

Van: [redacted] <[redacted]@bronckhorst.nl>
Verzonden: 28-11-2024 11:55
Aan: [redacted] <[redacted]@bronckhorst.nl>
Onderwerp: FW: Bodemenergie Bronckhorst

Van: [redacted]
Verzonden: vrijdag 19 juli 2024 10:25
Aan: [redacted]@energy-watch.nl <[redacted]@energy-watch.nl>; [redacted]@energy-watch.nl [redacted]@energy-watch.nl
CC: [redacted] <[redacted]@bronckhorst.nl>
Onderwerp: Bodemenergie Bronckhorst

Dag [redacted] en [redacted],

Zoals beloofd, hierbij de onderzoeken.

Vriendelijke groet,

[redacted]

Bodemenergie in de Achterhoek

Beleid en regulering op bodemenergiesystemen





Datum 21 maart 2024

Referentie PR09831/BR/20240321

Betreft Bodemenergie in de Achterhoek, beleid en regulering bodemenergiesystemen

Behandeld door [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED]

Gecontroleerd door [REDACTED], [REDACTED] - [REDACTED]

Versienummer Definitief (1.3)

OPDRACHTGEVER

Omgevingsdienst Achterhoek, gemeenten Aalten, Berkelland, Bronckhorst, Doetinchem, Lochem, Montferland, Oost Gelre, Oude IJsselstreek, Winterswijk en Zutphen

T.n.v. [REDACTED] (ODA)

Elderinkweg 2, 7255 KA Hengelo (Gld)

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Leeswijzer	5
2	Duurzame energiebronnen	7
2.1	Klimaatdoelen	7
2.2	Duurzame elektriciteit	8
2.3	Duurzame warmte	8
2.3.1	Lucht	9
2.3.2	Water	11
2.3.3	Zon	13
2.3.4	Bodem	14
2.4	Afwegingskader	16
2.4.1	Beknopt	16
2.4.2	Voor- en nadelen	17
3	Verdieping open en gesloten bodemenergiesystemen	19
3.1	Open bodemenergiesystemen	19
3.2	Gesloten bodemenergiesystemen	20
3.3	Energieconcept	22
3.4	Eigendom bodemenergie-installatie	22
3.5	Interferentie	23
3.5.1	Open bodemenergiesystemen	23
3.5.2	Gesloten bodemenergiesystemen	23
3.6	Wettelijke kaders	24
3.6.1	Open bodemenergiesystemen	24
3.6.2	Gesloten bodemenergiesystemen	26
3.6.3	Lozingen	26
3.6.4	Belangrijkste veranderingen onder de Omgevingswet	28
3.7	Handreiking bevoegd gezag	28
3.8	Registratie bodemenergiesystemen	29
4	Werkwijze vraag en aanbod	30
4.1	Bodempotentieel	30
4.2	Energievraag	31
4.3	Match vraag en aanbod	31
5	Toepassing bodemenergie in de Achterhoek	32
5.1	Kansen en risico's	32
5.1.1	Risico's en kansen regulering en beleid bodemenergie	32
5.1.2	Risico's realisatie en beheer bodemenergie	34
5.2	Borging kansen en risico's	35
5.2.1	Borging risico's en kansen regulering en beleid bodemenergie	36
5.2.2	Borging risico's realisatie en beheer bodemenergie	36
5.3	Lessons learned	37

6	Beleidsinstrumenten bodemenergie	38
6.1	Beschikbare beleidsinstrumenten	38
6.1.1	Open bodemenergie	38
6.1.2	Gesloten bodemenergie	38
6.1.3	Regulering bodemenergie en de Omgevingswet	39
6.1.4	Overige stimuleringsmogelijkheden	40
	Bijlage 1 Realisatie en afwerking	41
	Bijlage 2 Omgevingsbelangen	46
	Bijlage 3 Juridisch kader nu en toekomstig onder de Omgevingswet	48

1 Inleiding

1.1 AANLEIDING

De energietransitie in de Achterhoek is in volle gang. Een teken hiervan is dat steeds meer bodemenergiesystemen worden gerealiseerd. De vraag naar lokale duurzame energie is dan ook groot. De warmtebronnen zijn echter beperkt en versnippering van individuele systemen zorgt vaak voor suboptimale benutting van de (ondergrondse) ruimte en de aanwezige warmtebronnen.

Om de beschikbare capaciteit van de ondergrond optimaal te benutten, is regie op het gebruik van deze bronnen wenselijk en misschien wel noodzakelijk. Op verschillende manieren kunnen gemeenten de regie voeren, al dan niet in afstemming met de omgevingsdienst en de provincie. Maar wanneer is dit nu nuttig? En hoe werkt het afstemmen? Wie is waar verantwoordelijk voor? Hoe past bodemenergie eigenlijk in de energietransitie? Waar liggen de kansen? Wat zijn de risico's? Om hier bewuste keuzes in te kunnen maken, is het nodig om eerst het inzicht te vergroten ten aanzien van de (on)mogelijkheden bij het toepassen van (gesloten) bodemenergie. In het voorliggende rapport wordt antwoord gegeven op deze vragen.

1.2 LEESWIJZER

Het rapport begint in hoofdstuk 2 met het schetsen van een brede context en werkt toe naar de rol van de bodem in de energietransitie. De energietransitie in Nederland is in volle gang met als een van de belangrijke doelen om de klimaatverandering tegen te gaan. Het verduurzamen van de gebouwde omgeving speelt hierbij een belangrijke rol. De verduurzaming van de gebouwde omgeving bestaat uit het vinden van duurzame oplossingen voor zowel elektriciteit als warmte. Voor elektriciteit worden kort de duurzame bronnen wind en zon besproken. Daarna wordt de focus toegespitst op duurzame warmte. Voor duurzame warmtebronnen wordt gekeken naar lucht, water, zon en de bodem. Voor de verschillende energiebronnen worden mogelijke toepassingen, technieken en voor- en nadelen besproken.

Nadat in het inleidende hoofdstuk al kort is ingegaan op diepe en ondiepe bodemenergiesystemen worden in hoofdstuk 3 open (OBES) en gesloten (GBES) bodemenergiesystemen verder toegelicht. Er wordt uitgelegd hoe OBES en GBES technisch werken en hoe ze in een energieconcept gebruikt worden om te voorzien in de vraag naar warmte en koeling. Bodemenergiesystemen kunnen elkaar in de ondergrond met afkoeling en opwarming van de bodem beïnvloeden. Dit wordt ook wel interferentie genoemd en de technische werking hiervan wordt uitgelegd. Voor het aanleggen en exploiteren van OBES en GBES gelden wettelijke kaders. Zo geldt meestal een vergunningsplicht of aanmeldplicht voor het aanleggen van een systeem. Ook zijn er regels omtrent het lozen van water tijdens de aanleg of het onderhoud van systemen. Er wordt toegelicht wie verantwoordelijk is voor het uitvoeren van de wettelijke kaders en hoe dit is geregeld.

Na het schetsen van de theoretische werking en wettelijke kaders wordt vervolgens ingegaan op de situatie in de Achterhoek. Er wordt gekeken naar de lokale warmtevraag en de potentie van OBES en GBES om te voorzien in de warmtevraag. In hoofdstuk 4 wordt toegelicht hoe de potentie van de bodem en de warmtevraag is bepaald. Daarna wordt in hoofdstuk 5 per gemeente besproken wat de resultaten zijn. Hierbij wordt ingegaan op de potentie van OBES en GBES en in hoeverre ze toereikend zijn om te voldoen aan de warmtevraag in de gemeente. Daarbij wordt ook de link gelegd tussen de

bodemopbouw en de potentie van OBES en GBES. Een resultaat van deze inventarisatie is dat per gemeente duidelijk wordt of er gebieden zijn waar de warmtevraag niet volledig kan worden voorzien met OBES en GBES. In deze gebieden kan het nuttig zijn om actief beleid te gaan voeren voor OBES en GBES zodat de potentie zo eerlijk en optimaal mogelijk wordt gebruikt.

De verschillende beleidsinstrumenten die mogelijk zijn voor bodemenergie worden besproken in hoofdstuk 5.3. Het gaat hierbij om een bodemenergieplan voor open systemen en een interferentiegebied met daarbij optioneel een bodemenergieplan voor gesloten systemen. Er wordt ook kort toegelicht wat hierbij wijzigt met het ingaan van de Omgevingswet. Naast deze beleidsmaatregelen kan de gemeente ook invloed uitoefenen op het gebruik van de bodem door middel van uitgifte van grond, het gebruik van gemeentegrond en informatieontsluiting.

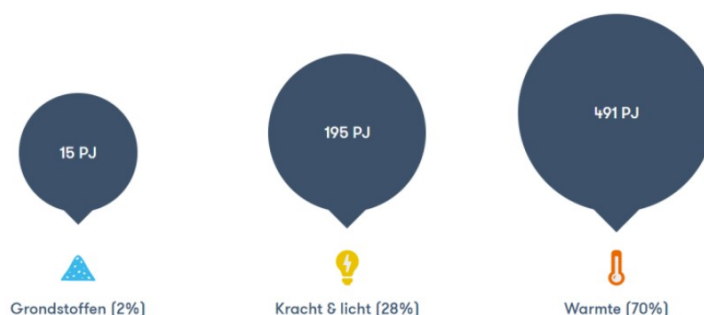
2 Duurzame energiebronnen

In dit hoofdstuk wordt een brede context geschetst van de energietransitie in Nederland. In paragraaf 2.1 wordt een inleiding gegeven op de klimaatdoelen en het belang daarvan in de gebouwde omgeving. Vervolgens worden in paragraaf 2.2 duurzame energiebronnen voor het opwekken van elektriciteit toegelicht, waarna in paragraaf 2.3 duurzame energiebronnen voor warmte worden besproken. Er wordt afgerond met een afwegingskader in paragraaf 2.4.

2.1 KLIMAATDOELEN

Nederland staat voor een grote opgave in het tegengaan van klimaatverandering. In 2015 is in het Parijs-akkoord afgesproken dat de opwarming van de aarde tot maximaal 2°C beperkt moet worden en eigenlijk onder de 1,5°C moet blijven. Om dit doel te bereiken is het nodig om de uitstoot van broeikasgassen drastisch te verminderen. Hiervoor heeft de Nederlandse overheid verschillende doelstellingen geformuleerd. Zo heeft het zichzelf als doel gesteld om de uitstoot van CO₂ in 2030 met minimaal 55% te verminderen¹.

Een belangrijk onderdeel van het verlagen van de CO₂ uitstoot is de energietransitie. Een verlaging van de uitstoot van de energievoorziening kan bereikt worden door de energievraag te verlagen, duurzame energiebronnen te gebruiken en fossiele brandstoffen zo efficiënt mogelijk te gebruiken. Alle drie dragen ze bij aan het halen van de klimaatdoelstellingen. In dit onderzoek wordt dieper ingegaan op het gebruik van duurzame energiebronnen. De gebouwde omgeving is verantwoordelijk voor 30% van de energievraag in Nederland². De rest van de energievraag komt van de industrie (45%), mobiliteit (19%) en landbouw (6%)². In Figuur 2.1 is de verdere onderverdeling van de energiebehoefte van de gebouwde omgeving te zien in de onderdelen grondstoffen, kracht en licht en warmte. Voor de vraag naar grondstoffen kan gedacht worden aan het gas dat gebruikt wordt om mee te koken. Onder kracht en licht valt alles wat gebruik maakt van elektriciteit, zoals apparaten en lampen. De warmte wordt gebruikt voor warm water uit de kraan en de verwarming van gebouwen. Om de gebouwde omgeving te verduurzamen zal voor alle drie de typen van energievraag een duurzame oplossing gevonden moeten worden. In dit rapport worden duurzame energiebronnen voor elektriciteit en warmte besproken.



Figuur 2.1 | Verdeling energiebehoefte gebouwde omgeving in 2021².

¹ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/klimaatbeleid>

² <https://www.energieinederland.nl>

2.2 DUURZAME ELEKTRICITEIT

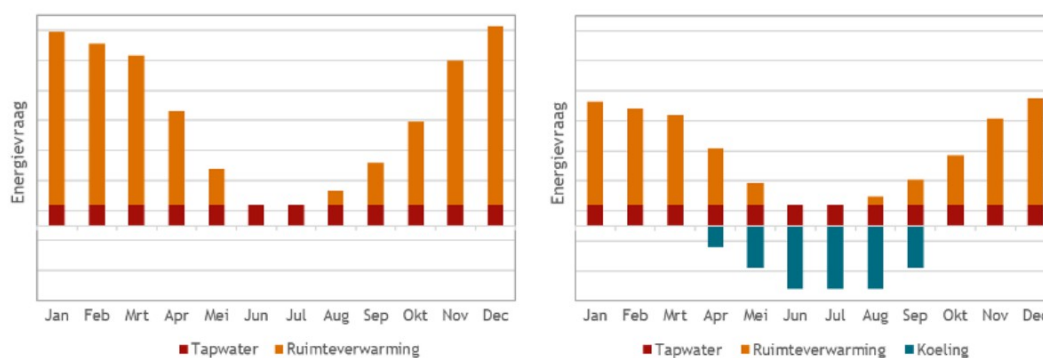
Voor de verduurzaming van de elektriciteitsvraag zijn zon en wind de belangrijkste bronnen. De laatste jaren is er een toename te zien in het aandeel van zon en wind in de elektriciteitsvoorziening. In 2021 werd 9,7% van de elektriciteitsvraag in Nederland voorzien met zonnestroom en 15,1% met windenergie².

Door de recente toename van het aandeel duurzame elektriciteit in de Nederlandse elektriciteitsvoorziening zijn een aantal uitdagingen ontstaan. Zo zorgen deze energiebronnen niet voor een stabiele productie van elektriciteit. Op sommige momenten is het aanbod heel groot en op sommige momenten is er geen aanbod. Er is daarom een steeds grotere vraag naar de opslag van elektriciteit, zodat deze opgeslagen kan worden als er veel aanbod is en gebruikt kan worden als er veel vraag is. Het opslaan van elektriciteit is echter vrij duur en er is veel opslagcapaciteit nodig om pieken tussen aanbod en vraag te overbruggen.

Een ander probleem is dat door het toegenomen aanbod van duurzame elektriciteit en de elektrificatie van de industrie er een steeds grotere belasting is voor het elektriciteitsnetwerk. Deze netcongestie zorgt ervoor dat sommige bedrijven niet verder kunnen verduurzamen en nieuwe zonnepanelen of windmolens niet gerealiseerd worden, omdat ze niet aangesloten kunnen worden op het elektriciteitsnet.

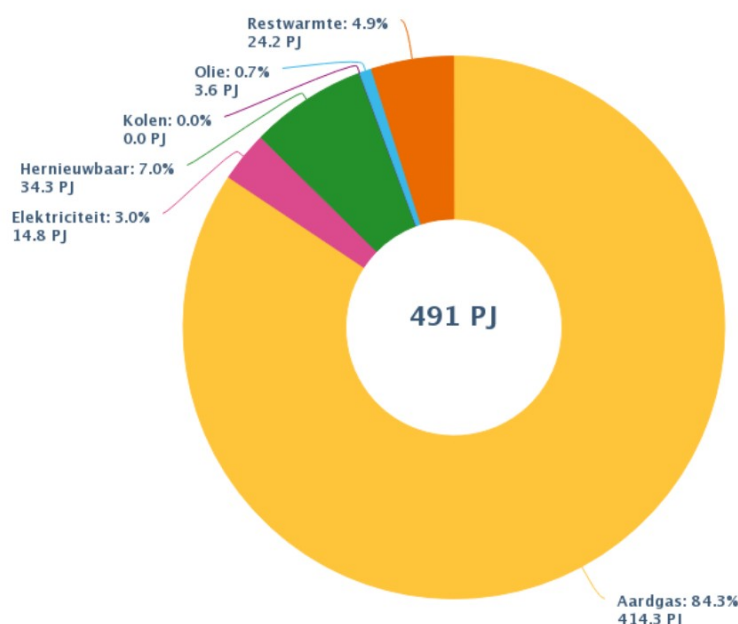
2.3 DUURZAME WARMTE

Zoals eerder aangegeven bestaat een meerderheid van de energievraag in de gebouwde omgeving uit warmte. De warmte wordt gebruikt voor tapwater (bijvoorbeeld douchen) en ruimteverwarming. De tapwatervraag is redelijk constant door het jaar heen aangezien mensen ongeveer evenveel tapwater gebruiken in de zomer als in de winter. Het vraagprofiel voor ruimteverwarming volgt echter de seizoenen. In de zomer is amper vraag naar ruimteverwarming terwijl de vraag in de winter hoog is. In Figuur 2.2 (links) is een schematische weergave te zien van een warmtevraagprofiel van een woning. Dit profiel is representatief voor de meeste bestaande woningen in Nederland waar nog geen vraag naar koeling is. In veel kantoren/utiliteit is echter in de zomer wel vraag naar koeling. Voor nieuwbouw woningen geldt door de verbeterde isolatie tegenwoordig ook dat er steeds meer behoefte is aan koeling in de zomer. In Figuur 2.2 (rechts) is een schematische weergave voor een warmte- en koudevraagprofiel van een woning met koeling.



Figuur 2.2 | Schematisch weergave van een energievraagprofiel voor een woning zonder koeling (links) en een woning met koeling (rechts).

In Figuur 2.3 is te zien dat in 2021 84% van de benodigde warmte van de gebouwde omgeving wordt opgewekt met aardgas. Er zijn echter meerdere duurzame bronnen voor warmte (en soms koeling) beschikbaar. In de volgende paragrafen worden lucht, water, zon en de bodem als duurzame energiebron besproken voor warmte (en koeling). Deze duurzame bronnen kunnen worden gebruikt in individuele of collectieve energiesystemen. Bij individuele oplossingen heeft elke woning of elk gebouw zijn eigen losse energiesysteem voor verwarming en mogelijk koeling. Bij collectieve systemen wordt de verwarming centraal geregeld waarvandaan de warmte naar de verschillende woningen/gebouwen wordt getransporteerd. Voor het transport worden meestal warmtenetten aangelegd. Er zijn verschillende soorten warmtenetten en per situatie zal de beste variant gekozen moeten worden, mede afhankelijk van het type warmtebron.



Figuur 2.3 | Verdeling van de gebruikte bronnen voor de warmtevraag in de gebouwde omgeving in Nederland (2021)².

2.3.1

Lucht

De buitenlucht kan op verschillende manieren als energiebron voor duurzame warmte worden toegepast. Een techniek die gebruik maakt van de buitenlucht en veel wordt toegepast als individuele oplossing voor woningen is de lucht-/waterwarmtepomp. In 2021 waren er 206.000 van dit type warmtepomp geïnstalleerd bij woningen op een totaal van ruim 8 miljoen woningen³. Een andere techniek die vooral gebruikt wordt voor grotere gebouwen zoals kantoren zijn droge koelers.

Lucht-/waterwarmtepomp (LW WP)

Zoals de naam aangeeft maakt deze warmtepomp gebruik van de buitenlucht als energiebron. De LW WP bestaat grofweg uit een drietal onderdelen, zie Figuur 2.4. De buitenunit staat bijvoorbeeld op het dak, maar kan ook in de achtertuin staan en heeft als functie om warmte te winnen of af te staan aan de buitenlucht. De gewonnen warmte wordt vervolgens naar de binnenunit (wit met grijs) van de warmtepomp gedistribueerd en gebruikt om water te verwarmen. Dit verwarmde water wordt gebruikt in de vloerverwarming (de rood en blauwe buizen onderaan) om de woning te verwarmen.

³ <https://dashboardklimaatbeleid.nl/>

Het laatste onderdeel is het buffervat. Het buffervat dient als opslagplaats voor warm water. Het warme water uit het buffervat wordt gebruikt als tapwater dus bijvoorbeeld om te douchen, zoals weergegeven in de figuur.



Figuur 2.4 | Individuele lucht-/waterwarmtepomp⁴.

Elektriciteitsverbruik

In de warmtepomp wordt gebruik gemaakt van elektriciteit om de warmte uit de buitenlucht op te waarden naar een hogere temperatuur zodat het gebruikt kan worden voor verwarming en tapwater. Als de buitenlucht koud is dan werkt de warmtepomp minder efficiënt en is er meer elektriciteit nodig om aan de warmtevraag te voldoen. Daarnaast is in de winter de warmtevraag hoger wat leidt tot een grote piek in de elektriciteitsvraag. Op koude dagen leggen LW WPen daardoor een grote druk op het elektriciteitsnetwerk wat kan zorgen voor netcongestie.

Geluidsdruk naar omgeving

Geluidsoverlast is de voornaamste bron van burenergernis bij het plaatsen van de buitenunits van de LW WP. Sinds 2021 worden er strenge eisen⁵ gesteld bij het plaatsen van nieuwe systemen, zo mag het geluidsniveau van de totale warmte-installatie maximaal 40 dB(A) zijn op de perceelgrens met de burens. Het geluidsniveau dat een buitenunit van een individuele LW WP produceert is afhankelijk van het opgestelde warmtepompvermogen. In de regel⁶ geldt, hoe hoger het vermogen, hoe hoger het geluidsniveau gemeten bij de buitenunit. Er moet bij de plaatsing van de buitenunits rekening mee gehouden worden dat er een aantal meter afstand moet zijn van de erfsgrens om te voldoen aan de geluidseisen.

⁴ <https://grijsnaargroen.nl/>

⁵ Bouwbesluit 2012, 2022-04-22, url: <https://www.bouwbesluitonline.nl/docs/wet/bb2012/hfd3/afd3-2>

⁶ <https://www.handelbouwadvis.nl/geluidseisen-warmtepomp-voorkomen-geluidsoverlast/>

Stedelijk hitte-eiland effect

Een LW WP kan in de zomer gebruikt worden om gebouwen te koelen. Daarbij wordt warmte uit het gebouw gehaald en afgestaan aan de buitenlucht. Hiermee wordt bijgedragen aan het hitte-eiland effect. Dit effect houdt in dat het gemiddeld genomen warmer is in stedelijk gebied dan het omliggende platteland. Dit wordt onder andere veroorzaakt doordat de bebouwing meer warmte vasthoudt en er minder verdamping plaatsvindt doordat er minder water en begroeiing aanwezig is. Een LW WP die wordt gebruikt voor koeling draagt hier ook aan bij. Het hitte-eiland effect zorgt ervoor dat het wooncomfort lager kan zijn in steden in de zomer.

Droge koelers

Droge koelers worden oorspronkelijk voornamelijk gebruikt om gebouwen af te koelen. Warmte die wordt onttrokken aan het gebouw wordt via de droge koelers overgedragen aan de lucht. Op deze manier is de warmte uit het gebouw gehaald maar wel toegevoegd aan de omgeving wat het stedelijk hitte-eiland effect versterkt. Tegenwoordig zijn er ook droge koelers die worden ingezet om gebouwen te verwarmen. Een droge koeler vangt in de zomer warmte uit de buitenlucht middels hetzelfde principe als de buitenunit van een lucht-/waterwarmtepomp. Om de droge koeler te kunnen gebruiken om een gebouw direct te verwarmen is de combinatie met een warmtepomp nodig. Het verschil met een lucht-/waterwarmtepomp is dat de warmte van de droge koeler meestal wordt gebruikt om op te slaan in een seizoensopslag zoals een WKO. Het voordeel t.o.v. een lucht-/waterwarmtepomp is dat een droge koeler een lagere geluidsproductie heeft en het energetisch rendement van de installatie hoger zal zijn door de hogere aanvoertemperatuur. Net als lucht-/waterwarmtepompen produceren droge koelers geluid en hier moet rekening mee worden gehouden in het ontwerp. Dit kan onder andere door het plaatsen van geluidswerende schermen rond de droge koeler.

2.3.2 Water

Nederland is een land met veel water en dat water kan nuttig gebruikt worden voor het winnen van warmte. Het winnen van thermische energie (warmte) uit water wordt aquathermie genoemd. Mogelijke toepassingen daarbij zijn: thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) of drinkwater (TED). Aquathermie is goed toepasbaar bij afnemers met een overwegende warmtevraag zoals woningen.

De techniek van aquathermie is in principe vrij eenvoudig: water wordt door een warmtewisselaar gepompt en geeft energie af aan een transportvloeistof die door de warmtewisselaar stroomt. De enige vereiste daarbij is dat het water wat de warmtewisselaar wordt ingepompt een hogere temperatuur heeft dan de transportvloeistof waaraan het zijn warmte moet afgeven. Het afgekoelde water wordt weer geloosd en de transportvloeistof vervoert de warmte naar de gebruikers zoals woningen.

TEO, TEA en TED

Oppervlaktewater (TEO) bevat in potentie een grote hoeveelheid thermische energie. In de zomer warmt het oppervlaktewater op als gevolg van zoninstraling en het temperatuurverschil met de omgeving. Richting de winterperiode koelt het water juist weer af. TEO kan worden toegepast in stromend water zoals rivieren of stilstaand water zoals meren. Via een inlaat wordt het oppervlaktewater langs een warmtewisselaar geleid. Het afgekoelde oppervlaktewater wordt vervolgens stroomafwaarts in de rivier of verderop in het meer geloosd via een uitlaat. Hierbij treedt afkoeling op van het water in de omgeving van de uitlaat, wat voor positieve ecologische gevolgen kan zorgen zoals het minder voorkomen van blauwalg. In Figuur 2.5 a-f zijn foto's van onderdelen en de afwerking van een aquathermiesysteem weergegeven.



Figuur 2.5 | a. Ondergrondse technische ruimte TEO-systeem in aanleg; b. ondergrondse technische ruimte TEO-systeem afgewerkt met putdeksel; c. inlaat TEO-systeem afgewerkt onder steiger; d. uitlaat (uitstroombak) TEO-systeem in werking; e. uitlaat (uitstroombak) TEO; f. inlaat TEO-systeem afgewerkt onder steiger.

TEA en TED werken volgens hetzelfde principe als TEO. Er wordt warmte gehaald uit het water met behulp van een warmtewisselaar. Het verschil is dat er gebruik gemaakt wordt van afvalwater (TEA) of drinkwater (TED). Deze systemen worden geïnstalleerd bij bijvoorbeeld rioolwaterzuiveringsinstallaties of distributieleidingen van drinkwater.

Combinatie met seizoensopslag of monovalent

De grote potentie van aquathermie zit in de combinatie van warmtewinning uit oppervlaktewater met een seizoensopslag zoals een WKO. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het natuurlijke temperatuurverschil van het oppervlaktewater in de zomer en de temperatuur van grondwater (ca. 12°C). De temperatuur van oppervlaktewater kan in de zomer namelijk stijgen naar 25°C⁷. In de zomer kan daarmee warmte uit het oppervlaktewater worden gewonnen en worden opgeslagen. Deze warmte kan in de winter vervolgens weer worden opgepompt om te dienen als warmtebron.

Bij grote rivieren en plassen is het in sommige gevallen mogelijk om een TEO-systeem jaarrond warmte te laten leveren, waarbij geen WKO-systemen worden toegepast in het energieconcept. In dit geval wordt gesproken over een monovalent aquathermiesysteem. Dergelijke systemen hebben

⁷ <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0566-temperatuur-oppervlaktewater>

doorgaans een iets lager rendement, maar besparen wel flink op de investeringskosten doordat er geen opslagsystemen nodig zijn.

Afkoeling omgeving

Vanwege de afkoeling van het water in de omgeving van de uitlaat van een aquathermiesysteem kan er een negatieve invloed zijn op andere systemen. Er blijft voor andere systemen in de buurt van de uitlaat dan namelijk minder warmte over om te onttrekken aan het water. Daarom moet bij het realiseren van nieuwe aquathermiesystemen opgelet worden of ze negatieve invloed hebben op omliggende systemen. In sommige gevallen is het gewenst om voor een waterlichaam of een gebied een waterenergieplan op te stellen wat ervoor zorgt dat de potentie van aquathermie eerlijk en optimaal wordt benut.

2.3.3

Zon

De zon kan gebruikt worden voor het opwekken van elektriciteit met PV-panelen, zoals al op heel veel plekken in Nederland gebeurt. De zon kan echter ook dienen als duurzame bron van warmte. De techniek die hiervoor wordt gebruikt heet zonthermie. Zonthermie is het genereren van warmte door het opvangen van zonne-energie middels thermische zonnepanelen. Er zijn twee gangbare technieken om deze warmte te winnen. Warmte kan direct uit zonnestraling worden gewonnen middels PT panelen of er kan een thermische module achter een PV-paneel (PVT-panelen) worden opgesteld om zo indirect warmte uit de atmosfeer te halen. Een andere benaming voor PT-panelen is zonne-collectoren.

PT-panelen

PT-panelen kunnen zowel op individuele basis als collectieve basis worden toegepast. Voornamelijk in de zomer worden grote hoeveelheden warmte gevangen door de PT-panelen. Deze warmte wordt dan direct geleverd aan de woningen of, bij weinig vraag naar warmte, opgeslagen in een seizoensopslag van warmte. Bij een individuele toepassing worden de PT-panelen vaak zonneboilers genoemd. Deze zonneboilers liggen op het dak en leveren gedurende de zomerperiode warm water van circa 60°C. Wel moet hierbij worden opgemerkt dat de individuele PT toepassing in combinatie met een andere techniek, zoals een warmtepomp, moet worden toegepast om ook in de winter warm water te kunnen blijven leveren. In Nederland wordt de techniek van zonneboilers al bijna 40 jaar toegepast en staan er bij ruim 100.000 huishoudens zonneboilers⁸.

Voor collectief gebruik van zonne-energie is een vorm van (seizoens)opslag nodig om de overtollige warmte van de zomermaanden op te slaan. De potentie van zonthermie hangt rechtstreeks samen met de beschikbare grond. Hoe meer grond er beschikbaar is hoe hoger de opbrengst. Het inzetten van dakoppervlak om een collectief systeem met PT-panelen te ontwikkelen is geen realistische optie. Doordat het systeem versnipperd raakt over gebouwen nemen de kosten enorm toe. Bij groot-schalig inzet van zonthermie is het dus onontkoombaar om geclusterde aaneengesloten stukken land aan te wijzen als productielocatie.

PVT-panelen

Een PVT-paneel is de combinatie tussen een PV-paneel en een PT-paneel. Met behulp van deze panelen kan zowel warmte als elektriciteit geproduceerd worden uit zonne-energie. Daarnaast heeft het verkoelende effect van de warmteonttrekking een positieve werking op de opwek van elektriciteit. De PVT-panelen behalen een productietemperatuur +/-20°C wat verder opgevaardeerd kan

⁸ <https://www.expertisecentrumwarmte.nl>

worden met een warmtepomp. Ten opzichte van PT-panelen zijn de investeringskosten van PVT-panelen velen malen hoger en de licht productietemperatuur lager. Er wordt echter wel ook gelijktijdig elektriciteit opgewekt.

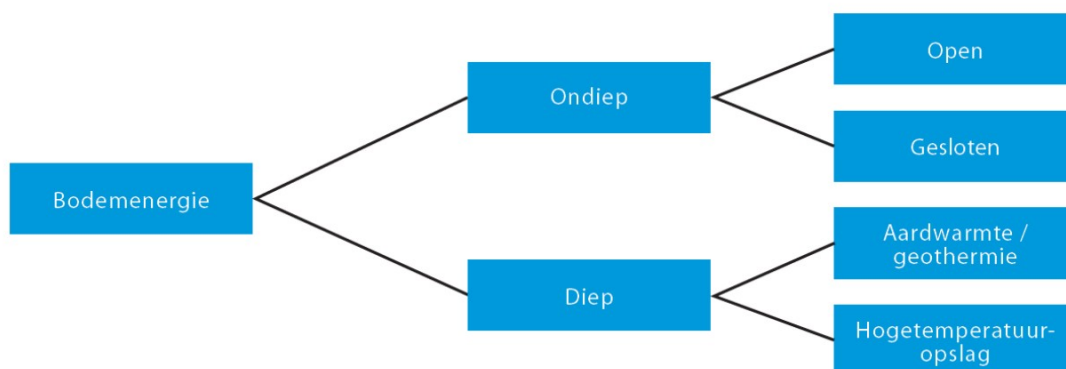


Figuur 2.6 | Individuele zonneboiler (links). Bron: <https://www.eigenhuis.nl>. Collectief systeem met PT-panelen (rechts).
Bron: <https://www.flevoland.nl>

2.3.4

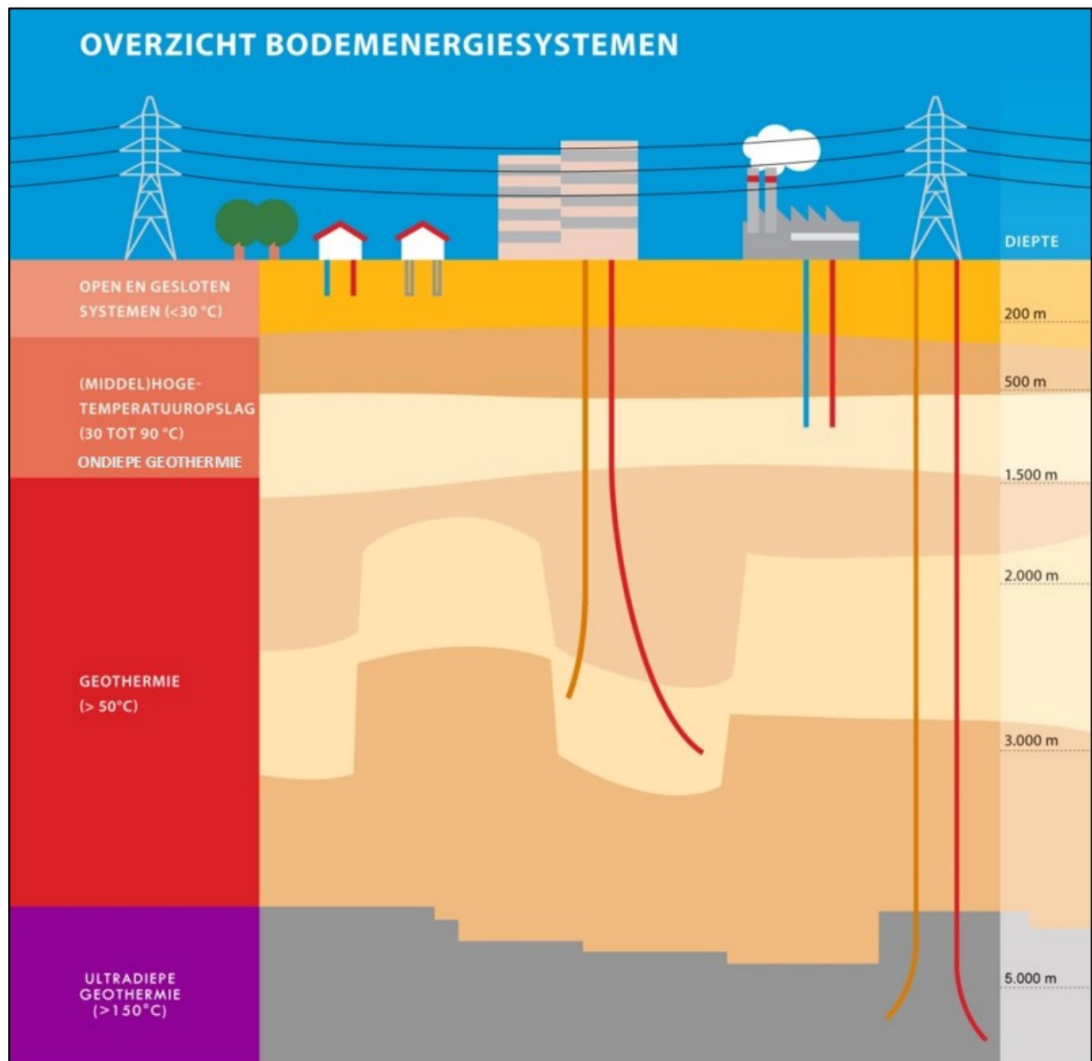
Bodem

De bodem is een geschikte bron om warmte aan te onttrekken. Naast toepassingen voor verwarming kan de bodem ook worden ingezet als bron voor koeling. Bodemenergiesystemen maken gebruik van de bodem om warmte en koude op te slaan in en te onttrekken uit het aanwezige grondwater. Er zijn verschillende typen bodemenergiesystemen (BES). Globaal worden deze onderverdeeld in diepe en ondiepe bodemenergiesystemen. Figuur 2.7 en Figuur 2.8 presenteren de onderverdeling van de verschillende typen bodemenergiesystemen.



Figuur 2.7 | Verschillende typen bodemenergiesystemen.⁹

⁹ Cahier Bodemenergie Warm Aanbevolen, SKB, d.d. mei 2013



Figuur 2.8 | Overzicht type bodemenergiesystemen.

Diepe bodemenergie

Onder de diepe bodemenergiesystemen verstaan we over het algemeen geothermie- en hoge temperatuur opslagsystemen. Aardwarmte- of geothermiesystemen worden in Nederland gerealiseerd op grote diepte (meer dan 500 m) en worden gebruikt om direct de warmte afkomstig uit de aarde te winnen. Bij hoge temperatuur opslag wordt warmte met een hoge temperatuur in de bodem opgeslagen om dit op een later tijdstip weer te benutten. Door de hoge temperatuur (bijv. 30 - 90°C) is er geen warmtepomp nodig om het gewenste temperatuurniveau voor verwarming te bereiken. Hierdoor is er sprake van een zeer energie-efficiënt systeem. Voor het realiseren van een geothermie-systeem is een grote investering nodig. Met zo'n systeem kan dan wel heel veel warmte geleverd worden. In 2022 waren er 26 aardwarmtelocaties met in totaal 36 doubletten gerealiseerd in Nederland, waarvan de meeste tussen de 2 en 3 kilometer diepte¹⁰. Het grootste deel van deze geothermiesystemen worden gebruikt voor de verwarming van kassen, maar er zijn ook toepassingen voor de gebouwde omgeving. In Den Haag wordt bijvoorbeeld sinds 2021 gebruik gemaakt van geothermie

¹⁰ <https://geothermie.nl>

om warmte te leveren aan een warmtenet. Geothermie- en hoge temperatuur opslagsystemen vallen verder buiten de scope van dit rapport.

Ondiepe bodemenergie

Ondiepe bodemenergie kan onderverdeeld worden in open (OBES) en gesloten (GBES) systemen. In 2021 werden er 98.000 woningen verwarmd/gekoeld met een warmtepomp aangesloten op een ondiep bodemenergiesysteem³. Hieronder volgt een korte beschrijving van OBES en GBES. In hoofdstuk 3 worden deze technieken verder toegelicht.

OBES

Open systemen, ook wel warmte-/koudeopslag (WKO) genoemd, bestaan uit bronnen die grondwater onttrekken en infiltreren. Energie in de vorm van warmte en koude wordt opgeslagen in een ondergrondse watervoerende laag. Deze energie wordt vervolgens onttrokken om te verwarmen (in combinatie met warmtepompen) of te koelen. In de winter wordt de opgeslagen warmte in de bodem gebruikt om de gebouwen te verwarmen. In de zomer wordt koeling geleverd en warmte opgeslagen in de bodem.

GBES

Gesloten bodemenergiesystemen bestaan uit bodemlussen die in verticale boorgaten in de bodem worden aangebracht. Door middel van geleiding kan de vloeistof in de bodemlus warmte afgeven of onttrekken aan de ondergrond en staat daarmee niet in direct contact met het grondwater. De onttrokken warmte wordt (in combinatie met warmtepompen) gebruikt om huizen te verwarmen en de onttrokken koude om huizen te koelen. Een typisch bodemenergiesysteem heeft dus geen buitenunit, alle benodigde warmte komt uit de bodem.

2.4 AFWEGINGSKADER

In het kader van de energietransitie is niet één techniek de beste, maar wordt ingezet op een mix van oplossingen. De verschillende beschikbare energiebronnen voor duurzame warmte hebben ieder unieke eigenschappen, voordelen en nadelen. In het volgende afwegingskader worden de belangrijkste verschillen en overeenkomsten tussen de verschillende duurzame bronnen weergegeven.

2.4.1 Beknopt

Hieronder staat de beknopte variant van het afwegingskader, waar per duurzame warmtebron wordt weergegeven wat de belangrijkste verschillen zijn. Deze categorieën zijn gebruikt: individueel of collectief, invloed op de omgeving, seizoensopslag, inpassingsvraagstuk, aanschaf- en gebruikskosten.

Individueel: bij het realiseren van een duurzaam warmtesysteem kan er individueel (per huis/object) of collectief (per blok/buurt) ontwikkeld worden. Bepaalde duurzame bronnen, vaak vanuit technische oorsprong, hebben de voorkeur voor een bepaald ontwikkelingspad.

Invloed op omgeving: het inzetten van een duurzame warmtebron kan een direct effect hebben naar de omgeving. Dit effect kan positief of negatief zijn, bijvoorbeeld bij ongewenste opwarming of afkoeling van de omgeving.

Seizoensopslag: in de zomer is er vaak warme over en in de winter is deze juist nodig. Door gebruik te maken van seizoensopslag is energie te bewaren voor de momenten dat deze het hardste nodig is. De ene duurzame bron is hiervoor beter geschikt dan de andere.

Inpassingsvraagstuk: het lokaal opwekken en opslaan van duurzame energie vraagt veel ruimte in de buitenwereld. Vaak heeft de “buitenwereld” al een bestemming en is het inpassen van een duurzame bron ingewikkeld. Bij de ene techniek is dit makkelijker dan voor de andere.

Aanschaf- en gebruikskosten: duurzame energie is duur. Bij de ene techniek zitten de kosten vooral aan de voorkant (bij aanschaf) en bij de andere zitten de kosten aan de achterkant (het gebruik).

Tabel 2.1 | Beknopt afwegingskader.

Bron	Individueel of collectief	Invloed op omgeving	Seizoensopslag	Inpassingsvraagstuk	Aanschafkosten	Gebruikskosten
lucht	collectief	negatief	nee	complex	laag	hoog
	individueel	negatief	nee	eenvoudig	laag	hoog
water	collectief	positief	beiden	complex	hoog	laag
zon	collectief	negatief	ja	complex	hoog	laag
	individueel	negatief	ja	complex	hoog	laag
bodem	collectief	positief	ja	complex	hoog	laag
	individueel	positief	nee	complex	hoog	laag

2.4.2 Voor- en nadelen

Om het afwegingskader meer inhoud te geven, staat hieronder een uitgebreide variant waarin de voor- en nadelen per duurzame bron worden aangestipt. Het uitgangspunt daarbij is dat een bron wordt toegepast om een gebied collectief te verduurzamen (bijv. GBES voor alle woningen in een gebied). Deze voor- en nadelen zijn gebaseerd op de beschrijvingen uit paragraaf 2.3. Dit geeft een abstract beeld van de verduurzamingsopgave, een zogenaamde “praatplaat”. Verdere detailleringsslagen zijn nodig om per nieuwe ontwikkeling te bepalen wat de locatie specifieke voor- en nadelen zijn. De voor- en nadelen zijn niet limitatief en zijn vooral bedoeld om een vergelijking te kunnen maken tussen bodem (GBES) en alternatieven.

Tabel 2.2 | Voor- en nadelen per bron.

Voordelen	Nadelen
LUCHT	
Geschikt als individuele oplossing	Ruimtebeslag rondom huis
Lage aanschafkosten	Hoog elektriciteitsgebruik in zomer en winter
	Geluidsdruk naar de omgeving
	Draagt bij aan stedelijk hitte-eiland
	Hoge gebruikskosten
	Meer invloed op netcongestie
	Actieve koeling in de zomer
WATER	
Verschillende energiebronnen beschikbaar (TEA, TEO en TED)	Niet geschikt als individuele oplossing
Seizoensopslag mogelijk	Inpassingsvraagstuk voor nieuwe systemen
Lage gebruikskosten	Hoge aanschafkosten
Verbetering waterkwaliteit	
ZON	
Geschikt als individuele én collectieve oplossing	Inpassingsvraagstuk voor nieuwe systemen
Opwek van elektriciteit voor andere doeleinden mogelijk	Ruimtebeslag rondom huis
Laag elektriciteitsgebruik in de zomer	Lage gebruikskosten
Hoge aanschafkosten	Seizoensopslag nodig
Minder invloed op netcongestie	
BODEM	
Geschikt als individuele én collectieve oplossing	Inpassingsvraagstuk voor nieuwe systemen
Seizoensopslag mogelijk	Hoge aanschafkosten
Laag elektriciteitsgebruik in zomer en winter	
Passieve koeling	
Minder invloed op netcongestie	
Lage gebruikskosten	

3 Verdieping open en gesloten bodemenergiesystemen

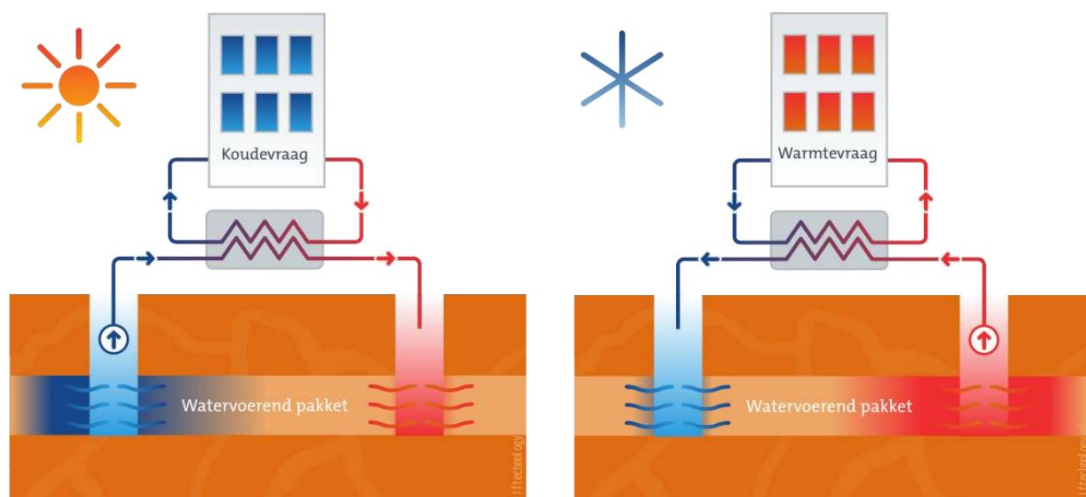
3.1 OPEN BODEMENERGIESYSTEMEN

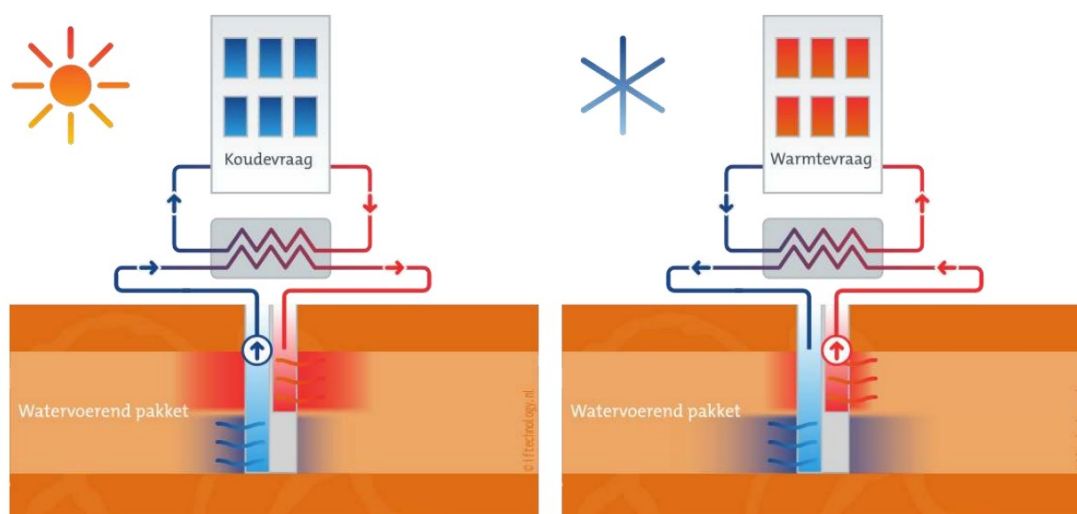
Een open bodemenergiesysteem (OBES) maakt gebruik van het aanwezige grondwater. De bodem in Nederland is over het algemeen opgebouwd uit zand- en kleilagen. Op grotere diepte bevinden zich gesteentelagen (zandsteen en kalksteen). In het oosten van Nederland en in Zuid-Limburg liggen de harde gesteentelagen veel minder diep en komen ze soms ook voor aan het oppervlak.

De zandlagen bestaan uit relatief grove korrels. Hierdoor kan grondwater hier gemakkelijk door de poriën tussen de zandkorrels stromen. Kleilagen zijn slecht doorlatend, waardoor deze een natuurlijke barrière vormen tussen watervoerende pakketten (zandlagen).

Bij een open bodemenergiesysteem, ook wel bekend als warmte- en koudeopslagsysteem (WKO), worden warmte en koude opgeslagen op een temperatuur van 5 - 25 °C. De warmte en koude worden door middel van open bronnen in een ondergrondse watervoerende laag opgeslagen en onttrokken.

In de winter wordt het grondwater opgepompt uit de warme bron en na warmteoverdracht (van het grondwater naar het gebouw) weer geïnfiltrerd in de koude bron. In de zomer wordt gekoeld met het grondwater. Het grondwater wordt hierbij onttrokken uit de koude bron en na warmteoverdracht (van het gebouw naar het grondwater) weer geïnfiltrerd in de warme bron. Dit kan met een dubbelsysteem of met een monobronstelsel. In Figuur 3.1 zijn de principes schematisch weergegeven.





Figuur 3.1 | Principe van energieopslag met een open systeem: doublet (boven) en een monobron (onder) in de zomer- en wintersituatie.

Bij een doublet zijn de warme en koude bron op dezelfde diepte in één en hetzelfde watervoerende pakket geplaatst, op enige afstand van elkaar. Deze afstand is nodig om een negatieve temperatuurinvloed tussen de warme en koude bron te voorkomen.

Bij een monobron zijn de bronfilters boven elkaar in één boorgat geplaatst. Ook hier geldt dat een bepaalde verticale afstand tussen het warme en het koude bronfilter gerealiseerd moet worden om negatieve invloed tussen beide bronfilters te voorkomen.

De toepasbaarheid van een monobron hangt samen met de bodemgesteldheid op de projectlocatie. Er dient een relatief dik watervoerend pakket aanwezig te zijn om een monobron toe te passen. Een monobron wordt vaak toegepast bij een benodigde capaciteit van circa 50 m³/uur en is hiermee minder geschikt voor grootschalige projecten (> 75 woningen). Een monobron biedt praktisch gezien voordelen aangezien slechts naar één geschikte locatie voor één bron gezocht moet worden en veelal minder leidingwerk nodig is. Daarnaast is een monobron in bepaalde gevallen financieel gezien aantrekkelijker dan een doublet.

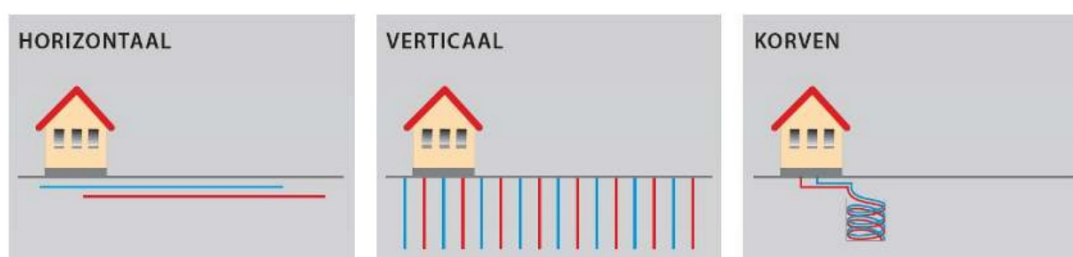
Een doublet leent zich gezien de grotere te realiseren capaciteiten meer voor grootschaligere projecten. Financieel gezien is het veelal interessanter om één of meerdere doubletten te realiseren dan meerdere monobronnen.

3.2 GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEMEN

Er zijn drie verschillende gesloten bodemenergiesystemen: horizontale bodemlussen, verticale bodemlussen en aardwarmtekorven (zie Figuur 3.2). In Nederland wordt een horizontale bodemwarmtewisselaar voornamelijk toegepast voor het klimatiseren van stallen in de veehouderij en woningen met relatief grote kavels. Doordat de bodemwarmtewisselaars horizontaal over het terrein worden verdeeld (op enkele meters onder maaiveld) en niet in de diepte is, om eenzelfde vermogen en energiehoeveelheid aan warmte te kunnen onttrekken, een veel groter maaiveldoppervlak benodigd. Doordat horizontale bodemlussen een erg groot maaiveldoppervlak vragen en in de winter een stuk

minder goed presteren dan verticale bodemlussen, worden horizontale bodemlussen niet als haalbaar geschat voor woningen binnen de bebouwde kernen.

Net als de horizontale bodemlussen hebben ook de aardwarmtekorven een groot maaiveldoppervlakte nodig en brengen daarom dezelfde nadelen als de horizontale lussen met zich mee. Aangezien horizontale bodemlussen en aardwarmtekorven door deze nadelen nauwelijks toegepast worden, wordt in dit onderzoek alleen gekeken naar de haalbaarheid van verticale bodemlussen.



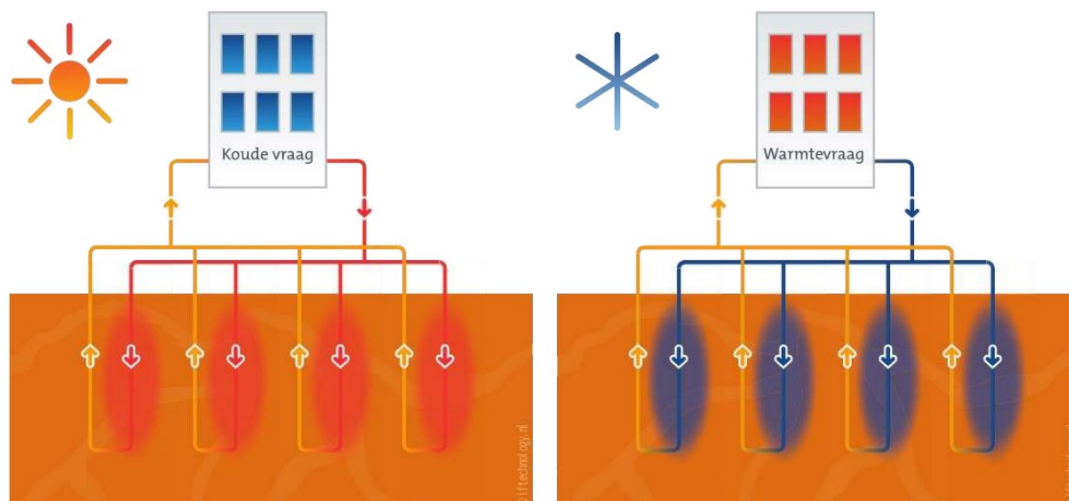
Figuur 3.2 | Typen gesloten bodemenergiesystemen¹¹.

Een gesloten bodemenergiesysteem (GBES) bestaat uit kunststof lussen, zogenaamde bodemwarmtewisselaars. In tegenstelling tot de open systemen wordt hierbij geen grondwater onttrokken aan de bodem, maar wordt gebruik gemaakt van warmtegeleiding in de bodem. De bodemwarmtewisselaars zijn gevuld met een water/antivries mengsel en zijn aangesloten op een warmtepomp. Met behulp van bodemwarmtewisselaars wordt in de winter warmte aan de bodem onttrokken en in de zomer kan een (beperkte) hoeveelheid koude direct vanuit de bodem worden geleverd.

Het type vloeistof in het gesloten bodemenergiesysteem bepaald het formaat van de ondergrondse installatie. Met het gebruik van antivries volstaat een korter bodemenergiesysteem omdat er met grotere temperatuurverschillen gewerkt kan worden. Wanneer water als medium gebruikt wordt, zal er óf een groter (langer) bodemenergiesysteem gemaakt worden óf de gebouwszijdige warmtevraag gereduceerd worden door inzet van andere warmtebronnen.

Gesloten bodemenergiesystemen zijn al toepasbaar vanaf een enkele woning. In Nederland worden gesloten systemen vooral toegepast bij huizen, appartementen of kleine kantoren. In Figuur 3.3 is het principe van een gesloten bodemenergiesysteem schematisch weergegeven.

¹¹ Cahier Bodemenergie Warm Aanbevolen, SKB, d.d. mei 2013



Figuur 3.3 | Principe van energieopslag met een gesloten systeem in de zomer- en wintersituatie.

3.3 ENERGIECONCEPT

Een bodemenergiesysteem is meestal slechts een onderdeel van de totale klimaatinstallatie. De bronnen leveren tijdens het verwarmingsbedrijf over het algemeen een temperatuur van ongeveer 12 tot 18°C. Op dit temperatuurniveau kan het bodemenergiesysteem geen nuttige warmte leveren aan het gebouw. Daarom wordt een bodemenergiesysteem bijna altijd gebruikt in combinatie met een warmtepomp. Voor het leveren van koeling met een bodemenergiesysteem is meestal geen tussenkomst van een opwekker (warmtepomp) nodig.

De voorraad warmte en koude waarover een bodemenergiesysteem beschikt is beperkt. Deze is namelijk direct afhankelijk van de hoeveelheid thermische energie die in het voorafgaande seizoen in de bodem is geladen. Gestreefd moet worden naar een bodemzijdige energiebalans: er wordt dan evenveel warmte in de bodem opgeslagen als eraan wordt onttrokken. Voor een goed functionerend systeem moeten de warmte- en koudevraag van tevoren dus goed op elkaar afgestemd worden.

De grootte van een bodemenergiesysteem is afhankelijk van de hoeveelheid energie en het vermogen dat het gebouw uit de bodem vraagt. De geleverde energie en vermogen uit de bodem wordt bepaald door het grondwaterdebiet (m^3/uur), de jaarlijkse grondwaterverplaatsing (m^3) en het temperatuurverschil (ΔT in °C) tussen het onttrokken en geïnfiltreerde grondwater. Hoe groter dit temperatuurverschil, hoe meer energie het bodemenergiesysteem levert. In de praktijk is het temperatuurverschil tussen de warme en koude bron meestal 4 tot 6°C.

3.4 EIGENDOM BODEMENERGIE-INSTALLATIE

De eigendomssituatie van de bodemenergie-installatie verschilt per project:

- De eigenaar of bewoner van het gebouw is de eigenaar van de bodemenergie-installatie.
- Een Energy Service Company (ESCO) is eigenaar van de bodemenergie-installatie.
- Een warmtebedrijf is eigenaar van de bodemenergie-installatie.
- Een energiecoöperatie is eigenaar van de bodemenergie-installatie.

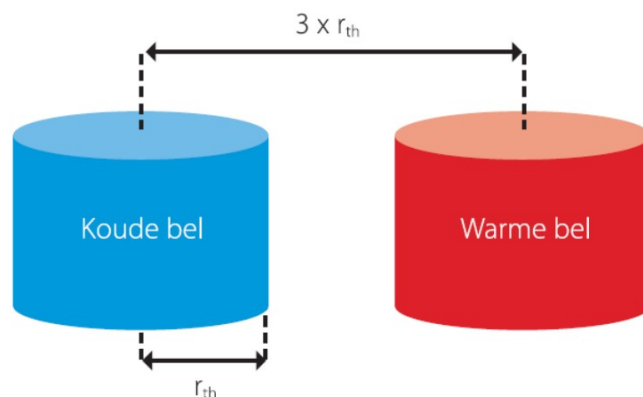
Welke variant het best geschikt is voor bepaalde ontwikkelingen/projecten hangt af van de specifieke situatie.

3.5 INTERFERENTIE

3.5.1 Open bodemenergiesystemen

Een open bodemenergiesysteem bestaat uit een warme en een koude bron. Als de koude en warme bron(filters) te dicht bij elkaar liggen, komen de bel met koud water en de bel met warm water in de ondergrond met elkaar in aanraking. De opgeslagen warmte en koude gaan hierdoor verloren.

Om thermische verliezen als gevolg van negatieve interferentie te voorkomen worden warme en koude bronnen/bronfilters op voldoende afstand van elkaar geplaatst. De vereiste afstand wordt bepaald door de thermische straal: de afstand tot waar het thermische effect van de warmte-/koudeopslag merkbaar is. Warme en koude bronnen worden vaak op 2,5 tot 3 keer de thermische straal uit elkaar geplaatst. In de praktijk is dit vaak ongeveer 100 - 200 m.



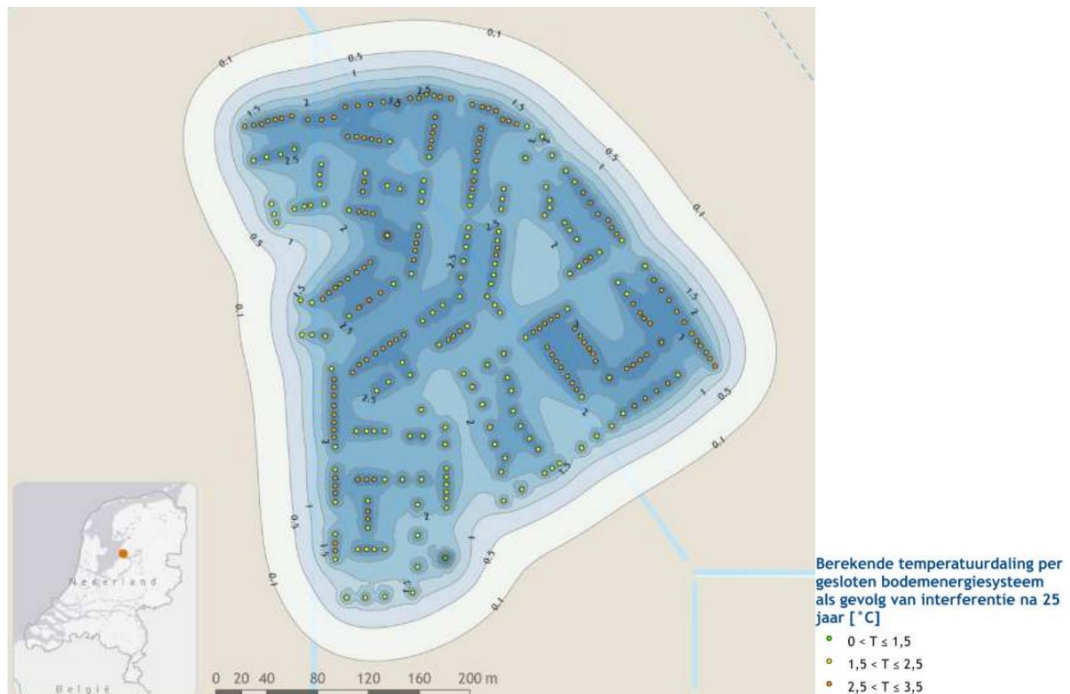
Figuur 3.4 | Thermische invloedsgebieden bronnen¹².

3.5.2 Gesloten bodemenergiesystemen

Negatieve thermische interferentie kan ook optreden bij gesloten bodemenergiesystemen. Echter, de grootte van het thermische invloedsgebied beperkt zich bij een individuele bodemlus tot enkele meters en bij een cluster van lussen tot enkele tientallen meters van de bodemlussen.

Doordat gesloten bodemenergiesystemen vaak toegepast worden bij woningbouw is de warmtevraag over het algemeen groter dan de koudevraag. Dit resulteert op de langere termijn (jaren) in een afkoeling van de bodem rond de bodemlussen. Hoe meer gesloten bodemenergiesystemen bij elkaar geplaatst worden, hoe meer energie aan de grond wordt onttrokken en hoe sneller deze afkoeling plaatsvindt. Wanneer de bodem te veel afkoelt kan het gesloten bodemenergiesysteem niet meer ingezet worden voor verwarming. Het temperatuurverloop van de bodem over de jaren is daarom een belangrijk ontwerpaspect bij de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen. Figuur 3.5 toont een voorbeeld van de temperaturdaling van de ondergrond in de omgeving van grootschalige toepassing van gesloten bodemenergiesystemen.

¹² Cahier Bodemenergie Warm Aanbevolen, SKB, d.d. mei 2013



Figuur 3.5 | Interferentie bij gesloten bodemenergiesystemen. De blauwe contouren geven de temperatuurdaling van de bodem rond de gesloten bodemenergiesystemen weer. De kleur van de individuele gesloten bodemenergiesystemen representeert de temperatuurdaling ter plaatse van dat systeem als gevolg van de omliggende gesloten bodemenergiesystemen.¹³

3.6 WETTELIJKE KADERS

De aanleg en bedrijfsvoering van bodemenergiesystemen raakt aan diverse belangen, zoals milieu, drinkwater, bodemkwaliteit, etc. Voor de aanleg ervan is daarom meestal een vergunning vereist. Ook gelden specifieke procedures. Hieronder volgt een beknopte beschrijving van de te volgen procedures en vergunningsplichten bij de aanleg van een open of een gesloten bodemenergiesysteem. Daarna volgt ook een kort overzicht van de regels die gelden voor lozingsactiviteiten. Steeds is hierbij ook aangegeven welk orgaan het bevoegd gezag is.

Vanaf 1 januari 2024 gaat de Omgevingswet in en zal een Omgevingsvergunning aangevraagd moeten worden. In Bijlage 3 wordt uitgebreid ingegaan op de impact van de Omgevingswet. In paragraaf 3.6.4 is een opsomming gemaakt van de belangrijkste veranderingen.

3.6.1 Open bodemenergiesystemen

Het onttrekken en infiltreren van grondwater bij een open bodemenergiesysteem is vergunningplichtig in het kader van de Waterwet.

Als bijlage bij de vergunningaanvraag dienen de effecten van het systeem in een effectenstudie te worden gekwantificeerd. De belangrijkste aspecten bij een vergunningaanvraag in het kader van de Waterwet zijn samengevat in Tabel 3.1 en daaronder nader toegelicht.

¹³ Bodemenergieplan gesloten bodemenergiesystemen Het Nieuwe Dorp Urk, d.d. 30 november 2022

Tabel 3.1 | Belangrijkste aspecten vergunning open systemen.

Aspect	Toelichting
bevoegd gezag	provincie Gelderland
vergunningplicht	alle open bodemenergiesystemen
doorlooptijd	reguliere procedure: 8 weken tot publicatie definitieve beschikking uniforme openbare voorbereidingsprocedure: 6 maanden tot publicatie definitieve beschikking
leges/publicatiekosten	de provincie rekent €1.700,- legeskosten voor open bodemenergiesystemen
juridische voorwaarden	<ul style="list-style-type: none"> - een koudeoverschot is in principe toegestaan en een warmteoverschot verboden, de provincie heeft de mogelijkheid om het koudeoverschot te beperken; - een bodemenergiesysteem mag geen duidelijk negatief effect hebben op het rendement van een ander bodemenergiesysteem; - vergunningaanvragen voor bodemenergiesystemen in interferentiegebieden waarvoor Ge-deputeerde Staten (GS) naast de gemeente een masterplan bodemenergie hebben vastge-steld, toetsen GS aan de beleidsregels masterplannen bodemenergie; - het systeem is zo ontworpen dat er geen verontreiniging van het grondwater is door lek-kage uit het gebouwencircuit; - de bronnen van een bodemenergiesysteem bevinden zich in één watervoerend pakket; - de beschermende slecht doorlatende lagen worden zo min mogelijk aangetast door be-perking van het aantal boringen en van de boordiepte; - het te retourneren grondwater heeft een temperatuur van maximaal 25°C; - het zoet-zoutgrensvlak mag niet zodanig worden beïnvloed dat de zoetwater voorraad wordt aangetast. Van aantasting is in ieder geval sprake als het zoet-zoutgrensvlak wordt aangetrokken tot in een zoetwatervoerend pakket of zout grondwater (chlorideconcentra-tie > 150 mg/l) in een zoetwatervoerend pakket wordt gepompt; - verdere verspreiding van mogelijke grondwaterverontreinigingen met mogelijke risico's voor kwetsbare objecten is niet toegestaan

Een deel van deze (en andere) voorwaarden gesteld aan het installeren en het in werking hebben van een open systeem staan in meer detail in de artikelen 6.11a tot en met 6.11i van het Waterbesluit. Het provinciaal beleid voor bodemenergie is opgenomen in de Omgevingsverordening en het Regio-naal waterprogramma 2021-2027 van de provincie Gelderland.

Procedure

Voor een vergunningaanvraag Waterwet geldt de reguliere procedure van de Algemene wet bestuurs-recht. Deze procedure duurt circa 8 weken. De provincie heeft de mogelijkheid om op de aanvraag te beslissen met toepassing van de uniforme openbare voorbereidingsprocedure (Afd. 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht). Deze procedure duurt circa 6 maanden. Binnen deze procedure wordt, afwijkend van de reguliere procedure, eerst een ontwerpbesluit ter inzage gelegd, voordat het defi-nitieve besluit uitkomt.

Voor elke vergunningaanvraag voor een bodemenergiesysteem in het kader van de Waterwet dient een formele m.e.r.-beoordeling uitgevoerd te worden. Voor systemen met een waterverplaatsing van minder dan 1.500.000 m³/jaar geldt een vormvrije m.e.r.-beoordeling en hoeft bij het indienen van de vergunningaanvraag Waterwet geen m.e.r.-beoordelingsbesluit toegevoegd te worden. De m.e.r.-beoordeling kan plaatsvinden parallel aan de procedure van de vergunningaanvraag Waterwet. Met een korte notitie wordt het initiatief aangemeld voor de m.e.r.-beoordeling.

Voor elke vergunningaanvraag voor een bodemenergiesysteem met een waterverplaatsing van meer dan 1.500.000 m³/jaar moet een notitie opgesteld worden waarin de belangen en (milieu)effecten

zijn omschreven. De proceduretijd voor het beoordelen van deze notitie en het opstellen van het m.e.r.-beoordelingsbesluit bedraagt zes weken. Indien besloten wordt dat geen m.e.r.-procedure doorlopen hoeft te worden, kan de vergunningaanvraag Waterwet, voorzien van een effectenstudie en een kopie van het m.e.r.-beoordelingsbesluit, ingediend worden.

3.6.2 Gesloten bodemenergiesystemen

Gesloten bodemenergiesystemen zijn meldings- en soms vergunningplichtig. Alle gesloten systemen moeten tenminste gemeld worden (conform het Besluit lozen buiten inrichting of Activiteitenbesluit milieubeheer). Voor gesloten systemen met een bodemzijdig vermogen groter dan of gelijk aan 70 kW, en ook alle systemen die in een interferentiegebied worden gerealiseerd, moet ook een Omgevingsvergunning Beperkte Milieutoets (OBM) worden aangevraagd bij het bevoegd gezag (gemeente). De belangrijkste aspecten voor de melding en vergunningverlening voor gesloten systemen zijn samengevat in Tabel 3.1 en daaronder nader toegelicht.

Tabel 3.2 | Belangrijkste aspecten melding en vergunning gesloten systemen

Aspect	Toelichting
bevoegd gezag	gemeente
melding	alle systemen
vergunningplicht	≥ 70 kW of ligging in interferentiegebied
doorlooptijd	melding: 4 weken voor start werkzaamheden vergunning: 8 weken tot publicatie definitieve beschikking (OBM)
belangrijkste algemene regels	<ul style="list-style-type: none">- de temperatuur van de circulatievloeistof mag niet hoger zijn dan 30°C en niet lager zijn dan -3°C, de gemeente heeft de mogelijkheid om een hogere temperatuur toe te staan;- bij vermoedelijke lekkage: onmiddellijk buiten werking stellen en circulatievloeistof verwijderen (tenzij de circulatievloeistof uit alleen water bestaat);- gesloten bodemenergiesystemen mogen geen ontoelaatbare negatieve invloed hebben op al aanwezige bodemenergiesystemen of andere belanghebbenden in de omgeving;- een koudeoverschot is in principe toegestaan en een warmteoverschot verboden, de gemeente heeft de mogelijkheid om het koudeoverschot te beperken

Deze (en andere) voorschriften gesteld aan het installeren en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen zijn opgenomen in hoofdstuk 3a van het Besluit lozen buiten inrichting en paragraaf 3.2.8 uit het Activiteitenbesluit milieubeheer.

3.6.3 Lozingen

Er zijn verschillende momenten waarop lozingen, en daarmee de wettelijke kaders voor lozingsactiviteiten, aan de orde zijn.

Boren van de bronnen voor open systemen en gaten voor gesloten systemen (boorspoelwater)

Voor de aanleg van de bronnen van open bodemenergiesystemen en gaten van gesloten bodemenergiesystemen moet worden geboord. Tijdens het boren komt spoelwater vrij (boorspoelwater). De hoeveelheid water die hierbij vrijkomt is beperkt, maar bevat vaak boorspoeling (bentoniet en polymeren) en vrijgekomen grond (zand, klei).

Ontwikkelen van open bronnen (ontwikkeltwater)

Direct na het boren van bronnen van een open systeem, het inbouwen van de filters en peilbuizen en het aanvullen van het boorgat worden de bronnen eenmalig schoon gepompt (ontwikkelen). Het doel hiervan is om resten van het geboorde materiaal uit de bronnen te verwijderen (zand en slibdeeltjes), zodat deze niet voor verstoppingen kunnen zorgen. Tijdens het ontwikkelen komt

grondwater vrij met een debiet tot maximaal 130% van het ontwerpdebiet. Dit grondwater moet geloosd worden. Om de lozingshoeveelheid en het lozingsdebiet te verlagen kan gebruik worden gemaakt van filtertechnieken om vaste bestanddelen te verwijderen, waarbij het water grotendeels weer geïnfiltrerd wordt in de bodem. Het blijft echter noodzakelijk dat een gedeelte van het vrijkomende grondwater geloosd kan worden, om onder andere de filterunits terug te spoelen.

Onderhoud van open bronnen (spuiwater)

In verband met preventief onderhoud van de bronnen van een open bodemenergiesysteem worden deze een aantal keer per jaar gespoeld. Bij deze actie wordt uit de bronnen enige tijd grondwater onttrokken met het maximale debiet. Dit grondwater moet geloosd worden. Met een onderhoudsfilter in de technische ruimte kan ervoor gezorgd worden dat er geen grondwater geloosd hoeft te worden. Bij een onderhoudsfilter wordt het vuil afgevangen met een zogenaamd kaarsenfilter met zeer kleine poriën. Het grondwater wordt uit de bronfilters opgepompt en wordt via het onderhoudsfilter in de bypass van het leidingcircuit in een andere bron geïnjecteerd.

Regulering van lozingen en voorkeursroutes

Met de inwerkingtreding van de AMvB Bodemenergie zijn voorkeursvolgordes voor lozingen gedefinieerd. Hierbij worden twee type lozingen onderscheiden:

- lozen van boorspoelwater (open en gesloten systemen);
- lozen van ontwikkel- en beheerwater (alleen open systemen).

Door de specifieke kenmerken van deze stromen geldt er een voorkeursvolgorde voor de lozingsroute. Tabel 3.3 geeft de voorkeursvolgorde weer.

Tabel 3.3 | Voorkeursvolgorde lozen vanuit AMvB Bodemenergie.

Type afvalwater	Voorkeursvolgorde lozing (bevoegd gezag)
boorspoelwater (open en gesloten systemen)	1. vuilwaterriool (gemeente) 2. op de bodem (gemeente) 3. overige lozingsmethoden In de bodem en op het schoonwaterriool is niet toegestaan
ontwikkel- en beheerwater (open systemen)	1. in de bodem (provincie) 2. oppervlaktewater (waterschap of Rijkswaterstaat) 3. schoonwaterriool (gemeente) 4. vuilwaterriool (gemeente) 5. externe verwerker

Het Besluit lozen buiten inrichtingen bevat regels voor een groot aantal categorieën van lozingen die het gevolg zijn van activiteiten die plaatsvinden buiten inrichtingen in de zin van de Wet milieubeheer. Lozingen vanuit inrichtingen vallen onder het Activiteitenbesluit. Het besluit geldt voor alle lozingsroutes: zowel lozingen op oppervlaktewater, de bodem als de riolering.

De lozingen van het water voor het ontwikkelen van open bronnen geeft de grootste lozingsvolumes. Volgens de voorkeursvolgorde voor lozingen heeft het terugbrengen van het grondwater de voorkeur. Dit is echter een kostbare methode en door het beperken van het ontwikkeldebiet kunnen de bronnen niet optimaal ontwikkeld worden. Daarnaast is het nog steeds nodig om een kleine waterhoeveelheid te lozen. Het lozen van het ontwikkelwater op het oppervlaktewater heeft daarom de voorkeur. Mocht dit niet mogelijk zijn, moet het grondwater geloosd worden op een vuilwaterriool of gemengd rioolstelsel. Aanbevolen wordt om in een vroeg stadium in overleg te treden met het bevoegd gezag om de mogelijkheden voor lozen te bespreken.

Het beleid ten aanzien van het lozen op oppervlaktewater is beschreven in het Besluit lozen buiten inrichtingen. Dit beleid wordt in het geval van de Achterhoek gehanteerd en uitgevoerd door Waterschap Rijn en IJssel. Het beleid en het indienen van een vergunning of doen van een melding staat beschreven op de website van Waterschap Rijn en IJssel.

3.6.4 Belangrijkste veranderingen onder de Omgevingswet

Hieronder zijn de belangrijkste veranderingen die plaatsvinden onder de Omgevingswet t.o.v. de huidige wettelijke kaders opgesomd:

- De aanleg en het gebruik van zowel open als gesloten bodemenergiesystemen is onder de Omgevingswet een aangewezen milieubelastende activiteit. Voor open bodemenergiesystemen is hierdoor een omgevingsvergunning van de provincie benodigd is. Onder voorwaarden kan een provincie hiervan afwijken waardoor in dat geval geen vergunning benodigd is.
- Onder de Omgevingswet komen er voor gesloten bodemenergiesystemen algemene regels voor de omgevingsvergunning milieubelastende activiteit, maar geen (rijks)vergunningsplicht. Dit betekent dat gemeenten in het omgevingsplan op kunnen nemen dat voor (grote) gesloten bodemenergiesystemen een vergunningsplicht bestaat.
- Er is altijd een omgevingsvergunning nodig is voor het afvoeren van afvalwater dat vrijkomt bij aanleg, ontwikkelen en onderhouden van bodemenergiesystemen.
- Per provincie zal één omgevingsverordening alle reeds bestaande verordeningen gaan vervangen.
- Voor gemeenten geldt dat één omgevingsplan alle reeds bestaande bestemmingsplannen gaat vervangen.
- Onder de Omgevingswet krijgt de gemeente een breder kader om regels te stellen, die niet beperkt is tot doelmatig gebruik van de bodem en voorkomen van negatieve interferentie, waardoor het aanwijzen van een interferentiegebied niet meer mogelijk is.

In bijlage 3 staat een uitgebreide toelichting over de impact van de Omgevingswet op bodemenergie.

3.7 HANDREIKING BEVOEGD GEZAG

Nederland bestaat uit 12 provincies en ruim 300 gemeenten. Om versnippering van beleid en werkwijze te voorkomen zijn de hierboven geschetste wettelijke kaders verwerkt in vier handreikingen die de uitvoering van het beleid moeten uniformeren: de besluitvormings- en de handhavingsuitvoeringsmethoden voor zowel provinciale als gemeentelijke taken.

Door middel van de Besluitvormings Uitvoerings Methode (BUM) wordt de beoordeling van vergunningaanvragen zo uniform mogelijk afgehandeld. Er is een BUM opgesteld voor de provinciale taken (Deel 1) en een voor de gemeentelijke taken (Deel 2).

De Handhavings Uitvoerings Methode (HUM) is gericht op toezicht en handhaving op vergunningen en algemene regels. Net als bij de BUM is er een HUM voor de provinciale taken (Deel 1) en een voor de gemeentelijke taken (Deel 2).

De BUM en de HUM zijn te vinden op de website van SIKB (Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer).

3.8 REGISTRATIE BODEMENERGIESYSTEMEN

Voor de toetsing van vergunningaanvragen door het bevoegd gezag is het noodzakelijk dat de gegevens van bodemenergiesystemen goed worden geregistreerd. Het delen van deze informatie met initiatiefnemers stelt hen in staat om bij een haalbaarheidsstudie en het ontwerp rekening te houden met bestaande bodemenergiesystemen.

Op dit moment is nog geen sprake van een wettelijke registratieplicht. Deze registratieplicht wordt verplicht met de invoering van de Basisregistratie Ondergrond (BRO). Echter, om interferentie tussen bodemenergiesystemen te voorkomen, is het zeer wenselijk dat het bevoegde gezag de wettelijke registratieplicht niet afwacht en nu al alle gegevens over bodemenergiesystemen registreert en ontsluit voor derden.

Provincies registreren de door hen vergunde open bodemenergiesystemen in het Landelijk Grondwater Register (LGR). Vanaf 1 juli 2013 kunnen ook gemeenten en omgevingsdiensten informatie over gesloten bodemenergiesystemen registreren in dit digitale register. Het LGR biedt de mogelijkheid om gegevens via webservices toegankelijk te maken. Deze webservices zijn gekoppeld aan de WKO-tool (www.wkool.nl), welke initiatiefnemers kunnen raadplegen.

Systemen die voor 1 juli 2013 gerealiseerd zijn en daardoor niet in het LGR staan kunnen alsnog gemeld worden, zodat deze zichtbaar worden voor nieuwe initiatiefnemers en beschermd worden tegen interferentie. Gemeenten en omgevingsdiensten kunnen de systemen van voor 2013 ook in LGR registreren.

4 Werkwijze vraag en aanbod

4.1 BODEMPOTENTIEEL

Het bepalen van het potentieel voor open en gesloten bodemenergie in de Achterhoek is gedaan met ons model: de Gemeentelijke Tool Bodemenergie. Bij dit model gebruiken we het LHM 4.1 model wat een geschematiseerd landsdekkend ondergrondmodel is van het Nederlands Hydrologische Instrumentarium (NHI¹⁴). Bij de potentieberekeningen voor open bodemenergie zijn we uitgegaan van de berekeningsmethode uit de warmteatlas¹⁵. De kentallen voor de potentieberekeningen voor gesloten bodemenergie zijn modelmatig bepaald.

Voor deze specifieke studie zijn er ook een aantal lagen uit REGIS II V2.2 gebruikt die niet in het NHI model zitten. Deze lagen zijn toegevoegd aan ons bestaande model. Tot slot, wordt in het model en bij de potentieberekeningen rekening gehouden met de aanwezige restricties ten aanzien van het grondwaterbeschermingsgebieden, diepterestricties en andere provinciale regels.

Bodempotentieel open bodemenergiesystemen (OBES)

Bij het bepalen van het bodempotentieel voor open bodemenergiesystemen is gekeken naar alle geschikte zandlagen tot aan de hydrologische basis. Deze zandlagen zijn onderverdeeld in verschillende watervoerende modellagen. Voor deze modellagen is vervolgens het potentieel voor open bodemenergiesystemen (OBES) berekend. Voor een meer realistische inschatting van het bodempotentieel is rekening gehouden met een maximale filterlengte en daarmee pakketdikte van 60 meter die gebruikt wordt voor het onttrekken van warmte en koude.

Bodempotentieel open bodemenergiesystemen in de praktijk

Voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem is de aanwezigheid van een geschikt watervoerend pakket een vereiste. Een geschikt watervoerend pakket moet voldoende diep liggen (> 15 m-mv) en voldoende dik zijn (> 10 m). Daarnaast is het van belang dat het watervoerende pakket voornamelijk uit (grof) zand bestaat, zodat het voldoende waterdoorlatend is. Enkele andere parameters die op detailniveau van belang zijn bij het ontwerp van een open bodemenergiesysteem zijn de grondwaterstand, de grondwaterstroming en de chemische eigenschappen van het grondwater.

Bodempotentieel gesloten bodemenergiesystemen (GBES)

In tegenstelling tot open bodemenergiesystemen zijn GBES mogelijk in zowel klei-, zand- en fijnzandige lagen. Hierdoor zijn vaak alle lagen tot aan de geohydrologische basis geschikt voor GBES. Wel zie je in de praktijk dat bodemlussen vaak een maximale diepte van 200 m onder maaiveld hebben. Deze diepte is namelijk goed realiseerbaar voor de meeste boorfirma's. Vanwege deze maximale boordiepte is het potentieel tot enkel 200 m onder maaiveld bepaald, mits de geohydrologische basis niet ondieper zit.

Bij gesloten bodemenergie is een bodemzijdig koudeoverschot in de bodem juridisch gezien toegestaan. In de praktijk worden systemen ook veelal ontworpen op een onbalans. Doordat jaarlijks koude

¹⁴ <https://data.nhi.nu/>

¹⁵ <https://www.warmteatlas.nl/viewer/app/Warmteatlas/v2>

achterblijft in de bodem, kan minder warmte aan de bodem onttrokken worden. Het beschikbare warmtepotentieel is in dit geval daarom wat lager dan in het geval van een thermische balanssituatie.

Bodempotentieel gesloten bodemenergiesystemen in de praktijk

Voor gesloten bodemenergiesystemen geldt dat deze gebruik kunnen maken van alle watervoerende pakketten en aanwezige scheidende lagen. Het rendement van een gesloten bodemenergiesysteem is hoger in watervoerende pakketten dan in scheidende lagen. Een ondiepe grondwaterstand leidt ook tot hogere rendementen. Daarnaast worden gesloten bodemenergiesystemen om praktische redenen meestal niet veel dieper dan 200 m gerealiseerd. De realisatie van gesloten bodemenergiesystemen in harde gesteentes is ook mogelijk, maar dit leidt bij de realisatie tot hogere kosten.

4.2 ENERGIEVRAAG

Om een beeld te vormen van de warmtevraag (ruimteverwarming en tapwater) van de bestaande bebouwing is deze vraag per adres berekend. Voor deze berekening zijn de adressen opgesplitst in kleingebruikers en grootgebruikers.

Voor het bepalen van de warmtevraag van de kleingebruikers is gebruik gemaakt van de kleinverbruiksdata van de gasnetbeheerders van het jaar 2021 (peildatum 01-01-2022). Het gemiddeld gasverbruik per postcodegebied is gekoppeld aan de adressen uit de BAG. Het gasverbruik is vervolgens vertaald naar een warmtevraag in GJ.

Voor de grootgebruikers (en kleingebruikers die niet opgenomen zijn in de data van gasnetbeheerder) is gebruik gemaakt van een kengetallen vanuit StatLine (warmtevraag per m² per gebruiksfunctie). Het kengetal is gekoppeld aan een adres aan de hand van de gebruiksfunctie en vermenigvuldigd met de vloeroppervlakte. Adressen met een industriefunctie zijn niet meegenomen in deze berekening. Door processen met zeer hoge temperatuur en potentieel hergebruik van warmte is hier geen kengetal te vormen dat representatief is voor alle industriefuncties.

4.3 MATCH VRAAG EN AANBOD

Op basis van bovenstaande kan een vergelijking gemaakt worden tussen het bodempotentieel en de bovengrondse warmtevraag (gemiddelde dekkingsgraad). Bij een ratio kleiner dan 1 kan niet de volledige bovengrondse warmtevraag geleverd worden met de bodem. Bij een ratio groter dan 1 is dit theoretisch wel het geval. Opgemerkt moet worden dat ook de praktische inpassing invloed heeft op de hoeveelheid energie die uit de bodem geleverd kan worden. Daardoor betekent een ratio van 1 of hoger niet direct dat in de praktijk de volledige bovengrondse warmtevraag gedekt kan worden. Een voorzichtige inschatting is dat een ratio van 1,5 naar verwachting voldoende is om de volledige bovengrondse warmtevraag te dekken met het bodempotentieel.

5 Toepassing bodemenergie in de Achterhoek

In dit hoofdstuk worden eerst de algemene kansen en risico's voor de inzet van GBES en OBES behandeld, gevolgd door een inventarisatie van de borging van de geïdentificeerde risico's en afsluitend met de lessons learned. Een detail van de lokale kansen voor bodemenergiesystemen kan gevonden worden in de bijgaande losse notitie voor de betrokken gemeenten.

5.1 KANSEN EN RISICO'S

In het kader van de energietransitie moet ingezet worden op een mix van energieoplossingen. OBES en GBES kunnen een significante bijdrage leveren aan deze energiemix. Echter, de toepassing van OBES of GBES vereist een gedegen ontwerptraject. De bodemenergiesystemen mogen bijvoorbeeld geen negatieve invloed hebben op andere belangen, zoals natuurwaarden, archeologische waarden of nabijgelegen bodemenergiesystemen. Daarnaast moet het ontwerp van een systeem afgestemd worden op de lokale omstandigheden in de ondergrond.

De kansen en risico's per gemeente hangen af van verschillende belangen en gegevens. De ratio-kaarten (bodempotentie/warmtevraag) geven bijvoorbeeld inzicht in de kansen en risico's bij de inpassingsmogelijkheden van bodemenergiesystemen per gemeente. Kansen zijn daar waar de energievraag overeenkomt met de bodempotentie of deze zelfs overstijgt. Risico's zijn daar waar de energievraag groter is dan de bodempotentie (geel/oranje/rode gebieden). Op deze plekken is het mogelijk extra belangrijk om aanvullend beleid omtrent bodemenergiesystemen te voeren. De kaarten met omgevingsbelangen, zoet-brakovergangen en waterkwaliteitsovergangen geven juist inzicht in de risico's in de ontwerp-, realisatie- en beheerfase.

Hieronder zijn de kansen en risico's bij de toepassing van OBES en GBES nader uitgewerkt. Eerst worden kansen en risico's in regulering en beleid voor bodemenergie toegelicht. Dit is met name relevant voor beleidsmakers. Vervolgens worden risico's bij realisatie en beheer van bodemenergiesystemen uitgewerkt. Deze zijn met name van belang voor initiatiefnemers.

5.1.1 Risico's en kansen regulering en beleid bodemenergie

Bodemenergiesystemen kunnen elkaar negatief beïnvloeden als gevolg van het interferentie (zie paragraaf 3.4). Een nieuw bodemenergiesysteem (OBES/GBES) mag het doelmatig functioneren van een bestaand bodemenergiesysteem niet negatief beïnvloeden. Op dit moment geldt: 'Wie het eerst komt, wie het eerst pompt'. Als gevolg hiervan kunnen enkele initiatiefnemers van bodemenergiesystemen er (onbedoeld) voor zorgen dat de inpassing van nieuwe bodemenergiesystemen zeer moeilijk of zelfs onmogelijk wordt. De eerste initiatiefnemers worden (terecht) beschermd tegen negatieve interferentie. Daarnaast zorgen andere ondergrondse en bovengrondse belangen voor beleidsmatige risico's bij de toepassing van OBES en GBES. De risico's, gevolgen en bijbehorende beheersmaatregelen zijn uitgewerkt in de onderstaande risicotabel.

Tabel 5.1 | Risicotabel regulering en beleid.

Risico	Gevolg	Beheersmaatregel
initiatiefnemers vragen ruime vergunningen aan en leggen onnodig groot beslag op de ondergrondse ruimte	nieuwe initiatiefnemers in de directe omgeving hebben geen/minder mogelijkheden meer om OBES/GBES aan te leggen: geen optimale benutting van de bodem	bodemenergieplan, interferentiegebied
initiatiefnemers maken een voor zichzelf gunstig ontwerp en houden daarbij geen rekening met eventuele toekomstige ontwikkelingen	nieuwe initiatiefnemers in de directe omgeving hebben geen/minder mogelijkheden meer om OBES/GBES aan te leggen: geen optimale benutting van de bodem	bodemenergieplan, interferentiegebied
bodemenergie wordt niet toegepast bij nieuwbouwontwikkelingen	er wordt gebruik gemaakt van minder duurzame oplossingen: geen optimale benutting van de bodem	erfpachtovereenkomst opstellen bij uitgifte grond, beleid opstellen voor gebruik gemeentegrond.
meerdere ontwikkelaars/eigenaren van gronden in een gebied	wie het eerst komt, wie het eerst pompt: geen optimale benutting van de bodem	bodemenergieplan, interferentiegebied, erfpachtovereenkomst opstellen bij uitgifte grond, beleid opstellen voor gebruik gemeentegrond
negatieve interferentie	OBES: warmte en koude gaat verloren, waardoor systemen minder efficiënt zijn GBES: bodem koelt (te) ver af, waardoor systemen minder efficiënt zijn of zelfs niet meer werken	ontwerpen conform BRL SIKB protocol 11001, vergunningplicht, meldingsplicht, bodemenergieplan, interferentiegebied
vervallen van de vergunningsplicht voor gesloten bodemenergiesystemen onder de omgevingswet	geen optimale benutting van de bodem en risico op interferentie	vergunningplicht voor gesloten systemen overnemen naar het nieuwe deel van het omgevingsplan
problemen bij inpassing bronnen en kabel-/leidingwerk in de openbare ruimte	botsende belangen bij inpassing ondergrondse infrastructuur openbare ruimte en geen optimale benutting van de bodem	beleid en regels stellen op gebruik van openbare ruimte, visie op drukte in de ondergrond, bodemenergieplan

Het gevolg van de bovengenoemde risico's is meestal dat de bodem niet optimaal benut wordt. Op veel plaatsen in de Achterhoek is het bodempotentieel groter dan de warmtevrage. Bodemenergiesystemen kunnen hier dus een significante bijdrage leveren, waardoor elektriciteitsverbruik en CO₂-uitstoot verminderd worden. Hiervoor is het van belang dat de ondergrond optimaal ingezet wordt. Door de juiste beleidsinstrumenten in te zetten kan de inpassing van bodemenergiesystemen op voorhand gereguleerd worden, zodat de ondergrondse potentie op een eerlijke manier verdeeld wordt.

5.1.2 Risico's realisatie en beheer bodemenergie

De onderstaande risicotabellen geven inzicht in de belangrijke risico's in de ontwerp-, realisatie- en beheerfase van OBES en GBES. Deze risico's zijn met name van belang voor initiatiefnemers.

Tabel 5.2 | Risicotabel realisatie en beheer voor open en gesloten systemen.

Risico	Gevolg	Beheersmaatregel
OBES/GBES		
minder geschikte bodemopbouw	rendement van bodemenergiesysteem neemt af, inpassingsmogelijkheden zijn beperkt	bovengronds ontwerp inrichten zodat de vraag aan de bodem beperkt is of gebruik maken van andere energiebronnen
artesisch grondwater	boorgat kan instorten tijdens realisatie	boorwagen verhoogd opstellen bij het realiseren van OBES/GBES
hoge grondwaterstromsnelheid	OBES: rendementsverlies door afstroming van opgeslagen thermische energie GBES: negatieve thermische interferentie treedt sneller op bij stroomafwaarts gelegen GBES	gebouwszijdig ontwerp aanpassen, zodat warmte/koude geleverd kan worden bij natuurlijke bodem-/grondwatertemperatuur. interferentieberekeningen maken
grondwaterbescherming	in boringsvrije zones of drinkwaterreserveringsgebieden mag niet of tot beperkte diepte geboord worden, waardoor potentie sterk afneemt	in deze gebieden gebruik maken van andere energiebronnen
natuurbelangen	in beschermde natuurgebieden mag soms niet geboord worden. OBES: grondwaterstandsveranderingen ter plaatse van natuurgebieden mogen niet te groot zijn	in deze gebieden gebruik maken van andere energiebronnen. ontwerp aanpassen om invloed op grondwaterstand te beperken
archeologische waarden	in archeologisch waardevolle gebieden mag soms niet geboord worden of is aanvullend onderzoek nodig	aanvullend archeologisch onderzoek uitvoeren
aardkundige waarden	grootschalige doorboring van de ondergrond is hier soms niet toegestaan	afstemming met het bevoegd gezag
waterkering	boren in of nabij een waterkering is niet altijd toegestaan	afstemming met/vergunning aanvragen bij het waterschap
spoor	boren nabij een spoor is niet altijd toegestaan	afstemming met/vergunning aanvragen bij spoorbeheerder
kabels en leidingen	drukke in de ondergrond bemoeilijkt inpassing van bronlocaties, bodemlussen en bijbehorend kabel- en leidingwerk	vroegtijdige afstemming tussen initiatiefnemer en gemeente
niet gesprongen explosieven	risico op aanboren explosieven bij realisatie	raadplegen beschikbare informatie, aanvullend onderzoek
slechte afdichting (herstel) van afsluitende kleilagen bij boorwerkzaamheden	menging van grondwater uit verschillende watervoerende pakketten	boring conform BRL SIKB protocol 2101 mechanisch boren
niet werken conform BRL	blijvende schade aan milieu	toezicht in het gehele realisatietraject

Tabel 5.3 | Risicotabel realisatie en beheer specifiek voor open of gesloten systemen.

Risico	Gevolg	Beheersmaatregel
OBES		
effecten op het freatische grondwater	significante grondwaterschommelingen als gevolg van onttrekking en infiltratie OBES	bronfilters voldoende diep plaatsen en effect op freatisch grondwater beperken door ontwerp aan te passen
zoet-/brak-/zoutovergang	verzilting van zoet grondwater	bronfilters plaatsen in alleen zoet of alleen brak/zout grondwater
verhoogde gasdruk	bronverstopping door gasbellen (ontgassing)	systeemdruk voldoende hoog houden (ontwerpaspect)
redoxovergang	neerslagreacties en verstopping van bronfilters, afname werking OBES	bronfilters plaatsen op voldoende afstand van de redoxovergang
verontreinigingen	verplaatsing van grondwaterverontreinigingen als gevolg van onttrekken/infiltreren OBES	invloed op verontreinigingssituatie in vergunningstraject bepalen en eventueel beperken door ontwerp aan te passen
zettingen	verlies van gebruiksfuncties gebouwen, wegen, constructies door zetting	potentiële zetting berekenen in vergunningstraject en eventueel beperken door ontwerp aan te passen
GBES		
lekkage bodemluis gevuld met glycol	vervuiling van grondwater door glycol	monitoring van vloeistofhoeveelheid in bodemluis / verbieden van glycol

Alle bovenstaande risico's worden in een *haalbaarheidsfase* van een project in kaart gebracht voor een specifiek project volgens protocol 11001 van de BRL.

5.2 BORGING KANSEN EN RISICO'S

In aanvulling op de (h)erkenning van kansen en risico's bij de inzet van bodemenergiesystemen wordt er onderscheid gemaakt tussen de risicodrager en -houder en de mate van borging van het risico. De onderstaande twee resultaat tabellen geven de uitkomsten van een expertpanelsessie, bestaande uit Achterhoekse gemeenten, omgevingsdienst én bodemenergie-experts, waarbij de *Korte handleiding meldingen bodemenergiesystemen*, de interne handleiding en werkbeschrijving voor gesloten bodemenergiesystemen bij de omgevingsdienst, wordt getoetst op de eerder beschreven risico's.

De risicodrager en -houder zijn degene die het grootste belang hebben bij een risico, met andere worden degene die óf de gevolgen van een risico direct ervaren óf het meeste invloed hebben op de beheersing van het risico.

De borging geeft een indicatie van de inzetbaarheid van de beschikbare beheersmaatregelen. Als bijvoorbeeld een risico goed geborgd is weten *alle* betrokken belanghebbenden wie verantwoordelijk zijn én hoe de beheersmaatregel geldt. Hierbij zijn de volgende borgingniveau 's gebruikt:

- ✓ = goed (het risico is geborgd)
- ? = onduidelijk (het is onduidelijk of het risico is geborgd)
- ✗ = niet (het risico is niet geborgd)

5.2.1 Borging risico's en kansen regulering en beleid bodemenergie

De onderstaande risicoborgingstabel geeft inzicht in risicodragers en -houders, en borging van risico's bij de inzet van gesloten bodemenergiesystemen in de Achterhoek. Hierbij valt op:

- De primaire belanghebbende zijn gemeente, omgevingsdienst en ontwikkelaar
- De risicodragers verschillen van de risicohouders
- De gemeente is *altijd* risicodrager en -houder
- *Geen* van de risico's zijn met zekerheid geborgd

Tabel 5.4 | Risicoborgingstabel regulering en beleid.

Risico	Risicodrager	Risicohouder	Borging
initiatiefnemers vragen ruime vergunningen aan en leggen onnodig groot beslag op de ondergrondse ruimte	gemeente/ ontwikkelaar	ontwikkelaar/ gemeente	✗
initiatiefnemers maken een voor henzelf gunstig ontwerp en houden daarbij geen rekening met eventuele toekomstige ontwikkelingen	gemeente/ ontwikkelaar	ontwikkelaar/ gemeente	✗
bodemenergie wordt niet toegepast bij nieuwbouwontwikkelingen	gemeente/ ontwikkelaar	ontwikkelaar/ gemeente	✗
meerdere ontwikkelaars/eigenaren van gronden in een gebied	gemeente/ ontwikkelaar	ontwikkelaar/ gemeente	✗
negatieve interferentie	gemeente/ ontwikkelaar	gemeente/ omgevingsdienst	?
vervallen van de vergunningsplicht voor gesloten bodemenergiesystemen onder de omgevingswet	gemeente/ ontwikkelaar	gemeente/ omgevingsdienst	✗
problemen bij inpassing bronnen en kabel-/leidingwerk in de openbare ruimte	gemeente	gemeente/ omgevingsdienst	✗

5.2.2 Borging risico's realisatie en beheer bodemenergie

De onderstaande risicoborgingstabel geeft inzicht in risicodragers en -houders, en borging van risico's in de ontwerp-, realisatie- en beheerfase van GBES. Hierbij valt op:

- De burger wordt als belanghebbende geïntroduceerd
- De risicodragers verschillen vaak van de risicohouders
- De ontwikkelaar, gemeente en omgevingsdienst zijn afwisselend risicodrager en -houder
- Vijf risico's zijn goed geborgd, drie onduidelijk en zes risico's zijn niet geborgd

Tabel 5.5 | Risicoborgingtabel realisatie en beheer.

Risico	Risicodrager	Risicohouder	Borging
minder geschikte bodemopbouw	burger	ontwikkelaar/ omgevingsdienst	✗
artesisch grondwater	ontwikkelaar	ontwikkelaar	?
hoge grondwaterstroomsnelheid	gemeente/ burger	ontwikkelaar/ omgevingsdienst	?
grondwaterbescherming	gemeente/ burger	ontwikkelaar/ omgevingsdienst	✗
natuurbelangen	gemeente/ burger	ontwikkelaar/ omgevingsdienst	✓
archeologische waarden	gemeente/ burger	ontwikkelaar/ omgevingsdienst	?
aardkundige waarden	gemeente/ burger	ontwikkelaar/ omgevingsdienst	✓
waterkering	gemeente/ burger	ontwikkelaar/ omgevingsdienst	✓
spoor	gemeente/ burger	ontwikkelaar/ omgevingsdienst	✓
kabels en leidingen	gemeente/ burger	gemeente/ ontwikkelaar	✓
niet gesprongen explosieven	gemeente/ burger	gemeente/ ontwikkelaar	✗
slechte afdichting (herstel) van afsluitende kleilagen bij boorwerkzaamheden	gemeente/ burger	gemeente/ ontwikkelaar	✗
niet werken conform BRL	gemeente/ burger	gemeente/ omgevingsdienst	✗
lekkage bodemlus gevuld met glycol	gemeente/ burger	gemeente/ ontwikkelaar	✗

5.3 LESSONS LEARNED

Risico's en kansen ontstaan bij *regulering en beleid* op, en bij *realisatie en beheer* van bodemenergiesystemen. De risico's kunnen geborgd worden, maar alleen als de belanghebbenden inzetten op borging van deze risico's.

- *Regulering en beleid* is op het moment van schrijven onvoldoende geborgd. De gemeenten zijn voor alle geïdentificeerde risico's zowel risicohouder- als -drager.
- *Realisatie en beheer* is matig geborgd. Bij de realisatie van bodemenergiesystemen worden kwaliteitseisen vanuit de BRL geëist. Deze geïdentificeerde risico's zijn bekend bij de gemeenten en omgevingsdienst, maar de exacte borging van deze risico's is (vaak) onbekend.

Advies: gemeente pak de regie, samen met de omgevingsdienst en betrokken ontwikkelaars. Start met het inventariseren en prioriteren van de risico's op basis van de genoemde gevolgen, verdeel de verantwoordelijkheden en werk dit uit naar toepasselijke beheersmaatregelen.

6 Beleidsinstrumenten bodemenergie

Er zijn verschillende beleidsinstrumenten beschikbaar voor het reguleren van bodemenergie. In dit hoofdstuk worden de verschillende beleidsinstrumenten beschreven.

6.1 BESCHIKBARE BELEIDSINSTRUMENTEN

6.1.1 Open bodemenergie

Teneinde het beschikbare potentieel aan bodemenergie met open systemen optimaal te benutten, komt een bodemenergieplan in aanmerking. De provincie is bevoegd gezag voor de open systemen dus de gemeente zal hiervoor in overleg moeten met de provincie. Hieronder volgt een korte toelichting.

Beleidsregel voor open systemen, bodemenergieplan

Door middel van een bodemenergieplan kunnen aanvullende (gebruiks)regels worden gesteld aan de aanleg (ordening) en eventueel de exploitatie van de open systemen. De ordeningsregels uit het bodemenergieplan worden hierbij verwerkt in de vorm van een beleidsregel. Hiermee wordt voorkomen dat de eerste initiatiefnemers vrij spel hebben en de volgende partijen niet of slechts zeer beperkt gebruik kunnen maken van bodemenergie. De spelregels zijn voor iedereen gelijk waardoor iedereen (optimaal) gebruik kan maken van het beschikbare potentieel.

Een bodemenergieplan bestaat veelal uit een plankaart met de ordening, de gebruiksregels en een toelichting ten aanzien van de bodemgeschiktheid en de aanwezige (omgevings)belangen welke relevant zijn voor het betreffende gebied.

Het opstellen van een beleidsregel voor open bodemenergiesystemen (bodemenergieplan) is gewenst in die gebieden waar meerdere open (en gesloten) bodemenergiesystemen dicht bij elkaar verwacht worden. Vaak betreft het locaties waar veel utiliteit, industrie of compacte nieuwbouwwijken aanwezig zijn waarbij geen grootschalig warmtenet wordt voorzien. Binnen deze gebieden is ook vaak sprake van meerdere gebruikers en/of ontwikkelaars. Het opstellen van een beleidsregel voor open systemen in dergelijke gebieden zorgt voor een optimale ordening van de ondergrond voor alle gebruikers.

Het initiatief voor het uitwerken van een bodemenergieplan (beleidsregel) ligt veelal bij de gemeente. Aangezien de provincie bevoegd gezag is voor de open systemen is het hierbij van belang dat de gemeente hiervoor de samenwerking zoekt met de provincie, zodat geborgd wordt dat het plan voldoet aan de regels vanuit de provincie. Daarnaast zal de provincie de regels uit het bodemenergieplan vastleggen in een provinciale beleidsregel.

6.1.2 Gesloten bodemenergie

Teneinde het beschikbare potentieel aan bodemenergie met gesloten systemen optimaal te benutten komen twee reguleringsinstrumenten in aanmerking. De gemeente is zelf bevoegd gezag voor de gesloten systemen, dus de gemeente kan deze instrumenten zelfstandig inzetten. Hieronder volgt per instrument een korte toelichting.

Interferentiegebied bodemenergie

Op basis van het Wijzigingsbesluit Bodemenergiesystemen kan een gemeente, of in uitzonderlijke gevallen een provincie, zogenoemde interferentiegebieden aanwijzen.

Binnen een interferentiegebied zijn alle gesloten bodemenergiesystemen vergunningplichtig. De beoordelingscriteria om interferentiegebieden aan te wijzen, zijn het voorkomen van interferentie en/of het borgen van doelmatig gebruik van de bodem. Bij doelmatig gebruik gaat het om optimaal gebruik van de potentie van de bodem om energie te leveren. Daarbij gaat het enerzijds om een zo goed mogelijk rendement van een systeem op een bepaalde locatie en anderzijds om de totale energieproductie van meerdere systemen in een gebied. Daarnaast speelt de afweging van andere omgevingsbelangen een rol bij het borgen van het doelmatig gebruik van de bodem.

Beleidsregel voor gesloten systemen, bodemenergieplan

In aanvulling op het aanwijzen van een gebied als interferentiegebied bestaat de mogelijkheid om een aanvullende beleidsregel op te stellen. In de vorm van een bodemenergieplan of een protocol kunnen in dit geval aanvullende (praktische) regels worden gesteld aan de aanleg (ordering) en eventueel de exploitatie van de gesloten systemen. Hiermee wordt voorkomen dat de eerste initiatiefnemers vrij spel hebben en de volgende partijen zich moeten aanpassen aan de eerder aangelegde systemen of zelfs helemaal geen gebruik meer kunnen maken van gesloten systemen. De spelregels zijn voor iedereen gelijk waardoor iedereen (optimaal) gebruik kan maken van het beschikbare potentieel.

Het aanwijzen van een interferentiegebied bodemenergie met een eventuele beleidsregel is te overwegen bij de ontwikkeling van een nieuwe woonwijk met (veel) (grondgebonden) woningen of recente nieuwbouwwijken waarbij de woningen reeds zijn voorzien van goede isolatie en een lage temperatuur afgiftesysteem zoals vloerverwarming. Met name in de situatie waarin geen gasaansluiting en/of warmtenet wordt gefaciliteerd, is de kans op veelvuldig gebruik van individuele gesloten bodemenergiesystemen groot. Het aanwijzen van een interferentiegebied is hierbij noodzakelijk om het risico op onderlinge negatieve interferentie tussen gesloten systemen te voorkomen. Door voor het interferentiegebied bijbehorende ordeningsregels vast te stellen, is het voor ontwikkelaars en initiatiefnemers in het gebied duidelijk onder welke voorwaarden zij hun gesloten bodemenergiesysteem kunnen realiseren. Door het naleven van de ordeningsregels is men op lange termijn verzekerd van voldoende warmte- en koudelevering vanuit de ondergrond.

Het aanwijzen van een interferentiegebied is ook te overwegen in gebieden waar met name open bodemenergiesystemen verwacht worden. Een gesloten bodemenergiesysteem kan in deze gebieden de toepassing van open bodemenergiesystemen belemmeren. Door deze gebieden aan te wijzen als interferentiegebied (met ordeningsregels) kan de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen gereguleerd worden.

6.1.3 Regulering bodemenergie en de Omgevingswet

Per 1 januari 2024 treedt de Omgevingswet in werking. Met het ingaan van de Omgevingswet verdwijnt de grondslag om interferentiegebieden aan te wijzen. Onder de Omgevingswet stelt de gemeente haar beleid vast in de omgevingsvisie. De provincie wordt hierbij betrokken omdat de provincie de vergunning voor open bodemenergiesystemen afgeeft. De regels die bij de omgevingsvisie kunnen horen, worden vastgesteld in het omgevingsplan. In het omgevingsplan kunnen algemene regels vastgelegd worden die voor de gehele gemeente gelden. Maar de gemeente kan ook aan bepaalde regels werkingsgebieden verbinden. Op deze manier kan een bodemenergieplan met regels

verankerd worden. De bestaande bodemenergieplannen kunnen zo ook in het omgevingsplan opgenomen worden. Wanneer de Omgevingswet is ingegaan en nog geen omgevingsplan is opgesteld blijft de verordening interferentiegebieden (tijdelijk) als zelfstandige verordening bestaan. In Bijlage 3 wordt verder ingegaan op de impact van de Omgevingswet.

6.1.4 Overige stimuleringsmogelijkheden

Een bodemenergieplan en interferentiegebied zijn directe reguleringsmaatregelen voor bodemenergie. Daarnaast zijn er ook indirecte mogelijkheden voor de gemeente om te reguleren.

Uitgifte grond

Bij de uitgifte van grond kan de gemeente voorwaarden opnemen in bijvoorbeeld een erfpachtovereenkomst. Hierin kan opgenomen worden op welke wijze bodemenergie toegepast kan en mag worden. Deze regulering heeft daarmee alleen betrekking op gronden die nu in eigendom van de gemeente zijn en regelt daarmee niet de regulering van de overige gronden.

Gebruik gemeentegrond

De gemeente heeft zeggenschap over het gebruik van de gemeentegrond. Hierin kan zij sturen, door beleid op te stellen ten aanzien van dit gebruik. Daarbij kunnen regels gesteld worden aan waarvoor de openbare ruimte wel of niet gebruikt kan worden. Dit kan in een verordening met het bodemenergieplan als onderbouwing. Hierin kan zij bijvoorbeeld het gebruik van de openbare ruimte voor de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen verbieden om ruimte te geven aan de eigen infrastructuur en bronnen en/of leidingwerk voor open bodemenergiesystemen. Hiermee kan echter niet gereguleerd worden op welke wijze initiatiefnemers bodemenergie toepassen op hun eigen grond.

Informatieontsluiting en bodemenergiecoach

Naast het ontsluiten van informatie via een gemeentelijke visie bodemenergie of bodemenergieplannen op buurt-/wijkniveau zijn er ook nog manieren denkbaar om informatie te delen. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan het ontsluiten van informatie op de gemeentelijke website, informatieloket of de inzet van een bodemenergiecoach. De rol van de bodemenergiecoach richt zich op de begeleiding van de gemeente(n) en initiatiefnemers bij de stimulering van bodemenergieprojecten richting concrete realisatie.

Bijlage 1 Realisatie en afwerking

De realisatie van een open of een gesloten bodemenergiesysteem bestaat grofweg uit de volgende onderdelen:

- Boring
- Inbouwen boorgat
- Aanvullen boorgat
- Aanleg kabel-/leidingwerk
- Afwerking

Afhankelijk van het type systeem worden verschillende boortechnieken gebruikt en gelden andere regels voor het inbouwen en aanvullen van het boorgat. Hieronder wordt het proces voor open en gesloten bodemenergiesystemen verder toegelicht.

OPEN BODEMENERGIESYSTEMEN

Boring

Voor open bodemenergiesystemen wordt de zuigboortechniek toegepast voor de realisatie van het boorgat. Met deze boortechniek kan nauwkeurig vastgesteld worden op welke diepte zand- en kleilagen voorkomen, zodat de filterstelling hierop afgestemd kan worden. De diameter van de boring bedraagt vaak 400 tot 800 mm.



Figuur 6.1 | Voorbeeld booropstelling t.b.v. een open bodemenergiesysteem.

Inbouwen bronfilters

In het geboorde gat wordt een buis met filterspletten ingebouwd op de diepte waarop het grondwater wordt onttrokken/geïnfiltreerd. De filterbuis wordt tot bovenaan het boorgat verlengd met de stijgbuis, welke niet geperforeerd is. Ondiep neemt de diameter van de stijgbuis toe, zodat hierin ruimte ontstaat voor de pomp, injectieventielen, injectieleidingen en sensoren.



Figuur 6.2 | Inbouwen boorgat open bodemenergiesysteem.

Aanvullen boorgat

Een boorgat voor een open bodemenergiesysteem wordt in de ruimte tussen de filter-/stijgbuis en de boorgatwand laagsgewijs aangevuld. Ter hoogte van het bronfilter wordt het gat aangevuld met filterzand, omdat dit deel goed doorlatend moet zijn. Ter hoogte van bestaande kleilagen moet het boorgat aangevuld worden met zwelklei, zodat de scheidende werking van de kleilagen intact blijft.

Schoonpompen/ontwikkelen bron

Na realisatie wordt de bron schoon gepompt en ontwikkeld. Op de boorgatwand zijn mogelijk boorspoelingsresten achtergebleven welke verwijderd moeten worden voor de inwerkingtreiding van het systeem.

Aanleg kabel-/leidingwerk

Door middel van kabels en leidingen worden de bronnen van een open bodemenergiesysteem verbonden met het betreffende gebouw. De gronddekking van transportleidingen bedraagt minimaal 0,8 m (vorstvrij). Bekabeling ligt op minimaal 0,6 m diepte.

Afwerking

De bronnen van een open bodemenergiesysteem worden afgewerkt met een putbehuizing. De putbehuizing is bedoeld om de bronnen, het leidingwerk en de appendages te beschermen tegen invloeden van buitenaf (vorst, vocht en zware belastingen). Bronnen kunnen bovengronds, half-bovengronds of

ondergronds afgewerkt worden. Figuur 6.3 toont twee voorbeelden van verschillende putbehuizingen.



Figuur 6.3 | Voorbeelden van een halfbovengrondse (l) en een ondergrondse (r) putbehuizing.

Levensduur, beheer en onderhoud

Een open bodemenergiesysteem wordt ontworpen op een levensduur van 25-30 jaar, waarna de bron afgeschreven is. In de praktijk verschilt de levensduur behoorlijk, meestal door onvoorziene invloed van buitenaf (bijvoorbeeld bij bronverstopping). De bodem zelf blijft energetisch in balans (wanneer een warmte- of koudeoverschot op voorhand is uitgesloten) gedurende de levensduur van het bodemenergiesysteem.

Het beheer en onderhoud van een bodemenergiesysteem is erop gericht om het systeem langdurig te laten functioneren. Het beheer en onderhoud wordt uitgevoerd op basis van een Beheer- en onderhoudsplan. De eerste onderhoudsperiode omvat twee jaar, waarbij het van belang is dat de partijen die betrokken zijn bij de aanleg van de installatie ook betrokken zijn bij het beheer en onderhoud. Het onderhoud omvat inspecties en metingen, preventieve en correctieve onderhoudswerkzaamheden, inclusief rapportages en het actueel houden van revisiedocumenten. Het beheer omvat het periodiek evalueren van het functioneren van het systeem en het adviseren over de staat van de installatie en over mogelijkheden voor optimalisatie.

Een erkend bedrijf is verantwoordelijk voor de goede werking van het ondergronds deel van het bodemenergiesysteem. Het gaat daarbij om het onderhoud van het ondergronds systeem en een aantal specifieke beheerstaken voor het ondergronds deel, bijvoorbeeld de eisen aan bronregeneratie en de controle op een goed technisch functioneren van componenten van het ondergronds deel.

Ontmanteling

Het buiten gebruik stellen van een bodemenergiesysteem wordt ten minste vier werken van tevoren bij het bevoegd gezag gemeld. Daarbij wordt aangegeven wie deze werkzaamheden gaat uitvoeren, zodat het bevoegd gezag kan controleren of dat bedrijf erkend is voor die werkzaamheden.

Als een bodemenergiesysteem niet meer in werking is, moet het zo spoedig mogelijk op zo'n manier buiten gebruik worden gesteld dat het geen risico voor de bodem oplevert. Om beschadiging van waterscheidende bodemlagen te voorkomen, mag het ondergrondse deel van een bodemenergiesysteem dat lager ligt dan tien meter onder het maaiveld na beëindiging van het gebruik niet worden verwijderd. De buizen moeten zodanig met een waterondoorlatend materiaal worden

gevuld dat de werking van de afsluitende lagen zoveel mogelijk wordt hersteld. Hoe dit moet gebeuren is aangegeven in BRL 2100 voor mechanisch boren. In dit normdocument staat ook met welk materiaal de doorboring na de buitengebruikstelling moet worden afgewerkt. Hiervoor kunnen ook andere materialen dan klei worden gebruikt.

GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEMEN

Boring

Voor gesloten bodemenergiesystemen is de exacte bodemopbouw van ondergeschikt belang. Daarom wordt hiervoor vaak de spoelboortechniek toegepast. Deze techniek is goedkoper dan de zuigboortechniek die bij open bodemenergiesystemen wordt toegepast. De diameter van de boring bedraagt vaak 130 tot 170 mm.

Inbouwen bodemlussen

In het geboorde gat wordt de bodemlus ingebouwd. De bodemlus bestaat meestal uit een U lus, gemaakt van HPE leidingmateriaal. De lussen worden meestal op rol aangevoerd (zie Figuur 6.4).



Figuur 6.4 | Bodemlus op rol.

Aanvullen boorgat

Een boorgat voor een gesloten bodemenergiesysteem wordt in de ruimte tussen de bodemlus en de boorgatwand aangevuld. Hierbij kan gekozen worden voor een laagsgewijze aanvulling. Echter, vaak wordt het boorgat volledig aangevuld met afdichtend materiaal.

Spoelen en vullen bodemlus

De bodemlussen zijn bij het inbrengen in de bodem gevuld met schoon water. Na realisatie worden de lussen schoon gespoeld en worden deze gevuld met leidingwater of een antivriescemsel.

Aanleg kabel-/leidingwerk

Door middel van leidingen worden de bodemlussen van een gesloten bodemenergiesysteem verbonden met het betreffende gebouw. De gronddekking van transportleidingen bedraagt minimaal 0,8 m (vorstvrij). Bekabeling ligt op minimaal 0,6 m diepte. Bij een veld met meerdere bodemlussen moet

ervoor gezorgd worden dat de weerstand in alle leidingen gelijk is, zodat het debiet eerlijk verdeeld is over alle lussen.

Afwerking

Bodemlussen worden meestal ondergronds afgewerkt en aangesloten aan het leidingwerk, waardoor hier bovengronds geen afwerking van te zien is.

Levensduur, beheer en onderhoud

Een gesloten bodemenergiesysteem wordt ontworpen op een levensduur van 25-30 jaar, waarna de lus afgeschreven is. In de praktijk kunnen deze systemen ouder worden en goed blijven functioneren. Dit langer functioneren is mogelijk omdat de bodem al na 25 jaar energetisch in balans is, vanaf dat moment wordt er net zoveel energie onttrokken als aangevoerd.

Het beheer en onderhoud van een bodemenergiesysteem is erop gericht om het systeem langdurig te laten functioneren. Het beheer en onderhoud wordt uitgevoerd op basis van een Beheer- en onderhoudsplan. De eerste onderhoudsperiode omvat twee jaar, waarbij het van belang is dat de partijen die betrokken zijn bij de aanleg van de installatie ook betrokken zijn bij het beheer en onderhoud. Het onderhoud omvat inspecties en metingen, preventieve en correctieve onderhoudswerkzaamheden, inclusief rapportages en het actueel houden van revisiedocumenten. Het beheer omvat het periodiek evalueren van het functioneren van het systeem en het adviseren over de staat van de installatie en over mogelijkheden voor optimalisatie.

Een erkend bedrijf is verantwoordelijk voor de goede werking van het ondergronds deel van het bodemenergiesysteem. Het gaat daarbij om het onderhoud van het ondergronds systeem en een aantal specifieke beheerstaken voor het ondergronds deel, bijvoorbeeld de eisen aan bronregeneratie en de controle op een goed technisch functioneren van componenten van het ondergronds deel.

Ontmanteling

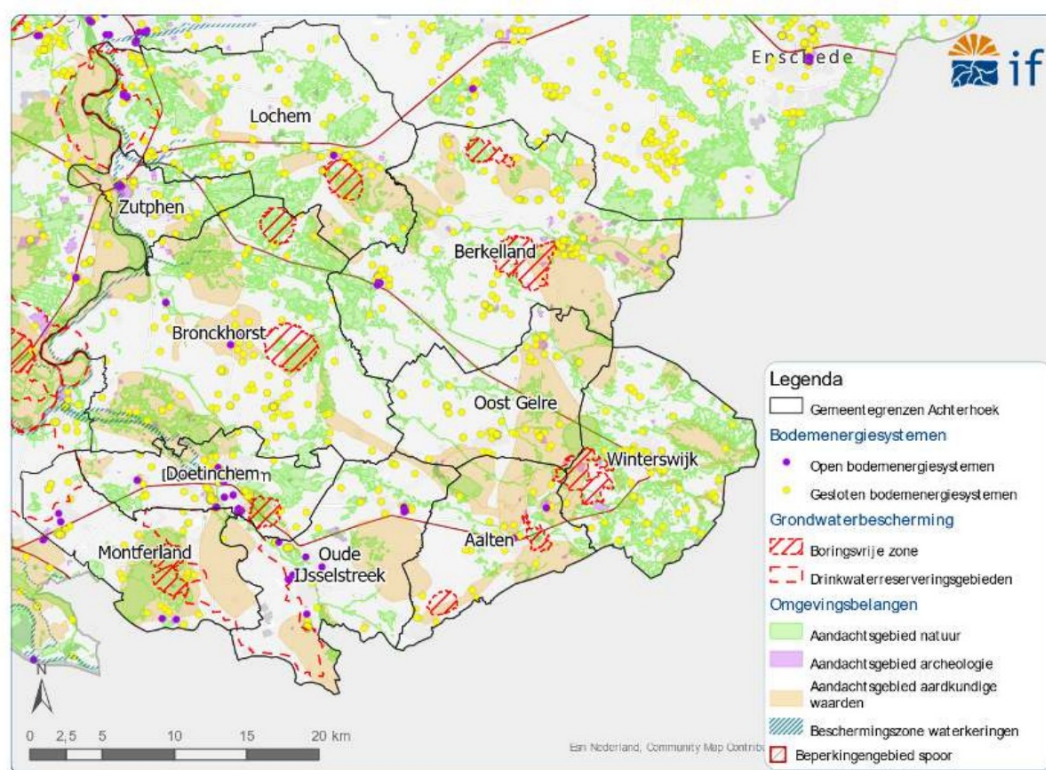
Het buiten gebruik stellen van een gesloten bodemenergiesysteem wordt ten minste vier werken van tevoren bij het bevoegd gezag gemeld. Daarbij wordt aangegeven wie deze werkzaamheden gaat uitvoeren, zodat het bevoegd gezag kan controleren of dat bedrijf erkend is voor die werkzaamheden.

Als een gesloten bodemenergiesysteem niet meer in werking is, moet het zo spoedig mogelijk op zo'n manier buiten gebruik worden gesteld dat het geen risico voor de bodem oplevert én de circulatievloeistof moet worden verwijderd. Om beschadiging van waterscheidende bodemlagen te voorkomen, mag het ondergrondse deel van een bodemenergiesysteem dat lager ligt dan tien meter onder het maaiveld na beëindiging van het gebruik niet worden verwijderd. De buizen moeten zodanig met een waterdoorlatend materiaal worden gevuld dat de werking van de afsluitende lagen zoveel mogelijk wordt hersteld. Hoe dit moet gebeuren is aangegeven in BRL 2100 voor mechanisch boren. In dit normdocument staat ook met welk materiaal de doorboring na de buitengebruikstelling moet worden afgewerkt. Hiervoor kunnen ook andere materialen dan klei worden gebruikt.

Bijlage 2 Omgevingsbelangen

AANWEZIGE EN TOEKOMSTIGE BELANGEN

Bij de toepassing van bodemenergie dient rekening gehouden te worden met reeds aanwezige en (bekende) toekomstige belangen. Belanghebbenden mogen namelijk geen ontoelaatbare negatieve invloed ondervinden van de (beoogde) bodemenergiesystemen. Het risico op negatieve interferentie wordt bepaald door de grootte en configuratie van de beoogde systemen, de bodemopbouw en de afstand (zowel verticaal als horizontaal) tot de aanwezige belangen. Figuur 6.5 geeft een overzicht van de omgevingsbelangen in de Achterhoek op basis van openbare informatiebronnen (o.a. de WKO-tool).



Figuur 6.5 | Overzicht omgevingsbelangen in de Achterhoek.

Boringsvrije zones

Binnen de Achterhoek liggen diverse boringsvrije zones rond de waterwingebieden. Binnen deze zones zijn open en gesloten bodemenergiesystemen niet toegestaan.

Drinkwaterreserveringsgebieden

Aan de zuidwestkant van de Achterhoek zijn enkele drinkwaterreserveringsgebieden aanwezig. Drinkwaterreserveringsgebieden zijn aangewezen ter bescherming van toekomstige drinkwatervoorraden. Binnen deze zones zijn open en gesloten bodemenergiesystemen niet toegestaan.

Bodemenergiesystemen

Binnen de Achterhoek zijn meerdere open en gesloten bodemenergiesystemen aanwezig. Bij de inpassing van nieuwe bodemenergiesystemen moet hiermee rekening gehouden worden, zodat interferentie tussen systemen wordt geminimaliseerd.

Grondwateronttrekkingen

Binnen de Achterhoek zijn meerdere grondwateronttrekkingen aanwezig. Het betreffen onttrekkingen ten behoeve van met name beregening, brandputten en bemalingen. Bij de inpassing van nieuwe bodemenergiesystemen moet hiermee rekening gehouden worden, zodat de onttrekkingen niet negatief worden beïnvloed. Hiervoor moet nagegaan worden om welk type onttrekking het gaat.

Overige aandachtsgebieden

Binnen de Achterhoek zijn aandachtsgebieden voor natuur, archeologie en aardkundige waarden aanwezig. Binnen deze gebieden is bodemenergie alleen toegestaan als het systeem geen negatieve invloed heeft op de betreffende waarde.

Overige omgevingsbelangen

Naast bovengenoemde belangen en aandachtsgebieden kunnen nog meer omgevingsbelangen aanwezig zijn zoals bijvoorbeeld verontreinigingen, waterkeringen, spoor, overige infrastructuur en kabels en leidingen. Deze kunnen van invloed zijn op de haalbaarheid en de inpassing van bodemenergie op een locatie.

Bijlage 3 Juridisch kader nu en toekomstig onder de Om- gevingswet

Datum 12 januari 2024
Referentie PR09831/BR/20240112
Betreft Bijlage 3: Notitie OBES/GBES - Juridisch kader nu en toekomstig onder de Omgevingswet
Projectleider [REDACTED]
Auteur [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED]

Open en gesloten bodemenergiesystemen

Juridisch kader nu en toekomstig onder de Omgevingswet

INLEIDING

IF Technology is door deelnemende Gemeenten en Omgevingsdienst Achterhoek gevraagd een advies te schrijven over open en gesloten bodemenergiesystemen in de regio Achterhoek. Met behulp van deze twee vormen van bodemenergie bestaat er een duurzame manier om zowel woningen als utiliteitsbouw te voorzien van warmte en koude. In deze notitie zal een vergelijking worden gemaakt tussen open en gesloten bodemenergiesystemen en bijbehorende juridische kaders, zowel nu als in de toekomst.

Allereerst wordt ingegaan op open bodemenergiesystemen. Hoe werkt een open bodemenergiesysteem en welke juridische kaders gelden er op dit moment (1)? Vervolgens komt het gesloten bodemenergiesysteem aan bod. Wat kenmerkt dit systeem en hoe zit het huidige juridische kader voor gesloten systemen in elkaar (2)?

Na een uiteenzetting van de werking en juridische kaders voor zowel open als gesloten bodemenergiesystemen, komen de veranderingen per 1 januari 2024 aan bod. Op die datum doet de Omgevingswet namelijk zijn intrede. Welke impact heeft dit voor bevoegde gezagen, zowel bij open als gesloten bodemenergiesystemen (3)?

Tot slot vindt er een afsluiting plaats, waarbij ook enkele aanbevelingen worden gedaan (4).

1 HET OPEN BODEMENERGIESYSTEEM

1.1 Werking van open bodemenergiesystemen

Het open bodemenergiesystemen (ook genoemd: warmte-/koudeopslag (WKO)) is een systeem waarbij gebruik wordt gemaakt van de temperatuur die aanwezig is in de bodem en het grondwater. Het grondwater bevindt zich in een watervoerend pakket tot circa 250 meter diepte. Een watervoerend pakket is een vaak zandige bodemlaag die water doorvoert en aan de boven- en onderzijde begrensd wordt door een niet-doorlaatbare scheidende laag of vrije waterspiegel. In Nederland zijn het met name kleilagen die als scheidende laag dienen.

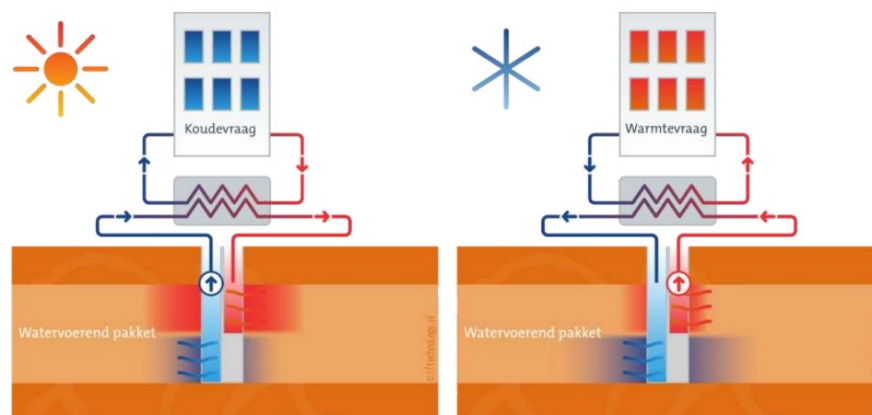
Door een bron te boren en ter hoogte van een watervoerend pakket filters te plaatsen, kan grondwater onttrokken en weer geïnfiltrerd worden in de bodem. Het onttrekken en infiltreren van grondwater gebeurt door middel van de bronpompen waarna de warmte of koude van het grondwater met het gebouw wordt uitgewisseld via een warmtewisselaar en warmtepomp die zich in een energiecentrale bevinden.

Op deze manier kan in de zomer warmte opgeslagen worden in een 'warme' bron. In de winter kan deze warmte weer gebruikt worden voor de verwarming van gebouwen. Het warme water wordt afgegeven aan het gebouw en koelt hierdoor af. Dit afgekoelde water wordt vervolgens in een 'koude' bron opgeslagen, waarna het in de zomer gebruikt kan worden voor de koeling van gebouwen. Een open systeem is met name rendabel bij grotere ontwikkelingen: vanaf circa 50 woningen, kantoren, bedrijven en andere utiliteitsgebouwen.

1.2 Typen open bodemenergiesystemen

De monobron

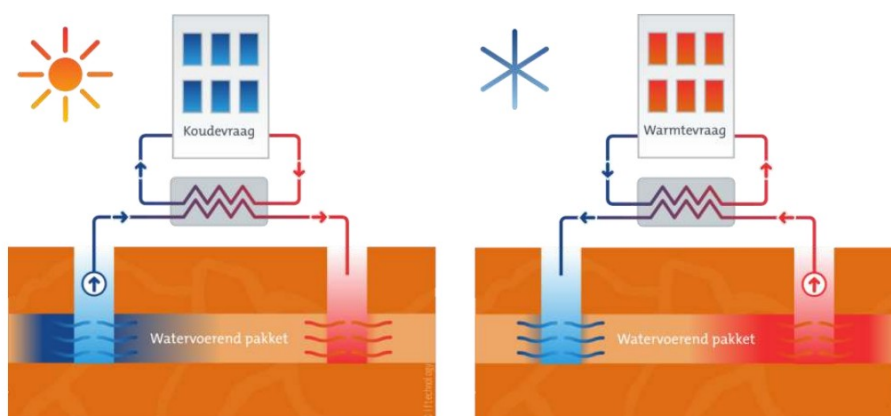
Een monobron bestaat uit slechts één bron waarin twee filters worden geplaatst. De warme en de koude bron bevinden zich hierdoor boven elkaar. Vooral op locaties met weinig ruimte kan dit een voordeel zijn. Een aandachtspunt hierbij is de bodemopbouw en de grondwaterkwaliteit die geschikt moeten zijn voor dit type systeem.



Figuur 1 | Principe van energieopslag met een monobron in de zomer- en wintersituatie

Het doublet

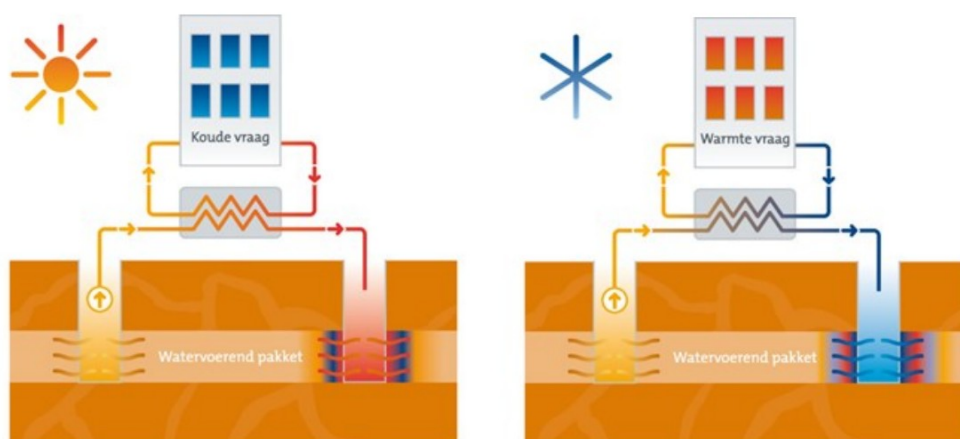
Voor een doublet zijn minimaal twee bronnen benodigd, waarvan er één functioneert als de warme bron en de ander als de koude bron. De bronnen worden op voldoende afstand van elkaar geplaatst om grote hoeveelheden grondwater te kunnen verpompen en zo de energie af te geven. Voordelen van een doublet zijn dat grote capaciteiten behaald kunnen worden en de grondwaterkwaliteit ter plaatse van de filters gelijk is.



Figuur 2 | Principe van energieopslag met een doublet in zomer- en wintersituatie

Het recirculatiesysteem

Een recirculatiesysteem bestaat eveneens uit twee bronnen. Hierbij wordt uit één bron grondwater onttrokken met de natuurlijke grondwatertemperatuur en in de andere bron wordt dit water weer geretourneerd. Doordat er geen warmte wordt opgeslagen en er alleen water met een temperatuur van ca. 11 °C wordt onttrokken, is het rendement van deze systemen lager dan bij een doublet of monobron.



Figuur 3 | Principe van een recirculatiesysteem in de zomer- en wintersituatie

1.3 Huidig juridisch kader voor open bodemenergiesystemen

Algemeen

Het wettelijk kader voor open bodemenergiesystemen ziet er als volgt uit:

Waterwet = formele wet, die bepaalt dat voor een handeling in een watersysteem ten behoeve van een bodemenergiesysteem een vergunning benodigd is.

Waterbesluit = materiële wetgeving, een besluit dat aangeeft in welke specifieke gevallen een vergunning benodigd is en wat de algemene voorschriften zijn met betrekking tot de vergunning voor een open bodemenergiesysteem.

Waterregeling = materiële regeling, een ministeriële regeling, waarin staat hoe een vergunning moet worden aangevraagd en welke informatie hiervoor nodig is.

Op grond van art. 6.4, eerste lid, onder b van de Waterwet is voor open bodemenergiesystemen een watervergunning vereist. Dit omdat bij een open bodemenergiesysteem grondwater onttrokken en geïnfilteerd wordt in de bodem. De provincie is hiervoor het aangewezen bevoegd gezag. Uitgangspunt is dat altijd een waterwetvergunning vereist is, tenzij een provinciale verordening bepaalt dat afhankelijk van de grootte/capaciteit van een systeem (<10 m³/uur) deze alleen gemeld hoeft te worden bij de betreffende provincie. Dit kan voor zowel een monobron, doublet als recirculatiesysteem het geval kan zijn.

In de huidige situatie waarin de vraag naar (grond)water en duurzaam opgewekte energie steeds groter wordt, staat het doelmatig gebruik van grondwater en bodembescherming centraal bij de vergunbaarheid van open bodemenergiesystemen. Wanneer een vergunningsaanvraag wordt gedaan voor een open bodemenergiesysteem, dient er bij de beoordeling hiervan door het bevoegd gezag rekening te worden gehouden met een aantal toetsingskaders:

- bescherming van grondwater;
- doelmatig gebruik van grondwater;
- horizontale of verticale verspreiding van verontreinigingen;
- onttrekking van grondwater en de gedoogplicht.

Specifiek beleid van provincies

Bij de beoordeling van een vergunning op grond van de Waterwet, worden o.a. de milieu(technische) gevolgen van het betreffende open bodemenergiesysteem onderzocht en waar mogelijk beperkt of voorkomen. Via instructieregels kunnen provincies specifieke (maatwerk)voorschriften aan de vergunning verbinden die regels stellen over bijvoorbeeld de energiebalans van het systeem en de retourtemperatuur. Hierdoor worden bepaalde (nadelige) gevolgen zoveel mogelijk beperkt of voorkomen. De vergunning vormt hiermee een belangrijk stuur- en controlemechanisme voor een provincie voor de borging van kwaliteit van het grondwater en de bodem.

Ook kan een provincie sturen door middel van een Provinciale milieuverordening (PMV). Daarin kunnen gebieden worden aangewezen waar bodemenergiesystemen niet zijn toegestaan of uitsluitend met provinciale ontheffing.

Procedure vergunningaanvraag

Voor een vergunningaanvraag Waterwet is het uitgangspunt dat de provincie de reguliere voorbereidingsprocedure van afdeling 4.1.2 Algemene wet bestuursrecht volgt. Dit staat in artikel 6.1c van het Waterbesluit. De beslistermijn bij deze procedure bedraagt ca. 8 weken. Na publicatie van het besluit kunnen belanghebbenden bezwaar maken. In de reguliere procedure is er dus geen gelegenheid tot inspraak op het ontwerpbesluit. Wél kan achteraf tegen het besluit bezwaar worden gemaakt bij de provincie. Na de bezwaarprocedure is er beroep mogelijk bij de

bestuursrechter (in eerste aanleg) en vervolgens hoger beroep bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State.

In uitzonderlijke gevallen kan de provincie ambtshalve besluiten om in plaats van de reguliere voorbereidingsprocedure gebruik te maken van de uniforme openbare voorbereidingsprocedure (afdeling 3.4 Algemene wet bestuursrecht en 13.2 van de Wet milieubeheer). De doorlooptijd van deze procedure is langer, namelijk ca. 6 maanden. Een provincie kan ervoor kiezen de uniforme openbare voorbereidingsprocedure te volgen wanneer sprake is van:

- een besluit waarvoor een m.e.r.-beoordeling moet worden gemaakt;
- betrokkenheid van veel (mogelijk onbekende) belanghebbenden;
- betrokkenheid van grote belangen;
- een beslissing met een zwaar beleidsmatig karakter.

Schematisch gezien zien de procedure-stappen en doorlooptijden bij de reguliere en uniforme openbare voorbereidingsprocedure er als volgt uit:

Procedur stap	Maximale wettelijke termijn	Geregeld in afdeling/artikel van de Awb
Aanvraag om beschikking		Afdeling 4.1.1
Vorbereiding van een beschikking		Afdeling 4.1.2
Beslistermijn	8 weken na ontvangst van aanvraag	art. 4:13
Mogelijkheid van verlenging	Zo kort mogelijke, redelijke termijn	art. 4:14
Bekendmaking		
Bezwaarmogelijkheid	6 weken	art. 6:7
Beslissen op bezwaar	6 weken	art. 7:10
Mogelijkheid van verdaging	4 weken	art. 7:10
Beroepsmogelijkheid bij de Rechtbank	6 weken voor het instellen	art. 6:7; art. 8:1
Beroepsmogelijkheid bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State	6 weken	art. 6:7 art. 47 Wet op de Raad van State

Figuur 4 | Reguliere voorbereidingsprocedure

Procedur stap	Maximale wettelijke termijn	Geregeld in afdeling/artikel van de Awb
Terinzagelegging ontwerp-besluit en gelegenheid tot naar voren brengen van zienswijze of advies	6 weken na terinzagelegging van het ontwerp	art. 3:16
Termijn voor nemen van besluit	6 maanden na de ontvangst van de aanvraag	art. 3:18
Mogelijkheid van verlenging	redelijke termijn	art. 3:18
Beroepsmogelijkheid bij de Rechtbank	pm	pm
Beroepsmogelijkheid bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State.	6 weken	art. 6:7 en Art. 47 Wet op de Raad van State
Beslissing op beroep	12 maanden na afloop van de beroepstermijn	art. 20.1 Wm

Figuur 5 | Uniforme openbare voorbereidingsprocedure

Milieueffectrapportage (hoofdstuk 7 Wet milieubeheer en Besluit milieueffectrapportage)

Met een Milieueffectrapportage (hierna: m.e.r.) kan het bevoegd gezag toetsen of bij een voorgenomen activiteit (waaronder bodemenergie) mogelijke belangrijke nadelige milieugevolgen kunnen optreden. De m.e.r. geldt dus ook voor open systemen. Voorafgaand aan de verlening van een vergunning Waterwet moet dan beoordeeld worden of er een m.e.r. moet worden gemaakt. Achtergrond hiervan is de Wet milieubeheer.

Er dient onderscheid te worden gemaakt tussen de vormvrije m.e.r.-beoordeling en de (verplichte) m.e.r. beoordeling. Het (verplichte) m.e.r.-beoordelingsbesluit moet voorafgaand aan de aanvraag van een besluit (de waterwetvergunning) worden ingediend. Dit geldt alleen voor open bodemenergiesystemen met een waterverplaatsing van meer dan 1.500.000 m³/jaar. Voor open systemen met een lagere waterverplaatsing volstaat de zogenaamde vormvrije m.e.r.-beoordeling, die via een korte notitie bij de vergunningaanvraag Waterwet wordt aangemeld. Bij het indienen van de vergunningaanvraag Waterwet hoeft in dat geval geen m.e.r.-beoordeling te worden uitgevoerd vóór de aanvraag van het besluit. De vormvrije m.e.r.-beoordeling kan dus tegelijk met de aanvraag van het besluit (de waterwetvergunning) voor het open systeem worden aangemeld en gelijktijdig door het bevoegde gezag worden behandeld.

Lozen

Bij de aanleg van open bodemenergiesystemen worden gaten in de bodem geboord, waarbij veel afvalwater ontstaat. Deze gaten worden afgewerkt als bronnen. Om goed werkende bronnen te realiseren moeten ze schoongemaakt (ontwikkeld) worden. Hierbij wordt grondwater onttrokken en moet dit water ook geloosd worden. Bij open bodemenergiesystemen moeten de bronnen regelmatig gespoeld worden om het systeem werkend te houden. Ook hierbij ontstaan grote hoeveelheden afvalwater. In het Besluit lozen buiten inrichtingen en het Activiteitenbesluit milieubeheer (voor inrichtingen) staan algemene regels voor lozingen. De algemene voorschriften luiden:

- Het lozen van spoelwater als gevolg van het boren ten behoeve van een gesloten bodemenergiesysteem of een open bodemenergiesysteem op de bodem is toegestaan;
- Het lozen van spoelwater als gevolg van het ontwikkelen en het onderhoud van een open bodemenergiesysteem in een voorziening voor de inzameling en het transport van afvalwater, niet zijnde een vuilwaterriool, is toegestaan;
- Het lozen van spoelwater als gevolg van het ontwikkelen en het onderhoud van een open bodemenergiesysteem vindt slechts dan in een vuilwaterriool plaats, indien lozen als bedoeld onder de tweede bullet hierboven redelijkerwijs niet mogelijk is.

Bij open bodemenergiesystemen vormt het vele spoelwater om het systeem deeltjesvrij te houden het grootste probleem. Bij de aanleg van een open bodemenergiesysteem verdient het dan ook praktische aanbeveling voor provincies en gemeenten om al bij de aanvraag voor de vergunning Waterwet rekening te houden met de aanvraag voor lozen van spoelwater in oppervlaktewater en/of bodem. Zo kan de op voorhand bekende lozing worden meegenomen in de vergunning Waterwet voor de onttrekking. Hiervoor geldt de reguliere procedure van de Algemene wet bestuursrecht, die een korte doorlooptijd heeft.

Lozen in rioelstelsels is in principe toegestaan op grond van het Activiteitenbesluit of het Besluit lozen buiten inrichtingen, maar is in het algemeen niet wenselijk en mag alleen plaatsvinden als andere routes nog minder geschikt zijn. Tot die conclusie kan uitsluitend worden gekomen in

afstemming met de gemeente als beheerder van het rioolstelsel en als bevoegd gezag voor de lozingen daarin. Ondanks het feit dat deze lozingen zijn toegestaan op grond van het Activiteitenbesluit en het Besluit lozen buiten inrichtingen heeft de gemeente de bevoegdheid zo'n lozing acuut te stoppen als de doelmatige werking van het riolerings- of de zuivering wordt belemmerd. In praktische zin kan dat bijvoorbeeld het geval zijn bij een overbelasting van het rioolstelsel.

Voor lozingen (van o.a. spoelwater) kunnen gemeenten ook maatwerkvoorschriften stellen. De voorkeursvolgorde voor het afvoeren van water staat beschreven in de Handreiking lozingen.¹ In de aanvraag van de vergunning Waterwet wordt soms opgenomen hoe het spoelwater voor het onderhoud van een open bodemenergiesysteem geloosd wordt. Vaker is dit nog niet bekend doordat de aanvraag Waterwet ruim voordat de daadwerkelijke realisatie gepland is al gedaan moet worden.

Registratie

Provincies hebben in het kader van de Wet basisregistratie ondergrond (BRO) de plicht om de gegevens van een open bodemenergiesysteem aan te leveren via het Landelijk Grondwater Register.² De provincies worden geregistreerd als zogenaamde 'bronhouders' van deze gegevens. Omdat alleen bronhouders verplicht zijn tot registratie, kunnen particulieren en bedrijven (de feitelijk de eigenaren van open bodemenergiesystemen zijn) niet verplicht worden tot registratie. Het doel van de registratie is het inzichtelijk maken van het gebruik van de ondergrond, met betrekking tot onder andere bodemenergiesystemen, grondbemalingen, etc.

¹ https://bodemenergie.nl/wp-content/uploads/2020/12/handreiking_lozingen_bij_aanleg_en_onderhoud_van_bodemenergiesystemen_2013.pdf

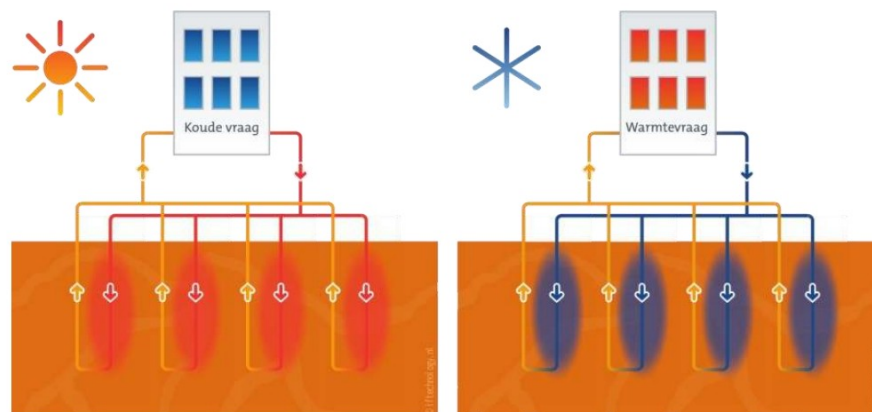
² <https://basisregistratieondergrond.nl/inhoud-bro/registratieobjecten/grondwatergebruik/documentatie/bodemenergiesystemen-bro/>

2 HET GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEEM

2.1 Werking van gesloten bodemenergiesystemen

Bij gesloten bodemenergiesystemen wordt geen grondwater gebruikt of verplaatst. Dat is het kernonderscheid met de werking van open bodemenergiesystemen. Door de buizen in het gesloten systeem wordt een vloeistof geleid die bestaat uit water, die soms gemengd is met een afbreekbaar antivriesmiddel om bevriezing te voorkomen. De warmte en koude uitwisseling met het grondwater vindt plaats via het contact met de wand van het buizenstelsel met de bodem.

Is de vloeistof kouder dan de bodem dan neemt het warmte op. Is de bodem kouder dan koelt de vloeistof af. Bij een gesloten systeem komt de vloeistof dus niet in direct contact met het grondwater.



Figuur 6 | Principe van energieopslag met een gesloten systeem in de zomer- en wintersituatie

2.2 Typen gesloten bodemenergiesystemen

Verticale bodemwarmtewisselaar

De meest toegepaste vorm van gesloten bodemenergie is de verticale bodemwarmtewisselaar, waarbij de bodemlus verticaal in de bodem aangebracht wordt. Een verticaal gesloten bodemenergiesysteem kan bestaan uit een enkele lus voor een individuele woning tot meerdere lussen voor een appartementencomplex of klein kantoorgebouw.

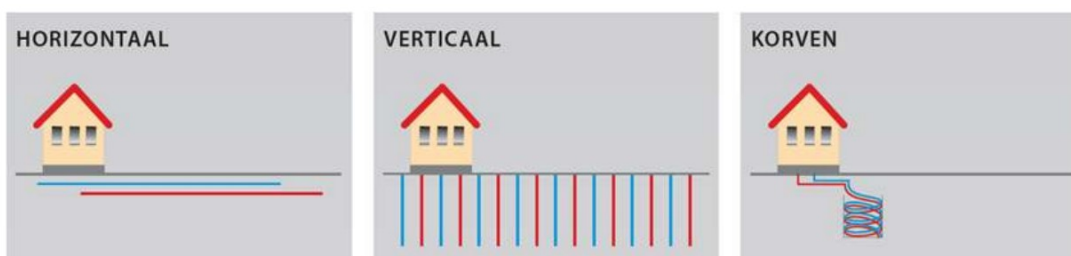
Horizontale bodemwarmtewisselaar

Een horizontale bodemwarmtewisselaar wordt juist op geringe diepte horizontaal in de bodem aangebracht. Het voordeel hiervan is dat het makkelijk is aan te leggen. Een nadeel is echter dat het een zeer groot oppervlakte nodig heeft en sterker wordt beïnvloed door seizoensinvloeden. Horizontale gesloten bodemenergiesystemen worden vooral toegepast bij veehouderijen voor de verwarming van stallen.

Aardwarmtekorf

De aardwarmtekorf bestaat uit leidingwerk dat in de vorm van een korf in de bodem wordt aangebracht. Voor het aanbrengen van deze aardwarmtekorven wordt een kleine ontgraving

gemaakt. Een nadeel van deze techniek is dat het een beperkte hoeveelheid energie kan leveren, waardoor deze techniek meer geschikt is voor kort-cyclische opslag van warmte en minder geschikt voor langdurig onttrekken van warmte uit de bodem.



Figuur 7 | Verschillende typen gesloten bodemenergiesystemen

2.3 Huidig juridisch kader voor gesloten bodemenergiesystemen

Algemeen

Waar in het verleden niet of nauwelijks regels bestonden voor de aanleg en het gebruik van gesloten bodemenergiesystemen, is per 1 juli 2013 het Wijzigingsbesluit Bodemenergiesystemen in werking getreden.³ In tegenstelling tot bij open bodemenergiesystemen, waar de provincie bevoegd gezag is, is bij gesloten bodemenergiesystemen de gemeente per 1 juli 2013 het bevoegd gezag.

Meldingsplicht

Eigenaren van nieuwe gesloten bodemenergiesystemen zijn sinds 1 juli 2013 verplicht om een melding te doen bij de gemeente. Voor eigenaren van reeds bestaande systemen geldt dat zij vrijwillig het gesloten bodemenergiesysteem bij de gemeente kunnen melden. Het verschil tussen een melding en een vergunning is bestuursrechtelijk gezien van groot belang. Een melding is namelijk geen besluit in de zin van de Algemene wet bestuursrecht. Het is 'slechts' een kennisgeving aan het bevoegd gezag. Dit betekent dat tegen de acceptatie van een melding geen rechtsmiddelen openstaan volgens de Algemene wet bestuursrecht.⁴ Het betekent echter ook dat het bevoegde gezag een melding niet kan opschorten, weigeren, of anderszins kan behandelen als een vergunningsprocedure.

Algemene regels

Naast de meldingsplicht gelden er algemene regels voor bodemenergiesystemen die na 1 juli 2013 zijn geïnstalleerd, met als kader doelmatig gebruik van bodemenergie (en voorkoming van negatieve interferentie). Deze regels zijn beschreven in het Activiteitenbesluit milieubeheer voor gesloten bodemenergiesystemen binnen inrichtingen (of die zelfstandig een inrichting zijn) en het Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi) voor gesloten bodemenergiesystemen buiten inrichtingen. Een melding dient ook altijd te voldoen aan alle geldende algemene regelgeving (zoals bijv. de Waterwet, Waterbesluit en Waterregeling).

³ <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-2013-112.html>

⁴ Zie uitspraak ABRVS [redacted], 11 februari 2004, met verwijzing naar uitspraak ABRVS, E03.96.0663, 16-10-1997 (AB 1997,439 en JB, 1997/271).

Ook kan andere regelgeving van toepassing zijn, die bovenop de algemene regels gelden. Zo kan een provinciale Milieuverordening (PMV) een specifiek beschermingsniveau voor grondwater stellen, maar bijvoorbeeld ook regels voor archeologie (bestemmingsplan). Ook kunnen er specifieke regels gelden voor drinkwaterwinning.

Specifiek beleid van gemeenten

Bij gesloten bodemenergiesystemen kunnen naast de algemene regels uit het Activiteitenbesluit milieubeheer en Besluit lozen buiten inrichtingen, ook specifieke regels (beleid) van gemeenten van toepassing zijn. Zo kan in bijzondere situaties (bijv. bij retourtemperatuur en energiebalans) de mogelijkheid bestaan voor gemeenten om maatwerkvoorschriften te stellen. Hiermee kunnen gemeenten dus afwijken van de standaardbepalingen (en bijbehorend beschermingsniveau) van het Activiteitenbesluit milieubeheer en het Besluit lozen buiten inrichtingen om het algemene beschermingsniveau aan te passen aan een specifieke situatie.

De belangrijkste mogelijkheid voor gemeenten om af te wijken van de algemene regels, is het aanwijzen van zogenaamde interferentiegebieden (in een verordening). Hierdoor wordt voor alle gesloten bodemenergiesystemen binnen het interferentiegebied een Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (OBM) verplicht. Om invulling te geven aan de OBM, kan een gemeente beleidsregels stellen waaraan getoetst wordt. In die beleidsregels kan bijvoorbeeld worden aangegeven welke locaties, dieptes of typen gesloten systemen gewenst zijn, gelet op de specifieke omstandigheden in een bepaald gebied. Deze regels kunnen in een bodemenergieplan opgenomen worden.

	Klein gesloten bodemenergiesysteem (< 70 kW)		Groot gesloten bodemenergiesysteem (> 70 kW)	
	binnen inrichting	buiten inrichting	binnen inrichting	buiten inrichting
Buiten interferentiegebied	Activiteitenbesluit	Besluit lozen buiten inrichting	Activiteitenbesluit + OBM	Besluit lozen buiten inrichting + OBM
Binnen interferentiegebied	Activiteitenbesluit + OBM	Besluit lozen buiten inrichting + OBM	Activiteitenbesluit + OBM	Besluit lozen buiten inrichting + OBM
Milieubeschermingsgebied	Provinciale milieuverordening			

Figuur 8 | Schematische weergave toepasselijke wetgeving bij gesloten bodemenergiesystemen

Registratie

Gemeenten hebben vanuit hun bevoegd gezag-rol voor gesloten bodemenergiesystemen de plicht om de gegevens hiervan te registreren in de BRO via het Landelijk Grondwater Register. De Gemeenten worden geregistreerd als zogenaamde ‘bronhouders’ van deze gegevens. Omdat alleen bronhouders verplicht zijn tot registratie, kunnen particulieren en bedrijven (de eigenaren van gesloten bodemenergiesystemen) niet verplicht worden tot registratie. Het doel van de registratie is ook hier weer het inzichtelijk kunnen maken waar zich deze bodemenergiesystemen bevinden.

Lozen

Het afvalwater dat ontstaat bij de aanleg van een gesloten bodemenergiesysteem wordt bij voorkeur geloosd in het vuilwaterriool of op de bodem. Deze lozingen zijn toegestaan op grond van het Activiteitenbesluit als het een inrichting betreft en op grond van het Besluit lozen buiten inrichtingen als het bodemenergiesysteem buiten een inrichting wordt aangelegd. Hierbij dient wel rekening te worden gehouden met de zorgplicht uit art 2.1 Activiteitenbesluit dan wel art. 2.1 Blbi.

Andere lozingsroutes zijn mogelijk maar slechts na een individuele beschikking, watervergunning of maatwerkvoorschrift van het bevoegd gezag. Bij gesloten bodemenergiesystemen ontstaat na aanleg, onder normale omstandigheden, verder geen afvalwater en dus ook geen verdere lozing.

3 JURIDISCH KADER VOOR BODEMENERGIESYSTEMEN ONDER DE OMGEVINGSWET

Algemeen

Met de komst van de Omgevingswet, met beoogde inwerkingtreding op 1 januari 2024, vindt er een algehele stelselherziening plaats van het omgevingsrecht. Het belangrijkste doel is om het omgevingsrecht makkelijker, flexibeler en toegankelijker te maken. De huidige wetgeving is zeer versnipperd en sluit niet of onvoldoende goed aan bij ontwikkelingen in duurzaamheid; zo ook voor bodemenergie.

De Omgevingswet verandert op sommige punten de regels voor open en gesloten bodemenergiesystemen. Er komt een verschuiving naar meer algemene regels. Het Digitaal Stelsel Omgevingsrecht (DSO) wordt een centraal loket waarin alle omgevingsvergunningen en meldingen worden verzameld. Uitgangspunt hierbij is dat gemeenten bevoegd gezag zullen zijn, en soms de provincie (of omgevingsdiensten). Dit komt voort uit het ‘decentraal-tenzij-beginsel’ (artikel 2.3 Besluit Activiteiten Leefomgeving en artikel 18.2 Omgevingswet).

Naast de Omgevingswet, zullen er vier besluiten (AMvB's) worden vastgesteld en één regeling:



Bron: www.aandeslagmetdeomgevingswet.nl/rijksoverheid

Het Omgevingsbesluit regelt welk bevoegd gezag een omgevingsvergunning mag verlenen en welke procedures van toepassing zijn. Het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) en het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) geven de regels aan waaraan burgers en bedrijven zich moeten houden bij bepaalde activiteiten. Het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) stelt een aantal inhoudelijke normen voor gemeenten, provincies, waterschappen en het Rijk. Het Bkl bepaalt grotendeels welke regels in een omgevingsplan moeten worden opgenomen.

Bodemenergie onder de Omgevingswet: de milieubelastende activiteit

Met de komst van de Omgevingswet wordt het begrip “inrichting” uit de Wet milieubeheer losgelaten. Daarvoor in de plaats komen algemene (rijks)regels voor milieubelastende activiteiten, zo ook voor bodemenergie. De aanleg en het gebruik van zowel open als gesloten bodemenergiesystemen is onder de Omgevingswet een aangewezen milieubelastende activiteit.

Ook de lozingen die horen bij de aanleg en het gebruik van bodemenergiesystemen, zijn onderdeel van deze milieubelastende activiteit. Voor zowel de lozingsactiviteit als de milieubelastende activiteit is een omgevingsvergunning benodigd in de toekomst, behalve voor kleinere bodemenergiesystemen.

Open bodemenergiesystemen

Onder de Omgevingswet is het aanleggen en het gebruiken van open bodemenergiesystemen een milieubelastende activiteit (paragraaf 3.2.6 Bal). Het onttrekken van grondwater wordt gezien als een onderdeel van de milieubelastende activiteit. Hiervoor is dus een omgevingsvergunning van de provincie benodigd. Onder voorwaarden kan een provincie hiervan afwijken (artikel 2.16 Bal), waardoor in dat geval geen vergunning benodigd is. Dit kan alleen als het doelmatig gebruik van bodemenergie of doelmatig waterbeheer dit toelaat, en het systeem niet meer dan 10 m³/uur grondwater onttrekt. Is er geen vergunningsplicht, dan geldt er wel een meldingsplicht en ook (altijd) een registratieplicht.

Open bodemenergiesystemen die zijn aangelegd na 1 juli 2013, hebben reeds een watervergunning op grond van de Waterwet. Afdeling 4.1 van de Invoeringswet regelt dat deze watervergunningen onder de Omgevingswet worden omgezet naar een omgevingsvergunning. Voor deze omgevingsvergunning gelden de algemene regels van de milieubelastende activiteit (paragraaf 4.112 Bal).

Gesloten bodemenergiesystemen

Voor gesloten bodemenergiesystemen gelden onder de Omgevingswet de algemene regels uit paragraaf 4.111 Bal. Deze algemene regels voor gesloten systemen zijn dan echter niet meer uitputtend bedoeld. Dit betekent dat de gemeente aanvullende of afwijkende regels kan stellen via maatwerk. Zo kan de gemeente aanvullende regels stellen over het gebruik van bepaalde vloeistoffen in de systemen binnen grondwaterbeschermingsgebieden. Onder de Omgevingswet komen er voor gesloten bodemenergiesystemen dus algemene regels voor de omgevingsvergunning milieubelastende activiteit, maar geen (rijks)vergunningsplicht. De OBM verdwijnt bijvoorbeeld. Dit betekent dat gemeenten in het omgevingsplan op kunnen nemen dat voor (grote) gesloten bodemenergiesystemen een vergunningsplicht bestaat.

Lozen

In paragraaf 3.2.6 van het Bal staat aangegeven dat er altijd een omgevingsvergunning nodig is voor het afvoeren van afvalwater dat vrijkomt bij aanleg, ontwikkelen en onderhouden van bodemenergiesystemen (artikel 3.19, lid 1 Bal). Dit geldt niet alleen voor lozingen op het riool of de bodem, maar ook voor lozen van afvalwater op het oppervlaktewater.

Omdat lozingen zeer lokaal plaatsvinden, is het van groot belang dat de provincie overlegt met de betreffende gemeente en/of waterbeheerder (waterschap of Rijkswaterstaat) van het gebied waar de lozing plaats gaat vinden. Hierdoor vindt afstemming plaats en wordt duidelijk:

- welke aanvullende regels er nodig zijn;
- welke lozingsroute de uiteindelijke voorkeur heeft;
- of een gemeente regels in het omgevingsplan wil opnemen voor open bodemsystemen: over lozingen op/in de bodem, het vuilwaterriool en het schoonwaterriool;
- hoe deze regels zich verhouden tot de omgevingsvergunning van de waterbeheerder.

De omgevingsvisie en het omgevingsplan

Per provincie zal één omgevingsverordening alle reeds bestaande verordeningen gaan vervangen. Vanuit het decentraal-tenzij-beginsel mogen provincies van sommige (rijks)regels gaan afwijken en komen er expliciete instructieregels voor gemeenten (en waterschappen). De provincie mag alleen de onderwerpen regelen die van provinciaal belang zijn.

Voor gemeenten geldt dat één omgevingsplan alle reeds bestaande bestemmingsplannen gaat vervangen. Per gebied is de gemeente bevoegd om (milieubelastende) activiteiten toe te staan of te verbieden. Ook gemeenten kunnen daarmee van sommige (algemene) rijksregels afwijken.

Gemeenten krijgen dus, net als provincies en ook het Rijk, met de komst van de Omgevingswet de verplichting om een omgevingsvisie vast te stellen. Dit moet uiterlijk 1 januari 2024 zijn gebeurd.

In de omgevingsvisie worden de volgende kaders gebruikt bij het opstellen hiervan:

- Omgevingsverordening van de provincie;
- Algemene rijksregels;
- Waterschapsverordening.

De omgevingsvisie wordt vervolgens uitgewerkt in programma's en geeft richting aan een omgevingsplan. Dit omgevingsplan omvat alle regels voor de fysieke leefomgeving die gelden in een bepaald gebied. Zo wordt de aanvraag voor het verlenen van een vergunning voor het aanleggen en gebruiken van een bodemenergiesysteem door gemeenten dan getoetst aan dit omgevingsplan.

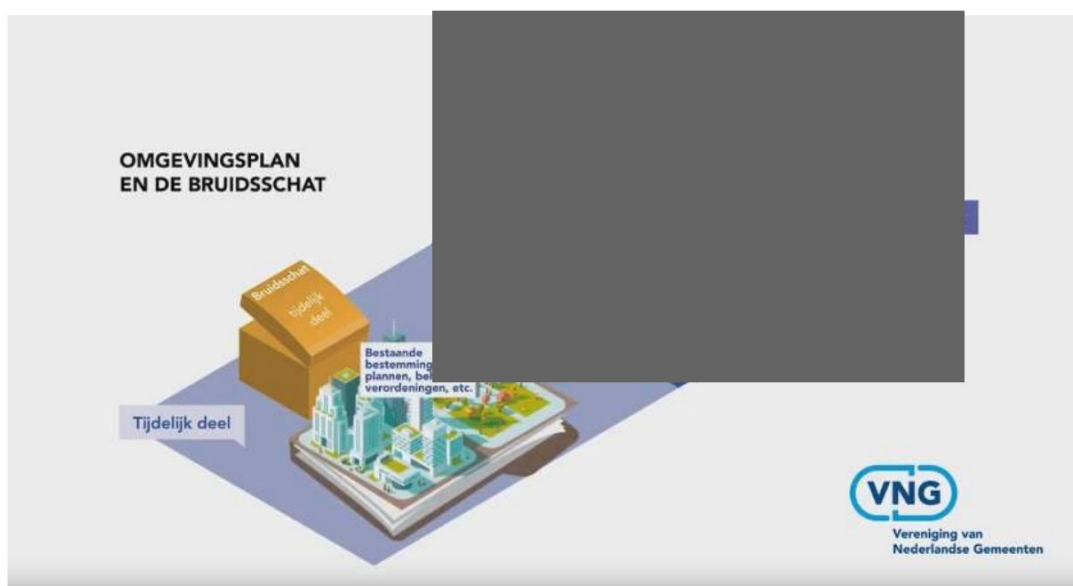


Aanwijzing interferentiegebied niet meer nodig

Eerder wees de gemeente interferentiegebieden aan. Voor alle gesloten systemen binnen dat interferentiegebied gold dan een omgevingsvergunning beperkte milieutoets (OBM). De gemeente toetste deze OBM aan de beleidsregels. Het criterium om interferentiegebieden aan te wijzen was het voorkomen van interferentie of ondoelmatig gebruik van de bodem. Onder de Omgevingswet krijgt de gemeente een breder kader om regels te stellen, die niet beperkt is tot doelmatig gebruik van de bodem en voorkomen van negatieve interferentie. Ook moet de gemeente zelf besluiten of ze een vergunningplicht voor gesloten systemen overneemt naar het nieuwe deel van het omgevingsplan.

‘Bruidsschat’

In plaats van de bestaande wettelijke grondslag voor het aanwijzen van interferentiegebieden, kunnen gemeenten in het omgevingsplan dus gebieden aanwijzen waarbinnen regels voor bodemenergie gelden. Hierbij kan een bepaald gebied ook driedimensionaal worden aangewezen. Gemeenten wijzen deze interferentiegebieden (tot een nog bij Koninklijk Besluit te bepalen datum) aan in een plaatselijke verordening (APV). Tot uiterlijk 2032 zal het overgangsrecht dan regelen dat deze verordeningen blijven gelden totdat de regels in die verordening zijn omgezet naar het nieuwe stelsel door gemeenten (de zogenaamde ‘bruidsschat’). Het omzetten van die regels kan tot uiterlijk 2032 zoals nu is voorzien. (Artikel 8.2.11 Invoeringsbesluit).



Tot slot: kwaliteitsborging (BRL) en handreiking voor vergunning en handhaving (HUM/BUM)

Bij de aanleg en exploitatie van zowel open als gesloten bodemenergiesystemen is de nodige deskundigheid geboden om bodembescherming en doelmatig gebruik van grondwater te kunnen borgen. Hiervoor zijn in het Besluit bodemkwaliteit en de onderliggende Regeling bodemkwaliteit een aantal werkzaamheden opgenomen die samenhangen met het ontwerp, de aanleg en de exploitatie van bodemenergiesystemen. Deze werkzaamheden mogen dus alleen door erkende bedrijven, zoals de installateur, het boorbedrijf of de aannemer worden uitgevoerd. Een opdrachtgever of initiatiefnemer mag deze werkzaamheden alleen uitbesteden aan deze erkende bedrijven. Een erkenning wordt, namens de minister van Infrastructuur en Waterstaat, afgegeven

door Bodem+. De basis voor een erkenning is een certificaat dat wordt gebaseerd op een beoordelingsrichtlijn (BRL) en bijbehorende protocollen. De Inspectie voor de Leefomgeving en Transport (ILenT) is het bevoegd gezag voor toezicht en handhaving van deze erkenningsregeling.

Het ondergrondse deel van bodemenergiesystemen valt onder de BRL SIKB 11000 en protocol 11001 is hierop van toepassing. De regels voor het bovengrondse deel staan beschreven in BRL 6000-21/00. De boorwerkzaamheden van een bodemenergiesysteem vallen onder de BRL SIKB 2100.

De Besluit Uitvoerings Methode (BUM) en de Handavings Uitvoerings Methode (HUM) zijn handreikingen die door de gemeenten en provincies worden gebruikt in het kader van vergunningverlening voor en toezicht en handhaving op open en gesloten bodemenergiesystemen. In deze handreikingen, opgesteld door SIKB, zijn wettelijke voorschriften uitgewerkt in een leidraad voor het beoordelen van vergunningaanvragen en voor de toetsing en handhaving van zowel de vergunningen als de algemene regels. Hierin zijn ook specifieke onderwerpen als energiebalans, interferentie en monitoring opgenomen.⁵ In de HUM wordt met behulp van toetsingslijsten aangegeven hoe en op welke aspecten gecontroleerd kan worden. Omdat zowel het ILenT als gemeente/provincie betrokken zijn hierbij, verdient het aanbeveling om onderling afspraken te maken over een bepaalde strategie tot handhaving in een gebied.

In aanloop naar de nieuwe Omgevingswet wordt er een nieuwe versie van de BUM en HUM opgesteld. Voor open bodemenergiesystemen is de BUM en HUM inmiddels vastgesteld en te raadplegen op de website van SIKB.⁶ Voor gesloten bodemenergiesystemen is de nieuwe versie nog niet vastgesteld omdat enkele punten over interferentie nog verder bekeken moeten worden. De concepttekst van de BUM en HUM GBES is te raadplegen op de website van SIKB.⁷

⁵ <https://sikb.nl/bodembeheer/bodemenergie>

⁶ <https://sikb.nl/bodembeheer/richtlijnen/richtlijn-8200>

⁷ <https://sikb.nl/bodembeheer/bodemenergie/concept-herziening-bum-s-en-hum-s-be>

4 AFSLUITING

Bodemenergie biedt een duurzame en kansrijke manier om gebouwen van warmte en koude te voorzien. Afhankelijk van de benodigde capaciteit van een gebouw, maar ook de algehele ruimtelijke inrichting van een gebied, kan een keuze worden gemaakt welk type systeem het meest geschikt en waar. Voor wat betreft de juridische kaders nu (en op korte termijn onder de Omgevingswet) zullen provincies en gemeenten zelf aan de slag moeten om invulling te geven aan de decentralisatie die de Omgevingswet met zich meebrengt. De aanbevelingen voor provincies en gemeenten hierbij zijn:

- Werk als gemeenten en provincie (pro)actief samen en betrek elkaar bij het maken van een (gezamenlijke) visie op het gebruik van bodemenergiesystemen;
- Handel als bevoegd gezag consequent en stelselmatig in lijn met het beleid;
- Zorg ervoor dat beleid kenbaar is door het te publiceren en makkelijk vindbaar te maken;
- Maak vanuit een omgevingsvisie en omgevingsplan, ook door voortschrijdende inzichten, altijd de belangenafweging aan de hand van noodzaak, geschiktheid en proportionaliteit. Belangrijk is dat het beoogde doel altijd bovenaan staat en consequent en systematisch wordt nagestreefd. Verken ook mogelijke alternatieven die hierbij kunnen aansluiten;
- Wees vanuit het gestelde beleid actief in evaluatie en bekijk in algemene zin of per specifieke situatie of algemene regels nog voldoen of moeten worden bijgesteld, bijvoorbeeld als er bepaald maatwerk is toegepast in een specifieke situatie, maar wellicht in bredere zin wenselijk is.

IF Technology **Creating energy**



Postbus 605
Arnhem

T 026 35 35 555
E info@iftechnology.nl
I www.iftechnology.nl

KvK Arnhem 09065422
BTW nr. NL801045599B01

IF Technology **Creating energy**

Toepassing bodemenergie in de gemeente Bronckhorst





Datum 26 februari 2024

Referentie PR09831/BR/20240226

Betreft Bodemenergie in de Achterhoek, beleid en regulering bodemenergiesystemen

Behandeld door [REDACTED]

Gecontroleerd door [REDACTED]

Versienummer Definitief

OPDRACHTGEVER

Omgevingsdienst Achterhoek, gemeenten Aalten, Berkelland, Bronckhorst, Doetinchem, Lochem, Montferland, Oost Gelre, Oude IJsselstreek, Winterswijk en Zutphen

T.n.v. [REDACTED] (ODA)

Elderinkweg 2, 7255 KA Hengelo (Gld)

INHOUDSOPGAVE

1	Introductie	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Overkoepelende - en gelijksoortige documentatie	4
1.3	Leeswijzer	4
2	Bodemenergie in de gemeente Brockhorst	5
2.1	Potentie voor GBES en OBES	5
2.2	Koppeling tussen vraag en aanbod	5
2.3	Relatie bodemopbouw en potentie OBES en GBES	6
2.4	Mogelijkheden voor nieuwbouw	7
2.5	Bestaande omgevingsbelangen en ondergrondse risico's	7
3	Belangrijkste conclusies en aanbevelingen	9
3.1	Conclusies	9
3.2	Kansen en risico's	9
3.3	Vervolgstappen voor beleid	9

Bijlagen

1	Potentie gesloten bodemenergiesystemen in de gemeente Bronckhorst
2	Potentie open bodemenergiesystemen in de gemeente Bronckhorst
3	Dekkingsgraad gesloten bodemenergiesystemen in de gemeente Bronckhorst
4	Dekkingsgraad open bodemenergiesystemen in de gemeente Bronckhorst
5	Geohydrologische dwarsdoorsnedes van de gemeente Bronckhorst
6	Kaart met omgevingsbelangen in de Achterhoek
7	Kaart met de diepteligging van het zoet-brak grensvlak in de Achterhoek
8	Redoxkaart van de Achterhoek

1 Introductie

1.1 AANLEIDING

De energietransitie in de gemeente Bronckhorst is in volle gang. Een teken hiervan is dat steeds meer bodemenergiesystemen worden gerealiseerd. De vraag naar lokale duurzame energie is dan ook groot. De warmtebronnen zijn echter beperkt en versnippering van individuele systemen zorgt vaak voor suboptimale benutting van de (ondergrondse) ruimte en de aanwezige warmtebronnen.

Om de beschikbare capaciteit van de ondergrond optimaal te benutten, is regie op het gebruik van deze bronnen wenselijk en misschien wel noodzakelijk. Maar hoe past bodemenergie eigenlijk in de energietransitie strategie van de gemeente? Waar liggen de kansen? Wat zijn de risico's? Hoe is de bodem opgebouwd? En hoe past bodemenergie eigenlijk binnen bestaande nieuwbouwplannen? Om hier bewuste keuzes in te kunnen maken, is het nodig om eerst het inzicht te vergroten ten aanzien van de (on)mogelijkheden bij het toepassen van (gesloten) bodemenergie. In het voorliggende rapport wordt antwoord gegeven op deze vragen voor de gemeente Bronckhorst.

1.2 OVERKOEPELENDE - EN GELIJKSOORTIGE DOCUMENTATIE

Dit rapport is onderdeel van een groter overkoepelend rapport (Bodemenergie in de Achterhoek (IF Technology, 2024)). Het is aan te raden om deze overkoepelende rapportage voorafgaand aan dit rapport te lezen. Daarnaast worden er gelijksoortige documenten voor elke betrokken gemeente in de Achterhoek opgeleverd. Tot slot is er een [ArcGIS StoryMap](#) gepubliceerd waarbinnen alle resultaten interactief worden aangeboden.

1.3 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 van dit rapport zoomen we in op bodemenergie in de gemeente en beschrijven 1) de potentie voor Open - (OBES) en Gesloten Bodemenergiesystemen (GBES), 2) de koppeling tussen vraag en aanbod, 3) de bodemopbouw, 4) de mogelijkheden voor nieuwbouw en 5) bestaande omgevingsbelangen en ondergrondse risico's. Vervolgens geven we in hoofdstuk 3 de belangrijkste conclusies en aanbevelingen. Hier worden ook de kansen, risico's en mogelijke vervolgstappen uiteengezet.

2 Bodemenergie in de gemeente Brockhorst

2.1 POTENTIE VOOR GBES EN OBES

De kaarten in bijlage 1 en bijlage 2 tonen de bodemzijdige potentie voor gesloten en open bodemenergiesystemen in de gemeente Bronckhorst.

De potentie voor gesloten bodemenergiesystemen binnen de gemeente Bronckhorst is hoog. De potentie neemt in oostelijke richting af, maar de bodem blijft in de gehele gemeente goed geschikt voor de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen. De waterwingebieden zijn uitgesloten voor de toepassing van een gesloten bodemenergiesysteem.

De potentie voor open bodemenergiesystemen in de gemeente Bronckhorst is relatief hoog voor de Achterhoek. In een groot deel van de gemeente kunnen open bodemenergiesystemen goed toegepast worden. Op enkele plaatsen binnen de gemeente zijn open bodemenergiesystemen niet toegestaan vanwege de aanwezigheid van drinkwaterwingebieden.

Theoretische vs. Praktische potentie OBES en GBES

Met behulp van ons in-house model, de Gemeentelijke Tool Bodemenergie, hebben wij de potentie voor OBES en GBES voor de gehele Achterhoek in kaart gebracht. De berekende potentie is echter wel een theoretische potentie welke moet worden terug geschaald naar een praktische potentie. Voor de OBES kaarten is het terug schalen al uitgevoerd door een maximale filterlengte te incorporeren die typisch wordt gebruikt bij OBES systemen (60 m). **De gepresenteerde OBES kaarten geven dus de praktische potentie weer.**

Voor GBES ligt het terug schalen iets genuanceerder omdat voor deze techniek de praktische potentie afhankelijk is van het uiteindelijk aantal lussen per hectare. Voor de huidige GBES potentiekaarten hebben wij 100 lussen per ha aangehouden om zo de maximaal haalbare potentie van GBES te berekenen (theoretisch). Voor de koppeling met nieuwbouwprojecten hebben wij deze theoretische potentie terug geschaald naar een praktische potentie met een factor 5. Deze factor volgt uit een analyse van bestaande bodemenergieplannen waar wij gemiddeld 20 lussen per ha zien. Afgezien van de nieuwbouw kaarten geven de rest van de GBES kaarten wel de theoretische potentie weer omdat hier geen lus-planning van bekend is. **Let op: de gepresenteerde GBES kaarten kunnen dus een overschatting zijn van de praktisch haalbare potentie.**

2.2 KOPPELING TUSSEN VRAAG EN AANBOD

De toepassing van bodemenergiesystemen is met name interessant wanneer het energieaanbod uit de bodem groter is dan de bovengrondse energievraag. De energievraag hangt sterk samen met de dichtheid van de bebouwing, waardoor de vraag in woonkernen vaak het hoogst is.

Op basis van de bodemzijdige potentie uit de Gemeentelijke Tool Bodemenergie en de gebouwzijdige vraag (zie hoofdstuk 4 van het overkoepelende rapport) kan een vergelijking gemaakt worden tussen

het bodempotentieel en de bovengrondse warmtevraag (gemiddelde dekkingsgraad). Kaarten van de bodemzijdige potentie en de gemiddelde dekkingsgraad voor OBES en GBES zijn bijgevoegd in bijlage 1, bijlage 2, bijlage 3 en bijlage 4. Bij een ratio kleiner dan 1 kan niet de volledige bovengrondse warmtevraag geleverd worden met de bodem. Bij een ratio groter dan 1 is dit theoretisch wel het geval. Opgemerkt moet worden dat ook de praktische inpassing invloed heeft op de hoeveelheid energie die uit de bodem geleverd kan worden. Daardoor betekent een ratio van 1 of hoger niet direct dat in de praktijk de volledige bovengrondse warmtevraag gedekt kan worden. Een voorzichtige inschatting is dat een ratio van 1,5 naar verwachting voldoende is om de volledige bovengrondse warmtevraag te dekken met het bodempotentieel.

In de woonkernen Hengelo, Steenderen, Vorden en Zelhem bestaat de bodem tot ongeveer 50 m-mv uit een goed doorlatend watervoerend pakket. Dit pakket is op voorhand goed geschikt voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem. Op slechts enkele plaatsen, waar de bovengrondse energievraag zeer hoog is, kan deze niet gedekt worden middels open bodemenergiesystemen.

De potentie voor gesloten bodemenergiesystemen is in de hele gemeente Bronckhorst hoog. De bovengrondse vraag overstijgt bijna nergens de ondergrondse potentie.

2.3 RELATIE BODEMOPBOUW EN POTENTIE OBES EN GBES

Bijlage 5 toont een geohydrologische dwarsdoorsnede van de gemeente Bronckhorst in de richtingen west-oost en noord-zuid. De dwarsdoorsnede komt uit het REGIS 2.2 model van TNO. Welke randvoorwaarden de ondergrond geschikt maken voor een OBES/GBES zijn nader toegelicht in het overkoepelende document.

De eerste 20 tot 50 m-mv in Bronckhorst worden gekenmerkt door zandige afzettingen van de Formaties van Boxtel en Kreftenheye. De grofzandige lagen van de Formatie van Kreftenheye zijn naar verwachting voldoende doorlatend voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem. Met name aan de westkant van de gemeente is deze formatie voldoende dik. Richting het oosten neemt de dikte van de grofzandige lagen af tot ongeveer 30 - 40 m. De haalbare capaciteit wordt hierdoor beperkt.

Hieronder bevinden zich enkele kleilagen en de fijnzandigere Formaties van Maassluis en Oosterhout. Deze Formaties zijn minder doorlatend en daardoor minder geschikt voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem.

Aan de oostkant van Bronckhorst is op enkele plaatsen de grofzandige Formatie van Drente aanwezig. Deze bestaat uit oude riviergeulen, bijvoorbeeld ten noorden van Zelhem. Omdat hierin voornamelijk grove zanden zijn afgezet, zijn deze lagen op voorhand ook geschikt voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem.

De thermische parameters van de zandige lagen zijn zeer geschikt voor de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen.

De diepere bodemopbouw wordt gekenmerkt door de fijnzandige en kleiige Formatie van Breda. Deze formatie is minder doorlatend en daardoor minder geschikt voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem. Aan de westkant van Bronckhorst begint deze formatie vanaf ongeveer 150 m-mv. Naar het oosten toe neemt de diepteligging af tot 70 m-mv. Doordat het rendement van gesloten

bodemenergiesystemen in zandlagen hoger is dan in kleilagen, neemt de potentie voor gesloten bodemenergiesystemen in oostelijke richting iets af. Echter, gesloten bodemenergiesystemen kunnen ook in kleilagen goed toegepast worden.

2.4 MOGELIJKHEDEN VOOR NIEUWBOUW

Op het moment van schrijven is de gemeente Bronckhorst de mogelijkheden voor nieuwbouwontwikkelingen nog aan het formuleren. Hierdoor is de beschikbare informatie niet concreet genoeg om een ratiokaart te maken. Wij raden aan om deze formulering en concretisering door te zetten, waarna alsnog deze analyse gedaan kan worden.

2.5 BESTAANDE OMGEVINGSBELANGEN EN ONDERGRONDSE RISICO'S

Bestaande omgevingsbelangen

Binnen de gemeente Bronckhorst spelen een aantal omgevingsbelangen die mogelijk invloed hebben op toekomstige open - en gesloten bodemenergiesystemen. Deze zijn hieronder en in de overkoepelende rapportage nader toegelicht.

Zo zijn er een aantal OBES en GBES in de gemeente (zie Bijlage 6). Nieuw geplaatste systemen mogen vergunning technisch geen invloed hebben op deze bestaande systemen.

Verder zijn er in de gemeente aandachtsgebieden voor archeologie en aardkundige waarden (zie Bijlage 6). In deze gebieden mag doorgaans wel geboord worden maar zijn er risico's voor eventueel aanvullend onderzoek en grootschalige projecten.

Ook zijn er in de gemeente verschillende zones die worden aangemerkt als natuur (zie Bijlage 6). In deze gebieden kunnen er risico's zijn dat er niet mag worden geboord of dat er eventuele restricties gelden voor de toelaatbare invloed op de grondwaterstand.

Tot slot zijn er in en rond de gemeente Bronckhorst ook enkele gebieden waar over het algemeen niet geboord mag worden, namelijk: drinkwaterreserveringsgebieden, waterwingebieden (boringsvrije zones) en beschermingszone waterkering (zie Bijlage 6).

Ondergrondse risico's

Naast omgevingsbelangen zijn er nog drie belangrijke ondergrondse risico's die moeten worden benoemd. **Deze risico's spelen enkel voor OBES en hebben geen invloed op GBES, omdat hierbij geen grondwater verpompt wordt.**

Zo ligt het zoet-brak water grensvlak in bijna de gehele gemeente ondieper dan 100 m-NAP (zie Bijlage 7). Dit is specifiek voor OBES een groot risico omdat deze systemen zoet grondwater niet mogen verzilten. Hierdoor mogen filters voor OBES alleen in het zoete grondwater of alleen in het brakke/zoute grondwater geplaatst worden, met als gevolg dat de vermogens van een systeem kunnen worden beperkt door beperkte filter lengtes.

Verder heeft in bepaalde delen van de gemeente de overgang van zuurstofrijk naar ijzerrijk water (redoxgrens) mogelijk invloed op OBES (zie Bijlage 8). Wanneer dit water gemengd wordt ontstaat

op termijn verstopping van de filters waardoor het OBES minder goed en uiteindelijk niet meer werkt.

Tot slot zijn ook (grondwater)verontreinigingen een risico voor OBES. Verontreinigingen mogen in principe niet verplaatst worden onder invloed van een OBES waardoor deze systemen niet in of nabij een verontreiniging gerealiseerd kunnen worden. Uitzonderingen zijn mogelijk in gebieden waar gebiedsgericht grondwaterbeheer toegepast wordt.

3 Belangrijkste conclusies en aanbevelingen

3.1 CONCLUSIES

De potentie voor gesloten bodemenergiesystemen is in de hele gemeente Bronckhorst hoog en voldoet bijna overal aan de bovengrondse vraag. Open bodemenergiesystemen kunnen goed toegepast worden in de woonkernen Hengelo, Steenderen, Vorden en Zelhem.

3.2 KANSEN EN RISICO'S

Voor de gemeente Brockhorst zijn de kansen voor gesloten bodemenergiesystemen hoog. De kansen voor open bodemenergiesystemen zijn in de gemeente wisselend en afhankelijk van de bodem maar kunnen goed worden toegepast in de woonkernen Hengelo, Steenderen, Vorden en Zelhem. Ook spelen er nog een aantal belangrijke boven- en ondergrondse risico's en aandachtspunten zoals 1) verschillende omgevingsbelangen, 2) het optimaliseren van de praktische potentie voor GBES en OBES en 3) verschillende factoren die de ondergrondse waterkwaliteit en daarmee de potentie voor OBES kunnen beïnvloeden. Vanwege deze risico's is regie vanuit de gemeente noodzakelijk zodat de beschikbare capaciteit van de ondergrond optimaal kan worden benut. De kansen en risico's zijn verderop in dit document en in hoofdstuk 5 van de overkoepelende rapportage verder toegelicht.

3.3 VERVOLGSTAPPEN VOOR BELEID

In de ideale wereld plan je als gemeente alles vooruit, in de werkelijkheid zijn de middelen beperkt. Dus waar begin je nou als gemeente met het dossier *bodemenergie*?

Een bodemenergiesysteem is duur, vergt veel afstemming en doet een beroep op de (ondergrondse) omgeving. Vanuit beleidsoogpunt is dit een voordeel: bodemenergiesystemen zullen niet zomaar als paddenstoelen uit de grond schieten. Dus wanneer is beleid nou écht vereist?

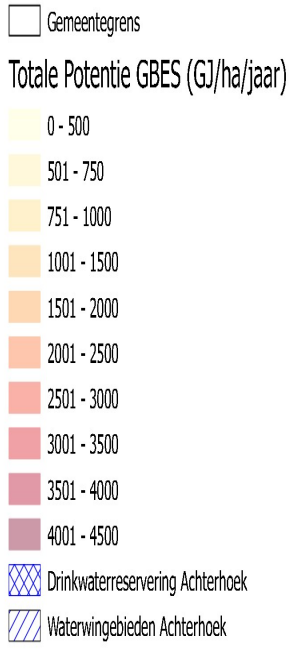
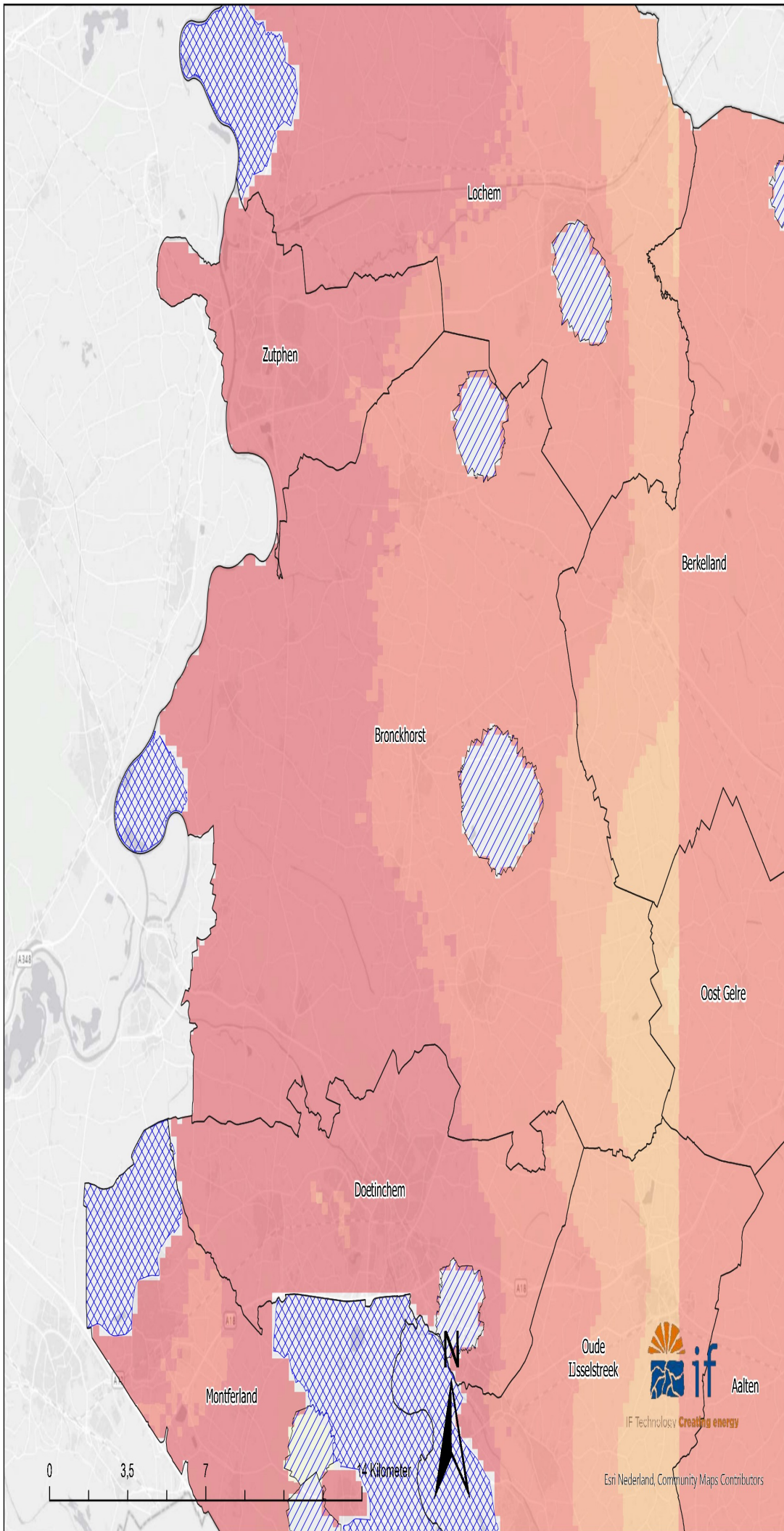
Grootschalige renovatie en nieuwbouw zijn de momenten dat vastgoedeigenaren bereid zijn om duurzame bodemenergiesystemen te implementeren; soms moet dat (nieuwbouw), soms kan het financieel voordeliger zijn (renovatie). Dus zodra je als gemeente gebieden hebt geïdentificeerd waar renovatie of nieuwbouw aanstaande is, zijn dit de gebieden om beleid voor op te stellen.

De noodzaak van het reguleren van bodemenergieprojecten in nieuwbouwggebieden is afhankelijk van de dekkingsgraad, de hoeveelheid ontwikkelaars en de fasering. Wanneer veel bodemenergiesystemen bij elkaar gerealiseerd worden kan negatieve interferentie optreden. Beleid is alleen nodig om ongewenste interferentie tussen bodemenergiesystemen te voorkomen. Wanneer één ontwikkelaar één gebied met bodemenergie gaat realiseren (of dit nou een collectief OBES met warmtenet is, of een groot aantal bodemlussen zijn), gaat het over het algemeen goed. Problemen ontstaan pas bij verschillende ontwikkelaars als gevolg van versnipperd eigendom of een lange fasering in de tijd. In deze situatie helpt regie op bodemenergie om de beschikbare potentie eerlijk te verdelen en het is aan de gemeente om deze verdeling te maken en te verankeren. De verschillende beleidsinstrumenten zijn uitgewerkt in hoofdstuk 6 van de overkoepelende rapportage.

Concreet betekent dit voor de toekomst: 1) ga na waar de grote ontwikkelingen zijn (renovatie of nieuwbouw), 2) check de kans op bodemenergie per ontwikkeling en 3) maak wel of geen beleid.

Bijlage 1

Potentie gesloten bodemenergiesystemen in de gemeente Bronckhorst



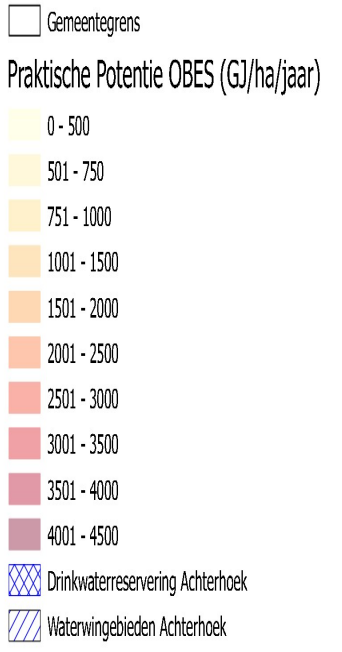
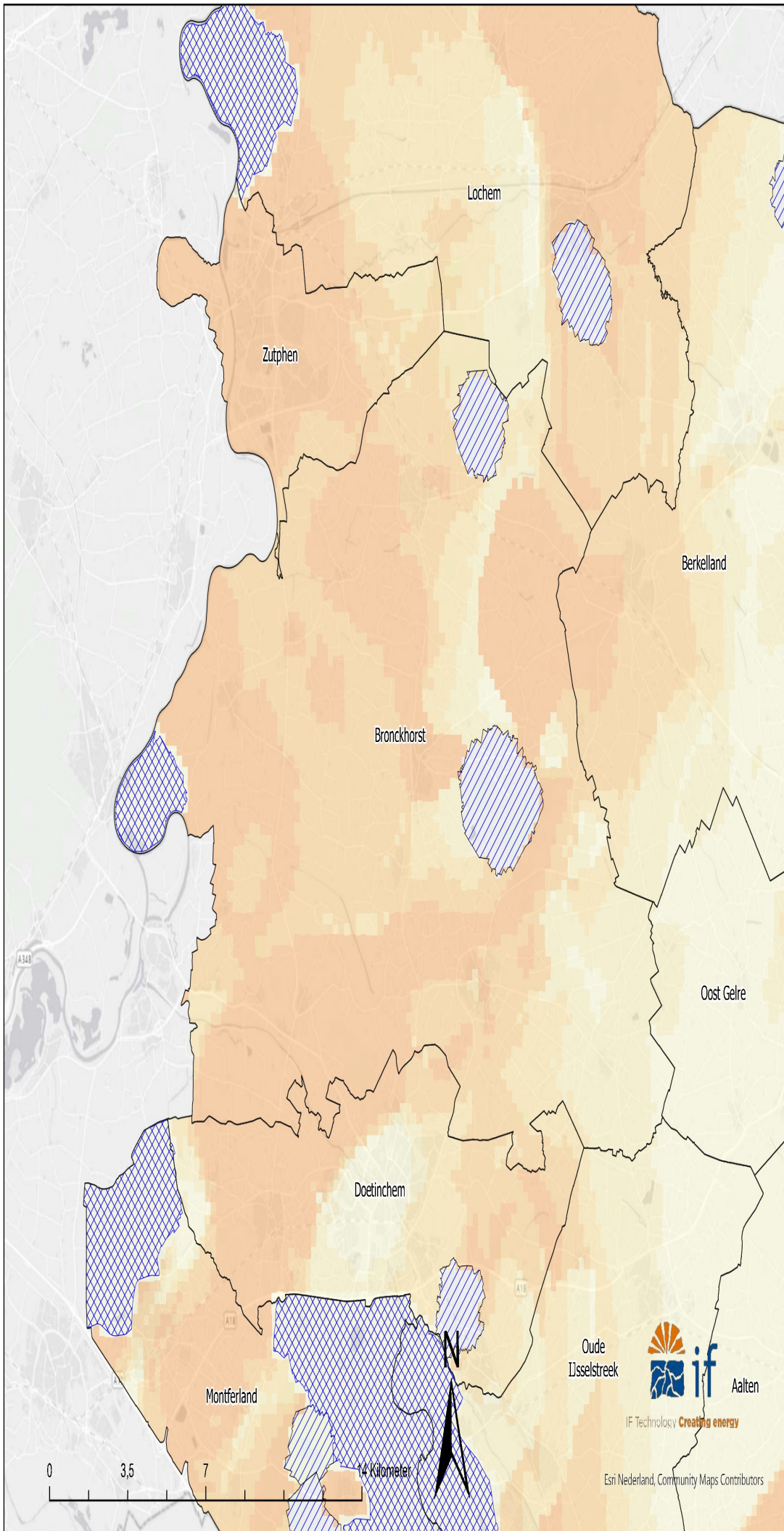
Oude IJsselstreek

IF Technology **Creating energy**

Aalten

Bijlage 2

Potentie open bodemenergiesystemen in de gemeente Bronckhorst



Oude IJsselstreek

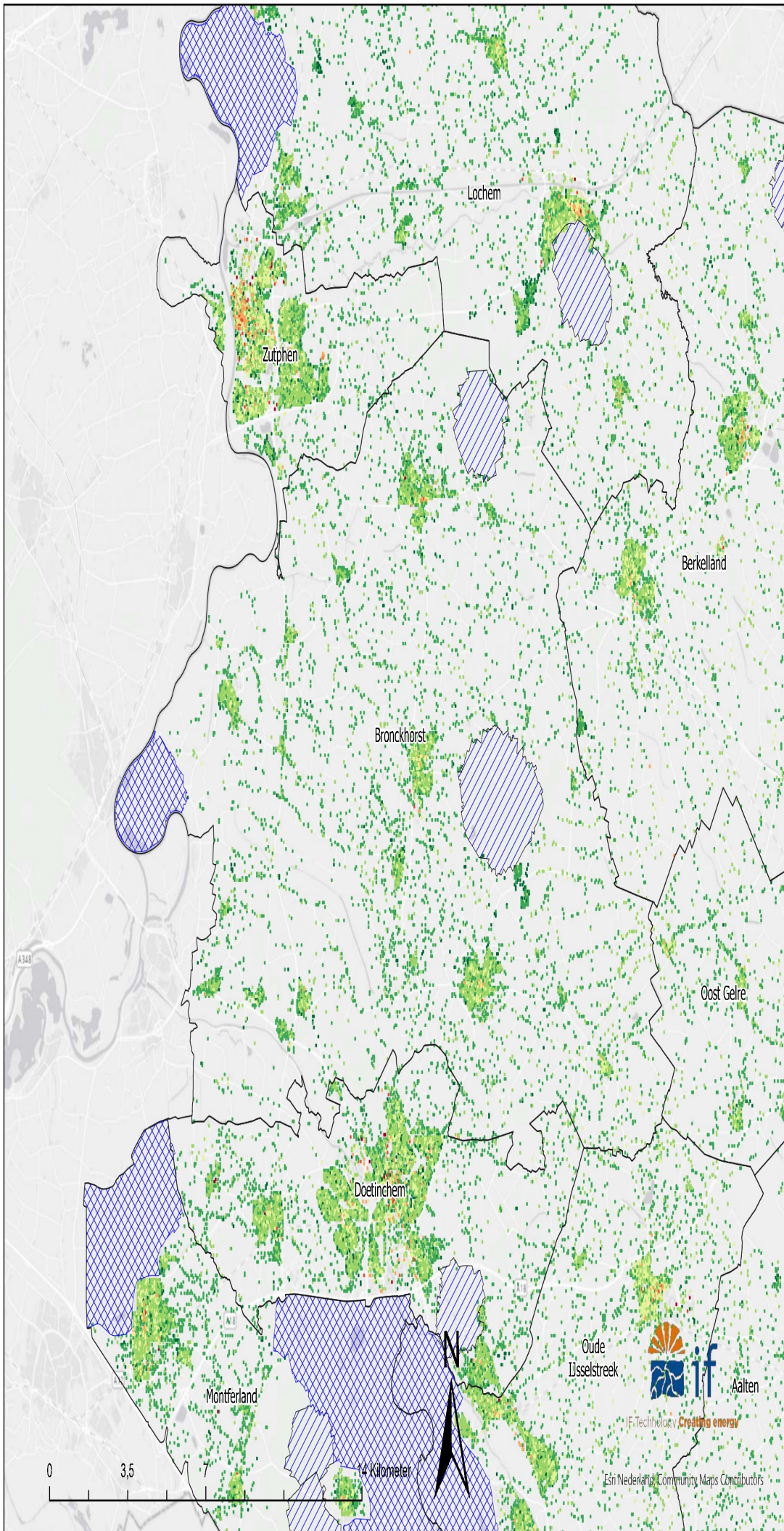


Aalten

IF Technology **Creating energy**

Bijlage 3

Dekkingsgraad gesloten bodemenergiesystemen in de gemeente Bronckhorst



□ Gemeentegrens

Potentie GBES over de warmtevraag

■ 0,00 - 0,20

■ 0,20 - 0,40

■ 0,40 - 0,90

■ 0,90 - 1,00

■ 1,00 - 2,00

■ 2,00 - 5,00

■ 5,00 - 15,00

■ 15,00 - 200,00

▨ Drinkwaterreservering Achterhoek

▨ Waterwingebieden Achterhoek

0 3,5 7

14 Kilometer

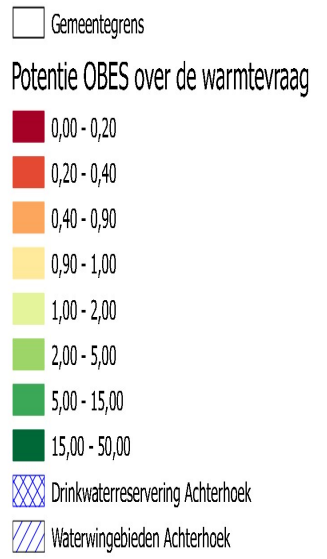
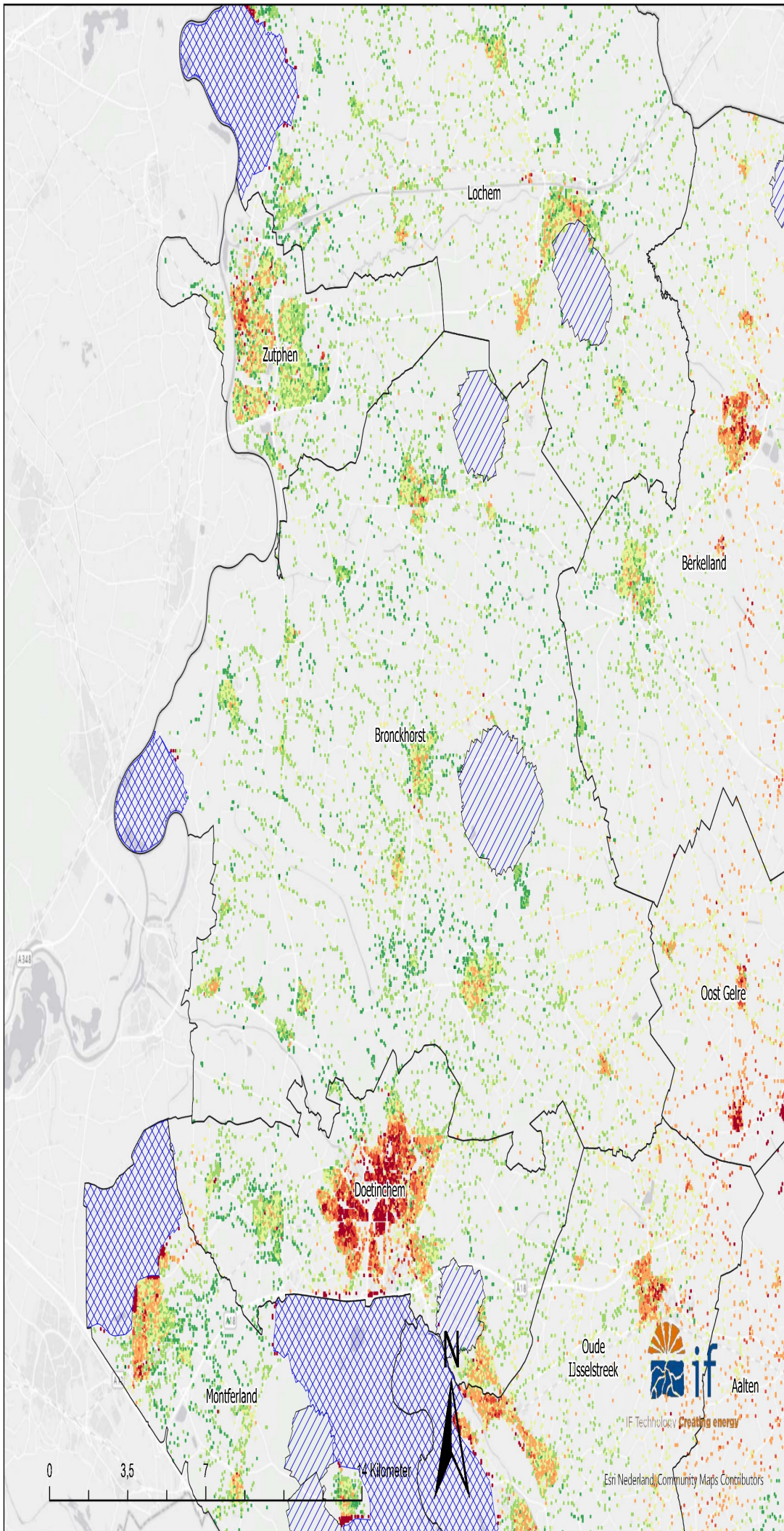


IF-Technochoice **Creating energy**

Esri Nederland | Community Maps Contributors

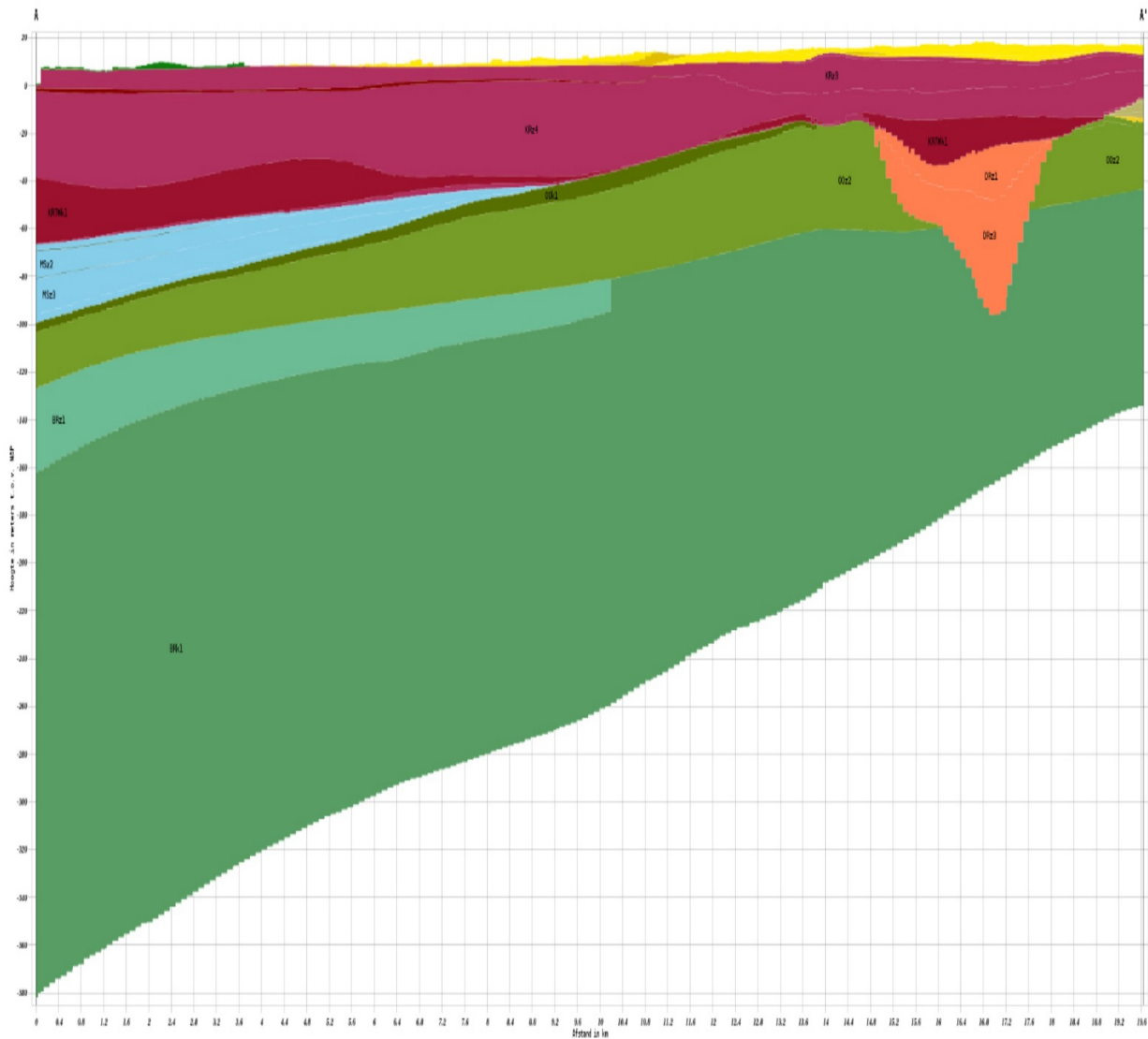
Bijlage 4

Dekkingsgraad open bodemenergiesystemen in de gemeente Bronckhorst



Bijlage 5

Geohydrologische dwarsdoorsnedes van de gemeente Bronckhorst



BRO REGIS II v2.2

Hydrogeologie

4c	Uz5	P2Mz4	Uz1
Uz2	Uz1	Uz1	Uz1
Uz1	Uz0	Uz1	Uz1
Uz3	Uz1	Uz2	Uz1
Uz4	Uz3	Uz3	Uz3
Uz5	Uz4	Uz4	Uz4
Uz1	Uz5	Uz5	Uz5
Uz2	Uz2	Uz2	Uz2
Uz3	Uz3	Uz3	Uz3
Uz4	Uz4	Uz4	Uz4
Uz5	Uz5	Uz5	Uz5
Uz1	Uz1	Uz1	Uz1
Uz2	Uz2	Uz2	Uz2
Uz3	Uz3	Uz3	Uz3
Uz4	Uz4	Uz4	Uz4
Uz5	Uz5	Uz5	Uz5

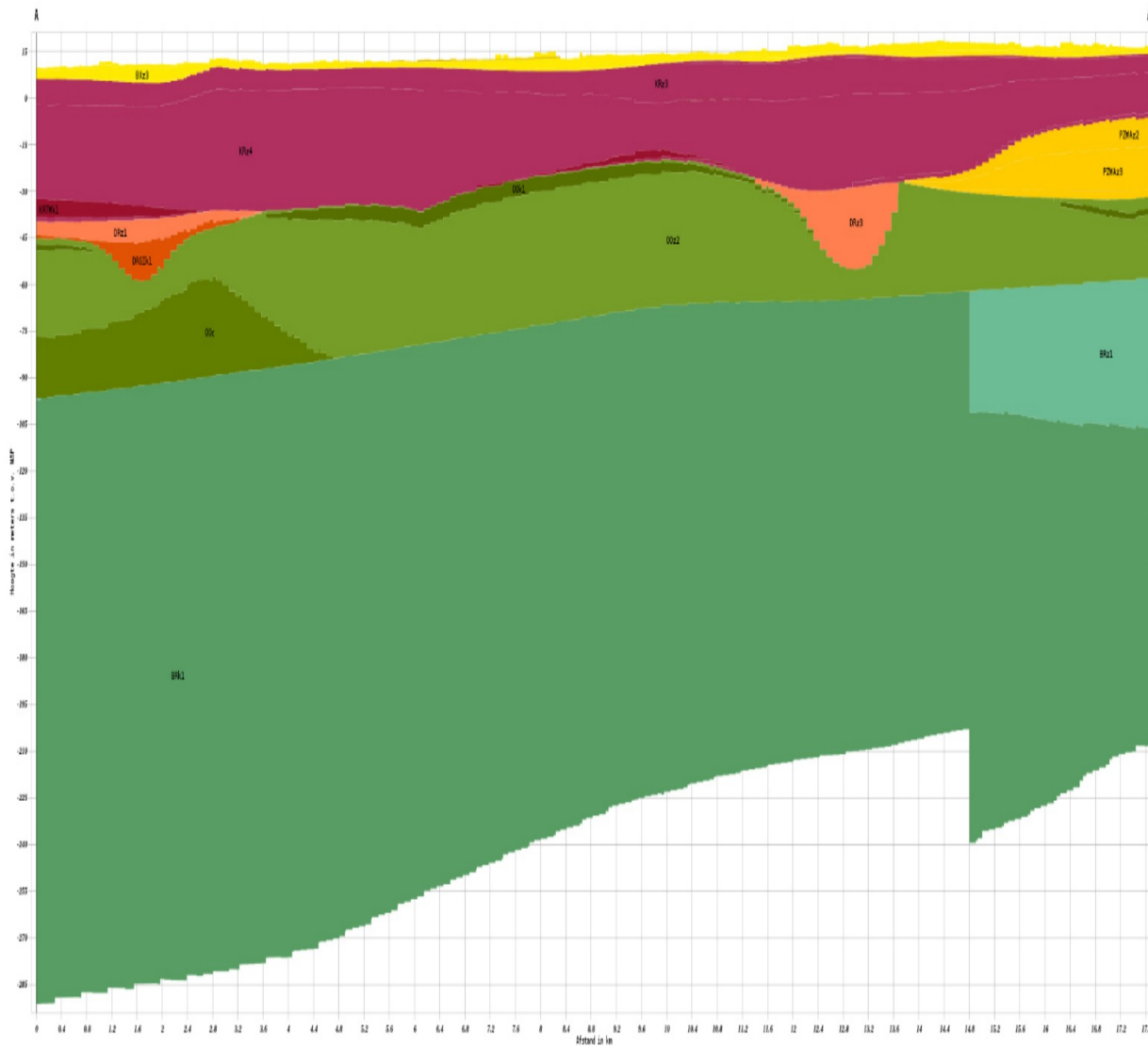
Hoogte t.o.v. NAP

Tussen -301 en 10 m

Opslaan als PDF

W-O Dwarsdoorsnede REGIS 2.2 Gemeente Bronckhorst. De verschillende formaties (zand en klei) krijgen in bovenstaande dwarsdoorsnede een eigen kleur. De legenda van de verschillende kleuren is hieronder bijgevoegd.

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Holocene afzettingen (complex) | Formatie van Waalre (klei) |
| Gestuwde afzettingen (complex) | Formatie van Maassluis (zand) |
| Formatie van Boxtel (zand) | Formatie van Maassluis (klei) |
| Formatie van Boxtel (klei) | Formatie van Oosterhout (zand) |
| Formatie van Kreftenheye (zand) | Formatie van Oosterhout (klei) |
| Formatie van Kreftenheye (klei) | Formatie van Breda (zand) |
| Formatie van Drente (zand) | Formatie van Breda (klei) |
| Formatie van Drente (klei) | Formatie van Rupel (zand) |
| Formatie van Urk (zand) | Formatie van Rupel (klei) |
| Formatie van Sterksel (zand) | Formatie van Dongen (zand) |
| Formatie van Peize/Waalre (zand) | Formatie van Dongen (klei) |



BRO REGIS II v2.2

Hydrologie

BR1	BR2	BR3
BR4	BR5	BR6
BR7	BR8	BR9
BR10	BR11	BR12
BR13	BR14	BR15
BR16	BR17	BR18
BR19	BR20	BR21
BR22	BR23	BR24
BR25	BR26	BR27
BR28	BR29	BR30
BR31	BR32	BR33
BR34	BR35	BR36
BR37	BR38	BR39
BR40	BR41	BR42
BR43	BR44	BR45
BR46	BR47	BR48
BR49	BR50	BR51
BR52	BR53	BR54
BR55	BR56	BR57
BR58	BR59	BR60
BR61	BR62	BR63
BR64	BR65	BR66
BR67	BR68	BR69
BR70	BR71	BR72
BR73	BR74	BR75
BR76	BR77	BR78
BR79	BR80	BR81
BR82	BR83	BR84
BR85	BR86	BR87
BR88	BR89	BR90
BR91	BR92	BR93
BR94	BR95	BR96
BR97	BR98	BR99
BR100		

Hoogte t.o.v. NAP
Tussen -291 en 18 m

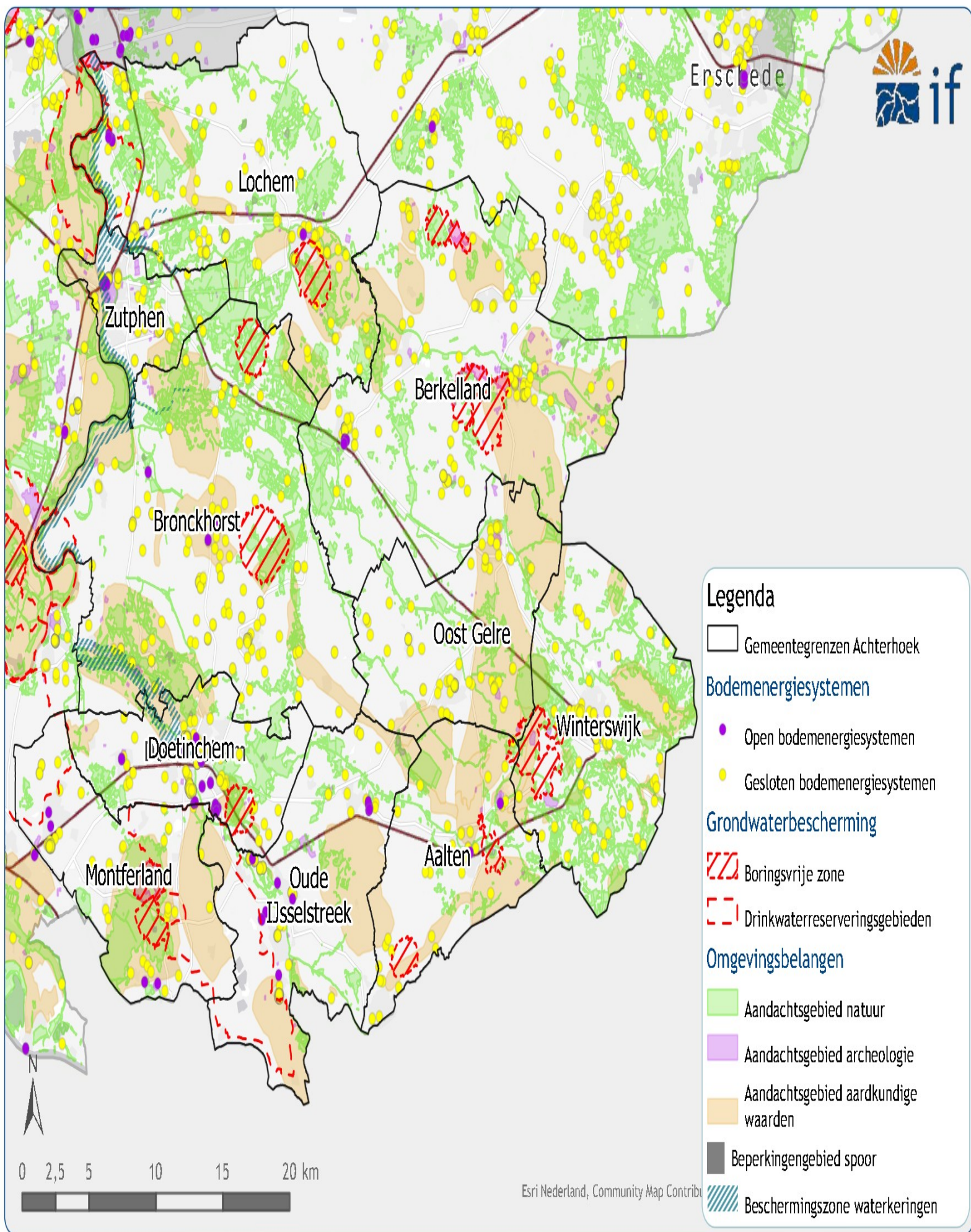
Opslaan als PDF

N-Z Dwarsdoorsnede REGIS 2.2 Gemeente Bronckhorst. De verschillende formaties (zand en klei) krijgen in bovenstaande dwarsdoorsnede een eigen kleur. De legenda van de verschillende kleuren is hieronder bijgevoegd.

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Holocene afzettingen (complex) | Formatie van Waalre (klei) |
| Gestuwde afzettingen (complex) | Formatie van Maassluis (zand) |
| Formatie van Boxtel (zand) | Formatie van Maassluis (klei) |
| Formatie van Boxtel (klei) | Formatie van Oosterhout (zand) |
| Formatie van Kreftenheye (zand) | Formatie van Oosterhout (klei) |
| Formatie van Kreftenheye (klei) | Formatie van Breda (zand) |
| Formatie van Drente (zand) | Formatie van Breda (klei) |
| Formatie van Drente (klei) | Formatie van Rupel (zand) |
| Formatie van Urk (zand) | Formatie van Rupel (klei) |
| Formatie van Sterksel (zand) | Formatie van Dongen (zand) |
| Formatie van Peize/Waalre (zand) | Formatie van Dongen (klei) |

Bijlage 6

Kaart met omgevingsbelangen in de Achterhoek



Legenda

 Gemeentegrenzen Achterhoek

Bodemenergiesystemen

 Open bodemenergiesystemen

 Gesloten bodemenergiesystemen

Grondwaterbescherming

 Boringsvrije zone

 Drinkwaterreserveringsgebieden

Omgevingsbelangen

 Aandachtsgebied natuur

 Aandachtsgebied archeologie

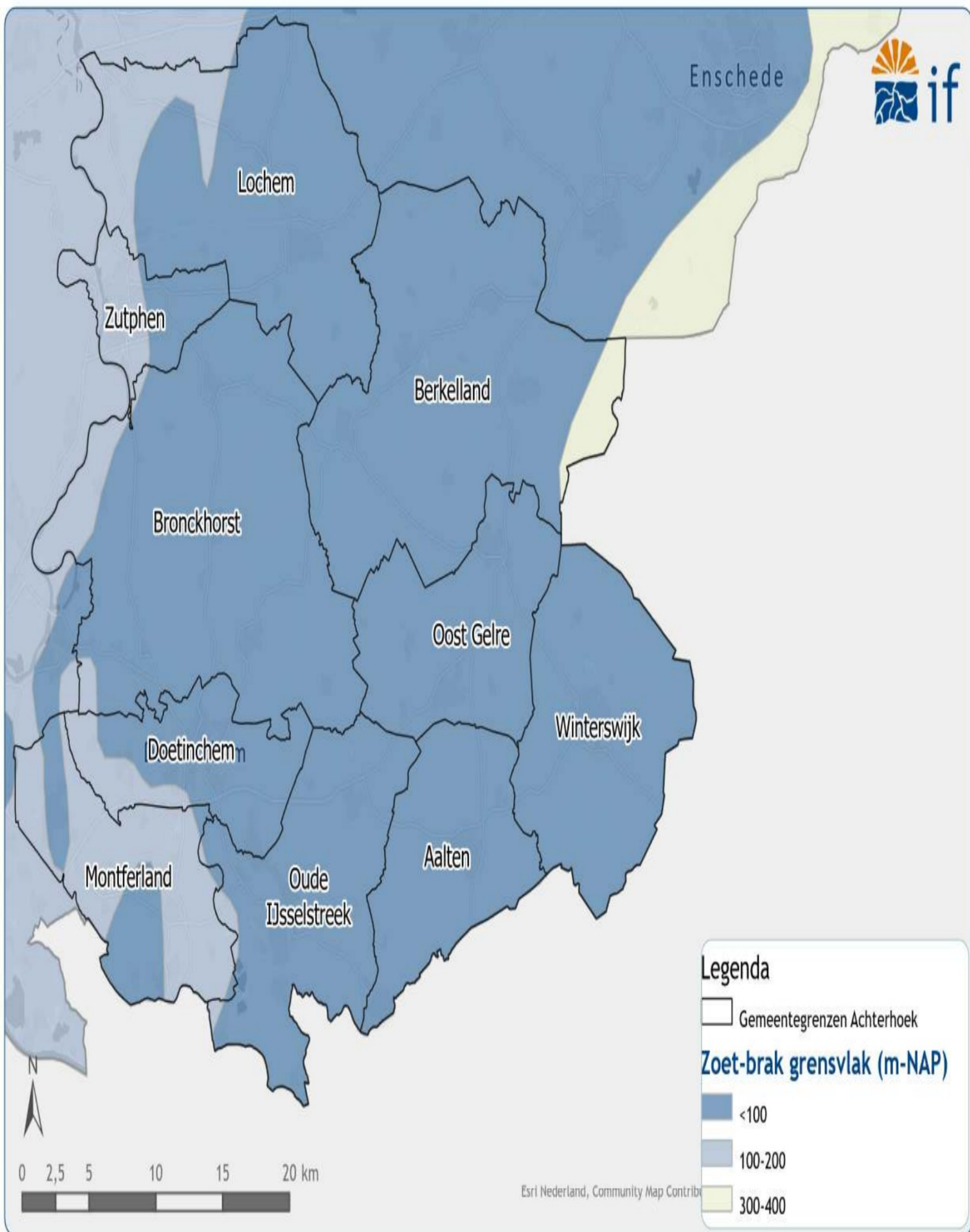
 Aandachtsgebied aardkundige waarden

 Beperkingengebied spoor

 Beschermingszone waterkeringen

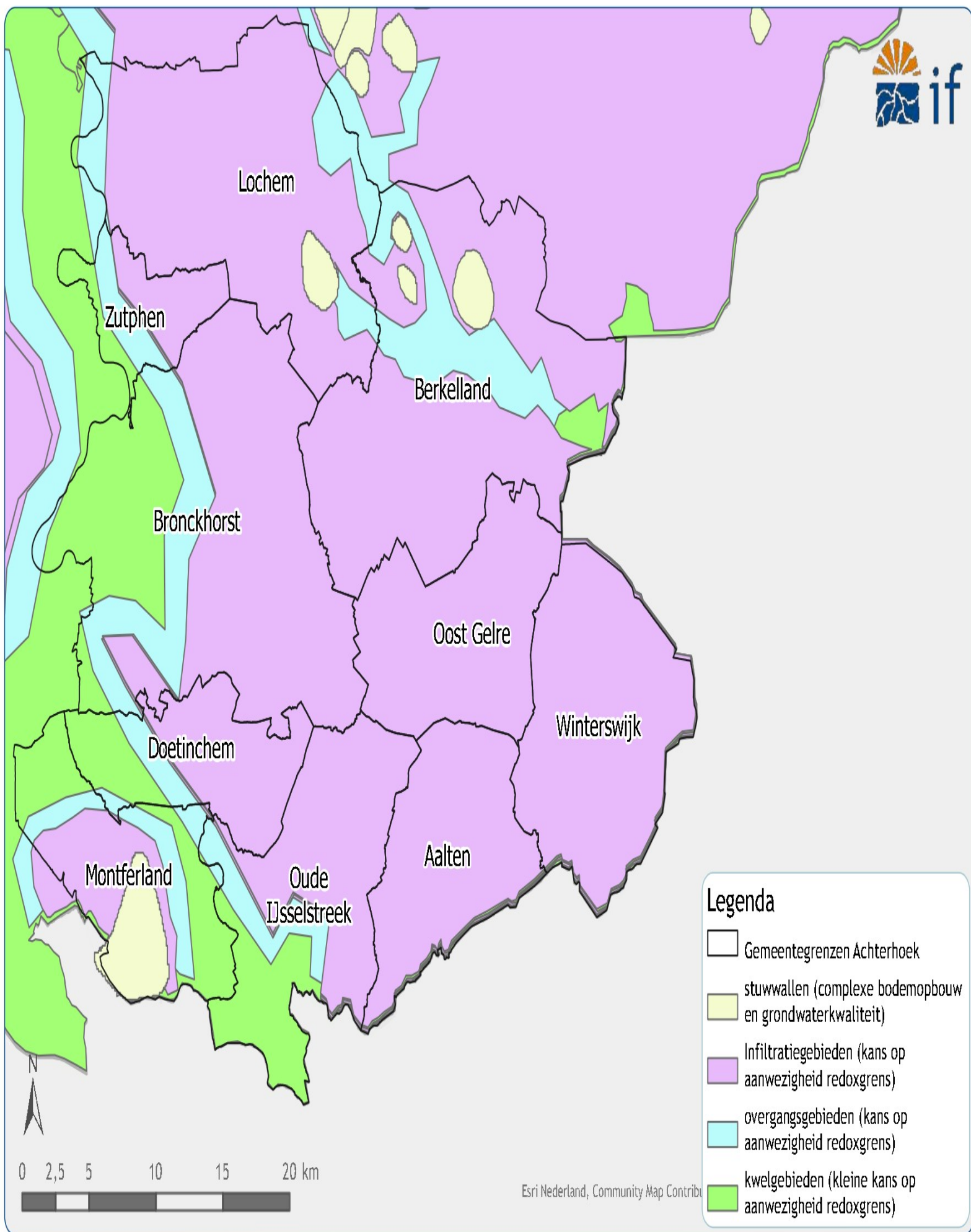
Bijlage 7

Kaart met de diepteligging van het zoet-brak grensvlak in de Achterhoek



Bijlage 8

Redoxkaart van de Achterhoek



Legenda

-  Gemeentegrenzen Achterhoek
-  stuwwallen (complexe bodemopbouw en grondwaterkwaliteit)
-  Infiltratiegebieden (kans op aanwezigheid redoxgrens)
-  overgangsgebieden (kans op aanwezigheid redoxgrens)
-  kwelgebieden (kleine kans op aanwezigheid redoxgrens)

IF Technology **Creating energy**



Arnhem
Postbus 605
Arnhem

T 026 35 35 555
E info@iftechnology.nl
I www.iftechnology.nl

KvK Arnhem 09065422
BTW nr. [redacted]

IF Technology **Creating energy**