie stapsgewijs besproken, om tot een duidelijke en eenduidige vragenlijst te komen. Op basis van de feedback van het testpanel is de vragenlijst aangescherpt en ingekort.

Achtergrond bij informatieteksten

Ontwikkelingen rondom aardwarmte zijn als uitgangspunt genomen, in lijn met de ambitie uit het Nationaal Plan Energiesysteem (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2023) om toe te werken naar opschaling van aardwarmtewinning. Voor het opstellen van de informatieteksten is gebruik gemaakt van recente rapporten over aardwarmte (zie hoofdstuk 2). De teksten zijn vervolgens voorgelegd aan twee experts (één van het RIVM en één van het KNMI) en op basis van hun feedback aangescherpt.

3.2 Deelnemers en werving

Bij de werving van respondenten is gebruik gemaakt van een onderzoekspanel van een extern bureau (Flycatcher Internet Research). De steekproef¹ is aselekt getrokken uit het onderzoekspanel van het onderzoeksbureau, gestratificeerd naar geslacht, leeftijd, opleiding, provincie, stedelijkheid en afkomst. Op deze manier is getracht om tot een representatieve steekproef te komen voor deze kenmerken van de populatie (inwoners van Europees Nederland van 18 jaar en ouder). De beoogde deelnemers aan het vragenlijstonderzoek zijn vanaf 4 juni 2024 door het onderzoeksbureau benaderd via e-mail. Via de link in de e-mail konden deelnemers direct de online RIVM-vragenlijst invullen. De vragenlijst is gemaakt in het programma Qualtrics. Op 20 juni 2024 is het beoogde aantal respondenten van 1.000 deelnemers overschreden en is de vragenlijst gesloten. Deelnemers ontvingen een vergoeding voor het invullen van de vragenlijst in de vorm van punten van het onderzoeksbureau die ze in kunnen leveren voor cadeaubonnen.

In totaal vulden 1.032 deelnemers de vragenlijst volledig in. De gegevens van acht deelnemers zijn uit de dataset verwijderd, omdat zij de vragenlijst tweemaal invulden. Bij deze deelnemers is de eerste ingevulde vragenlijst in de dataset behouden. De gegevens van twee deelnemers zijn uit de dataset verwijderd vanwege merkwaardige antwoorden op de open vragen, wat doet vermoeden dat deze personen de vragenlijst niet serieus invulden. De gegevens van 144 andere deelnemers zijn uit de dataset verwijderd omdat datachecks² aangaven dat zij de informatie in de vragenlijst niet of nauwelijks hadden gelezen.

¹ Deelnemers aan de vragenlijst voor aardwarmte waren uitgesloten voor deelname aan de (vergelijkbare) vragenlijst over de waterstofketen (en andersom) die tegelijkertijd werd afgenomen, en is gerapporteerd in het [deelrapport](#) over waterstof en ammoniak.

² De gegevens van een deelnemer zijn uit de dataset verwijderd als: hij/zij op alle zeven pagina's met informatietekst minder dan 10 seconden per pagina heeft besteed.

Voor de analyses is gebruik gemaakt van de resterende dataset met daarin 877 deelnemers.

In bijlage III Demografische gegevens steekproef in het [bijlagenrapport](#) staan de demografische gegevens van de deelnemers. De gemiddelde leeftijd van de deelnemers is 50 jaar. Er namen ongeveer evenveel mannen als vrouwen deel aan het onderzoek. De kenmerken van de deelnemers op basis waarvan een representatieve steekproef is getrokken (geslacht, leeftijd, opleiding, provincie, stedelijkheid en afkomst) zijn vergeleken met de gegevens van CBS voor de Nederlandse bevolking. Daaruit blijkt geen opvallende onder- of oververtegenwoordiging van specifieke leeftijdsklassen of provincies. Ook met betrekking tot de driedelige classificatie van het opleidingsniveau en de afkomst zijn er geen grote verschillen. De meeste deelnemers komen uit stedelijke gebieden maar dit komt overeen met de CBS-data voor de Nederlandse bevolking.

Deelnemers bredere onderzoek

In hoofdstuk 4 staan de resultaten voor een aantal overkoepelende vragen over klimaatverandering en de energietransitie. Voor deze resultaten is gebruik gemaakt van een grotere steekproef. Parallel aan de vragenlijst over aardwarmte is er ook een vragenlijst uitgezet over de waterstofketen (beschreven in het [deelrapport over waterstof en ammoniak](#)). Deze vragenlijsten bevatten een aantal identieke vragen over percepties met betrekking tot klimaat en de energietransitie (zie Tabel 3-1). Aan het vragenlijstonderzoek over de waterstof en ammoniak namen 975 mensen deel. Aan het vragenlijstonderzoek naar aardwarmte 877. In totaal vulden dus 1852 respondenten deze vragen in. Een overzicht van demografische kenmerken voor deze steekproef is opgenomen in Bijlage III in het [bijlagenrapport](#).

3.3 Opzet van de vragenlijst

De complete vragenlijst is opgenomen in Bijlage II van het [bijlagenrapport](#). In Tabel 3-1 staat: 1) een beschrijving van elke factor die is opgenomen in de vragenlijst; 2) een voorbeeldvraag; 3) waar de volledige vragen in de bijlage te vinden zijn, en 4) welke onderzoeken zijn gebruikt in de vraagformulering. Er is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van vragen uit eerdere onderzoeken om de factoren te meten. Deze vragen zijn aangepast aan de huidige onderzoekscontext. Wanneer er geen eerdere vragen beschikbaar waren, zijn er nieuwe vragen geformuleerd.

Tabel 3.1 Onderbouwing factoren vragenlijstonderzoek

Gevaarperceptie

Factoren die centraal staan in het onderzoek	
Beschrijving	De meningen, oordelen en gevoelens van mensen over hetgeen dat het gevaar veroorzaakt, in dit geval aardwarmtewinning en -gebruik. Gemeten voor ontwikkelingen: 1) in Nederland en 2) nabij de stad of het dorp waar men woont.

Factoren die centraal staan in het onderzoek	
Voorbeeldvraag	<i>In hoeverre maakt u zich wel of geen zorgen over de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland?</i>
Nummering vragen in bijlage	Q17, Q18 (aardwarmte algemeen); Q19, Q20 (aspecten aardwarmte)
Vragen gebaseerd op	(Jansen et al., 2020; Vandermoere, 2008)

Risicoperceptie

Factoren die centraal staan in het onderzoek	
Beschrijving	Dit gaat over de meningen, oordelen en gevoelens van mensen over specifieke gevaren en (kans op) ongewenste schade. Voor dit onderzoek gaat het om de perceptie over blootstelling aan trillingen of aardbevingen en verontreiniging van het grondwater bij het boren van de putten voor de aardwarmte-installatie en de winning van aardwarmte, en gevolgen voor mens en milieu. Er is onderscheid gemaakt tussen: 1) cognitieve risicoperceptie (inschatting van de kans), en 2) affectieve risicoperceptie (mate van zorgen).
Voorbeeldvragen	<i>Hoe groot schat u de kans dat er mensen slachtoffer worden van trillingen of een aardbeving door aardwarmte?</i> <i>Maakt u zich zorgen over de kans dat er mensen slachtoffer worden van trillingen of een aardbeving door aardwarmte?</i>
Nummering vragen in bijlage	Q21 t/m Q28
Vragen gebaseerd op	(Jansen et al., 2020; Vandermoere, 2008; Wilson et al., 2019)

Steun en risicoaanvaarding

Factoren die centraal staan in het onderzoek	
Beschrijving	Een gunstige of positieve reactie (houding) over de ontwikkelingen rondom aardwarmte: 1) in Nederland, en 2) nabij de stad of het dorp waar men woont. Gemeten voor en na het lezen van informatie over de risico's van aardwarmte. Voor risicoaanvaarding is gekeken naar: 1) steun gemeten na het lezen van de informatie over de risico's, en 2) de gemaakte afweging tussen de voor- en nadelen van de ontwikkelingen rondom aardwarmte.
Voorbeeldvragen	<i>Ik zou de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland steunen</i>

Factoren die centraal staan in het onderzoek	
	<i>De ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland zullen meer nadelen dan voordelen hebben (risicoaanvaarding)</i>
Nummering vragen in bijlage	Steun voor risico-informatie: Q15, Q16 Steun na risico-informatie: Q33, Q34 (open vraag, toelichting Q33), Q35, Q36 (open vraag, toelichting Q36) Risicoaanvaarding (afweging voor-nadelen): Q29-7
Vragen gebaseerd op	(Devine-Wright & Batel, 2017)

Waardes

Achtergrondfactoren	
Beschrijving en onderbouwing	Waardes zijn doelen of idealen die bepalen wat mensen belangrijk vinden en welke uitkomsten ze nastreven. In de context van klimaatverandering en de energietransitie zijn met name de volgende waardes van belang (De Groot & Steg, 2008; Perlaviciute & Steg, 2014): altruïstische waardes (het welbevinden van andere mensen en de maatschappij staat centraal); biosferische waardes (het milieu en de natuur staan centraal); egoïstische waardes (positie eigen persoon, zoals welvaart, macht en status, staat centraal); en hedonistische waardes (het eigen plezier en comfort staat centraal).
Voorbeeldvragen	<i>Wij willen u vragen elke beschrijving te lezen en aan te geven in welke mate deze persoon op u lijkt.</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Het is belangrijk voor deze persoon om rijk te zijn. Deze persoon wil graag veel geld en dure spullen hebben (hedonisch)</i> • <i>Deze persoon vindt het belangrijk dat iedereen in de wereld gelijkwaardig wordt behandeld. Deze persoon vindt dat iedereen gelijke kansen in het leven moet hebben (altruïstisch)</i> • <i>Het is belangrijk voor deze persoon dat hij/zij van anderen respect krijgt. Deze persoon wil dat mensen doen wat hij/zij zegt (egoïstisch)</i> • <i>Deze persoon vindt dat mensen goed voor de natuur moeten zorgen. Goed omgaan met het milieu is belangrijk voor deze persoon (biosferisch)</i>
Nummering vragen in bijlage	Q1
Vragen gebaseerd op	(Bouman et al., 2018)

Percepties over klimaat en de energietransitie*

Achtergrondfactoren	
Beschrijving en onderbouwing	<p>Ontwikkelingen rondom aardwarmte spelen zich af in de context van klimaatverandering en de energietransitie. Theoretische kaders (Boudet, 2019; Devine-Wright, 2008) geven aan dat het van belang is of mensen een probleem percipiëren en of zij denken dat de oplossing, in dit geval de energietransitie, bijdraagt aan het oplossen van het probleem (= outcome efficacy).</p> <p>Percepties over klimaat en de energietransitie zijn gemeten als: Geloof in klimaatverandering; Zorgen over klimaatverandering; Verwachte impact van klimaatverandering; Outcome efficacy van de energie transitie; Waargenomen nut van de energie transitie; Zorgen over de energievoorziening; Attitude (positieve of negatieve evaluatie) t.o.v. maatregelen om klimaatverandering te beperken; Attitude t.o.v. de energietransitie.</p>
Voorbeeldvragen	<p><i>Denkt u dat het klimaat op aarde aan het veranderen is of niet? (Geloof in klimaatverandering)</i></p> <p><i>Door in Nederland volledig over te gaan van fossiele energiebronnen naar duurzame energiebronnen dragen we bij aan het beperken van verdere klimaatverandering (outcome efficacy)</i></p>
Nummering vragen in bijlage	Q2, Q3 (geloof in klimaatverandering); Q4 (zorgen klimaatverandering); Q5 (verwachtte impact); Q6 (outcome efficacy); Q7 (waargenomen nut); Q8 (zorgen energievoorziening); Q9 (attitude klimaatverandering); Q10 (attitude energietransitie)
Vragen gebaseerd op	(Broecks et al., 2021; Poortinga et al., 2018)

Bekendheid, subjectieve kennis en eerste beelden van aardwarmte

Achtergrondfactoren	
Beschrijving en onderbouwing	<p>Kennis en eerste beelden komen zowel uit eerder onderzoek en de theoretische kaders naar voren als mogelijk belangrijke factoren. Het gevoel wat met de techniek wordt geassocieerd is hierbij ook van belang (Cousse et al., 2021; Siegrist & Árvai, 2020). Voor de eerste beelden over aardwarmte is gebruik gemaakt van een open vraag om de volledige variëteit aan beelden te kunnen ophalen. Deelnemers konden hier drie beelden invullen.</p>

Achtergrondfactoren	
Voorbeeldvragen	<p><i>Heeft u weleens iets gehoord, gezien of gelezen over aardwarmte? (bekendheid)</i></p> <p><i>Hoeveel weet u over aardwarmte? (subjectieve kennis)</i></p> <p><i>Wat zijn de eerste gedachten, beelden en ideeën die bij u opkomen als u denkt aan aardwarmte?</i></p>
Nummering vragen in bijlage	Q11 (bekendheid aardwarmte); Q12 (subjectieve kennis aardwarmte); Q13 (beelden aardwarmte); Q14 (gevoel beelden aardwarmte);
Vragen gebaseerd op	(Broecks et al., 2021; Cousse et al., 2021; Leiserowitz & Smith, 2017)

Perceptie van voordelen

Achtergrondfactoren	
Beschrijving en onderbouwing	In hoeverre mensen voordelen zien in een bepaalde energietechnologie speelt een rol in hoe men naar deze technologie, en de risico's, kijkt (Huijts et al., 2012; Perlaviciute & Steg, 2014).
Voorbeeldvragen	<p><i>De ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland zullen...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>verdere klimaatverandering beperken;</i> • <i>ons minder afhankelijk maken van energie uit het buitenland;</i> • <i>de energievoorziening betaalbaarder maken</i>
Nummering vragen in bijlage	Q29: 1 t/m 6 en 8
Vragen gebaseerd op	Vragen geformuleerd voor het huidige onderzoek, de voor- en nadelen komen uit de literatuur.

Psychologische afstand

Achtergrondfactoren	
Beschrijving en onderbouwing	<p>De psychologische afstand is een maat voor hoe dichtbij je iets tot jezelf en jouw tijd en plaats ervaart. Iets wat dichterbij voelt heeft meer invloed op het gedrag, de risicoperceptie en de keuzes die mensen maken (Spence et al., 2012).</p> <p>In de vragenlijst zijn vier dimensies van psychologisch afstand tot de ontwikkelingen rondom aardwarmte gemeten: sociale afstand ("de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland zullen waarschijnlijk een grote impact hebben op <u>mij persoonlijk</u>"), fysieke afstand ("de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland zullen weinig gevolgen hebben voor <u>mijn lokale omgeving</u>"), hypothetische afstand ("de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland zullen nog <u>onbekende gevolgen</u> hebben"), en de</p>

Achtergrondfactoren	
	afstand in tijd ("wanneer denkt u dat Nederland op grote schaal aardwarmte zal gebruiken").
Voorbeeldvragen	Zie beschrijving hierboven
Nummering vragen in bijlage	Q29: 9 t/m 11, Q30
Vragen gebaseerd op	(Spence et al., 2012)

Lokale ontwikkelingen

Achtergrondfactoren	
Beschrijving en onderbouwing	Theoretische kaders m.b.t. risicoperceptie laten zien dat (on)bekendheid een factor kan zijn die de perceptie beïnvloedt (Siegrist & Árvai, 2020). Daarom is er een vraag toegevoegd om ervaringen met lokale ontwikkelingen op te halen.
Voorbeeld vraag	<i>Geef hieronder aan of u weleens iets gehoord, gelezen of gezien heeft in uw eigen omgeving op het gebied van aardwarmte. U kunt meerdere antwoorden selecteren.</i>
Nummering vragen in bijlage	Q31
Vragen gebaseerd op	Vraag geformuleerd voor het huidige onderzoek.

Vertrouwen

Achtergrondfactoren	
Beschrijving en onderbouwing	<p>Vertrouwen is zowel voor steun als risicoperceptie een terugkerende factor in eerder onderzoek en theoretische kaders (zie bijvoorbeeld Huijts et al., 2012; Perlaviciute & Steg, 2014; Siegrist & Árvai, 2020).</p> <p>Drie aspecten van het concept vertrouwen zijn uitgevraagd:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertrouwen in de competenties van partijen om veiligheids- en gezondheidsrisico's te beperken; • vertrouwen in de integriteit van betrokkenen; • vertrouwen in een rechtvaardig besluitvormingsproces. Hierbij is een vraag gesteld over zowel het proces en de mate waarin dit proces tot een rechtvaardige uitkomst leidt (eerlijke verdeling van de lusten en lasten).

Achtergrondfactoren	
Voorbeeldvragen	<p><i>Als u denkt aan de ontwikkelingen rondom aardwarmte, in hoeverre heeft u er vertrouwen in dat...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>de benodigde vaardigheden en kennis beschikbaar zijn om de risico's van aardwarmte te beperken (vertrouwen in competentie);</i> <i>er eerlijk en open wordt gecommuniceerd over de risico's van aardwarmte (vertrouwen in integriteit);</i> <i>u en uw buurtbewoners betrokken zullen worden bij plannen rondom aardwarmte in uw eigen omgeving (vertrouwen in rechtvaardige besluitvorming).</i>
Nummering vragen in bijlage	Q32: 1,2 (integriteit); 3,4 (competentie); 5,6,7 (rechtvaardigheid)
Vragen gebaseerd op	Liu et al 2022; Carr-Cornish & Romanach, 2014; Neuvel et al., 2021

Informatiebehoefte

Achtergrondfactoren	
Beschrijving en onderbouwing	Om aanvullend inzicht te krijgen in wat de resultaten van het onderzoek kunnen betekenen voor de communicatie over veiligheids- en gezondheidsrisico's in relatie tot aardwarmte is de informatiebehoefte uitgevraagd. De behoefte aan informatie is als stelling toegevoegd. Daarnaast is de informatiebehoefte voor een aantal onderwerpen uitgevraagd.
Voorbeeldvragen	<i>Ik heb behoefte aan meer informatie om te beoordelen wat ik van de ontwikkelingen rondom aardwarmte vind</i>
Nummering vragen in bijlage	Q37, Q38
Vragen gebaseerd op	Vragen geformuleerd voor het huidige onderzoek.

*Deze vragen zijn ook opgenomen in het parallel onderzoek naar waterstof en ammoniak.

De opzet van de vragenlijst was als volgt. Allereerst werd aan deelnemers gevraagd een consentformulier in te vullen waarmee zij toestemming gaven voor het gebruik van hun gegevens. Ook werd uitgelegd dat de vragenlijst deel uitmaakt van een RIVM-onderzoek naar de gedachten, beelden en ideeën die mensen in Nederland hebben bij de energietransitie. Hierbij stond dat met de energietransitie de overstap van fossiele energiebronnen (zoals aardolie, aardgas en steenkool) naar duurzame energiebronnen (zoals zonne- en windenergie) werd bedoeld. Vervolgens kregen zij vragen om de volgende variabelen te meten:

- ❖ *waardes;*
- ❖ *percepties over klimaat en de energietransitie.*

Na deze vragen werd deelnemers iets meer verteld over het onderwerp van de vragenlijst: "Dit deel van de vragenlijst gaat over ontwikkelingen

in de energietransitie rondom aardwarmte, ook wel geothermie genoemd. Aardwarmte is een energiebron die kan worden gebruikt om gebouwen te verwarmen. Het verwarmen van gebouwen met aardwarmte is iets anders dan het verwarmen van gebouwen met behulp van warmtepompen”.

- ❖ *Hierna werden de vragen gesteld over de bekendheid, subjectieve kennis en eerste beelden bij aardwarmte.*

In het volgende deel van de vragenlijst kregen de deelnemers meer informatie te lezen over aardwarmte. Op elke pagina met informatie werd op de achtergrond (niet zichtbaar voor de deelnemers) bijgehouden hoeveel tijd zij op de pagina besteedden. Het eerste informatieblok bevatte informatie over klimaatverandering en aardwarmte:

Achtergrond

De toename van CO₂ (koolstofdioxide)-uitstoot in de lucht wordt gezien als één van de belangrijkste oorzaken van klimaatverandering. De Nederlandse overheid heeft daarom afgesproken om in 2030 de helft minder CO₂ uit te stoten, ten opzichte van 1990. In 2050 moet de energievoorziening bijna helemaal zonder CO₂-uitstoot zijn. CO₂ komt vrij in de lucht bij het verbranden van fossiele brandstoffen zoals steenkool, aardolie en aardgas. Bijvoorbeeld bij het gebruik van fossiele brandstoffen voor het opwekken van elektriciteit en warmte of in industriële processen.

Aardwarmte

Om de CO₂-uitstoot te verminderen, wil de overheid onder andere inzetten op aardwarmte, ook wel geothermie genoemd. Voor aardwarmte wordt er diep in de grond geboord. Uit de diepte wordt het van nature aanwezige warme water omhoog gepompt. Die warmte kan worden gebruikt voor verwarming van gebouwen. Voor het oppompen van het warme water en het terugpompen van het afgekoelde water is energie nodig. Als daarvoor duurzame energie wordt gebruikt, komt er geen CO₂ vrij. Bij het gebruiken van aardwarmte als energiebron komt er ook geen CO₂ vrij.

Daarna werd een scenario geschetst van hoe aardwarmte in de toekomst in Nederland gebruikt zou kunnen worden. Deelnemers werd verteld dat het geschetste scenario op dit moment het meest waarschijnlijke scenario is, maar dat het niet de enige manier is waarop aardwarmte in Nederland toegepast kan worden. Daarna lazen zij de volgende informatie (verdeeld over twee pagina's):

Scenario: de toekomst van aardwarmte in Nederland Waarvoor wordt aardwarmte gebruikt?

- *In Nederland wordt aardwarmte vooral gebruikt voor het verwarmen van gebouwen zoals kassen in de glastuinbouw en woningen.*

Hoe komen we aan aardwarmte?

- *In Nederland wordt aardwarmte gewonnen uit diepe aardlagen. Diep in de ondergrond bevindt zich warm water in zand- en gesteentelagen.*

- *In Nederland wordt aardwarmte meestal gewonnen op een diepte van minimaal 500 meter en maximaal 4000 meter.*
- *Om dit warme water uit de diepe ondergrond van de aarde te kunnen oppompen, worden er twee diepe putten geboord: een productieput en een injectieput.*
- *Via de productieput wordt warm water omhoog gepompt uit de aarde, waarna de warmte uit het water benut kan worden. Met een pomp wordt het afgekoelde water via de injectieput weer teruggepompt naar de diepe aardlagen waar het water in de aarde weer opwarmt. Dus, via één pijp gaat warm water omhoog en datzelfde water gaat weer afgekoeld via een tweede pijp omlaag.*

Hoe werkt het verwarmen van gebouwen met aardwarmte?

- *Een aardwarmte-installatie bestaat uit de twee putten die geboord worden (de productieput en injectieput) en een warmtewisselaar.*
 - *Via een warmtewisselaar wordt de warmte uit het opgepompte water uit de aarde overgedragen op een ondergronds buizenstelsel met leidingwater.*
 - *Met dit ondergrondse buizenstelsel, ook wel een warmtenet genoemd, wordt het verwarmde leidingwater naar de gebouwen gebracht.*
 - *Een woning of bedrijf wordt op het warmtenet aangesloten via een ontvangstation in het gebouw of de woning waarmee het gebouw wordt verwarmd. Dit ontvangstation is niet hetzelfde als een warmtepomp.*
 - *Nadat het verwarmde leidingwater is gebruikt om gebouwen te verwarmen wordt het inmiddels afgekoelde water, via het warmtenet, weer teruggebracht naar de aardwarmte-installatie. Hier wordt het opnieuw verwarmd.*
 - *Bestaande warmtenetten die nu worden gebruikt voor de verwarming van bijvoorbeeld een woonwijk kunnen ook worden gebruikt voor verwarming met aardwarmte. Wanneer er geen bestaand warmtenet aanwezig is, zal er een ondergronds buizenstelsel moeten worden aangelegd om de warmte uit de aardwarmte-installatie naar de gebouwen te brengen.*
 - *In een warmtenet gaat warmte verloren. Om ervoor te zorgen dat er zo min mogelijk warmte verloren gaat, wordt de aardwarmte-installatie dicht bij de kassen, woningen of andere gebouwen geplaatst.*
- ❖ Na het lezen van de informatie kregen de deelnemers twee stellingen te zien om *Steun voor aardwarmte (voor risico-informatie)* te meten.

Na deze stellingen kregen de deelnemers het onderstaande blok aan informatie te lezen (verdeeld over drie pagina's). Voorafgaand aan deze informatie stond dat het zou gaan over de belangrijkste risico's die horen bij het scenario dat zij net hadden gelezen over aardwarmte in Nederland.

Wat zijn de gevaren bij aardwarmte?

- *Bij het boren van de putten voor de aardwarmte-installatie en het winnen van aardwarmte, kunnen er trillingen en aardbevingen plaatsvinden.*
- *Het opgepompte water uit de diepe aardlagen bevat veel zout en kan andere stoffen bevatten. Als dit water mengt met het grondwater kan dit het grondwater verontreinigen.*

Wanneer kunnen er trillingen, aardbevingen of verontreiniging van het grondwater plaatsvinden?

- *De kans op trillingen of aardbevingen en verontreinigingen van het grondwater is heel klein. Er wordt toezicht gehouden of aardwarmteprojecten veilig worden uitgevoerd voor mens en milieu.*

Trillingen en aardbevingen

- *In de ondergrond zijn breuken aanwezig. Als de aardlagen langs deze breuken gaan bewegen, kunnen er trillingen of aardbevingen ontstaan. Dit kan bij het winnen van aardwarmte gebeuren, bijvoorbeeld door temperatuurveranderingen als gevolg van het terugpompen van het afgekoelde water naar de diepe aardlagen.*
- *In tegenstelling tot de gasvelden in Nederland, ontstaat er bij het winnen van aardwarmte geen lege ruimte in de ondergrond. Het water dat diep uit de ondergrond wordt opgepompt, wordt via een andere pijp weer teruggepompt.*

Verontreiniging van het grondwater

- *Het grondwater kan verontreinigd raken als bijvoorbeeld water uit de buizen lekt waarin het warme water uit de diepe ondergrond wordt opgepompt en het afgekoelde water weer wordt teruggepompt de aarde in.*
- *Er zijn meerdere oplossingen die de kans op een lekkage beperken. Bijvoorbeeld: het gebruik van speciale dubbelwandige buizen, sensoren die lekkage in de buizen snel opmerken en het gebruik van stoffen om aantasting van de buizen tegen te gaan.*

Wat zijn de gevolgen van trillingen of een aardbeving?

- *Als er toch trillingen of aardbevingen ontstaan, kan er materiële schade ontstaan, bijvoorbeeld aan gebouwen (zoals huizen) of wegen. Een vergunning voor een aardwarmtewinning wordt alleen afgegeven wanneer eventuele schade vergoed kan worden.*
- *Ook kunnen aardbevingen tot gewonden in de omgeving leiden. Maar de kans dat een aardbeving tot gewonden leidt is heel klein, omdat er geen vergunning voor aardwarmtewinning wordt afgegeven als er uit de beoordeling van de veiligheid blijkt dat er een risico is op een (zware) aardbeving.*

Wat zijn de gevolgen van een verontreiniging van het grondwater?

- *Als het grondwater verontreinigd raakt, kan dit tot schade leiden aan het (water)milieu, met mogelijk negatieve gevolgen voor onder meer de dieren en planten die hierin leven.*
- *Het drinkwater kan niet verontreinigd raken, omdat er een verbod is op de winning van aardwarmte in gebieden waar drinkwater wordt gewonnen.*

Na dit laatste informatieblok kregen deelnemers de volgende aandachtsgebieden te zien:

- ❖ *gevaarperceptie;*
- ❖ *risico-perceptie;*
- ❖ *perceptie van voordelen;*
- ❖ *risicoacceptatie (afweging voor- en nadelen);*
- ❖ *psychologische afstand;*
- ❖ *bekendheid met lokale ontwikkelingen;*
- ❖ *vertrouwen;*
- ❖ *steun voor aardwarmte (na risico-informatie);*
- ❖ *informatiebehoefte.*

Als laatste kregen deelnemers een open vraag waarin zij verdere op- of aanmerkingen over de vragenlijst, of de onderwerpen besproken in de vragenlijst konden invullen. Aan het einde van de vragenlijst werden deelnemers bedankt voor hun deelname en werd uitgelegd waar de onderzoekresultaten voor gebruikt zouden worden. Ook stond er aangegeven waar het rapport gepubliceerd zou worden en wie zij konden bereiken voor verdere vragen.

3.4 Analyse vragenlijstonderzoek

Bij de analyses van de resultaten van het vragenlijstonderzoek werd statistische software (SPSS) gebruikt.

Verschillen tussen gemiddelden

Als er in de resultaten wordt gesproken over verschillen tussen gemiddelden dan is dit gebaseerd op paired samples t-tests. Er is van uitgegaan dat een verschil statistisch significant is als de p-waarde kleiner is dan 0,05. Als er veel gemiddelden zijn vergeleken is er een Bonferroni correctie toegepast (Armstrong, 2014). Bij de paired samples t-tests is ook de effectgrote berekent. Dit biedt naast de statistische significantie (wat aangeeft dat er een verschil is) ook inzicht in de grootte van dit verschil (zie Sullivan & Feinn, 2012). In de huidige analyses is de Cohen's d gebruikt als maat van effectgrote, een score onder de .50 wijst op een klein verschil, een score tussen de .50 en .80 wijst op een middelgroot verschil, en een score boven de .80 wijst op een groot verschil.

Samenhang tussen de variabelen

Bij de analyse van de samenhang tussen de variabelen is gebruik gemaakt van correlaties. Correlaties geven inzicht in de richting en sterkte van een relatie tussen twee variabelen. Correlaties variëren tussen 0 en 1, hoe hoger de correlatie hoe sterker de relatie tussen de twee variabelen. Een positieve correlatie (tussen 0 en 1) geeft aan dat

een toename in de ene variabele samenhangt met een toename in de andere variabele. Een negatieve correlatie (tussen 0 en -1) geeft aan dat een toename in de ene variabele samenhangt met een afname in de andere variabele. Correlaties geven geen causaliteit aan, dus een positieve correlatie betekent niet dat een toename in één variabele leidt tot de toename in een andere variabele, alleen dat er een samenhang is.

Tabel 3.2 geeft de algemene vuistregel voor het interpreteren van correlaties weer.

Tabel 3.2 Vuistregel voor het interpreteren van correlaties (Hinkle et al., 2003)

Correlatie	Interpretatie
.90 t/m 1.00 (-.90 t/m -1.00)	Zeer sterke positieve (negatieve) relatie
.70 t/m .89 (-.70 t/m -.89)	Sterke positieve (negatieve) relatie
.50 t/m .69 (-.50 t/m -.69)	Middelgrote positieve (negatieve) relatie
.30 t/m .49 (-.30 t/m -.49)	Zwakke positieve (negatieve) relatie
.0 t/m .29 (.0 t/m -.29)	(Zeer) zwakke positieve (negatieve) relatie

Aanmaken variabelen

Daarnaast zijn er voor de analyses een aantal samengevoegde variabelen gemaakt op basis van de vragen in de vragenlijst.

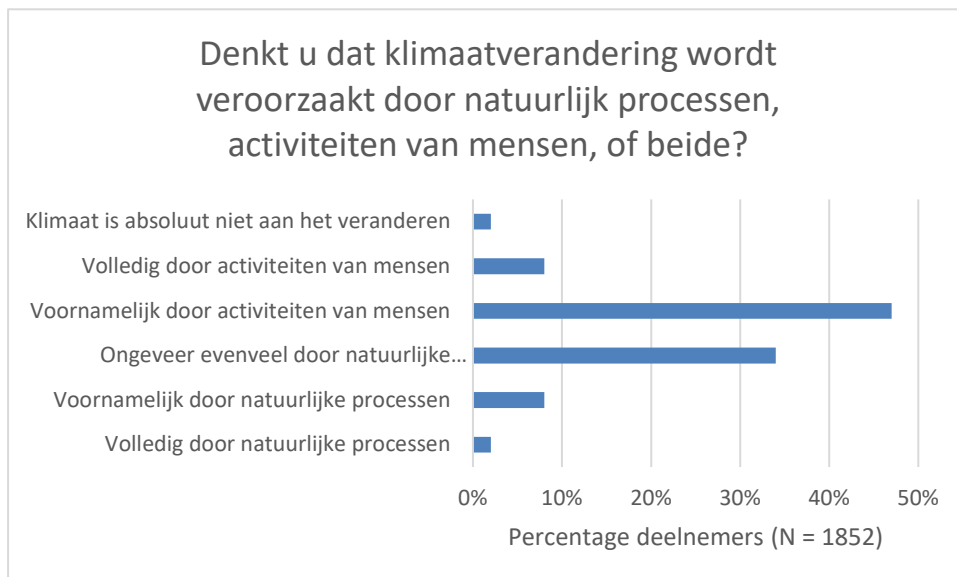
- Voor *waardes* zijn voor gebruik in de analyses gemiddelde scores berekend voor hedonistische (2 stellingen, Cronbach's alpha = .73) en biosferische (2 stellingen, Cronbach's alpha = .85) waardes. Voor altruïstische en egoïstische waardes is één stelling gebruikt omdat de gemiddelde score van twee stellingen niet tot een betrouwbare schaal leidde (Cronbach's alpha < .60).
- Voor *perceptie van voordelen* zijn voor de analyses de gemiddelde scores berekend voor de zeven stellingen opgenomen in de vragenlijst (Cronbach's alpha = .83).
- Voor *vertrouwen* zijn voor gebruik in de analyses voor vertrouwen in competenties (Cronbach's alpha = .81), integriteit (Cronbach's alpha = .81) en rechtvaardigheid (Cronbach's alpha = .85) de gemiddelde scores gebruikt van de bijbehorende stellingen.

4 Houding tegenover klimaatverandering en energietransitie

Voordat wordt ingegaan op de resultaten van de vragenlijst over aardwarmte, worden in dit hoofdstuk de resultaten besproken voor percepties van en houding tegenover klimaatverandering en de energietransitie. Deze onderwerpen vormen een belangrijke achtergrond voor de discussie rondom aardwarmte. Zoals besproken in hoofdstuk 3 kan er voor deze resultaten gebruik worden gemaakt van een grotere steekproef (N=1852), omdat er identieke vragen zijn opgenomen in het vragenlijstonderzoek naar aardwarmte en het parallelle onderzoek naar waterstof en ammoniak.

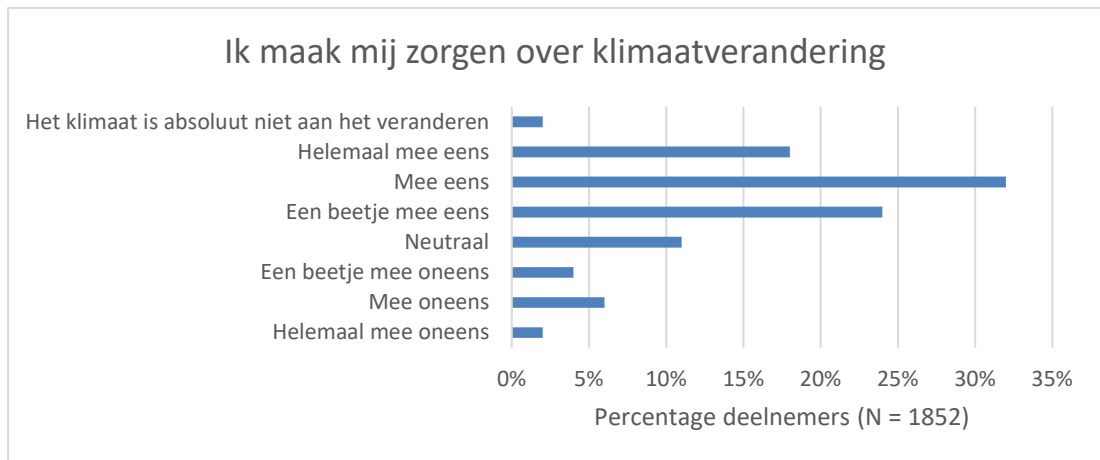
4.1 Percepties van en houding tegenover klimaatverandering

Een grote meerderheid van de deelnemers (94%) is van mening dat het klimaat verandert. Binnen deze groep zijn er mensen die denken dat het klimaat absoluut verandert (68% van alle deelnemers), en mensen die het waarschijnlijk vinden dat het klimaat verandert (26% van alle deelnemers). Over de mate waarin de mens klimaatverandering veroorzaakt zijn de meningen meer verdeeld. Dit is weergegeven in Figuur 4.1. Ongeveer de helft van de deelnemers (47%) denkt dat dit vooral door menselijke activiteiten wordt veroorzaakt. 34 procent van de deelnemers denkt dat klimaatverandering ongeveer evenveel door natuurlijke processen als door activiteiten van mensen wordt veroorzaakt. 8 procent denkt dat dit vooral door natuurlijke processen komt, 2 procent denkt dat dit volledig door natuurlijke processen komt.



Figuur 4.1 Oorzaak van klimaatverandering

Driekwart van de deelnemers (74%) maakt zich zorgen over klimaatverandering, variërend van enige zorgen (een beetje mee eens) tot veel zorgen (helemaal mee eens) (zie Figuur 4.2)



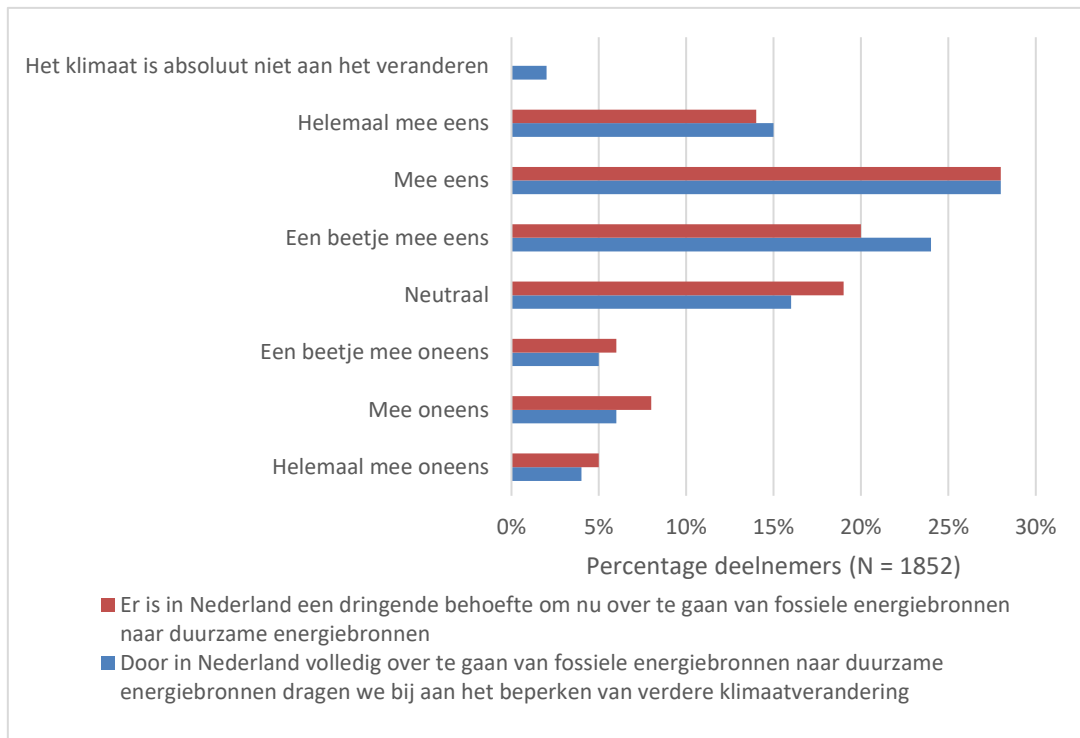
Figuur 4.2 Zorgen over klimaatverandering

Een kleine meerderheid (59%) verwacht dat klimaatverandering meer dan een kleine impact zal hebben op Nederland. Deelnemers staan gemiddeld een beetje positief tegenover het nemen van maatregelen om verdere klimaatverandering tegen te gaan. Op een schaal van 1 (erg negatief) tot 7 (erg positief), scoort men gemiddeld een 5 (SD = 1,5), dit komt overeen met 'een beetje positief' op de antwoordschaal.

4.2 Percepties van en houding tegenover de energietransitie

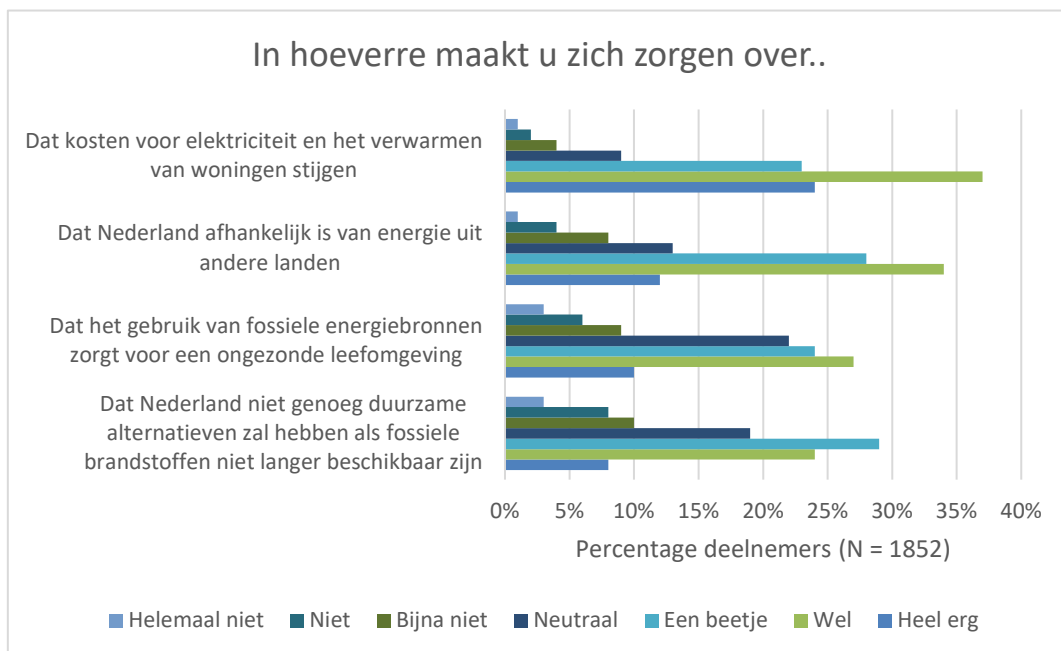
Deelnemers staan gemiddeld ook een beetje positief tegenover de energietransitie, beschreven in de vragenlijst als de overgang van fossiele energiebronnen naar duurzame energiebronnen. Op een schaal van 1 (erg negatief) tot 7 (erg positief), scoort men gemiddeld een 5 (SD = 1,5), dit komt overeen met 'een beetje positief' op de antwoordschaal.

Zoals te zien is in Figuur 4.3 verwacht de meerderheid van de deelnemers (67%) dat het volledig overstappen van fossiele naar duurzame energiebronnen tenminste een beetje bijdraagt aan het beperken van verdere klimaatverandering. Ruim 60 procent van de deelnemers denkt dat er (een dringende) behoefte is om nu over te gaan van fossiele naar duurzame energiebronnen.



Figuur 4.3 Percepties van en houding tegenover de energietransitie

Het vragenlijst onderzoek ging ook in op de zorgen die mensen hebben over de energievoorziening. Deze resultaten staan in Figuur 4.4.



Figuur 4.4 Percepties rondom zorgen van energie(voorziening)

De deelnemers maken zich met name zorgen dat de kosten voor elektriciteit en het verwarmen van woningen stijgen. Van de deelnemers maakt 84 procent zich hier op zijn minst enige zorgen over, bijna een kwart van de deelnemers (24%) maakt zich hier heel erg zorgen over.

Maar ook de andere zorgen worden door veel van de deelnemers gedeeld. Bijna driekwart (74%) van de deelnemers maakt zich op zijn minst enige zorgen over de afhankelijkheid van Nederland van energie uit andere landen. Er zijn ook zorgen over de effecten van fossiele brandstoffen voor de leefomgeving; 61 procent maakt zich hier op zijn minst enige zorgen over. En een even groot aantal deelnemers (61%) maakt zich op zijn minst enige zorgen over de beschikbaarheid van duurzame alternatieven als fossiele brandstoffen niet langer beschikbaar zijn.

5 Resultaten veiligheidsbeleving aardwarmte

Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste resultaten van het vragenlijstonderzoek over aardwarmte. Hierbij komen de volgende thema's aan bod: bewustzijn en ervaren kennis, bekendheid met lokale ontwikkelingen, eerste gedachten, gevaar- en risicoperceptie, steun voor aardwarmte, perceptie van voordelen, psychologische afstand, vertrouwen en informatiebehoefte. Paragraaf 5.11 gaat in op de samenhang tussen zorgen over ontwikkelingen rondom aardwarmte en de andere variabelen gemeten in dit onderzoek. Elke paragraaf start met in het kort de belangrijkste resultaten, vervolgens worden deze resultaten verder toegelicht.

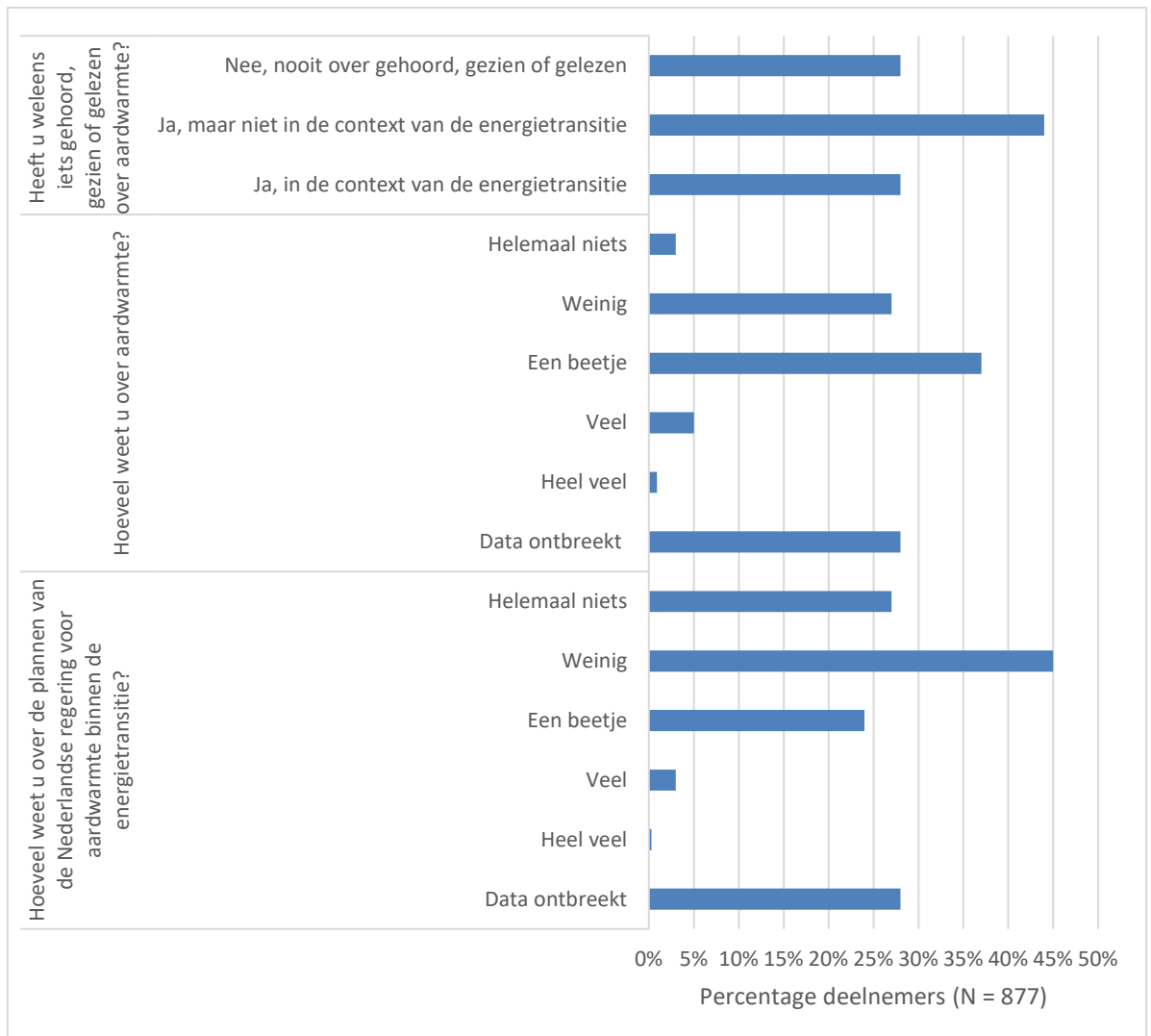
5.1 Bewustzijn en ervaren kennis

De meerderheid van de deelnemers heeft weleens iets over aardwarmte gehoord, gezien of gelezen. De meeste mensen hebben weinig kennis over het onderwerp, of de plannen van de Nederlandse regering.

Figuur 5.1 laat zien dat 44 procent van de deelnemers weleens iets heeft gehoord, gezien of gelezen over aardwarmte, buiten de context van de energietransitie. Iets meer dan een kwart (28%) van de deelnemers is bekend met aardwarmte in de context van de energietransitie. De rest van de deelnemers geeft aan nooit iets over aardwarmte te hebben gehoord, gezien of gelezen.

Meer dan de helft van de deelnemers aan het onderzoek (58%) geeft aan weinig tot geen kennis over aardwarmte te hebben. Een kleinere groep (37%) geeft aan een beetje kennis te hebben (zie Figuur 5.1 Bewustzijn en subjectieve kennis). Maar een klein aandeel van de deelnemers geeft aan veel of heel veel kennis over aardwarmte te hebben.

Deelnemers aan het onderzoek zijn ook beperkt op de hoogte van de plannen van de Nederlandse regering voor aardwarmte (zie Figuur 5.1 Bewustzijn en subjectieve kennis). Ongeveer 3 procent geeft aan (heel) veel over deze plannen te weten.



(Data ontbreekt = deelnemers die nooit over aardwarmte hebben gehoord, gezien of gelezen)

Figuur 5.1 Bewustzijn en subjectieve kennis

5.2 Lokale ontwikkelingen

De meeste deelnemers zijn niet bekend met lokale ontwikkelingen rondom aardwarmte.

Op de vraag in hoeverre deelnemers in hun eigen omgeving weleens iets hebben gehoord, gezien of gelezen op het gebied van aardwarmte geeft de meerderheid (67%) aan hier nooit iets over te hebben gehoord. Een kleine groep (20%) geeft aan één ontwikkeling te kunnen benoemen, en iets minder deelnemers (13%) kan meer dan één ontwikkeling benoemen.

Omdat het mogelijk is dat deelnemers in sommige delen van Nederland meer in aanraking komen met ontwikkelingen rondom aardwarmte is gekeken naar de samenhang tussen gerapporteerde lokale ontwikkelingen en de provincie waar de deelnemers wonen. Het gemiddelde aantal ontwikkelingen dat deelnemers benoemden hing niet samen met de provincie waarin de mensen wonen.

De grootste groep deelnemers geeft aan te hebben gehoord over (plannen voor) het gebruik van aardwarmte om woningen te verwarmen (12%), of om kassen in de glastuinbouw te verwarmen (10%). Een kleine groep deelnemers had gehoord over (plannen voor) de aanleg van een aardwarmte-installatie (6%). En 14 procent van de deelnemers had iets gehoord, gelezen of gezien maar kon niet meer benoemen wat dit was.

5.3 Eerste gedachten, beelden, ideeën en gevoelens

Iets meer dan de helft van de deelnemers heeft gedachten, beelden of ideeën bij aardwarmte. Men denkt allereerst aan schoon, duurzaam, kosten, warmte uit de aarde, voordelen en diepte. Het eerste gevoel is licht positief.

De deelnemers werd met een open vraag gevraagd welke gedachten, beelden en ideeën er bij hen opkomen als zij denken aan aardwarmte. Zij konden maximaal drie antwoorden geven. Met behulp van een thematische analyse zijn deze antwoorden geclusterd in groepen met een vergelijkbaar achterliggend thema. Hieruit zijn 65 verschillende thema's naar voren gekomen. Veel van de associaties werden maar door een klein aantal deelnemers genoemd. In Tabel 5.1 staan de associaties die door minstens 5 procent van de deelnemers is genoemd.

Iets meer dan de helft van de deelnemers geeft aan gedachten, beelden of ideeën te hebben wanneer ze denken aan aardwarmte. De vijf meest genoemde thema's van gedachten, beelden en ideeën zijn:

1. Schoon, duurzaam, natuurlijk, niet fossiel (23%)
2. Kosten, duur, rendement (19%)
3. Warmte uit de aarde (gebruiken) (16%)
4. Heeft voordelen, kansen, nuttig (13%)
5. Uit de diepte, ondergronds, aardkern, grond (9%)

De thema's in Tabel 5.1 hebben niet direct betrekking op mogelijke veiligheids- en gezondheidseffecten zoals omschreven in hoofdstuk 2. Enkele deelnemers noemen bij hun eerste gedachte, beeld of idee al wel explicieter veiligheids- en gezondheidsvraagstukken als gevolg van aardwarmtewinning namelijk: consequenties, gevolgen (onzekerheid) (4%). En specifieker: risico op bodemverontreiniging, natuur of milieubeschadiging (2%), aardbevingen, Groningen (1%), mijnwater (1%), gevaarlijk, risicovol (1%), overlast (1%), afval (0,6%).

Aan de deelnemers is gevraagd om voor elk genoemde gedachte, beeld of idee aan te geven of dit bij hen een positief of negatief gevoel oproept. Gemiddeld zijn de eerste gedachten, beelden of ideeën die de deelnemers met aardwarmte hebben licht positief ($M = 4,5$, $SD = 1,6$; op een schaal van 1 (erg negatief) tot 7 (erg positief)).

Tabel 5.1 Gedachten, beelden of ideeën m.b.t. aardwarmte

Wat zijn de eerste gedachten, beelden en ideeën die bij u opkomen als u denkt aan aardwarmte?	Percentage deelnemers (N = 484)	Gevoel M(SD)*
Schoon, duurzaam, natuurlijk, niet fossiel	23%	6,0 (1,1)
Kosten, duur, rendement	19%	2,6 (1,2)
Warmte uit de aarde (gebruiken)	16%	5,3 (1,1)
Heeft voordelen, kansen, nuttig	13%	5,9 (1,0)
Uit de diepte, ondergronds, aardkern, grond	9%	4,3 (1,1)
Boren (in de grond/aarde)	8%	4,2 (1,4)
Warm(te), temperatuur, heet, gloeiend, vuur	8%	4,3 (1,7)
Twijfel over uitvoering, niet overall toepasbaar	7%	3,6 (1,1)
Gebouwen verwarmen	6%	5,8 (1,1)
Vulkanen, lava, magma, geisers	6%	4,5 (1,4)
Buizen, leidingen, pijpen	6%	4,6 (1,3)
Water verwarmen, warm water oppompen	6%	5,6 (1,0)
Complex, onrealistisch, moeilijk	6%	3,0 (1,3)
Goedkoop, gratis, lage kosten	6%	6,2 (0,6)
Opwarming (van de aarde)	5%	2,5 (1,2)
Gemiddelde M(SD)**	2,2 (0,8)	4,5 (1,6)

*Antwoordschaal 1(erg negatief) tot 7(erg positief) **Gebaseerd op alle genoemde beelden, ook de beelden die door minder dan 5 procent van de deelnemers is genoemd

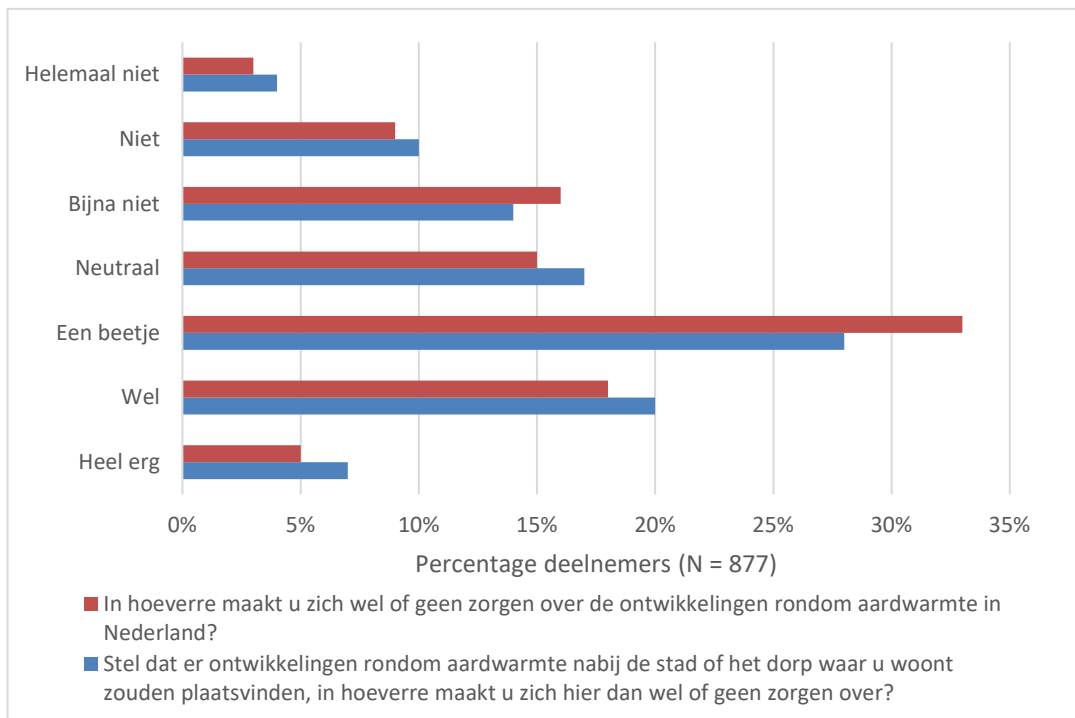
5.4 Gevaarperceptie

De deelnemers maken zich niet erge zorgen over de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland en in hun eigen omgeving. Mensen zijn het meest bezorgd over het boren van de putten bij de aanleg van de installatie.

Na het lezen van alle informatie (inclusief de informatie over de risico's bij aardwarmte) staan deelnemers over het algemeen redelijk neutraal (neigend naar een beetje zorgen) tegenover de stelling of zij zich zorgen maken over de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland. De gemiddelde score is 4,4 (SD = 1,5); tussen "neutraal" en "een beetje" op de schaal van 1 (helemaal niet) tot 7 (heel erg). Door te kijken naar het percentage deelnemers per antwoordcategorie kan er meer gezegd worden over de spreiding over de antwoord categorieën. Uit Figuur 5.2 kan worden afgelezen dat de groep deelnemers die zich 'een beetje' zorgen maakt het grootste is (33%).

Vervolgens werd aan deelnemers gevraagd om zich voor te stellen dat er ontwikkelingen zouden plaatsvinden rondom aardwarmte nabij de

stad of het dorp waar zij wonen. Hier maakten zij zich ongeveer evenveel zorgen over ($M = 4,5$, $SD = 1,6$). Het verschil tussen zorgen over ontwikkelingen in Nederland vergeleken met de eigen omgeving was statistisch significant ($p < .05$), maar de effectgrote wijst op een erg klein verschil (Cohen's $d = .08$). Dit is ook te zien in Figuur 5.2, het percentage deelnemers per antwoordcategorie is heel vergelijkbaar met zorgen over ontwikkelingen in Nederland. Wederom is de groep deelnemers die zich 'een beetje' zorgen maakt de grootste groep (28%).



Figuur 5.2 Gevaarperceptie aardwarmte

Wanneer wordt ingezoomd op de zorgen in relatie tot verschillende typen activiteiten met betrekking tot aardwarmtewinning, dan blijkt de mate waarin mensen zich over deze activiteiten zorgen maken wel te verschillen (zie Tabel 5.2). Mensen maken zich naar verhouding het meest zorgen over activiteiten rond de aardwarmte-installatie, namelijk het boren van de putten bij de aanleg van de installatie. Daarna maken mensen zich het meest zorgen over het oppompen van warm water uit de aarde en het terugpompen van afgekoeld water. Daarna volgen zorgen over het gebruik van aardwarmte voor het verwarmen van kassen en huizen.

Uit de gegeven antwoorden blijkt dat deelnemers zich iets meer zorgen maken wanneer de ontwikkelingen nabij hun eigen dorp of stad plaats vinden vergeleken met in Nederland ($p < .001$), maar dit verschil is erg klein (Cohen's $d < 0.2$).

Tabel 5.2 Zorgen over ontwikkelingen rondom aardwarmte
(Antwoordschaal 1 helemaal niet – 7 heel erg)

In hoeverre maakt u zich zorgen over de volgende ontwikkelingen rondom aardwarmte in...	...Nederland M (SD)*	...Nabij stad of dorp M (SD)**
Het boren van de putten	4,5 (1,5)	4,6 (1,6)
Het oppompen van warm water uit de aarde	4,2 (1,6)	4,4 (1,6)
Het terug in de aarde pompen van afgekoeld water	4,1(1,6)	4,2 (1,7)
Het gebruik van aardwarmte voor het verwarmen van kassen	3,6 (1,7)	3,8 (1,7)
Het gebruik van aardwarmte voor het verwarmen van huizen	3,9 (1,7)	4,1 (1,7)

*Alle gemiddelden verschillen significant van elkaar ($p < .001$).

**Alle gemiddelde verschillen significant van elkaar ($p < .001$).

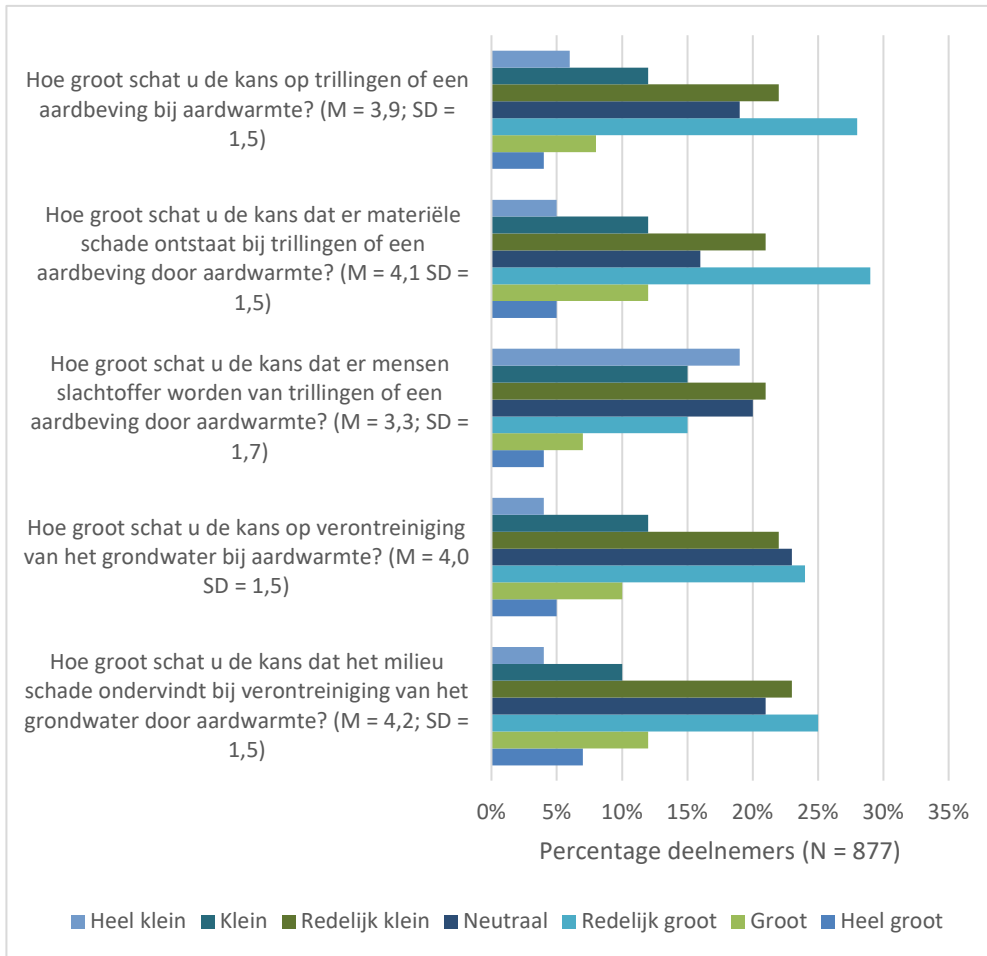
5.5 Risicoperceptie

De risico's rondom (m.n. milieuschade door) de verontreiniging van grondwater door aardwarmte worden iets hoger ingeschat, maar leiden tot vergelijkbare zorgen als de risico's rondom trillingen of een aardbeving door aardwarmte.

Na de gevaarperceptie is de risicoperceptie uitgevraagd. Er is gevraagd naar hoe de deelnemers denken over de risico's die samenhangen met de volgende aspecten: trillingen of aardbevingen en verontreiniging van het grondwater.

De kans op het ontstaan van trillingen of een aardbeving bij aardwarmte wordt gemiddeld redelijk klein tot neutraal (niet klein, niet groot) ingeschat door de deelnemers (zie Figuur 5.3). Hierbij schat men de kans op materiële schade hoger in ($p < .001$) dan de kans dat er mensen slachtoffer worden van trillingen of een aardbeving door aardwarmte (Cohen's $d = .63$).

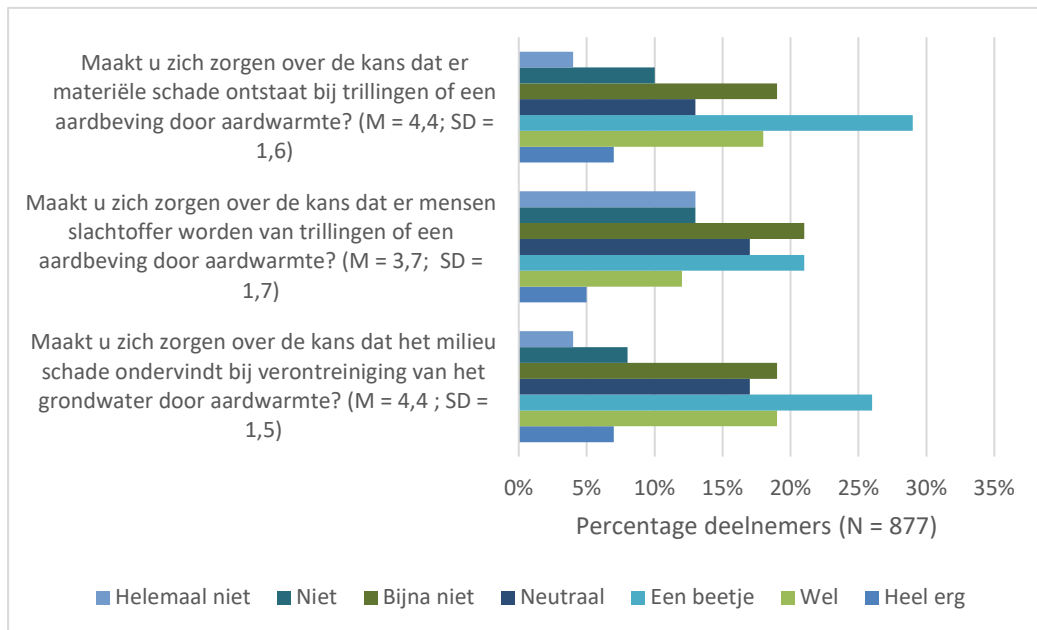
Over het algemeen schatten deelnemers de kans op verontreiniging van het grondwater door aardwarmte neutraal (niet klein, niet groot) in (zie Figuur 5.3). De kans wordt hoger ingeschat dan de kans op trillingen of een aardbeving ($p < .001$; Cohen's $d = .10$). Ook wordt de kans op milieuschade door verontreiniging van het grondwater hoger ingeschat dan de kans op slachtoffers van trillingen of een aardbeving door aardwarmte ($p < .001$; Cohen's $d = .59$), maar vergelijkbaar met de kans op materiële schade door trillingen of een aardbeving door aardwarmte (geen statistisch significant verschil).



*Alle gemiddelden verschillen significant ($p < .001$) van elkaar, m.u.v. kans op verontreiniging en kans op materiële schade door trillingen of een aardbeving; kans op verontreiniging en kans op milieuschade door verontreiniging.

Figuur 5.3 Risicoperceptie: cognitief

In Figuur 5.4 is te zien dat de deelnemers zich gemiddeld meer zorgen maken (neutraal tot een beetje) over de kans op materiële schade die ontstaat bij trillingen of een aardbeving, en de kans dat het milieuschade ondervindt bij verontreiniging van het grondwater door aardwarmte, dan de kans dat er mensen slachtoffer worden van trillingen of een aardbeving door aardwarmte (bijna niet tot neutraal) ($p < .001$; Cohen's $d = .56$ en $.46$). Er is geen statistisch significant verschil tussen de zorgen rondom materiële schade bij trillingen of een aardbeving en milieuschade bij verontreiniging van het grondwater (Figuur 5.4).



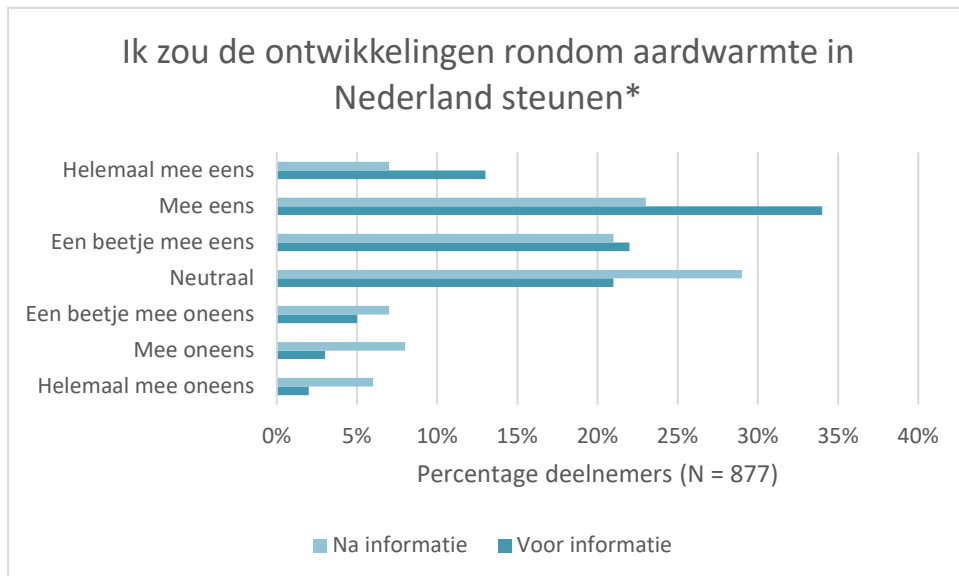
*Alle gemiddelden verschillen significant ($p < .001$) van elkaar, m.u.v. zorgen over materiële schade door trillingen of een aardbeving en zorgen over milieuschade door verontreiniging.

Figuur 5.4 Risicoperceptie: affectief

5.6 Steun voor aardwarmte

Een ruime meerderheid van de deelnemers zegt de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland en in de eigen omgeving te steunen. Na het lezen van de informatie over de risico's van aardwarmte daalt de steun, maar blijft de helft van de deelnemers positief.

In Figuur 5.5 Steun voor aardwarmte Figuur 5.5 is te zien dat bijna 70 procent van de deelnemers het tenminste een beetje eens is met de stelling dat zij de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland steunen. Na het lezen van de informatie over de risico's van aardwarmte loopt dit terug naar ongeveer de helft (51%) van de deelnemers. Het verschil in steun voor en na het verstekken van de informatie is statistisch significant ($p < .001$). In dit geval is de Cohen's d .58 wat duidt op een middelgroot verschil.

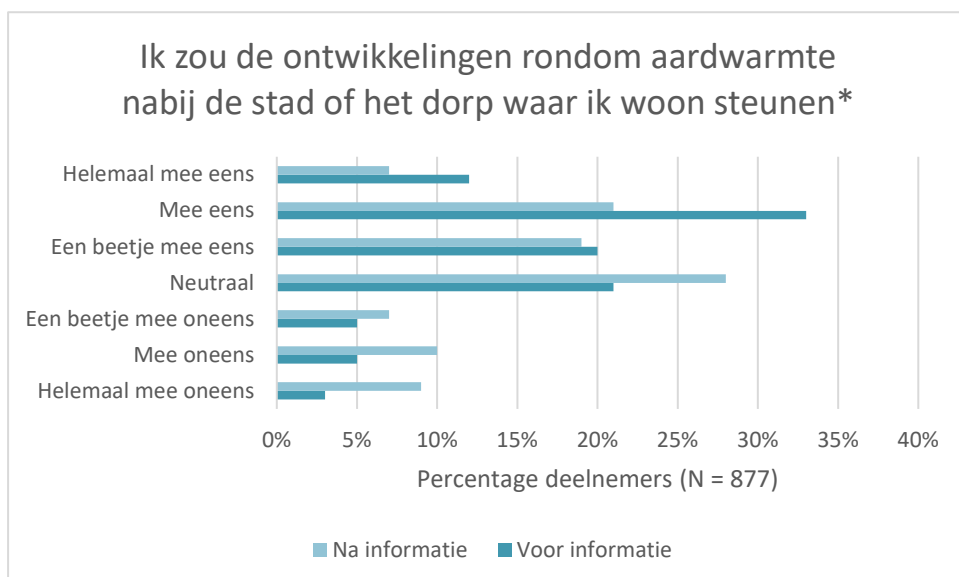


*Gemiddelde steun voor informatie: M = 5,1; SD = 1,4; na informatie: M = 5,0, SD = 1,5.

Figuur 5.5 Steun voor aardwarmte in Nederland

De deelnemers is ook gevraagd naar hun steun ten opzichte van ontwikkelingen rondom aardwarmte nabij de stad of het dorp waar zij wonen. De meerderheid (65%) is het tenminste een beetje eens met de stelling dat zij de ontwikkelingen rondom aardwarmte in de eigen omgeving steunen (zie Figuur 5.6). Na het lezen van de informatie over de risico's van aardwarmte loopt dit terug naar ongeveer de helft (47%) van de deelnemers. Dit verschil is statistisch significant ($p < .001$) en middelgroot (Cohen's $d = .61$).

De mate waarin deelnemers ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland steunen tegenover ontwikkelingen nabij hun eigen stad of dorp verschilt weliswaar significant ($p < .001$) maar het verschil is erg klein (een Cohen's $d = .13$ voor het verstrekken van informatie, en een Cohen's d van $.26$ na het verstrekken van informatie).



*Gemiddelde steun voor informatie: M = 4,5; SD = 1,6; na informatie: M = 4,3, SD = 1,7.

Figuur 5.6 Steun voor aardwarmte nabij eigen dorp op stad

Bij de vraag over steun na het lezen van de informatie konden deelnemers een toelichting geven bij hun antwoord, de meerderheid van de deelnemers heeft dit gedaan (87% van de deelnemers voor steun in Nederland, 83% voor steun in de eigen omgeving). De antwoorden op deze vragen zijn thematisch geanalyseerd: vergelijkbare antwoorden zijn ondergebracht onder overkoepelende thema's. Vervolgens is gekeken hoe vaak antwoorden in deze thema's zijn genoemd door deelnemers die negatief (score 1: 'helemaal mee oneens' t/m 3: 'een beetje mee oneens') op de antwoordschaal), neutraal (score 4: 'neutraal' op de antwoordschaal), of positief (score 5: 'een beetje mee eens' t/m 7: 'helemaal mee eens') op de antwoordschaal) staan tegenover het steunen van ontwikkelingen rondom aardwarmte. De meest genoemde, of opvallende, thema's worden hieronder besproken, bijbehorende percentages staan in Tabel 5.3.

De groep deelnemers die negatief staat tegenover het steunen van ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland, en in hun eigen omgeving, geeft met name *risico's*, *gevaar en onveiligheid* als reden voor hun lage steun. Bijvoorbeeld:

"Ik vind het te gevaarlijk en een te groot risico. We moeten niet knoeien met de aarde. Dit kan alleen maar gigantisch fout gaan" (Nederland)
"Er staan te veel vraagtekens bij de gevolgen en Nederland heeft het niet nodig. Er zijn andere, risicovrije, methoden om energie te winnen" (Nederland)

"Onzeker en gevaarlijk" (eigen omgeving)

Binnen dit thema ging een groot aandeel van de antwoorden over aardbevingen, soms in combinatie met Groningen (36% van de antwoorden binnen het thema risico's):

"Hoe klein de kans ook is, zodra er een kleine kans is op trillingen en aardbevingen, hoeft het niet voor mij" (Nederland)
"Ja net als gaswinning in Groningen allemaal kapotte huizen en niet gecompenseerd worden gezin die stuk gaat omdat huis kapot is tja en dan dit idee nee ik totaal geen vertrouwen erin!" (Nederland)

"Liever niet. Heb geen zin in een tweede Groningen geval" (eigen omgeving)

In de bovenstaande quotes wordt vertrouwen genoemd, dit onderwerp kwam vaker naar voren. Naast een *gebrek aan vertrouwen* in de overheid werd ook gebrek aan vertrouwen in de technologie, gevolgen en beheer genoemd als reden om ontwikkelingen rondom aardwarmte niet te steunen. Bijvoorbeeld:

"Omdat de regering nooit erg open en eerlijk is geweest over de gevaarlijke gevolgen voor de huizen en de burgers, Groningen is daar een duidelijk voorbeeld van" (Nederland)
"Omdat de staat onbetrouwbaar is en waarheden verdraaien. Zie staatsmijnen Limburg, gaswinning in Groningen niet willen erkennen en betalen voor de schade. En verder toeslagen affaire" (Nederland)

"Ik heb er gewoon geen vertrouwen in. Ik denk dat het onverstandig is"
(Nederland)

"Geen vertrouwen in beheer en omgang" (Nederland)

Daarnaast komen ook *twijfel en onzekerheid* (over de technologie, gevolgen, en eigen kennis om de technologie te beoordelen) meerdere keren terug in de antwoorden, bijvoorbeeld:

"Nog te veel twijfels hierover. Nog niet echt hierin verdiept" (Nederland)

"Er is nog te weinig over bekend op grote schaal en op lange termijn"
(Nederland)

"Nog te veel onduidelijk" (Nederland)

"Ik weet er te weinig van om dit te steunen" (eigen omgeving)

Bij de groep deelnemers die neutraal staat tegenover het steunen van ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland, en de eigen omgeving, is *twijfel en onzekerheid* de meest genoemde reden om neutraal tegenover het onderwerp te staan. Bijvoorbeeld:

"Pas als het verder is kan ik een goede mening vormen" (Nederland)

"Ik zie de goede kanten ervan in, maar ik zou me er wel meer in willen verdiepen" (Nederland)

"Te onbekend, ik overzie niet de gevolgen" (Nederland)

"Moeilijk gevolgen inschatten" (eigen omgeving)

"Ik weet niet of ik voor of tegen zal zijn" (eigen omgeving)

Ook het thema *risico's, gevaar en onveiligheid* komt naar voren in de toelichtingen gegeven door deze groep deelnemers. En dan met name bij steun voor ontwikkelingen in de eigen omgeving. Bijvoorbeeld:

"Omdat de gevaren eerst duidelijker in beeld gebracht moeten worden. En men zeker weet wat de gevolgen zijn en er jaren later niet achter komt dat er foutieve berekeningen zijn gemaakt. Voortschrijdend inzicht!!!" (eigen omgeving)

"Geen idee wat de risico hiervoor zijn (eigenlijk te veel)" (eigen omgeving)

Bij de groep deelnemers die positief staat tegenover het steunen van ontwikkelingen rondom aardwarmte wordt vooral de *bijdrage van aardwarmte aan het verminderen van klimaatverandering, en duurzaamheid (niet fossiel)* genoemd als reden om de ontwikkelingen te steunen. Bijvoorbeeld:

"Ik denk dat we echt van fossiele brandstoffen af moeten en dit klinkt als een goede optie om in te zetten" (Nederland)

"Ik denk dat de voordelen voor ons milieu groter zullen zijn omdat het gebruik van fossiele brandstoffen af kan nemen" (Nederland)

"Omdat ik het belangrijk vind dat er op een duurzame manier energie wordt opgewekt" (Nederland)

"Alle kleine beetjes helpen om zo snel mogelijk duurzaam te worden"
(eigen omgeving)

"Het is een onderdeel van de oplossing van het klimaatvraagstuk" (eigen omgeving)

Ook wordt aardwarmte gezien als een *goede ontwikkeling*, en hebben een aantal deelnemers een positieve associatie of positieve ervaringen. Bijvoorbeeld:

"Het is een positieve ontwikkeling" (Nederland)

"Mooie techniek"(Nederland)

"Ben al aangesloten op een warmtenet tot volle tevredenheid al 25 jaar, van problemen was/is niet aan de orde" (Nederland)

"Ik zie dit als een grote kans" (Nederland)

"Positieve ontwikkeling in het belang van iedereen" (eigen omgeving)

"Er komt in onze wijk een warmtenet dus positief dat aardwarmte eventueel ook mogelijk is" (eigen omgeving)

Daarnaast geven een aantal deelnemers aan dat zij denken dat de overgang naar aardwarmte *nu nodig* is voor de energievoorziening. Eén deelnemer zegt bijvoorbeeld: "Is gewoon nodig", en een ander zegt: "Er zal iets gedaan moeten worden".

Risico's, gevaar en onveiligheid kwam als thema maar een aantal keer terug bij de positieve antwoorden (3% Nederland; 4% eigen omgeving). Bijvoorbeeld:

"Vind de risico's moeilijk in te schatten maar klinkt goed" (Nederland)

"De gevolgen van het winnen van aardwarmte op langere termijn zijn niet bekend. Het komt er eigenlijk op neer dat we gewoon weer de planeet leegtrekken en maar hopen dat de gevolgen daarvan niet al te groot zijn. Ik zie aardwarmte in de toekomst zeker dienen als duurzamere energiebron maar denk ook dat het meer een tussenstap is dan een einddoel" (Nederland)

"Ik zou het niet tegengaan. Vind het goed, maar brengt wel risico's met zich mee" (eigen omgeving)

Tabel 5.3 Toelichting gegeven door de deelnemers bij steun voor aardwarmte

Meest genoemde thema's	Steun is negatief (score 1 t/m 3)*	
	In Nederland (N = 164)	Nabij de stad of het dorp waar ik woon (N = 193)
Risico's, gevaar, onveilig	40%	35%
Gebrek aan vertrouwen	18%	14%
Twijfel en onzekerheid	11%	14%
	Steun is neutraal (score 4)*	
	In Nederland (N = 202)	Nabij de stad of het dorp waar ik woon (N = 182)
Twijfel en onzekerheid	51%	51%
Neutraal, geen idee, weet niet	16%	13%

Meest genoemde thema's	Steun is negatief (score 1 t/m 3)*	
	Risico's, gevaar, onveilig	5%
	Steun is positief (score 5 t/m 7)*	
	In Nederland (N = 393)	Nabij de stad of het dorp waar ik woon (N = 355)
Duurzaam, nodig om klimaatverandering tegen te gaan, niet fossiel	36%	23%
Goede ontwikkeling, positief, positieve ervaring	17%	16%
Noodzaak voor alternatieven energievoorziening	8%	8%

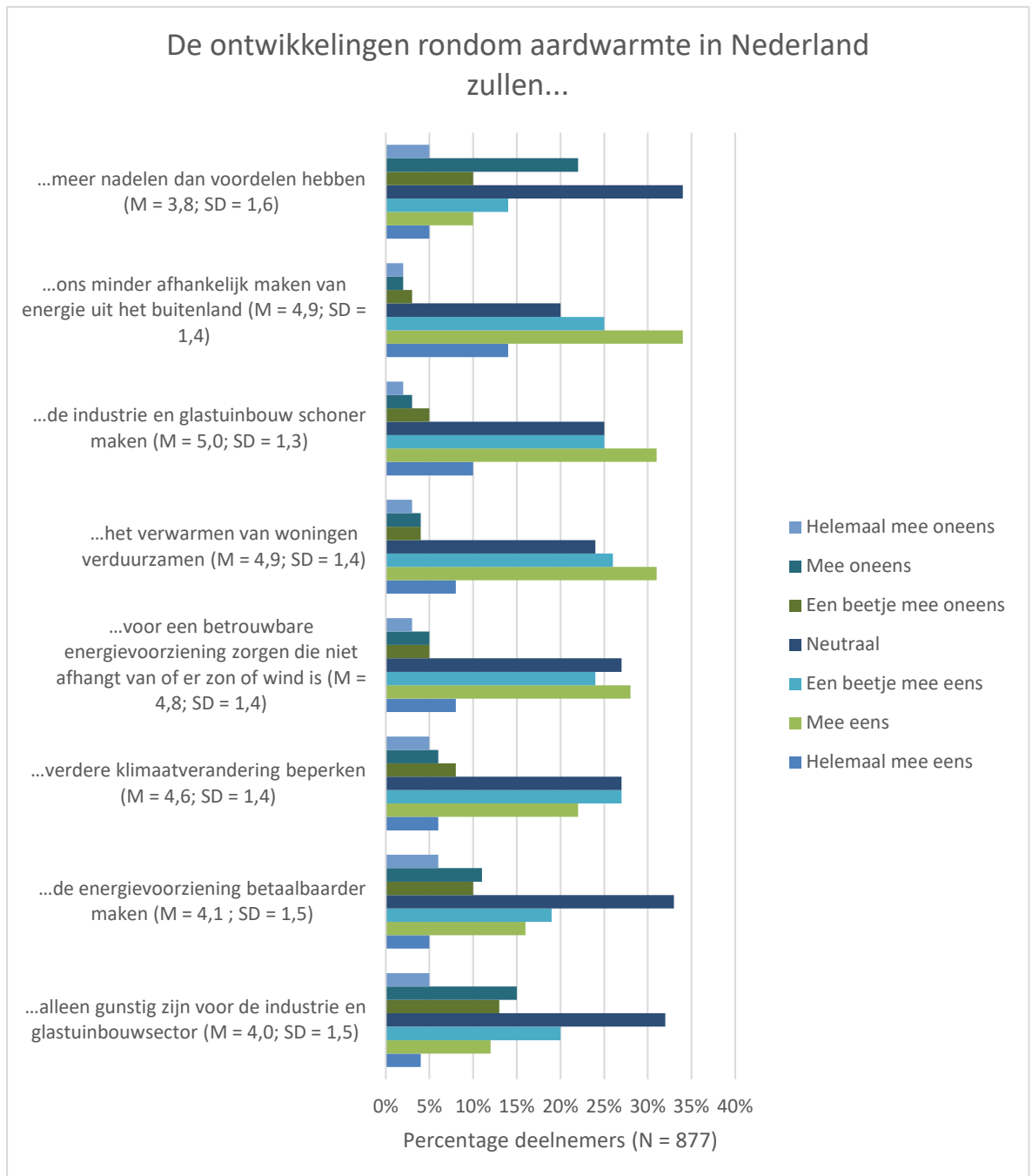
*Percentage deelnemers dat dit thema heeft genoemd in zijn/haar antwoorden van het totaal aantal deelnemers dat een toelichting heeft gegeven (zie bijbehorende N).

5.7 Perceptie van voordelen en afwegen voor- en nadelen

De meningen zijn verdeeld over de vraag of aardwarmte meer voordelen heeft dan nadelen. Men denkt dat aardwarmte met name zal bijdragen aan ons minder afhankelijk maken van energie uit het buitenland. Er is onzekerheid of aardwarmte de energievoorziening betaalbaarder zal maken.

In Figuur 5.7 staan de resultaten over de voordelen van aardwarmte. Dat aardwarmte ons minder afhankelijk kan maken van energie uit het buitenland wordt gezien als één van de belangrijkste voordelen. Een ruime meerderheid van de deelnemers is het tenminste een beetje eens met deze stelling (73%). Ook denken veel deelnemers dat aardwarmte de industrie- en glastuinbouwsector schoner zal maken, en het verwarmen van woningen kan verduurzamen (66% en 65% tenminste een beetje mee eens). Ongeveer de helft van de deelnemers denkt dat aardwarmte verdere klimaatverandering zal beperken (55% tenminste een beetje mee eens). De deelnemers zijn minder zeker of aardwarmte de energievoorziening betaalbaarder zal maken.

Alles overziend geeft 37 procent van de deelnemers aan dat aardwarmte (iets) meer voordelen heeft dan nadelen. Ongeveer een derde (33%) van de deelnemers staat neutraal tegenover de stelling dat aardwarmte meer nadelen dan voordelen heeft, tegenover 29 procent van de deelnemers die de nadelen (iets) groter inschat.



*Alle gemiddelden verschillen significant ($p < .001$) van elkaar, m.u.v. 'De industrie- en glastuinbouwsector schoner maken' en 'Het verwarmen van woningen verduurzamen'; 'De energievoorziening betaalbaar maken' en 'Alleen gunstig zijn voor de industrie- en glasbouwsector'.

Figuur 5.7 Perceptie van voordelen van aardwarmte

5.8 Psychologische afstand

De deelnemers ervaren niet een hele grote psychologische afstand tot de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland. Men is vooral onzeker over de gevolgen van aardwarmte, en verwacht dat activiteiten met aardwarmte niet op korte termijn, maar verder in de toekomst zullen plaatsvinden.

Voor de fysieke en persoonlijke psychologische afstand is de gemiddelde score rond het neutrale middelpunt van de schaal (zie Tabel 5.3). Dus deelnemers vinden het lastig inschatten, en lijken nog verdeeld over de vraag of ontwikkelingen rondom aardwarmte gevolgen zullen hebben voor de lokale omgeving en een grote persoonlijke impact zullen hebben.

Maar deelnemers ervaren een grotere psychologische afstand als er wordt gekeken naar de hypothetische afstand: de meerderheid (65%) is het tenminste een beetje eens met de stelling dat aardwarmte nog onbekende gevolgen zal hebben. Verder is in Tabel 5-5 te zien dat de grootste groep deelnemers verwacht dat aardwarmte pas binnen 25 jaar op grote schaal gebruikt zal worden (35%), gevolgd door 23 procent van de deelnemers die verwacht dat dit binnen 10 jaar gebeurt. Een kleinere groep verwacht dit pas binnen 50 jaar (10%), 100 jaar (2%), of nooit (8%), en 20 procent geeft aan geen mening te hebben of het niet te weten. Daarnaast verwacht een klein aantal deelnemers (5%) dat aardwarmte al op korte termijn (binnen 5 jaar) op grote schaal gebruikt zal worden in Nederland.

*Tabel 5.3 Psychologische afstand
Percentage van totale aantal deelnemers (N = 877)*

De ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland zullen...	...weinig gevolgen hebben voor mijn lokale omgeving	...waarschijnlijk een grote impact hebben op mij persoonlijk	...nog onbekende gevolgen hebben
Helemaal mee oneens	4%	7%	1%
Mee oneens	13%	19%	4%
Een beetje mee oneens	16%	11%	4%
Neutraal	33%	40%	26%
Een beetje mee eens	18%	13%	25%
Mee eens	15%	8%	26%
Helemaal mee eens	2%	3%	14%
M(SD)	4,0 (1,4)	3,7 (1,4)	5,1 (1,3)

Tabel 5.4 Termijn grootschalige toepassing

Termijn	Wanneer denkt u dat Nederland op grote schaal aardwarmte zal gebruiken? (Percentage deelnemers N = 877)
Binnen 5 jaar	3%
Binnen 10 jaar	23%
Binnen 25 jaar	35%
Binnen 50 jaar	10%
Binnen 100 jaar	2%
Nooit	8%
Geen mening/weet ik niet	20%

5.9 Vertrouwen en verwachte rechtvaardigheid

Over het algemeen staan deelnemers neutraal in hun vertrouwen in de competenties van partijen om veiligheids- en gezondheidsrisico's te beperken en vertrouwen in de integriteit van betrokkenen, maar zij hebben minder vertrouwen in de rechtvaardigheid van het besluitvormingsproces.

In de vragenlijst zijn drie aspecten van het concept vertrouwen uitgevraagd: vertrouwen in de competenties van partijen om veiligheids- en gezondheidsrisico's te beperken, vertrouwen in de integriteit van betrokkenen (waaronder open en eerlijke communicatie) en het vertrouwen in een rechtvaardig besluitvormingsproces.

Gemiddeld staan de deelnemers relatief neutraal tegenover het vertrouwen in de competenties en de integriteit. Beide gemiddelde scores zijn rond de neutrale waarde op de antwoordschaal ($M = 3,1$, $SD = 0,9$; en $M = 3,0$, $SD = 1,0$). Kijkend naar de losse vragen (zie Tabel 5-6) is te zien dat 42 procent van de mensen er vertrouwen in heeft dat de benodigde vaardigheden en kennis beschikbaar zijn om de risico's van aardwarmte te beperken. 25 procent heeft hier (helemaal) geen vertrouwen in. En 44 procent van de deelnemers heeft er vertrouwen in dat er rekening zal worden gehouden met de veiligheid van de bevolking, 27 procent heeft hier (helemaal) geen vertrouwen in. Vertrouwen in integriteit scoort gemiddeld iets lager dan vertrouwen in competenties ($p < .001$, Cohen's $d = .30$). Dit komt met name omdat de deelnemers relatief weinig vertrouwen hebben dat er open en eerlijk gecommuniceerd wordt (41% heeft hier (helemaal) geen vertrouwen in).

De deelnemers hebben het minste vertrouwen in de rechtvaardigheid van het besluitvormingsproces en de uitkomst daarvan. De gemiddelde score is net onder het neutrale middelpunt van de antwoordschaal ($M = 2,7$, $SD = 0,9$). In Tabel 5-6 is te zien dat 47 procent van de deelnemers er (helemaal) geen vertrouwen in heeft dat zij en hun buurtbewoners vergoed zullen worden bij schade als gevolg van het boren voor, of winnen van aardwarmte. Er is een middelgroot verschil met vertrouwen in de competenties (Cohen's $d = .64$) en een klein verschil met vertrouwen in integriteit (Cohen's $d = .44$), beide verschillen zijn statistisch significant ($p < .001$).

Tabel 5.5 Vertrouwen en verwachte rechtvaardigheid
 Percentage van totale aantal deelnemers N = 877

	Integriteit (M = 3,0; SD = 1,0)		Competentie (M = 3,1; SD = 0,9)		Rechtvaardigheid (M = 2,7; SD = 0,9)		
Als u denkt aan de ontwikkelingen rondom aardwarmte, in hoeverre heeft u er vertrouwen in dat...	...er rekening wordt gehouden met de veiligheid van de bevolking	...er eerlijk en open wordt gecommuniceerd over de risico's van aardwarmte	...de benodigde vaardigheden en kennis beschikbaar zijn om de risico's van aardwarmte te beperken	...er goed toezicht wordt gehouden op de naleving van wetten en regels voor veiligheid	...u en uw buurtbewoners betrokken zullen worden bij plannen rondom aardwarmte in uw eigen omgeving	...er wordt gezorgd voor een eerlijke verdeling van lusten en lasten bij plannen rondom aardwarmte in uw eigen omgeving	...u en uw buurtbewoners vergoed zullen worden bij schade als gevolg van het boren voor, of winnen van aardwarmte
Helemaal geen vertrouwen	7%	12%	6%	7%	9%	12%	16%
Geen vertrouwen	20%	29%	19%	19%	30%	29%	31%
Neutraal	30%	32%	33%	35%	32%	38%	28%
Wel vertrouwen	37%	24%	38%	36%	27%	20%	23%
Helemaal wel vertrouwen	7%	3%	4%	5%	2%	2%	2%
M(SD)	3,2 (1,0)	2,8 (1,0)	3,2 (1,0)	3,1 (1,0)	2,8 (1,0)	2,7 (1,0)	2,7 (1,1)

5.10 Informatiebehoefte

De meeste deelnemers hebben (een beetje) behoefte aan meer informatie om te kunnen beoordelen wat zij van de ontwikkelingen rondom aardwarmte vinden. Er is vooral behoefte aan informatie over de risico's en kosten.

Van de deelnemers geeft 62 procent aan een beetje of meer behoefte te hebben aan meer informatie om ontwikkelingen rondom aardwarmte te kunnen beoordelen. Een kleine groep (17%) geeft aan hier (helemaal) geen behoefte aan te hebben.

Deelnemers hebben vooral behoefte aan informatie over:

- De kosten voor de levering van aardwarmte in de woning (26%).
- De risico's van het boren van putten voor de aanleg van de aardwarmte-installatie (26%).
- De risico's van aardwarmte in vergelijking met andere energiebronnen (20%).
- De risico's van het oppompen van warm water uit de grond (16%).
- De kosten van het aanleggen van een aardwarmte-installatie (15%).
- Informatie over wat de alternatieven zijn als we geen aardwarmte gaan gebruiken (13%).
- Plannen rondom aardwarmte in mijn eigen omgeving (12%).
- Hoe de plannen rondom aardwarmte mij gaan raken (11%).

Maar weinig deelnemers (8% of minder) geven aan dat zij behoefte hebben aan informatie over de volgende onderwerpen om ontwikkelingen rondom aardwarmte te kunnen beoordelen: het gebruik van aardwarmte voor de verwarming van gebouwen (woningen, kassen, kantoren); waar aardwarmte voor gebruikt kan worden; informatie over de voordelen van aardwarmte; en informatie over andere scenario's voor de toekomst van aardwarmte in Nederland.

5.11 Samenhang tussen variabelen

Om inzicht te krijgen in welke factoren samenhangen met hoe burgers in Nederland de gezondheids- en veiligheidsrisico's van aardwarmte percipiëren is er gebruik gemaakt van correlaties. Hoe correlaties kunnen worden geïnterpreteerd staat beschreven in paragraaf 3.3. Hieronder worden de belangrijkste bevindingen besproken. In Bijlage IV staan alle correlaties die horen bij onderstaande resultaten.

5.11.1 *Gevaarperceptie aardwarmte en aspecten aardwarmtewinning en -gebruik*

De zorgen die deelnemers hebben over de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland, of nabij de stad of het dorp waar zij wonen, lijken niet samen te hangen met zorgen rondom één specifiek aspect van aardwarmtewinning of -gebruik. Zorgen over ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland hangen sterk samen met zorgen over ontwikkelingen in de eigen omgeving.

De mate waarin mensen zich wel of geen zorgen maken over de ontwikkelingen rondom aardwarmte hangt sterk samen met zorgen over

alle uitgevraagde aspecten van aardwarmtewinning- en gebruik (zie Bijlage IV; Tabel 1). De correlaties zijn rond .70. Deze hoge correlaties hoeven niet te betekenen dat zorgen over specifieke aspecten van aardwarmtewinning- en gebruik leiden tot meer zorgen over ontwikkelingen rondom aardwarmte. De relatie zou ook andersom kunnen zijn: dat het gevoel dat mensen hebben over de ontwikkelingen in het algemeen invloed heeft op hoe zij naar de individuele aspecten kijken.

Tussen de zorgen over verschillende aspecten van aardwarmtewinning en -gebruik is vaak ook een sterke samenhang te zien (.70 of hoger; zie Bijlage IV; Tabel 2). Bijvoorbeeld, mensen die zich zorgen maken over het boren van de putten maken zich ook meer zorgen over het oppompen van warm water uit de aarde. En mensen die zich zorgen maken over het gebruik van aardwarmte voor het verwarmen van kassen maken zich ook meer zorgen over het gebruik van aardwarmte voor het verwarmen van huizen. De sterkste samenhang is gevonden tussen zorgen over het oppompen van warm water uit de aarde, en zorgen over het terug in de aarde pompen van afgekoeld water.

Als deelnemers zich zorgen maken over ontwikkelingen in Nederland, maken zij zich over het algemeen ook meer zorgen over ontwikkelingen in de eigen omgeving. Dit geldt zowel voor zorgen in het algemeen ($r = .89$), als voor zorgen rondom aspecten van aardwarmtewinning en -gebruik (zie Bijlage IV; Tabel 3).

5.11.2 *Risicoperceptie*

Hoe deelnemers de risico's van aardwarmtewinning en -gebruik ervaren hangt sterk met elkaar samen. Dus hoe men kijkt naar de kans op trillingen of een aardbeving en de gevolgen hiervan hangt samen met hoe men kijkt naar de kans op verontreiniging van het grondwater en de gevolgen hiervan.

Vrijwel alle correlaties met betrekking tot hoe deelnemers de risico's van aardwarmtewinning en -gebruik ervaren zijn boven .60 (middelgrote samenhang) en een groot aantal ook boven of rond .70 (sterke samenhang) (zie Bijlage IV; Tabel 4). Dit betekent dat deelnemers die de kans op trillingen of een aardbeving bij aardwarmte hoger inschatten, over het algemeen ook de kans op verontreiniging van het grondwater bij aardwarmte hoger inschatten. En deelnemers die de kans dat er materiële schade ontstaat bij trillingen of een aardbeving door aardwarmte hoger inschatten, over het algemeen ook de kans dat het milieuschade ondervindt bij verontreiniging van het grondwater door aardwarmte hoger inschatten.

Verder laten de correlaties zien dat als deelnemers de kans op een bepaalde gebeurtenis (trillingen, aardbeving, verontreiniging grondwater) hoger inschatten, zij ook de kans op gevolgen (materiële schade, slachtoffers, milieuschade) hoger inschatten. De sterkste samenhang is gevonden voor de kans op trillingen of een aardbeving bij aardwarmte en de kans dat er materiële schade ontstaat. Daarnaast geven de resultaten aan dat als deelnemers de kans op bepaalde gebeurtenissen, of gevolgen, hoger inschatten dan maken zij zich hier over het algemeen ook meer zorgen hierover (zie Bijlage IV; Tabel 4).

Zorgen onderling hangen ook middelgroot tot sterk met elkaar samen. Deelnemers die zich meer zorgen maken over de kans dat er mensen slachtoffer worden van trillingen of een aardbeving door aardwarmte maken zich ook meer zorgen over de kans dat er materiële schade ontstaat bij trillingen of een aardbeving door aardwarmte. En zorgen over de kans op slachtoffers of materiële schade door trillingen of een aardbeving, hangen samen met zorgen over de kans dat het milieuschade ondervindt bij verontreiniging van het grondwater door aardwarmte (zie Bijlage IV; Tabel 5).

5.11.3 *Samenhang tussen gevaarperceptie en andere variabelen*
De zorgen die deelnemers hebben over de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland, en in de eigen omgeving, hangen samen met hoe zij de risico's ervaren. Ook andere factoren hangen samen met de zorgen die deelnemers hebben. Dit zijn met name: risicoacceptatie, psychologische afstand, perceptie van voordelen, vertrouwen en gevoelens geassocieerd met de eerste gedachten, beelden en ideeën bij aardwarmte.

Er is gekeken naar hoe de zorgen die deelnemers hebben over de ontwikkelingen rondom aardwarmtewinning en -gebruik (de gevaarperceptie) samenhangen met de risicoperceptie en andere factoren gemeten in dit onderzoek. Hiervoor is wederom gebruik gemaakt van correlaties. Alle relaties waarvoor tenminste een zwakke samenhang is gevonden (correlaties hoger dan .30) zijn weergegeven in Figuur 5.8. De volledige correlatietabellen staan in Bijlage IV van het bijlagenrapport.

Er is voor gekozen om de gevaarperceptie en niet de risicoperceptie centraal te stellen in deze analyses om twee redenen: 1) feedback uit de professionele en wetenschappelijke begeleidingscommissie gaf aan dat als er in de praktijk gesproken wordt over de perceptie van risico's, er meestal wordt gesproken over zorgen tegenover de technologie (de gevaarperceptie). En er was vooral behoefte aan inzicht in welke factoren met deze zorgen samenhangen, waaronder hoe deze zorgen samenhangen met hoe burgers kijken naar de kans op, en blootstelling aan, specifieke gevaren (de risicoperceptie). 2) de gevaarperceptie is met minder items gemeten en daarmee blijven de resultaten beknopter. Om dezelfde reden is ervoor gekozen om de gevaarperceptie van ontwikkelingen rondom aardwarmte centraal te zetten en niet de gevaarperceptie rondom de verschillende aspecten van aardwarmtewinning en -gebruik. De correlaties voor de aspecten van aardwarmtewinning en -gebruik, alsmede de correlaties tussen de vragen op risicoperceptie en de factoren gemeten in dit onderzoek zijn wel beschikbaar via deze [link](#).

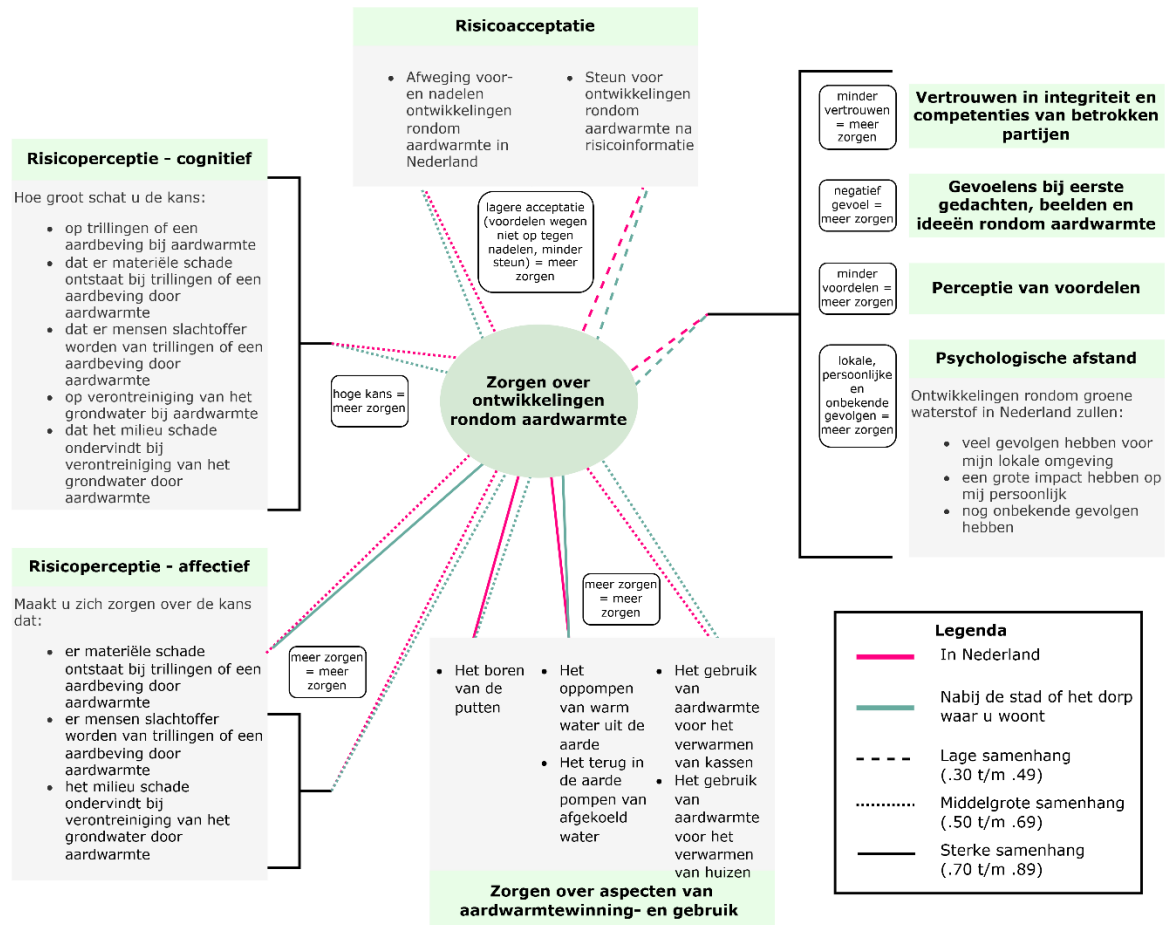
In Figuur 5.88 in dit rapport en Tabel 6 van Bijlage IV is te zien dat de zorgen die deelnemers hebben over de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland, en in de eigen omgeving, samenhangen met de risicoperceptie. De samenhang is middelgroot. Met name zorgen over de kans dat er materiële schade ontstaat bij trillingen of een aardbeving door aardwarmte hangen samen met zorgen over ontwikkelingen rondom aardwarmte.

Naast de risicoperceptie zijn er ook andere factoren die samenhangen met of mensen zich wel of geen zorgen maken over ontwikkelingen rondom aardwarmtewinning en -gebruik (zie figuur 5.8 in dit rapport en tabellen 7, 8, 9, 10 in Bijlage IV). Mensen die zich meer zorgen maken over de ontwikkelingen rondom aardwarmte *in Nederland* (van middelgrote naar zwakke samenhang):

- denken dat de ontwikkelingen rondom aardwarmte meer nadelen dan voordelen zullen hebben
- zijn minder geneigd om deze ontwikkelingen te steunen na het lezen van de risico-informatie
- denken dat de ontwikkelingen rondom aardwarmte waarschijnlijk een grote impact zullen hebben op hen persoonlijk
- denken dat de ontwikkelingen rondom aardwarmte nog onbekende gevolgen zullen hebben
- staan minder positief tegenover de voordelen van de ontwikkelingen rondom aardwarmte
- hebben minder vertrouwen in de integriteit van betrokken partijen
- hebben minder vertrouwen in de competenties van betrokken partijen om veiligheid- en gezondheidsrisico's te beperken
- denken dat de ontwikkelingen rondom aardwarmte meer gevolgen zullen hebben voor hun lokale omgeving
- associëren een negatief gevoel met hun eerste gedachten, beelden of ideeën bij aardwarmte

Mensen die zich meer zorgen maken over de ontwikkelingen rondom aardwarmte *in de eigen omgeving* (van middelgrote naar zwakke samenhang):

- denken dat de ontwikkelingen rondom aardwarmte meer nadelen dan voordelen zullen hebben
- zijn minder geneigd om deze ontwikkelingen te steunen na het lezen van de risico-informatie
- denken dat de ontwikkelingen rondom aardwarmte waarschijnlijk een grote impact zullen hebben op hen persoonlijk
- denken dat de ontwikkelingen rondom aardwarmte nog onbekende gevolgen zullen hebben
- denken dat de ontwikkelingen rondom aardwarmte meer gevolgen zullen hebben voor hun lokale omgeving
- staan minder positief tegenover de voordelen van de ontwikkelingen rondom aardwarmte
- hebben minder vertrouwen in de competenties van betrokken partijen om veiligheid- en gezondheidsrisico's te beperken
- hebben minder vertrouwen in de integriteit van betrokken partijen
- associëren een negatief gevoel met hun eerste gedachten, beelden of ideeën bij aardwarmte



* Alle relaties waarvoor tenminste een zwakke samenhang is gevonden (correlaties hoger dan .30) zijn opgenomen in de figuur. Er zijn geen relaties gevonden met een zeer sterke samenhang (correlaties van .90 en hoger).

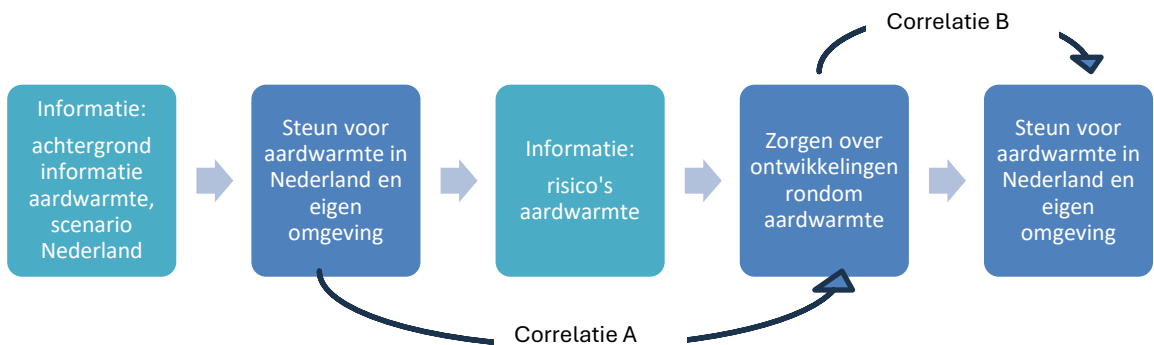
Figuur 5.8 Samenhang tussen gevaarperceptie en andere variabelen

In Figuur 5.8 staan alleen de relaties waarvoor tenminste een zwakke samenhang is gevonden. Een aantal factoren hangt niet, of zwak, samen met de zorgen die de deelnemers hebben over ontwikkelingen rondom aardwarmte en zijn daarom niet opgenomen in dit figuur. Dit gaat om kennis, beelden en ideeën over klimaatverandering, de energietransitie en aardwarmte (met uitzondering van de gevoelens die deelnemers associëren met hun eerste gedachten, beelden of ideeën bij aardwarmte; zie Bijlage IV; Tabel 7). Van de psychologische variabelen hangen waardes niet of nauwelijks samen met zorgen, en voor vertrouwen in een rechtvaardig besluitvormingsproces is een zwakke samenhang gevonden (zie Bijlage IV; Tabel 8). Steun voor het lezen van de risico-informatie hangt zwak (wel bijna laag) samen met zorgen (zie Bijlage IV; Tabel 9). Daarnaast hangen de zorgen die deelnemers hebben over ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland, en in hun eigen omgeving, niet of nauwelijks samen met geslacht, leeftijd, opleidingsniveau, inkomen, werk, of stedelijkheid van de leefomgeving (zie Bijlage IV; Tabel 10).

Steun voor aardwarmte

Steun is op twee momenten in de vragenlijst gemeten en op dezelfde schaalniveaus als zorgen (in Nederland en in de eigen omgeving). Daarom kan de relatie tussen zorgen en steun in meer detail worden bekeken.

Er is een zwakke (tussen .10 en .29) tot lage (.30 en .49) samenhang gevonden tussen steun en gevaarperceptie (zie Bijlage IV; Tabel 9). De resultaten zijn vergelijkbaar voor steun in Nederland en in de eigen omgeving. Het is dus te verwachten dat steun niet alleen samenhangt met de zorgen die mensen hebben rondom aardwarmte, maar dat ook andere factoren een rol spelen³. Het gaat hier om een samenhang dus meer zorgen zou tot minder steun kunnen leiden, maar minder steun kan ook leiden tot meer zorgen. De resultaten kunnen hier iets meer inzicht in geven omdat steun op meerdere momenten is gemeten. Zoals uitgelegd in hoofdstuk 3 (methode) is steun voor aardwarmte op twee momenten in de vragenlijst gemeten. In Figuur 5.9 staat dit samengevat.



Figuur 5.9 Samenhang tussen steun en zorgen

Wat opvalt in is dat de mate waarin de ontwikkelingen rondom aardwarmte zorgen oproepen zwak samenhangt (correlatie is -.29) met of deelnemers in eerste instantie voor of tegen ontwikkelingen rondom aardwarmte zijn (Correlatie A). Steun, met kennis van de risico's, hangt daarentegen sterker samen (de samenhang is laag, rond -.45) met zorgen over ontwikkelingen rondom aardwarmte (Correlatie B).

³ Correlatietabellen tussen steun en andere variabelen in dit onderzoek zijn te vinden in de [exceltabel](#).

6 Discussie, conclusies en aanbevelingen

Voor het energiesysteem van de toekomst zijn er verschillende technieken in beeld. Eén techniek waar momenteel op ingezet wordt is aardwarmte (geothermie). Het huidige onderzoek had als doel om *inzicht te krijgen in de perceptie van burgers in Nederland rondom de veiligheids- en gezondheidsrisico's van aardwarmte en de factoren die deze perceptie beïnvloeden*. Hiervoor zijn met behulp van een vragenlijst gegevens verzameld onder een representatieve groep Nederlanders. Aan de hand van de resultaten beantwoordt dit hoofdstuk de vier deelvragen van het onderzoek:

1. Welk beeld hebben burgers in Nederland van aardwarmte?
2. Hoe percipiëren burgers in Nederland de gezondheids- en veiligheidsrisico's van aardwarmte, en welke factoren beïnvloeden deze percepties?
3. In hoeverre steunen burgers in Nederland ontwikkelingen rondom aardwarmte als zij kennis hebben over de gezondheids- en veiligheidsrisico's van aardwarmte?
4. Wat betekenen de resultaten van het onderzoek voor de communicatie over veiligheids- en gezondheidsrisico's in relatie tot aardwarmte?

De onderstaande drie paragrafen geven elk antwoord op één van de eerste drie deelvragen. Elke paragraaf bespreekt de belangrijkste bevindingen uit de vragenlijst. Elke paragraaf sluit af met aanbevelingen op basis van de getrokken conclusies. De aanbevelingen vormen samen het antwoord op deelvraag vier.

Om context te geven aan de resultaten is er eerst gekeken naar hoe Nederlanders staan tegenover klimaatverandering en de energietransitie in het algemeen. Uit de vragenlijst blijkt dat vrijwel alle deelnemers denken dat het klimaat verandert. Ze zijn in vergelijking met klimaatwetenschappers wel sterker verdeeld over de mate waarin klimaatverandering door menselijke activiteiten wordt veroorzaakt. Deelnemers maken zich ook (enige) zorgen over klimaatverandering. Zij verschillen van mening over de mate waarop klimaatverandering impact op henzelf heeft. Dat neemt niet weg dat de deelnemers overwegend positief staan tegenover het nemen van maatregelen om verdere klimaatverandering tegen te gaan. Ze staan ook positief tegenover de overgang van fossiele energiebronnen naar duurzame energiebronnen. De meerderheid denkt dat er (een dringende) behoefte is om nu over te gaan naar duurzame energie. Dergelijke resultaten komen ook naar voren uit de bredere Publieksmonitor Klimaat en Energie (Bos et al., 2024).

6.1 Eerste beelden bij aardwarmte

In de vragenlijst is allereerst opgehaald wat deelnemers over aardwarmte denken en weten, voordat zij informatie hebben ontvangen over het onderwerp. Uit deze eerste beelden komt naar voren dat de meerderheid van de deelnemers bekend is met aardwarmte, al heeft slechts een kwart van de deelnemers van aardwarmte gehoord in het

kader van de energietransitie. De meeste deelnemers geven aan maar een beetje of weinig kennis te hebben over het onderwerp, en nog minder over de plannen van de Nederlandse regering rondom aardwarmte. Dit komt overeen met de resultaten uit het I&O onderzoek onder Nederlandse burgers uit 2022 (Veenvliet & Klein, 2022).

Bij iets meer dan de helft van de deelnemers roept aardwarmte spontane gedachten, beelden of ideeën op. Zij denken daarbij vooral aan: schoon, kosten, warmte uit de aarde gebruiken, voordelen en kansen, uit de diepte diepte/aardkern. De gevoelens bij deze eerste associaties zijn licht positief (zie ook Cousse et al., 2021; Maathuis, 2023; Zaunbrecher et al., 2018). Maar een klein aantal deelnemers noemt spontane gedachten, beelden of ideeën geassocieerd met veiligheid of gezondheidsrisico's. Zij denken aan onzekerheid, het risico van bodemverontreiniging, aardbevingen en overlast.

Nadat de eerste beelden waren opgehaald, is er in de vragenlijst informatie gegeven over hoe we in Nederland aan aardwarmte komen, hoe het in de toekomst in Nederland gebruikt zou kunnen worden en hoe het verwarmen van gebouwen met aardwarmte werkt. Na het lezen van deze informatie staat een ruime meerderheid van de deelnemers positief tegenover het steunen van ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland (70% van de deelnemers), alsook in de eigen omgeving (65% van de deelnemers).

Samenvattend laten de eerste beelden zien dat mensen in eerste instantie licht positief tegenover aardwarmte staan. Een meerderheid geeft aan weinig tot geen kennis te hebben over aardwarmte. Na het lezen van het scenario over de toekomst van aardwarmte in Nederland, gaf een ruime meerderheid aan de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland en in de eigen omgeving te steunen.

Dit leidt tot de volgende aanbevelingen:

- Tijdige communicatie, met duidelijke uitleg over wat de overheidsplannen zijn voor aardwarmte, is nodig om te voorkomen dat mensen onnodig verrast worden over de toepassing van aardwarmte of dat er misconcepties ontstaan. De meeste deelnemers geven namelijk aan slechts weinig kennis te hebben over aardwarmte en weinig te weten over de overheidsplannen rondom aardwarmte.
- Ga in gesprek met burgers over aardwarmtewinning en -gebruik. Uit de eerste gedachten, beelden en ideeën blijkt namelijk dat mensen zich weinig bewust zijn van de verschillende stappen die bij het proces van aardwarmtewinning horen, zoals het boren van putten voor de installatie en het oppompen en terugpompen van water. In communicatie is daar aandacht voor nodig, om mensen een compleet beeld te geven van wat aardwarmte inhoudt, ook als een aardwarmte-installatie in de eigen omgeving wordt gebouwd. Juist ook omdat mensen al weinig vertrouwen hebben in open en eerlijke communicatie over aardwarmte ontwikkelingen (zie ook paragraaf 6.3 steun voor en ideeën over aardwarmte).

6.2 Perceptie van risico's van aardwarmte

Na informatie over de winning van aardwarmte en hoe het verwarmen van gebouwen met aardwarmte werkt, volgde in de vragenlijst informatie over de risico's bij aardwarmte in Nederland. Daarna zijn vragen gesteld om de gevaarperceptie en de risicoperceptie te meten.

Uit de vragenlijst blijkt dat de deelnemers zich na deze informatie niet erg zorgen maken over de ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland en nabij de stad of het dorp waar zij wonen (gevaarperceptie). Zij kijken redelijk neutraal (neigend naar een beetje zorgen) tegen aardwarmte aan. De mate waarin mensen zich wel of niet zorgen maken over ontwikkelingen *in Nederland*, hangt sterk samen met de mate waarin mensen zich wel of niet zorgen maken over ontwikkelingen *in de eigen omgeving*. Zorgen die mensen hebben over aardwarmte, kunnen niet worden gerelateerd aan één specifieke activiteit van aardwarmtewinning of -gebruik.

Hoewel deelnemers zich gemiddeld gezien niet erg zorgen maken over aardwarmte, zijn er wel verschillen in de mate van zorgen voor de verschillende activiteiten bij aardwarmte. Deelnemers maken zich het meest zorgen over aardwarmtewinning, en dan met name over het boren van de putten voor de aanleg van de installatie. Daarna maken mensen zich het meest zorgen over het oppompen van warm water uit de aarde en het terugpompen van afgekoeld water. Zij maken zich minder zorgen over het gebruik van aardwarmte voor het verwarmen van huizen of kassen. Deelnemers die zich zorgen maken over één aspect van aardwarmtewinning of -gebruik, maken zich ook vaak zorgen over andere aspecten.

Aan deelnemers is ook gevraagd hoe zij denken over blootstelling aan specifieke gevaren en (kans op) ongewenste schade door aardwarmtewinning en -gebruik (risicoperceptie). De kans op trillingen of een aardbeving wordt redelijk klein tot neutraal (niet groot, niet klein) ingeschat door de deelnemers. Daarbij wordt de kans op materiële schade hoger ingeschat dan de kans op slachtoffers. De kans op verontreiniging van grondwater door aardwarmte, en dan met name de milieuschade dat hiervan het gevolg kan zijn, wordt iets hoger ingeschat dan de kans op trillingen en aardbevingen. Deelnemers maken zich over het algemeen meer zorgen (neutraal tot een beetje) over de kans op schade dan op slachtoffers door aardwarmte. De kans op materiële schade door trillingen of een aardbeving, en de kans op milieuschade door verontreiniging van het grondwater door aardwarmte wordt hoger ingeschat dan de kans dat er mensen slachtoffer worden van trillingen of een aardbeving door aardwarmte.

Hoe deelnemers de risico's van aardwarmtewinning en het gebruik van aardwarmte ervaren, hangt sterk met elkaar samen. Dit betekent bijvoorbeeld dat als mensen de kans op trillingen of een aardbeving door aardwarmte hoog inschatten, ze over het algemeen ook de kans op verontreiniging van het grondwater bij aardwarmte hoog inschatten. Een ander voorbeeld is dat als mensen de kans op een bepaalde gebeurtenis (trillingen, verontreiniging grondwater) hoog inschatten, zij ook de kans op gevolgen (materiële schade, slachtoffers, milieuschade) hoog

inschatten. Ook blijkt uit de analyse dat als deelnemers de kans op bepaalde gebeurtenissen of gevolgen hoog inschatten, zij zich over het algemeen ook meer zorgen maken hierover.

Ook blijkt er samenhang te zijn tussen de mate van zorgen die deelnemers hebben over ontwikkelingen in Nederland en in de eigen omgeving (gevaarperceptie), en percepties over blootstelling aan specifieke gevaren en (kans op) ongewenste schade (risicoperceptie). Dit houdt bijvoorbeeld in dat mensen die zich meer zorgen maken over ontwikkelingen rondom aardwarmte (in Nederland of de eigen omgeving), ook de kans op materiële schade bij trillingen of een aardbeving door aardwarmte hoger inschatten.

De samenhang tussen zorgen over ontwikkelingen rondom aardwarmte en de risicoperceptie is middelgroot. Welke factoren spelen dan nog meer een rol bij de zorgen die mensen hebben over aardwarmte? Uit het vragenlijstonderzoek blijkt dat zorgen ook samenhangen met of mensen vinden dat aardwarmte meer nadelen dan voordelen heeft; of zij denken dat ontwikkelingen rondom aardwarmte een grote impact op hen persoonlijk, en hun lokale omgeving, zullen hebben; of zij denken dat aardwarmte nog onbekende gevolgen zal hebben; of zij weinig vertrouwen hebben in de competenties en integriteit van betrokken partijen; en of zij negatieve gevoelens hebben bij hun eerste gedachten, beelden en ideeën bij aardwarmte. Kennis, ideeën en beelden over klimaatverandering, de energietransitie en aardwarmte hangen zwak of niet samen met zorgen over ontwikkelingen rondom aardwarmte. Van de psychologische variabelen hangen waarden niet of nauwelijks samen met zorgen, en voor vertrouwen in een rechtvaardig besluitvormingsproces is een zwakke samenhang gevonden. Ook socio-economische variabelen (zoals geslacht, leeftijd, inkomen, mate van stedelijkheid van de leefomgeving) hangen niet of nauwelijks samen met zorgen over ontwikkelingen rondom aardwarmte.

Ook de relatie tussen zorgen over de ontwikkelingen rondom aardwarmte en steun voor aardwarmte in Nederland en de eigen omgeving is onderzocht. Deelnemers die zich meer zorgen maken over de ontwikkelingen rondom aardwarmte zijn minder geneigd om deze ontwikkelingen te steunen. Het gaat hier om de samenhang tussen zorgen en steun na het verkrijgen van risico-informatie. Daarentegen hangt de mate waarin de ontwikkelingen rondom aardwarmte zorgen oproepen na het lezen van de risico-informatie, zwak samen met of deelnemers in eerste instantie voor of tegen ontwikkelingen rondom aardwarmte zijn. Met andere woorden, de mate waarin mensen voor of tegen aardwarmte zijn, hangt niet sterk samen met of zij na het lezen van risico-informatie wel of niet zorgen hebben.

Samenvattend: mensen maken zich niet erg zorgen over ontwikkelingen rondom aardwarmte, al zijn er wel verschillen in de mate van zorgen voor de verschillende activiteiten bij aardwarmte. Aardwarmtewinning, en dan met name het boren van de putten voor de aanleg van de installatie, roept de meeste zorgen op. Ook wordt de kans op verontreiniging van grondwater en milieuschade als gevolg daarvan, hoger ingeschat dan de kans op trillingen of een aardbeving door aardwarmte. De mate van zorgen over ontwikkelingen rondom

aardwarmte hangt samen met de risicoperceptie van burgers, maar wordt niet alleen bepaald door hoe risico's worden ervaren. Andere factoren zoals gevoelens bij eerste beelden, de verhouding tussen voor- en nadelen (risicoacceptatie), vertrouwen en in hoeverre gevolgen als persoonlijk en onbekend worden ervaren spelen ook een rol.

Dit leidt tot de volgende aanbevelingen:

- Besteed aandacht aan de vragen en zorgen van de groep mensen die zich (een beetje of veel) zorgen maken over aardwarmte, ook al staat de meerderheid van de mensen hier neutraal tegenover.
- Zorg ervoor dat in beleid en communicatie duidelijk wordt gemaakt over welk aspect van aardwarmtewinning en of het gebruik van aardwarmte het gaat, want mensen denken anders over de verschillende onderdelen van de aardwarmteketen. Hoewel zorgen over de verschillende onderdelen met elkaar samenhangen, zijn er ook verschillen te zien. Mensen maken zich het meeste zorgen over de winning van aardwarmte, en dan met name het boren van de putten voor de aanleg van de installatie.
- Besteed in communicatie specifiek aandacht aan de kans op verontreiniging van het grondwater bij aardwarmtewinning, en dan met name de mogelijke gevolgen voor het milieu. Mensen maken zich meer zorgen hierover dan over andere risico's van aardwarmte.
- Voor het verminderen van zorgen over aardwarmte is aandacht nodig voor de gevoelens bij en ideeën over de gevolgen van aardwarmte en het vertrouwen in de competenties en integriteit van betrokken partijen bij aardwarmtewinning. Deze factoren spelen namelijk, naast hoe risico's worden ervaren, ook een rol in de mate waarin men zich zorgen maakt over aardwarmte. Daarentegen hangen algemene kennis, bewustzijn en ideeën over klimaatverandering, de energietransitie en aardwarmte beperkt samen met de zorgen over aardwarmtewinning en -gebruik.

6.3 Steun voor en ideeën over aardwarmte na informatie

Deze paragraaf beschrijft de inzichten over hoe de steun voor en ideeën over aardwarmte vorm krijgen en veranderen naarmate mensen meer te weten komen over het onderwerp. Hoewel er in eerdere studies naar aardwarmte wel onderzoek is gedaan naar de impact van neutraal versus negatief geformuleerde risico-informatie (Cousse et al., 2021) of de mate van acceptatie bij verschillende risicoscenario's bij diepe aardwarmteprojecten (Knoblauch et al., 2019), is kennis over de impact van informatie over aardwarmte op de ideeën over en steun voor aardwarmte beperkt. Hiermee voegt dit onderzoek kennis toe over het proces van ongeïnformeerde naar geïnformeerde beelden.

Uit de resultaten van de vragenlijst blijkt dat steun voor ontwikkelingen rondom aardwarmte licht daalt na het lezen van de informatie over de risico's bij aardwarmtewinning. Waar vóór de risico-informatie tussen de 65 en 70 procent van de deelnemers ontwikkelingen rondom aardwarmte in Nederland en in de eigen stad of dorp steunt, is dit na de risico-informatie ongeveer de helft. De steun voor ontwikkelingen rondom aardwarmte is zodoende met weinig of geen kennis van de

risico's iets hoger dan de steun met kennis van de risico's. Met een toename in kennis worden mogelijk meer voorwaarden gekoppeld aan de steun. Geïnformeerde meningen, zoals steun na de risico-informatie, zijn over het algemeen stabiel en betere voorspellers van toekomstige meningen, intenties en gedragingen dan ongeïnformeerde meningen, zoals steun voor de risico-informatie (ter Mors et al., 2013). Deelnemers aan de vragenlijst geven zelf ook aan dat om goed te kunnen beoordelen wat zij van de ontwikkelingen rondom aardwarmte vinden zij meer informatie nodig hebben.

Hoe kijkt men verder tegen aardwarmtewinning en -gebruik aan nadat men alle informatie heeft gekregen? Meer dan een derde van de deelnemers denkt dat de ontwikkelingen rondom aardwarmte meer voordelen dan nadelen hebben. Iets minder dan een derde denkt juist dat er meer nadelen dan voordelen zitten aan aardwarmte. Een derde staat hier neutraal tegenover. Als belangrijkste voordelen zien zij dat aardwarmte ons minder afhankelijk kan maken van energie uit het buitenland, dat aardwarmte de industrie- en glastuinbouwsector schoner zal maken en het verwarmen van woningen kan verduurzamen. Deelnemers zijn minder zeker of aardwarmte de energievoorziening betaalbaarder zal maken.

Uit de vragenlijst blijkt dat het voor de meeste deelnemers nog lastig is om de impact in te schatten van de ontwikkelingen rondom aardwarmte voor hen persoonlijk en hun lokale omgeving. Veel deelnemers denken dat de ontwikkelingen rondom aardwarmte nog onbekende gevolgen zullen hebben, en dat activiteiten met aardwarmte verder in de toekomst zullen plaatsvinden.

Met betrekking tot vertrouwen geeft minder dan de helft van de deelnemers aan vertrouwen te hebben in de competenties van betrokken partijen om veiligheid- en gezondheidsrisico's te beperken. Het vertrouwen dat mensen hebben in de integriteit van betrokkenen, is zelfs nog iets lager. Dit komt met name door een gebrek aan vertrouwen in open en eerlijke communicatie. De deelnemers geven aan het minste vertrouwen te hebben in de rechtvaardigheid van het besluitvormingsproces en de uitkomsten daarvan. Er is vooral weinig vertrouwen dat schade als gevolg van boren voor aardwarmte zal worden vergoed.

Samenvattend: naarmate mensen meer te weten komen over de risico's rondom aardwarmte neemt de steun enigszins af. Mensen kunnen een meer geïnformeerd beeld vormen van het onderwerp en koppelen mogelijk voorwaarden aan hun steun. Mensen zijn daarnaast verdeeld over of zij vinden dat aardwarmte meer voor- danwel nadelen heeft. Veel deelnemers vinden het lastig om in te schatten wat de ontwikkelingen rondom aardwarmte persoonlijk voor hen en hun omgeving betekenen. Er is ook weinig vertrouwen in de integriteit en open en eerlijke communicatie vanuit betrokkenen. Er is behoefte aan meer informatie om de ontwikkelingen rondom aardwarmte te kunnen beoordelen.

Dit leidt tot de volgende aanbevelingen:

- Informeer en betrek mensen in een vroeg stadium van een nieuw aardwarmtewinning-project. Wanneer mensen opeens geconfronteerd worden met aardwarmte-projecten in hun omgeving en dan pas informatie krijgen, kan dat leiden tot minder steun en mogelijk ook verzet. Dit onderzoek heeft laten zien dat wanneer mensen meer te weten komen over de veiligheids- en gezondheidsaspecten van nieuwe technieken, dit kan leiden tot een (lichte) afname van de steun voor de betreffende techniek. Ondanks dat blijft het belangrijk om vroegtijdig transparant te zijn over de plannen voor aardwarmte en bijkomende risico's hiervan. Transparantie over veiligheid en gezondheid kan het vertrouwen in verantwoordelijke partijen vergroten en daarmee op de lange termijn juist een positieve bijdrage leveren aan de risicoperceptie, risicoacceptatie en/of steun voor aardwarmteprojecten (Devine-Wright, 2011; Fikke et al., 2024; Kerr et al., 2022; Lennon et al., 2019; Steg et al., 2015). Of zoals het spreekwoord luidt: eerlijk duurt het langst.
- Deelnemers aan dit onderzoek hebben het minste vertrouwen in de rechtvaardigheid van het besluitvormingsproces en de uitkomst daarvan. Dit vertrouwen kan worden vergroot door mensen al vroeg te betrekken bij plannen over aardwarmteontwikkelingen in de eigen omgeving. En vervolgens door expliciet te maken hoe rekening is gehouden met de belangen en zorgen van omwonenden en omwonenden hierin ook mee te nemen. Het vertrouwen in de integriteit van de betrokken partijen zou kunnen worden versterkt door open en eerlijk te blijven over de veiligheidsaspecten van de energietransitie en aandacht te besteden aan de wijze waarop eventuele schade als gevolg van aardwarmtewinning wordt vergoed. De inzichten uit dit onderzoek benadrukken het belang van open en eerlijke communicatie. De inzichten vragen ook aandacht voor het actief meenemen van partijen en om partijen daarbij uit te leggen hoe rekening is gehouden met hun belangen.
- De opgehaalde informatiebehoefte geven inzicht in de onderwerpen waarover mensen geïnformeerd willen worden.
 - o Informeer mensen over de risico's van aardwarmte; en geef daarbij ook een vergelijking met andere (huidige) energiebronnen, zodat mensen zelf in staat zijn een beoordeling te maken van de veiligheid.
 - o Informeer mensen over de risico's die komen kijken bij de verschillende onderdelen van het aardwarmte-winningsproces, zoals het boren van de putten voor de aanleg van aardwarmte-installaties en het oppompen van warm water uit de aarde.
 - o Geeft naast risico-informatie, ook informatie over kosten van aardwarmte. Dit hebben mensen nodig om een oordeel te kunnen vormen over deze techniek binnen de energietransitie.

6.4 Aanvullende aanbevelingen

Overkoepelend komen er uit dit onderzoek nog een aantal aanbevelingen naar voren over het onderzoeken van percepties van en steun voor ontwikkelingen in de energietransitie:

- Mensen informeren over het volledige proces van aardwarmtewinningen -gebruik, en hier met mensen over in gesprek gaan kan onderliggende vragen en zorgen van mensen onthullen. Op basis daarvan kunnen mensen naar behoefte verder worden geïnformeerd. Het algemene beeld dat mensen hebben van de energietransitie in zijn geheel of van een techniek in het bijzonder biedt onvoldoende handvatten voor risicocommunicatie. Doorvragen leert dat de beelden die mensen hebben van de energieproductie, opslag, transport en gebruik sterk van elkaar kunnen verschillen. Hoewel het beeld over de keten als geheel positief kan zijn, kunnen er specifieke zorgen zijn bij een onderdeel van de keten. Zo waren mensen positief over aardwarmte, maar bezorgd over het boren van putten voor de aardwarmte-installatie. Beleving is context- en tijdgebonden. Vragen en behoeften veranderen naarmate een technologie op grotere schaal wordt toegepast. Daarom is het onvoldoende om eenmalig burgerperspectieven te onderzoeken. De aanbeveling is daarom om op meerdere momenten in de tijd onderzoek te doen, bijvoorbeeld aan de hand van vragenlijsten voor een landelijk beeld of om kwalitatief onderzoek te doen bij lokale ontwikkelingen. Daarmee kan inzicht worden verkregen in de vragen die mensen hebben en in de zorgen die er leven over de risico's van de energietransitie (Lofstedt & Boudier, 2024). Deze inzichten kunnen worden gebruikt voor risicocommunicatieboodschappen die aansluiten bij de behoeften van de maatschappij.
- Inzicht in de (risico)percepties van mensen rondom nieuwe energietechnieken helpt om bij de communicatie over deze technieken aan te sluiten bij de beelden en informatiebehoeften die mensen bij deze technieken hebben. Het toetsen van communicatie aan de beelden die mensen hebben stopt niet bij het perceptie-onderzoek. Lofstedt en Boudier (2024) benadrukken het belang van het testen van boodschappen. In lijn met Lofstedt en Boudier bevelen we daarom aan om ontwikkelde boodschappen ook te testen onder een representatieve groep deelnemers om na te gaan of de boodschappen inderdaad begrepen worden en aansluiten bij de al aanwezige kennis en kennisbehoefte. Aanvullend daarop bevelen we aan om de effecten van risicocommunicatiecampagnes en boodschappen ook na de lancering ervan te monitoren en de door te ontwikkelen op basis van voortschrijdende inzichten van zowel de partijen die werken aan de energietransitie als het grote publiek. Idealiter zijn deze boodschappen gericht op een geïnformeerd oordeel en besluitvorming over risico's in plaats van op het bijdragen aan draagvlak voor beleid of het verlagen van de risicoperceptie an sich (Jansen et al., 2024).

6.5 Conclusie

Aardwarmte wekt in het kader van de energietransitie vaak licht positieve eerste indrukken op. Wanneer mensen zich verdiepen in de verschillende aspecten van aardwarmtewinning en -gebruik hebben ze ook vragen en zorgen, waaronder over het boren van de putten voor de aanleg van de installatie en het op- en terugpompen van water uit de aarde. Deze zorgen hangen niet alleen samen met hoe veiligheids- en gezondheidsrisico's worden ervaren maar ook met gevoelens, vertrouwen, en ideeën over de gevolgen van ontwikkelingen rondom aardwarmte. Dit benadrukt het belang van tijdige, eerlijke en open communicatie over aardwarmtewinning en -gebruik en de risico's van verschillende activiteiten binnen deze keten. De burgerperspectieven die dit onderzoek in kaart heeft gebracht kunnen verder richting geven aan de energietransitie in Nederland.

Literatuur

- Armstrong, R. (2014). When to use the Bonferroni correction. 34, 502–508. *Ophthalmic Physiol Opt*, 34, 502-508. <https://doi.org/doi:10.1111/opo.12131>
- Benighaus, C., & Bleicher, A. (2019). Neither risky technology nor renewable electricity: Contested frames in the development of geothermal energy in Germany. *Energy Research & Social Science*, 47, 46-55.
- Bos, L., Ridder, C., & Van der Lelij, B. (2024). *Publieksmonitor Klimaat en Energie. Rapportage meting 2023*.
- Boudet, H. S. (2019). Public perceptions of and responses to new energy technologies. *nature energy*, 4(6), 446-455.
- Bouman, T., Steg, L., & Kiers, H.A.L. (2018). Measuring values in environmental research: A test of an environmental portrait value questionnaire. *Frontiers in psychology*, 9, 564.
- Broecks, K., Jack, C., Ter Mors, E., Boomsma, C., & Shackley, S. (2021). How do people perceive carbon capture and storage for industrial processes? Examining factors underlying public opinion in the Netherlands and the United Kingdom. *Energy Research & Social Science*, 81, 102236.
- Buijze, L., Van Bijsterveldt, L., Cremer, H., Paap, B., Veldkamp, H., Wassing, B., Van Wees, J., & Ter Heege, J. (2019). *Review of worldwide geothermal projects: mechanisms and occurrence of induced seismicity*. (TNO 2019 R100043). TNO.
- Carr-Cornish, S., & Romanach, L. (2014). Differences in public perceptions of geothermal energy technology in Australia. *Energies*, 7(3), 1555-1575.
- Cousse, J., Trutnevyte, E., & Hahnel, U. J. (2021). Tell me how you feel about geothermal energy: Affect as a revealing factor of the role of seismic risk on public acceptance. *Energy Policy*, 158, 112547.
- de Kluizenaar, Y., & Flore, P. (2021). *Klimaataanpak: toekomstbepalende keuzes voor onze samenleving. De energietransitie vanuit burgerperspectief*.
- Deutskens, E., De Ruyter, K., Wetzels, M., & Oosterveld, P. (2004). Response rate and response quality of internet-based surveys: An experimental study. *Marketing letters*, 15, 21-36.
- Devine-Wright, P. (2008). Reconsidering public acceptance of renewable energy technologies: a critical review. In J.T., M. Grubb, & M. Pollitt (Eds.), *Delivering a low carbon electricity system: technologies, economics and policy* (pp. 1-15). Cambridge University Press.
- Devine-Wright, P. (2011). Public engagement with large-scale renewable energy technologies: breaking the cycle of NIMBYism. *WIREs Climate Change*, 2(1), 19-26. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/wcc.89>
- Devine-Wright, P., & Batel, S. (2017). My neighbourhood, my country or my planet? The influence of multiple place attachments and climate change concern on social acceptance of energy infrastructure. *Global Environmental Change*, 47, 110-120.

- Fikke, R., Schuijff, M., & Devilee, J. (2024). *Successen en valkuilen bij burgerparticipatie in de energietransitie. Bijdragen aan de Kennisbasis Energietransitie.*
- Geothermie Nederland. (z.d.). *Wat is geothermie?*
<https://geothermie.nl/geothermie/wat-is-geothermie/>
- Gooijer, L., & Mennen, M.G. (2021). *Klimaatakkoord: effecten van nieuwe energiebronnen op gezondheid en veiligheid in Nederland* (RIVM-rapport 2021-0054).
- Huijts, N.M.A., Molin, E.J.E., & Steg, L. (2012). Psychological factors influencing sustainable energy technology acceptance: A review-based comprehensive framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 525-531.
- Jansen, T., Claassen, L., Van Kamp, I., & Timmermans, D.R.M. (2020). 'All chemical substances are harmful.' public appraisal of uncertain risks of food additives and contaminants. *Food and Chemical Toxicology*, 136, 110959.
- Kantar. (2021). *Europeans Attitudes on EU Energy Policy*. (Special Eurobarometer 492, Issue.
- Kelfkens, G., & Van der Ree, J. (2018). *Verkenning van de milieuaspecten van de activiteiten die onder het Staatstoezicht op de Mijnen vallen.*
- Kerr, J.R., Schneider, C.R., Freeman, A.L.J., Marteau, T., & Van der Linden, S. (2022). Transparent communication of evidence does not undermine public trust in evidence. *PNAS Nexus*, 1(5).
<https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac280>
- KNMI. (z.d.). *Uitleg over geothermie*. augustus 2024.
- Knoblauch, T.A., Trutnevyte, E., & Stauffacher, M. (2019). Siting deep geothermal energy: Acceptance of various risk and benefit scenarios in a Swiss-German cross-national study. *Energy Policy*, 128, 807-816.
- Leiserowitz, A., & Smith, N. (2017). Affective imagery, risk perceptions, and climate change communication. In *Oxford research encyclopedia of climate science*.
- Lennon, B., Dunphy, N.P., & Sanvicente, E. (2019). Community acceptability and the energy transition: a citizens' perspective. *Energy, Sustainability and Society*, 9(1), 35.
<https://doi.org/10.1186/s13705-019-0218-z>
- Maathuis, R. (2023). *Mijnbouwbeleid en -activiteiten. Communicatieonderzoek naar de kennis, houding en informatiebehoefte van Nederlanders en omwonenden over het mijnbouwbeleid en mijnbouwactiviteiten.*
- Minister voor Klimaat en Energie. (2022). *Verantwoord omgaan met veiligheid en gezondheid in de energietransitie. Kamerbrief* (DGKE - DSE/ 22517363). Den Haag: ministerie van Economische zaken en klimaat
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2023). *Nationaal Plan Energiesysteem*.
- Panarello, D., & Gatto, A. (2023). Decarbonising Europe—EU citizens' perception of renewable energy transition amidst the European Green Deal. *Energy Policy*, 172, 113272.
- Pellizzone, A., Allansdottir, A., De Franco, R., Muttoni, G., & Manzella, A. (2017). Geothermal energy and the public: A case study on deliberative citizens' engagement in central Italy. *Energy Policy*, 101, 561-570.

- Perlaviciute, G., & Steg, L. (2014). Contextual and psychological factors shaping evaluations and acceptability of energy alternatives: Integrated review and research agenda. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 35*, 361-381.
- Siegrist, M., & Árvai, J. (2020). Risk perception: Reflections on 40 years of research. *Risk Analysis, 40*(S1), 2191-2206.
- Slovic, P. (1987). Perception of risk. *Science, 236*, 280-285.
- Slovic, P., Finucane, M.L., Peters, E., & MacGregor, D.G. (2004). Risk as analysis and risk as feelings: Some thoughts about affect, reason, risk, and rationality. *Risk Analysis, 24*(2), 311-322.
- Spence, A., Poortinga, W., & Pidgeon, N. (2012). The psychological distance of climate change. *Risk Analysis: An International Journal, 32*(6), 957-972.
- Spoelstra, M.B. (2021). *Kennisbundel Geothermie*. IFV.
- Steg, L., Perlaviciute, G., & Van der Werff, E. (2015). Understanding the human dimensions of a sustainable energy transition [Review]. *Frontiers in psychology, 6*.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00805>
- ter Mors, E., Terwel, B.W., Daamen, D.D., Reiner, D.M., Schumann, D., Anghel, S., Boulouta, I., Cismaru, D. M., Constantin, C., & De Jager, C. C. (2013). A comparison of techniques used to collect informed public opinions about CCS: Opinion quality after focus group discussions versus information-choice questionnaires. *International Journal of Greenhouse Gas Control, 18*, 256-263.
- Upham, P., Ultra, C., & Boso, Å. (2015). Towards a cross-paradigmatic framework of the social acceptance of energy systems. *Energy Research & Social Science, 8*, 100-112.
- Van der Ree, J., Honig, E., Uijt de Haag, P., Kelfkens, G., & Van de Ven, M. (2019). *Klimaatakkoord: effecten op veiligheid, gezondheid en natuur* (2019-0076).
- Van der Schaaf, M., & Folkertsma, E. (2017). *Grenswaarden voor specifieke vrijgave van natte sludges uit de Nederlandse olie- en gasector en geothermie. Onderzoek voor de implementatie van richtlijn 2013/59/Euratom*.
- Vandermoere, F. (2008). Hazard perception, risk perception, and the need for decontamination by residents exposed to soil pollution: the role of sustainability and the limits of expert knowledge. *Risk Analysis: An International Journal, 28*(2), 387-398.
- Veenvliet, C., & Klein, T. (2022). *Mijnbouwbeleid en -activiteiten. Communicatieonderzoek naar de kennis, houding en informatiebehoefte van Nederlanders en omwonenden over het mijnbouwbeleid en mijnbouwactiviteiten*. (2022/283).
- Wilson, R.S., Zwickle, A., & Walpole, H. (2019). Developing a broadly applicable measure of risk perception. *Risk Analysis, 39*(4), 777-791.
- Zaunbrecher, B.S., Kluge, J., & Ziefle, M. (2018). Exploring mental models of geothermal energy among laypeople in Germany as hidden drivers for acceptance. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, 6*(3), 446-463.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

maart 2025

De zorg voor morgen
begint vandaag