



# BTO Verkennend Onderzoek



Auteur: Marette Zwamborn

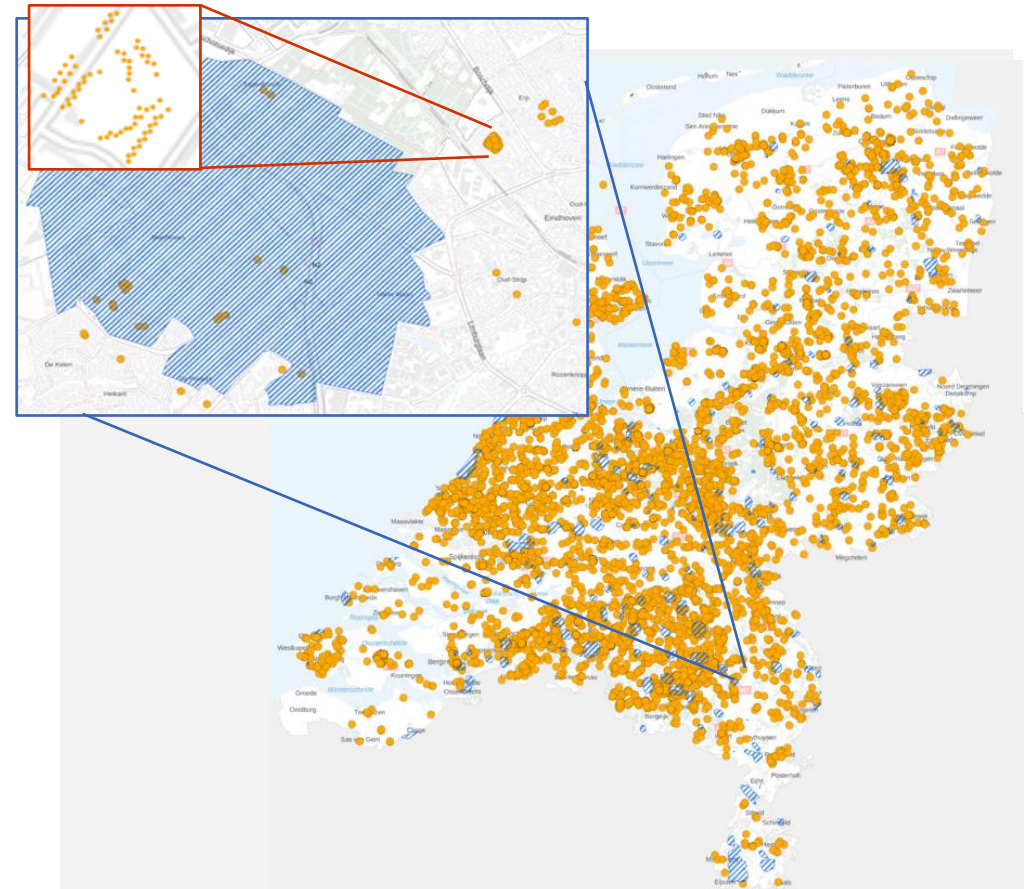
## Verkenning energietransitie: risico's gesloten bodemenergiesystemen

### Samenvatting

De energietransitie is in gang gezet en toepassing van duurzame technieken wordt aangewakkerd door het Klimaatakkoord. In de energietransitie speelt de ondergrond een belangrijke rol. In de gebouwde omgeving zijn bodemenergiesystemen, warmteopslag (HTO) en geothermie mogelijke oplossingen voor duurzame verwarming van huizen en gebouwen. De groei in het aantal systemen is al zichtbaar. Wat zijn de risico's voor de drinkwaterwinning? Vindt er voldoende toezicht plaats? Het strekt te ver om al deze vragen in één trendalert te bespreken. In deze trendalert focussen we op één techniek (gesloten bodemenergiesystemen) en één specifiek risico (lekkage van koelvloeistoffen). Het risico op lekkage van een individueel systeem wordt door diverse beheersmaatregelen beperkt. Echter, vanwege de sterke groei in het aantal systemen, is zelfs bij een klein individueel risico, het geaccumuleerde risico voor de drinkwaterwinning relevant.

### Consequenties voor drinkwatersector

	Laag	Middel	Hoog	Beknopte uitleg
Impact				Grotere benutting van de ondergrond kent risico's voor bijna alle grondwaterwinningen
Zekerheid				De energietransitie is reeds in gang gezet en de groei in systemen is zichtbaar.



*Gesloten bodemenergiesystemen in Nederland in 2019 (WKO-tool, gemelde systemen). De beschermingsgebieden voor drinkwater staan in blauwe arcering aangegeven. Ter illustratie is ingezoomd op de boringsvrije zone van Welschap in Eindhoven, met enkele gesloten systemen binnen de zone, en een cluster systemen in een nabijgelegen woonwijk.*



## Trendbeschrijving en achtergrond

### Opbouw van deze trendbeschrijving

Deze trendbeschrijving start met een beschrijving van de brede kaders van de energietransitie in de gebouwde omgeving, en een overzicht van de mogelijke oplossingen voor verwarming, die gebruik maken van de ondergrond. Deze technieken hebben elk eigen trends en specifieke risico's. Het strekt te ver om dit in hoog detail voor alle verschillende vormen en varianten in één verkenning te beschrijven.

In het tweede deel van deze trendbeschrijving focussen we als voorbeeld op één techniek, namelijk de gesloten bodemenergiesystemen, en één specifiek risico, namelijk lekkage van gebruikte circulatiemiddelen. Na een korte beschrijving van de werking van gesloten bodemenergiesystemen, is het verwachte groeiscenario voor het aantal gesloten bodemenergiesystemen in Nederland geschetst. Daarna zijn de toegepaste circulatiemiddelen, de kans op lekkage, het gedrag in de ondergrond en het risico voor de drinkwaterwinning beschreven.

De trendbeschrijving besluit met de stand van zaken rond risicobeheersing bij gesloten bodemenergiesystemen in Nederland.

## 1. Klimaatakkoord en warmte

### Klimaatakkoord

In juni 2019 heeft het kabinet het Klimaatakkoord aangeboden aan de Tweede Kamer. In het Klimaatakkoord staat een omvangrijk pakket van afspraken, maatregelen en instrumenten dat de totale Nederlandse CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2030 met ten minste 49% moet terugdringen, ten opzichte van de uitstoot in 1990 [1].

### Warmtetransitie in de gebouwde omgeving

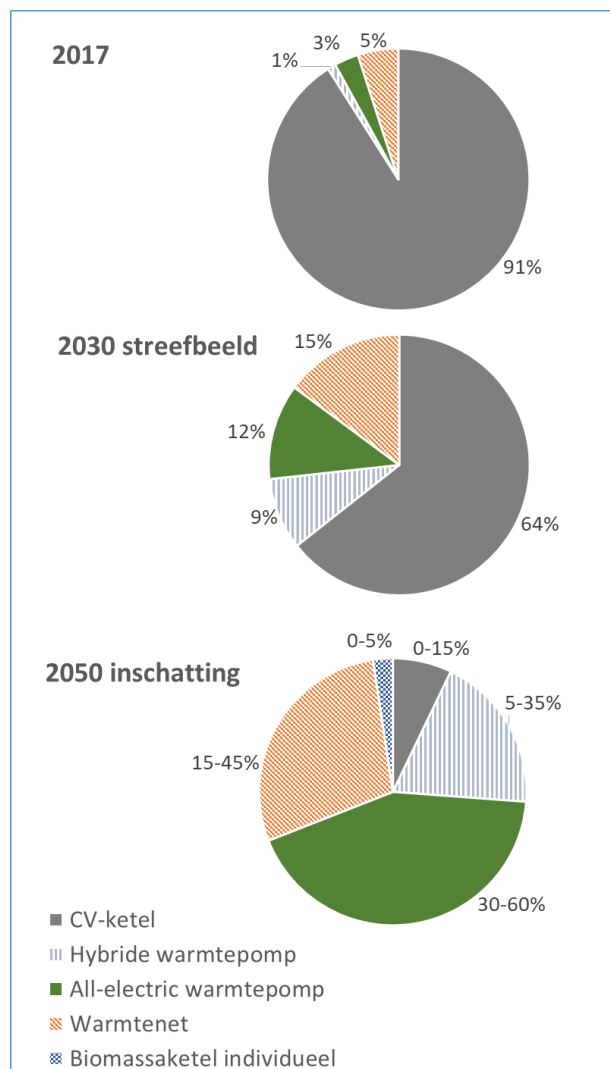
De warmtevoorziening in de gebouwde omgeving is één van de vijf sectoren in het Klimaatakkoord. Doel voor 2030 is dat 1,5 miljoen bestaande woningen verduurzaamd zijn, naast verduurzaming van de bestaande utiliteitsbouw. Om dit te bereiken, moeten we in Nederland in 2021 meer dan 50.000 woningen per jaar verduurzamen, en vóór 2030 moeten we al in een ritme van 200.000 woningen per jaar zitten. Dit doel zorgt voor een omvangrijke innovatie-opgave in de gebouwde omgeving.

In de gebouwde omgeving wordt een wijkgerichte aanpak voorzien, waarbij gemeenten een cruciale rol spelen. Per wijk wordt een afweging gemaakt van de beste oplossing. Bijvoorbeeld een warmtenet als oplossing voor wijken met dichte bebouwing, veel hoogbouw en woningen van voor 1955. Een all-electric oplossing (met warmtepompen) past

beter bij nieuwe huizen in een ruim opgezette wijk. En voor veel wijken geldt dat het aardgasnet tot na 2030 nog gewoon blijft liggen en mogelijk benut kan worden voor groen gas of waterstof, waarbij isolatie en een hybride ketel een goede tussenoplossing vormen [1].

### Invulling verduurzaming woningen

In het Klimaatakkoord [1] en in een onderliggende notitie van het Klimaatberaad [2] is de verduurzaming van woningen verder ingevuld. Door isolatie van woningen neemt de warmtevraag in de gebouwde omgeving af. Naar verwachting neemt de warmtevraag in de gebouwde omgeving in 2030 hierdoor met circa 25% zijn af (daling van huidig 450 PJ tot circa 333 PJ in 2030). De warmtevraag die resteert na isolatie kan met individuele warmte technieken of met collectieve warmtesystemen worden ingevuld. Op dit moment heeft 91% van de woningen een individuele cv-ketel op aardgas. Om de verduurzamingsdoelstelling in de gebouwde omgeving te behalen, wordt het aandeel cv-ketels afgebouwd, zie figuur 1. In 2030 is volgens het streefbeeld 15% van de woningen aangesloten op een warmtenet, beschikt ruim 20% over een warmtepomp en heeft nog 65% een traditionele cv-ketel. Voor 2050 wordt een verdergaande afname van cv-ketels voorzien, en een stijging van het aantal warmtepompen en warmtenetten [1] [2].



Figuur 1: Warmtetechnieken in woningen in 2017, streefbeeld 2030 en globale inschatting 2050. Gegevens op basis van [2]

### Warmteopties met gebruik van de ondergrond

De warmtetransitie leidt tot een groter gebruik van de ondergrond voor winning en opslag van warmte en koude [3, 4]:

- Gesloten bodemenergiesystemen zijn geschikt voor verwarming en koeling van grondgebonden woningen en kleine gebouwen.
- Open bodemenergiesystemen worden ingezet voor verwarming en koeling van grotere gebouwen, of in zeer lage temperatuur warmtenetten (<30 °C) in woonwijken.
- Aquathermie is koude- of warmtewinning uit oppervlaktewater, drinkwater of afvalwater, in combinatie met open bodemenergie.
- Ondergrondse warmteopslag ofwel hoge temperatuuropslag (HTO, 30° - 90°C) zorgt voor grootschalige opslag van warmteoverschotten en wordt benut als buffer in warmtenetten.
- Geothermie wordt in combinatie met een lage of middelhoge temperatuur warmtenet (>30°C of >65°C) toegepast voor collectieve verwarming van woonwijken, kassen en utiliteitsgebouwen.

Bodemenergiesystemen en aquathermie vallen in de categorie all-electric (met warmtepomp), met goede gebouwisolatie als essentiële randvoorwaarde. Geothermie en ondergrondse warmteopslag worden toegepast bij warmtenetten, hierbij is goede gebouwisolatie minder essentieel.

### Andere warmteopties

Andere duurzame warmtetechnieken die géén gebruik maken van de ondergrond [3, 4]:

- Lucht warmtepompen, deze warmtepompen onttrekken warmte uit omgevingslucht. De meeste warmtepompen in Nederland werken met omgevingslucht, in 2018 waren er circa een half miljoen systemen [5]. Deze warmtepompen vormen een alternatief voor gesloten bodemenergiesystemen, maar kunnen tot geluidsoverlast leiden en hebben een veel lager lager rendement in de winter.
- Zonnewarmte met zonnecollectoren wordt doorgaans als complementaire techniek in combinatie met bodemenergie/warmteopslag toegepast.
- Restwarmte vanuit industrie, afvalverbranding of datacentra, de toepassing in warmtenetten is afhankelijk van de lokale aanwezigheid van restwarmte.
- Biomassaketels, inzetbaar voor alle typen warmtevoorzieningen, is afhankelijk van de beschikbaarheid van duurzame biomassa.

### Tussen conclusie

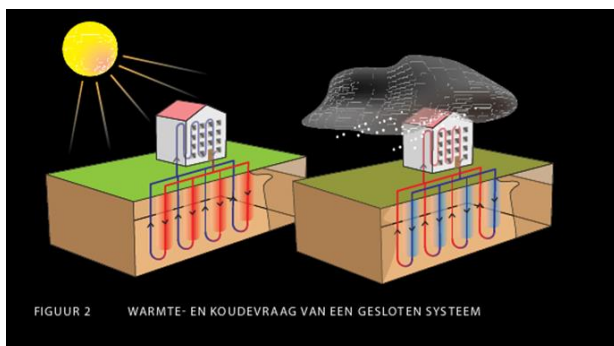
De warmtetransitie leidt tot een groter gebruik van de ondergrond. Om een beeld hiervan te krijgen, leggen we hierna als voorbeeld de focus op één techniek: gesloten bodemenergiesystemen.



## 2. Gesloten bodemenergiesystemen.

### Hoe werken gesloten bodemenergiesystemen?

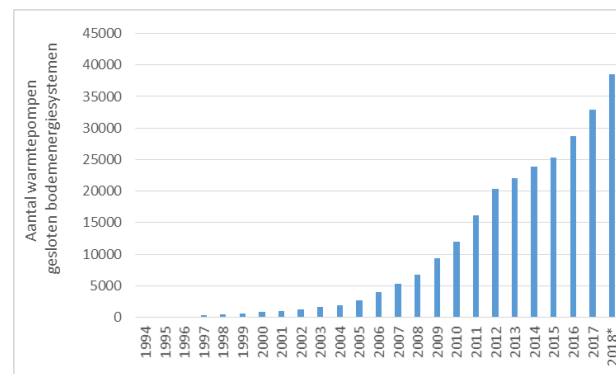
Een gesloten bodemenergiesysteem bestaat uit één of meerdere bodemlussen tot 50 à 200 meter diep, zie figuur 2. Door de bodemlussen wordt een circulerend middel rondgepompt, vaak is dat water met antivries. Door geleiding neemt het circulerend middel warmte op vanuit de bodem. De warmte wordt via een warmtepomp afgestaan aan het betreffende huis/gebouw. De warmtepomp gebruikt elektriciteit: met grijze stroom is sprake van CO<sub>2</sub> besparing ten opzichte van een gasketel, met groene stroom is het systeem CO<sub>2</sub> neutraal. Een gesloten systeem kan ook koeling leveren [6].



Figuur 2: Werking van een gesloten bodemenergiesysteem in zomer- en wintersituatie. [6]

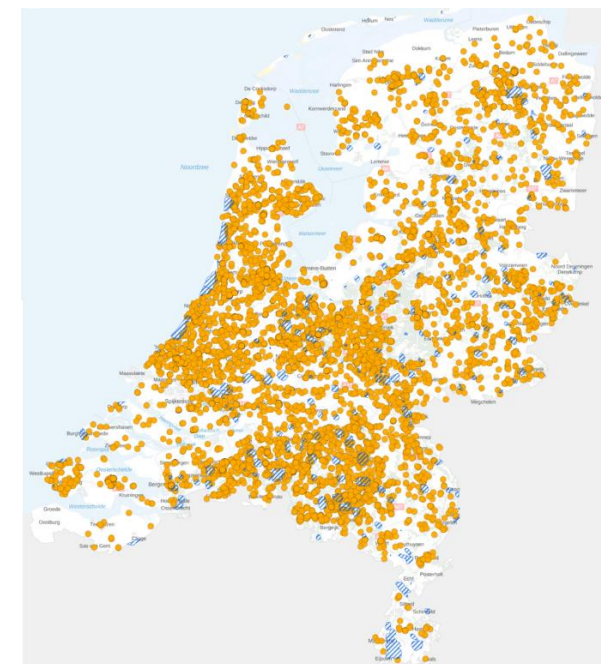
### Huidig aantal gesloten bodemenergiesystemen

Gesloten bodemenergiesystemen worden al 20 jaar in Nederland toegepast (figuur 3). Eind 2018 zijn er volgens CBS 38.500 gesloten bodemenergiesystemen in Nederland geïnstalleerd, deze gesloten bodemenergiesystemen leverden in 2018 in totaal circa 1,7 PJ warmte [5]. Dit is 0,4% van de warmtevraag (450 PJ) in de gebouwde omgeving in 2018. In de WKO-tool zijn circa 9.000 gesloten bodemenergiesystemen opgenomen (figuur 4). In de WKO-tool staan alleen systemen die in het LGR (Landelijk Grondwater Register) zijn opgenomen. Niet alle systemen zijn of worden opgenomen in het LGR [7, 8].



Figuur 3: Aantal geïnstalleerde warmtepompen met een gesloten bodemenergiesysteem. Gegevens op basis van [5], \*2018 voorlopige cijfers.

Volgens gegevens van branche (DHPA en BeNL) waren er eind 2018 zelfs nog wat meer gesloten systemen: 50.000 systemen die 1,9 PJ warmte leverden.



Figuur 4: Gesloten bodemenergiesystemen in Nederland in de WKO-tool. De beschermingsgebieden voor drinkwater staan in blauwe arcering aangegeven [7]. Niet alle gesloten bodemenergiesystemen zijn in de WKO-tool opgenomen.



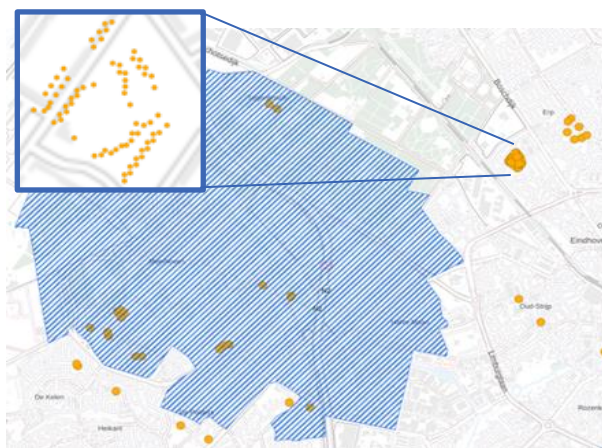
### Trend in aantal gesloten bodemenergiesystemen

Voor de toekomstige trend gebruiken we het groeiscenario voor all-electric warmtepompen vanuit het Klimaatberaad, zoals weergegeven in figuur 1: het aandeel all-electric warmtepompen bedraagt in 2017 nog 3%, en neemt naar verwachting toe tot 12% in 2030 en 30-60% in 2050 [2]. Gesloten bodemenergiesystemen behoren tot de categorie all-electric warmtepompen. Met de aanname dat het aantal gesloten bodemenergiesystemen het algemene groeiscenario voor all-electric warmtepompen volgt, kan de verwachte groei van het aantal gesloten bodemenergiesystemen worden ingeschat op circa 150 à 200.000 systemen in 2030, en een groei tot ordegrootte 1/2 tot 1 miljoen systemen in 2050 (zie tabel 1).

Gezien de toepassingsmogelijkheden van gesloten bodemenergiesystemen, vindt de groei naar verwachting voornamelijk plaats bij individuele woningen en in woonwijken met relatief goed geïsoleerde, grondgebonden woningen. Om een indruk te krijgen van de ruimtelijke verdeling, is in figuur 5 als voorbeeld een print uit de WKO-tool opgenomen (locatie Welschap Eindhoven) [7]. Naar verwachting zijn er in 2030 circa 4x zo veel gesloten bodemenergiesystemen als op dit moment, en in 2050 circa 10 à 20x.

Tabel 1: Trend in aantal geïnstalleerde warmtepompen met een gesloten bodemenergiesysteem, gebaseerd op het algemene groeiscenario voor all-electric warmtepompen in woningen gepresenteerd in [2].

Jaar	Groeiscenario % all-electric WP	Aantal gesloten bodemenergiesystemen
2017	3%	38 à 50.000
2030	12%	150 à 200.000
2050	30-60%	500 à 1.000.000



Figuur 5: Voorbeeld van ruimtelijke verdeling van gesloten bodemenergiesystemen in Eindhoven. De boringsvrije zone Welschap staat in blauwe arcering aangegeven [7]. In 2050 zijn er naar verwachting 10 à 20x zo veel systemen.

Naar verwachting worden gesloten bodemenergiesystemen voornamelijk toegepast in woonwijken met grondgebonden woningen. In dichtbebouwd stedelijk gebied ligt een warmtenet meer voor de hand.

### Risico's van gesloten bodemenergiesystemen

Als risico's van gesloten bodemenergiesystemen voor de ondergrond worden genoemd [9] [10] [11]:

- Doorboren en onvoldoende herstellen van scheidende lagen in de aanlegfase;
- Lekkage van circulatiemiddelen in de bodemwarmtewisselaars in de exploitatiefase.
- Het achterblijven van bodemvreemde materialen na beëindiging en ontmanteling.

### Tussen conclusie

Naar verwachting zijn er in 2050 10 à 20x zo veel gesloten bodemenergiesystemen. De risico's voor de ondergrond nemen evenredig toe. Voor nadere beeldvorming werken we hierna één risico uit, namelijk het risico op lekkage van circulatiemiddelen die in gesloten bodemenergiesystemen worden toegepast.



### 3. Risico: lekkage circulatie middelen

Onderzoek naar het risico op lekkage van circulatie middelen is in Nederland uitgevoerd in studies van Meer met Bodemenergie (MMB) [12], KWR [9] en RIVM [11]. Deze studies zijn in de periode 2012-2013 uitgevoerd, in hetzelfde tijd dat het Wijzigingsbesluit Bodemenergie van kracht werd [13].

- In de MMB-studie [12] is de kans op lekkages bij in gebruik zijnde systemen (gemaakt met de juiste materialen en methoden) als nihil beoordeeld, met als toevoeging dat het optreden van een lekkage niet volledig kan worden uitgesloten.
- RIVM benadrukt dat sommige circulatie middelen chemicaliën (additieven) kunnen bevatten, die een risico kunnen vormen voor de grondwaterkwaliteit. Het RIVM beoordeelt kraanwater, kaliumcarbonaat en (in mindere mate) monopropyleenglycol als minst schadelijke circulatie middelen [11].
- In de studie van KWR uit 2013 wordt het risico van vervuiling met anti-vriesmiddelen mét additieven als groot beoordeeld, gebaseerd op een kleine kans op lekkage, maar met een groot (potentieel) effect. Het effect is afhankelijk van

de toxiciteit van de toegepaste middelen en van de afbraakproducten daarvan [9].

#### Samenstelling van circulatie middelen

Een deel van de aanbieders van gesloten systemen werkt met alleen water als circulatievloeistof. Andere aanbieders voegen antivries toe, waarbij de meest gebruikte middelen ethyleenglycol en (mono)propyleenglycol zijn, dat tot circa 30% wordt toegevoegd. Deze stoffen zijn toxisch bij inname in grote hoeveelheden, waarbij (mono)propyleenglycol minder toxisch is dan ethyleenglycol. Deze stoffen zijn goed afbreekbaar, vooral onder aerobe omstandigheden [12].

Om corrosie en biologische groei te voorkomen worden ook additieven toegevoegd. Er is weinig bekend over welke additieven dit precies zijn, aangezien antivriesfabrikanten dit als bedrijfsgeheim beschouwen [11, 12]. Eén van de additieven is de stof benzotriazool, een corrosieremmer waarvan de hoeveelheid in het circulatie middel kan oplopen tot 0,6% [12]. Deze stof is biologisch slecht afbreekbaar en op lange termijn schadelijk voor in het water levende organismen. Het RIVM heeft voor benzotriazool een ad-hoc MTR waarde (maximaal toelaatbaar risiconiveau) berekend van 0,07 µg/liter. Deze ad-

hoc waarde is berekend met een zeer restrictieve veiligheidsfactor [11].

Voor een uitgebreid overzicht van overige bekende toegepaste antivriesmiddelen en additieven, inclusief stoffeigenschappen, wordt verwezen naar de studie van KWR uit 2013 [9].

#### Toegestane circulatie middelen

De toegestane circulatiemiddelen in gesloten bodemenergiesystemen staan vermeld in BRL SIKB 11000 en Protocol 11001 [14, 15]: monopropyleen of ethyleenglycol. In de volgende versie, die naar verwachting in 2020 van kracht wordt, staat ook kaliumcarbonaat vermeld [16].

In voorgemengde koelvloeistoffen zitten vaak naast water en antivriesmiddelen ook andere toevoegingen (additieven). De SIKB-richtlijn geeft géén richtlijn over het toestaan of verbieden van additieven in voorgemengde anti-vriesmiddelen. Een procedure voor het toelaten van nieuwe circulatie middelen is niet aanwezig.

#### Kans op lekkage

Gegevens over lekkages bij gesloten bodemenergiesystemen zijn niet beschikbaar. Op basis van lekkage data uit de drinkwatersector heeft KWR in 2013 [9] op basis van inter/extra-polatie een



inschatting gemaakt van de lekkage kans bij gesloten bodemenergiesystemen: “De lekkans van een gesloten bodemenergiesysteem bestaande uit één verticale bodemlus van 100 m diep, 20 m horizontaal leidingwerk en in totaal 7 koppelingen, is bepaald op 0,23% per jaar. Hierin is een onderverdeling te maken in een lekkans van 0,07% voor het diepe, verticale deel (de voorgefabriceerde bodemlus) en 0,16% voor het horizontale verbindend leidingwerk op circa 1 m onder het maaiveld. Deze onderverdeling is natuurlijk sterk afhankelijk van de totale lengte van het verticaal en horizontaal leidingwerk en het aantal koppelingen.” Bij de evaluatie van het Wijzigingsbesluit Bodemenergie (WBBE) [8] blijkt:

- Veel bevoegde gezagen hebben geen beeld hebben van lekkages bij gesloten bodemenergiesystemen, met uitzondering van twee bekende gevallen van lekkage als gevolg van graafwerkzaamheden
- Uit contacten met een glycolleverancier blijkt dat particulieren af en toe bellen om glycol te kopen. Dat kan duiden op lekkage bij gesloten bodemenergiesystemen.
- Bedrijven die systemen aanleggen geven aan dat bij hen géén of slechts één geval van lekkage bekend is. Enkele grote aanbieders geven daarbij aan tegenwoordig puur leidingwater toe te passen.

Op basis van de schatting van de lekkans van KWR, zou bij 50.000 gesloten bodemenergiesystemen elk jaar circa 100 lekkages optreden. Dit strookt niet met het beeld dat bij de evaluatie van het WBBE wordt geschetst, gebaseerd op interviews, met slechts enkele lekkages in de afgelopen jaren. In hoeverre (kleine) lekkages onopgemerkt blijven, is op basis van de beschikbare gegevens echter niet te beoordelen.

#### Lekgrootte

In een gesloten bodemenergiesysteem met een diepte van 80 meter zit in het verticale deel (in de U-lus met inwendige diameter 26 mm) een vloeistofvolume van 85 liter [12]. Rekening houdend met het horizontale leidingwerk en met grotere dieptes, bevatten gesloten systemen orde grootte 100 à 200 liter circulatie middel.

De hoeveelheid van het middel dat vrij komt hangt samen met de aard van het lek. Bij graafschade lekt in korte tijd een relatief grote hoeveelheid uit het horizontale deel van het systeem, wat direct wordt opgemerkt vanwege uitval van het systeem. Bij een sluipende lekkage in een verbinding kan sprake zijn van enkele druppels per dag, gedurende lange periode. Bij kleine lekkages is het risico dat het sneller en goedkoper is voor de beheerder om af en

toe de vloeistof aan te vullen, dan het lek te dichten [9].

In de studie van RIVM wordt als voorbeeld gerekend met een lekkage van 100 liter [11].

#### Gedrag in de bodem en milieurisico

Antivriesmiddelen zoals glycolen worden in grote hoeveelheden toegepast op vliegvelden. In dat kader is meer bekend over het milieugedrag. De middelen zijn veelal goed afbreekbaar door bacteriën. In combinatie met additieven blijkt de afbreekbaarheid echter veel minder goed [11]. Stoffen als benzotriazool zijn zeer mobiel en persistent in de bodem [9]. De stof benzotriazool scoort in de RIVM studie als het meest schadelijk. Glycol is minder schadelijk en kalium carbonaat is het minst schadelijk per gram stof [11].

#### Oriëntatie op risico voor drinkwaterwinning

Om het gedrag van gelekte circulatie middelen uit bodemenergiesystemen in een intrekgebied van een drinkwaterwinning te voorspellen, zijn met behulp van het model Transatomic Lite+ [17] enkele oriënterende simulaties uitgevoerd.

De volgende situaties zijn beschouwd:

1. Lekkage door graafschade: een lekkage gedurende 1 dag van 100 liter circulatie middel



- uit het horizontale deel dicht bij maaiveld, op 900 meter afstand van een freatische winning;
2. Sluipende lekkage in een koppeling: een lekkage gedurende 1 jaar, totaal 100 liter gelekte circulatie vloeistof vanuit de U-bocht van een bodemenergiesysteem op 150 meter diepte, op 900 meter afstand van een diepe ("semi-confined") winning.
  3. Toekomstige situatie met circa 600 à 800 gesloten bodemenergiesystemen, verdeeld over drie woonwijken op afstanden tussen 900 en 1700 meter, in het intrekgebied van een diepe winning. Op basis van een lekkans van 0,07% voor het verticale deel en 0,16% voor het horizontale deel, zou in deze situatie elk jaar één ondiepe lekkage en elke twee jaar één diepe lekkage optreden.

Met Transatomic zijn de reistijd, vertraging en het afbraak gedrag van monopropyleenglycol en ethyleenglycol en van het additief benzotriazol gesimuleerd. In het model Transatomic wordt gebruik gemaakt van een grondwaterwinning en bodemopbouw die typerend is voor de Nederlandse situatie [17], hetgeen volstaat voor deze oriënterende studie.

#### Monopropyleenglycol en ethyleenglycol

Bij een lekkage van monopropyleenglycol of ethyleenglycol aan maaiveld van een individueel systeem, worden er geen gevolgen voor een

nabijgelegen freatische winning verwacht (scenario 1). De glycolen worden vrijwel geheel afgebroken in de ondiepe, (sub)oxische bodemlagen.

Bij een diepe lekkage van een individueel systeem (scenario 2) komen de stoffen direct in anoxische bodemlagen terecht. In de berekeningen worden de glycolen niet afgebroken, met vertraging komen de stoffen uiteindelijk in de winning terecht. Door dispersie zal een diepe lekkage van één individueel systeem echter niet opgemerkt worden in een winning.

Echter, in de toekomstige situatie met cumulatieve effecten van meerdere lekkages in de omgeving (scenario 3), zullen de stoffen volgens berekeningen wél aangetroffen worden in de grondwaterwinning. Binnen twee decennia worden de eerste verhoogde concentraties in de winning verwacht. Na een eeuw wordt een eindconcentratie van stoffen in de winning bereikt in de orde grootte van enkele µg/l.

#### Benzotriazool

Voor een persistente stof als benzotriazool geldt dat vrijwel géén afbraak in de bodem plaatsvindt, óók niet in ondiepe (sub)oxische bodemlagen. Hoewel dit additief in veel lagere concentraties voorkomt in circulatie middelen (in vergelijking met monopropyleenglycol of ethyleenglycol), wordt voor deze stof eindconcentraties in de winning berekend die ongeveer een factor 10 lager liggen dan de berekende concentraties glycolen. Daarmee is dit

additief relevant, aangezien deze stof meer schadelijk is dan de glycolen.

#### Opmerking bij deze oriëntatie

Opgemerkt wordt dat de berekeningsresultaten sterk afhankelijk zijn van de gekozen scenario's en uitgangspunten. De berekeningen geven een eerste beeld van mogelijke concentraties in drinkwaterwinningen, als gevolg van lekkage van circulatiemiddelen vanuit gesloten bodemenergiesystemen.

#### **Risico beheersing**

De risico beheersing ten aanzien van lekkage van circulatie middelen bij gesloten bodemenergie systemen bestaat in Nederland uit de volgende maatregelen:

1. Wettelijke eisen in de Waterwet, Wm en Wbb, straks allemaal Omgevingswet, en onderliggende besluiten, verder uitgewerkt in Erkenningsregeling en werkprotocollen
2. Gemeentelijk toezicht gesloten systemen
3. Gemeentelijk beleid regie bodemenergie en ontwikkeling warmtevisie
4. Provinciaal beleid drinkwaterbescherming

1. Wettelijke eisen

Kleine gesloten bodemenergiesystemen (< 70 kW) zijn meldingsplichtig, voor grotere systemen en voor





specifieke categorieën kleine systemen geldt een vergunningplicht. De gemeente houdt een registratie bij.

In het Wijzigingsbesluit bodemenergiesystemen (AMvB Bodemenergie) [13] zijn algemene eisen opgenomen over lekkage, bijvoorbeeld dat een systeem moet worden gestopt in geval van lekkage.

### 2. Erkenningsregeling en richtlijnen

In Nederland mogen alleen erkende bedrijven boringen plaatsen en werkzaamheden uitvoeren aan bodemenergiesystemen. Dit staat in het Besluit Bodemkwaliteit [18]. Een opdrachtgever mag voor ontwerp, aanleg of beheer van een bodemenergiesysteem alleen een erkend bedrijf inhuren. Een erkend bedrijf moet werken volgens de richtlijnen, zoals opgesomd in tabel 2.

Dit kwaliteitssysteem functioneert alleen naar behoren, als er voldoende streng wordt toegezien op naleving van de eisen. De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) ziet er op toe dat erkende bedrijven werken volgens de eisen, en controleert bovendien de certificerende instellingen.

### 3. Gemeentelijk toezicht

De gemeente is bevoegd gezag voor gesloten bodemenergiesystemen. De gemeente ziet toe op de melding- of vergunningplicht, of heeft daarvoor een omgevingsdienst gemandateerd.

Tabel 2: Richtlijnen met betrekking tot bodemenergiesystemen.

Activiteit	Richtlijn
Mechanisch boren	BRL SIKB 2100 en protocol 2101
Ontwerp, realisatie, beheer en onderhoud ondergronds deel van bodemenergiesystemen	BRL SIKB 11000 en protocol 11001
Ontwerpen en installeren van energiecentrales van bodemenergiesystemen en het beheren van bodemenergiesystemen	BRL KvINL 6000-21/00

Ook heeft de gemeente (of omgevingsdienst) de rol van toezichthouder bij aanleg van gesloten systemen. De toezichthoudende rol is bewust bij de gemeentes neergelegd, omdat zij deze taken kunnen combineren met het bouwtoezicht. Nadeel is een mogelijk beperkt specifieke kennisniveau van techniek, aanlegmethodes en richtlijnen bij gemeentelijke toezichthouders.

### 4. Gemeentelijke beleidsmaatregelen – regie op bodemenergiesystemen

De gemeenten zijn aan zet bij het opstellen van de Regionale Energie Strategie, en kunnen vervolgens door het vaststellen van warmteplannen de regie voeren op de wijkgerichte aanpak voor verduurzaming van de gebouwde omgeving. In een warmteplan kan de aansluitplicht op een collectief warmtenet worden geregeld.

Wanneer bodemenergiesystemen zoals verwacht een grote vlucht gaan nemen in een wijk of staddeel, kan de gemeente besluiten om een zogenaamd ‘interferentiegebied’ aan te wijzen [13], en hiervoor een bodemenergieplan vast te stellen. Binnen een ‘interferentiegebied’ zijn alle gesloten bodemenergiesystemen vergunningplichtig. Met een bodemenergieplan kunnen nadere regels worden gesteld over gesloten én open bodemenergie systemen.

### 5. Provinciale beleid drinkwaterbescherming

De provincie is verantwoordelijk voor het grondwaterbeheer. Met behulp van provinciale beleidsplannen en verordeningen zorgt de provincie voor bescherming van het grondwater. De provincie is ook bevoegd gezag voor open bodemenergiesystemen.



### Functioneren deze beheersmaatregelen voldoende goed?

In 2018 publiceerde ILT een nieuwsbericht [19], waaruit bleek dat elf van de dertien geïnspecteerde boorbedrijven gesloten bodemenergiesystemen niet volgens de milieuregels hebben aangelegd. ILT noemde dit onaanvaardbaar. ILT heeft bij acht bedrijven een last onder dwangsom opgelegd en blijft inspecties uitvoeren.

In januari 2019 heeft de staatssecretaris van IenW de kamer verder geïnformeerd over de handhaving door ILT, de geleerde lessen en de stand van zaken rondom bedrijven zonder erkenning [20]. In deze brief staat dat ILT constateert 'dat de bodemenergiesector heeft gewerkt aan de verbetering van de naleving'.

Met betrekking tot het risico op lekkage van circulatievloeistoffen, heeft de sector al doorgevoerd dat uitsluitend gebruik wordt gemaakt van geprefabriceerde bodemlussen. De kamerbrief stelt: 'Het risico op lekkage van circulatievloeistoffen wordt zo adequaat beperkt.'

De volgende vervolgactiviteiten worden in de kamerbrief beschreven:

- Voortzetten van inspecties door ILT
- Voortgaand gesprek tussen ILT met de brancheverenigingen en bedrijven in de sector -

Beter gebruik maken van publiek-private (toezicht)stelsel, gericht op certificerende instellingen

- Zicht krijgen op bedrijven die niet erkend zijn, onder andere via de meldplicht voor gesloten bodemenergiesystemen, in samenwerking met gemeenten en omgevingsdiensten.

In het slotwoord van de kamerbrief staat:

"Met de hierboven beschreven acties werkt de inspectie aan het verder terugdringen van risico's door werkzaamheden in de branche bij bodemenergiesystemen. De ILT zal gemeenten en omgevingsdiensten betrekken bij de toezichtsactiviteiten die zij in 2019 uit gaat voeren op bodemenergiesystemen. Verder gezamenlijk optrekken leidt tot kennisoverdracht zodat de bevoegde gezagen de juiste vragen kunnen stellen bij vergunningtrajecten en toezicht. Dit is wenselijk zodat de consument kan vertrouwen op de kwaliteit van de systemen en zodat duurzaam gebruik van bodem en grondwater gewaarborgd blijft." [20].

Op grond van bovenstaande wordt geconstateerd dat de risico beheersing rond bodemenergiesystemen nog in ontwikkeling is.



## 4. Conclusies

De energietransitie is in gang gezet en de groei in het aantal bodemenergiesystemen is al zichtbaar en wordt gestimuleerd door het Klimaatakkoord. Duurzame alternatieven voor verwarming zoals bodemenergie worden gestimuleerd door (bouw)wetgeving en subsidies. Het aantal gesloten bodemenergiesystemen groeit daarom naar verwachting dan ook verder door. De 'zekerheid' van deze trend classificeren we als hoog.

Deze trendrapportage beschrijft het risico van lekkage van circulatie middelen uit gesloten bodemenergiesystemen. Het risico op lekkage van een individueel systeem wordt door diverse beheersmaatregelen beperkt. Echter, vanwege de sterke groei in het aantal systemen, is zelfs bij een klein individueel risico, het geaccumuleerde risico voor de drinkwaterwinning relevant. Er is overigens nog weinig zicht op actuele lekkages en mogelijke gevolgen. Met name persistente additieven in circulatie middelen, waar nog geen expliciet verbod voor geldt, vormen een aandachtspunt. Gesloten bodemenergiesystemen worden in heel Nederland aangelegd, waardoor vrijwel alle grondwaterwinningen aan dit risico onderhevig zijn. De 'impact' van deze trend wordt daarom ook als hoog beoordeeld.

### Aanbevelingen toepassing circulatie middelen

De aanbeveling die in de evaluatie van het Wijzigingsbesluit Bodemenergiesystemen uit 2016 [8] staat, is nog steeds actueel: "Aanbevolen wordt om te onderzoeken of een verbod op het gebruik van (bepaalde) antivriesmiddelen en andere toevoegingen in de circulatievloeistof van gesloten bodemenergiesystemen mogelijk is, zonder dat dit leidt tot nadelige effecten voor de stimulering van de toepassing van deze systemen. In de praktijk werkt een deel van de aanbieders met circulatievloeistof van alleen leidingwater, zonder toevoegingen. De ervaringen daarmee zijn positief."

Overige aanbevelingen op basis van deze trendalert:

- Ontwikkel een methode voor risicobeoordeling voor nieuwe koelvloeistoffen. Een dergelijke risicobeoordeling is nog niet beschikbaar.
- Stel een expliciet verbod in op de toepassing van additieven.
- Onderzoek welke koelvloeistoffen daadwerkelijk worden toegepast in Nederland.
- Onderzoek het daadwerkelijk optreden van lekkages.

Dit is gewenst voor een goede beoordeling van de omvang van risico's. In Nederland is hier slechts beperkt zicht op, alleen bij de evaluatie van het Wijzigingsbesluit Bodemenergie (WBBE) [8] is hier beperkt aandacht aan besteed.



## Meer informatie

1. Klimaatberaad, *Klimaatakkoord*. 2019.
2. Klimaatberaad, *Vraag en aanbod duurzame warmte en duurzame gassen. Gebouwde omgeving, werkgroep 9*. 2018, Sociaal-Economische Raad.
3. NVDE, *Warmtebronnen in de Regionale Energie Strategie (RES) 2019*, Nederlandse Vereniging Duurzame Energie (NVDE) en Energie-Nederland.
4. RVO. *Warmtevoorziening Gebouwde Omgeving*. 2019; Available from: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/verduurzaming-warmtevoorziening/duurzame-warmtevoorziening/warmtevoorziening-gebouwde>.
5. CBS. *Statline tabel: Warmtepompen; aantallen, thermisch vermogen en energiestromen*. 2019.
6. Bloemendal, M. and H. Mathijssen, *Bodemenergie, Warm aanbevolen*. 2013, Gouda: SKB.
7. RVO. *WKO-tool*. 2019; Available from: <https://wkotool.nl/>.
8. Graaf, A.d., R. Heijer, and S. Postma, *Evaluatie Wijzigingsbesluit bodemenergiesystemen*. 2016, Buro 38 in
9. Bonte, M., et al., *Effecten en risico's van gesloten bodemenergiesystemen*. 2013, KWR Watercycle research institute: Nieuwegein.
10. Kools, d.S., dr. Ir. Arnaut van Loon, Rosa Sjerps MSc. en ir. Loet Rosenthal *De kwaliteit van bronnen van drinkwater in Nederland*. 2019, KWR.
11. Beelen, P., *A method to rank the relative environmental hazard of coolants leaking directly into groundwater*. 2013, RIVM.
12. MMB, *Meer met bodemenergie Rapport 2 Literatuur onderzoek S.d.o. ondergrond*, Editor. 2012.
13. Schultz van Haegen, M.H., *Wijzigingsbesluit bodemenergiesystemen*, M.o.l.a. Environment, Editor. 2013, Staatscourant 23617: Den Haag.
14. SIKB, *BRL SIKB 11000 Ontwerp, Realisatie, Beheer en onderhoud ondergrondse deel bodemenergiesystemen*. 2014.
15. SIKB, *Protocol SIKB 11001 Ontwerp, Realisatie, Beheer en onderhoud ondergrondse deel bodemenergiesystemen*. 2014.
16. SIKB, *Protocol SIKB 11001 Ontwerp, realisatie, beheer en onderhoud ondergronds deel van bodemenergiesystemen*. In voorbereiding.
17. Stuyfzand, P.d.P.J., *Predicting organic micropollutant behavior for standardized public supply well field types, with TRANSATOMIC Lite* KWR, Editor. 2019.
18. Minister van Volkshuisvesting, R.O.e.M., *Besluit bodemkwaliteit*. 2016.
19. Inspectie Leefomgeving en Transport, *Bedrijven nemen onaanvaardbare risico's bij aanleg gesloten bodemenergiesystemen*. 2018: <https://www.ilent.nl/actueel/nieuws/2018/05/30/index>.
20. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. *Kamerbrief over effecten van handhaving ILT bij bodemenergiesystemen*. 2019; Available from: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/01/30/effecten-van-handhaving-ilt-bij-bodemenergiesystemen>.

## Keywords

Energietransitie, gesloten bodemenergiesystemen, drinkwaterbescherming, risico's

Auteur: Marette Zwamborn  
Kwaliteitsborging: Martin Bloemendal

**Van**

Marette Zwamborn

**Onderwerp**

Addendum bij BTO notitie over risico's gesloten bodemenergiesystemen

**Datum**

28 juni 2021

**Addendum bij BTO notitie 'Verkenning energietransitie: risico's gesloten bodemenergiesystemen'**

In de notitie 'Verkenning energietransitie: risico's gesloten bodemenergiesystemen' wordt in paragraaf 'Samenstelling van circulatie middelen' op pagina 6 de stof benzotriazool als voorbeeld genomen als een additief gebruikt in gesloten bodemenergiesystemen. Hierbij wordt een ad-hoc MTR waarde vermeld van 0,07 µg/liter en aangegeven dat deze ad-hoc waarde met een zeer restrictieve veiligheidsfactor is berekend. De genoemde MTR-waarde is gebaseerd op de studie 'A method to rank the relative environmental hazard of coolants leaking directly into groundwater' (RIVM, 2013).

Ongelukkigerwijs is de opgestelde notitie pas enkele jaren later publiek gemaakt (in 2021). In de tussentijd is er een nieuwe ad-hoc MTR<sub>eco</sub>-waarde voor benzotriazool vastgesteld van 97 µg/liter (RIVM, 2018, <https://rvs.rivm.nl/sites/default/files/2018-05/Benzotriazole.pdf>). Deze veel hogere nieuwe MTR-waarde roept de vraag op, of deze waarde tot andere conclusies leidt over het risico van additieven in gesloten bodemenergiesystemen voor de drinkwaterproductie uit grondwater. Op deze vraag gaan we hieronder kort in.

In gesloten bodemenergiesystemen worden diverse additieven gebruikt die niet goed in beeld zijn. De stof benzotriazool is in de rapportage als voorbeeld gebruikt om een indicatie te krijgen van het risico van lekkage van circulatie middelen met persistente mobiele additieven. In het 'Protocol voor monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW' (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015) is voor nieuwe, opkomende stoffen in grond- en oppervlaktewater een generieke signaleringswaarde voor drinkwaterbronnen opgenomen van 0,1 µg/liter. Met een oriënterende berekening is een beeld gegeven, dat lekkages van gesloten bodemenergiesystemen kunnen leiden tot concentraties van additieven in de winning van enkele tienden µg/liter. Met het oog op de generieke signaleringswaarde voor drinkwaterbronnen, blijft de conclusie van deze notitie daarmee staan: het geaccumuleerde risico van lekkage uit een toenemend aantal gesloten bodemenergiesystemen blijft voor de drinkwaterwinning relevant, met name voor persistente additieven in de circulatiemiddelen.