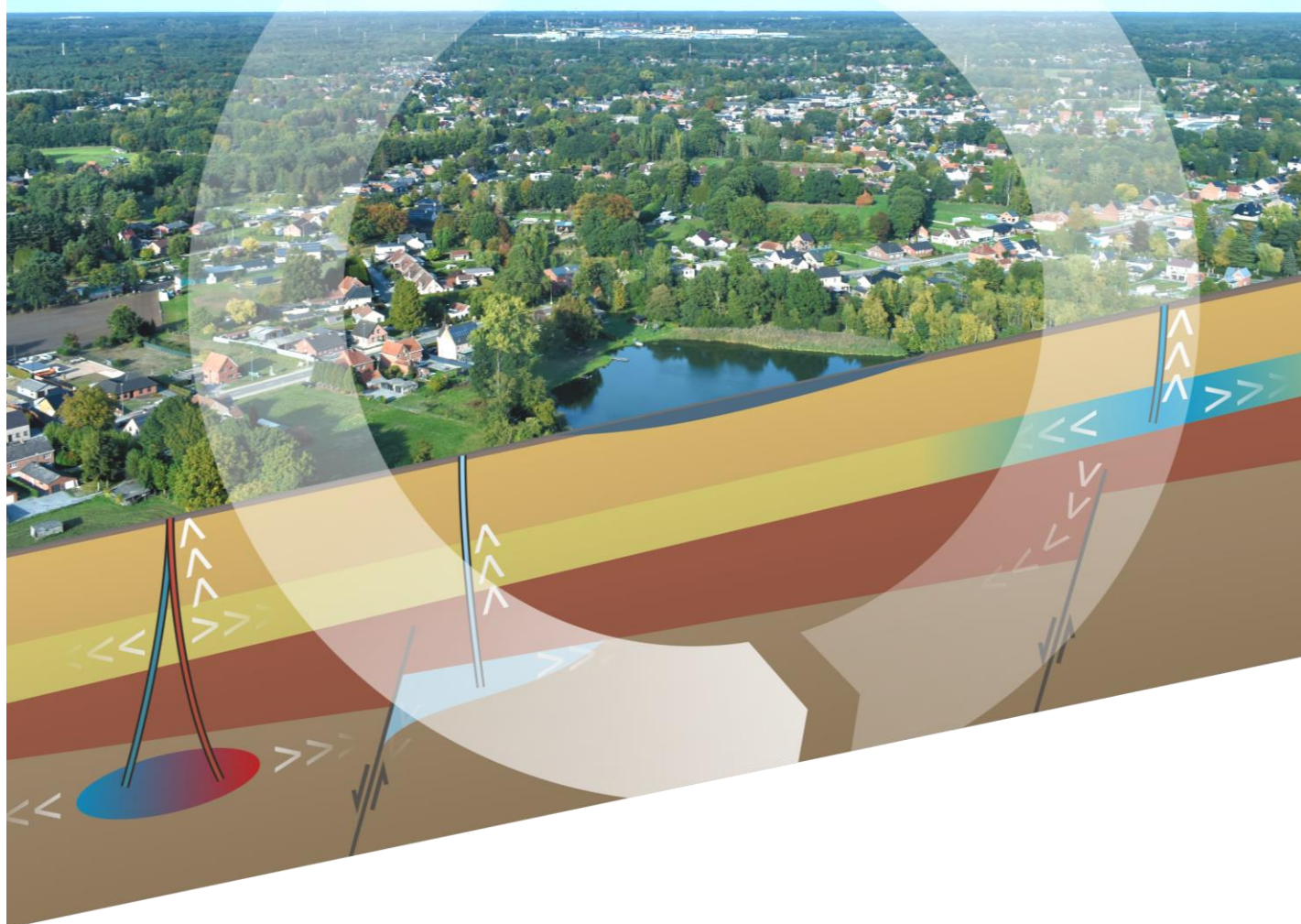




Vlaanderen
is omgeving



D4 Mogelijke beleidsvisies voor een duurzaam gebruik van de diepe ondergrond in Vlaanderen

D4. Mogelijke beleidsvisies voor een duurzaam gebruik van de diepe ondergrond in Vlaanderen

In dit rapport wordt eerst verkend in welke mate andere Europese landen beleid uitwerken voor het meervoudig gebruik van de diepe ondergrond en hoe ze desgevallend dergelijk beleid vormgeven. Vervolgens wordt er dieper ingegaan op de verschillende beleidsvisies die onderzocht zullen worden in de impactanalyse (Deelrapport D7).

Dit rapport bevat de mening van de auteur(s) en niet noodzakelijk die van de Vlaamse Overheid.

COLOFON

Verantwoordelijke uitgever

Toon Denys
Departement Omgeving
Vlaams Planbureau voor Omgeving
Koning Albert II-laan 15 bus 553, 1000 Brussel
vpo.omgeving@vlaanderen.be
www.omgevingvlaanderen.be

Auteurs

Tine Compennolle – UAntwerpen | FBE & KBIN | Belgische Geologische Dienst
Syed-Mujtaba Masroor – UAntwerpen | FBE
Anne Bergmans – UAntwerpen | FSW
Kris Welkenhuysen – KBIN | Belgische Geologische Dienst
Kris Piessens – KBIN | Belgische Geologische Dienst

Publicatiedatum

2 juni 2025

Depotnummer

D/2025/3241/122

ISBN nummer

9789040304781

Wijze van citeren

Compennolle, T., Masroor, S.M., Welkenhuysen, K., Bergmans, A., Piessens, K. (2025). D4. Beleidsvisies voor een duurzaam gebruik van de diepe ondergrond in Vlaanderen. In, *Maatschappelijke impact van het gebruik en beheer van de Vlaamse diepe ondergrond*. Departement Omgeving. Vlaams Planbureau voor Omgeving.

PARTNERS



Universiteit
Antwerpen

MANAGEMENTSAMENVATTING

Om de diepe ondergrond op een duurzame manier te ontwikkelen, is er een nood aan een regelgevend kader. Er wordt eerst verkend in welke mate andere Europese landen beleid uitwerken voor het meervoudig gebruik van de diepe ondergrond en hoe ze desgevallend dergelijk beleid vorm geven. Uit een beperkte bevraging blijkt dat beleid aangaande de diepe ondergrond verschilt tussen verschillende landen. In landen waar er weinig activiteiten in de diepe ondergrond plaatsvinden (vb. Liechtenstein) of waar mogelijk gebruik van de diepe ondergrond slechts recentelijk geëxploreerd wordt (vb. Zwitserland), is huidig beleid beperkt tot regelgeving omtrent grondwaterwinning. Andere landen, zoals Nederland, Frankrijk, Duitsland, Slovenië, Noorwegen en Denemarken gebruiken de diepe ondergrond veelvuldig. Deze landen geven aan dat omwille van een toename in het (toekomstig) gebruik van de diepe ondergrond, er nood is aan een beleidskader om een meervoudig en duurzaam gebruik van de diepe ondergrond te reguleren, rekening houdend met mogelijke (grensoverschrijdende) interferenties. Hoewel de ontvangen antwoorden niet altijd even gedetailleerd waren geeft deze studie wel een algemeen beeld van hoe deze landen meervoudig gebruik van de ondergrond beheren. Toekomstig onderzoek zal dieper ingaan op specifieke cases en uitdagingen met betrekking tot een duurzaam beheer van meervoudig gebruik van de diepe ondergrond.

Na dit overzicht worden verschillende mogelijke beleidsvisies voor Vlaanderen besproken. Op dit ogenblik wordt de diepe ondergrond veelal beheerd op basis van een first-come first-served principe en mogelijke conflictsituaties worden op een case-by-case basis opgelost. Om te begrijpen hoe de ontwikkeling van de diepe ondergrond in Vlaanderen kan worden vormgegeven door beleid, zal er onderzocht worden hoe verschillende beleidsvisies effect hebben op de ontwikkeling van de diepe ondergrond, rekening houdend met de geologische, economische, milieu en sociale randvoorwaarden in Vlaanderen. Er wordt daarbij uitgelegd hoe deze beleidsvisies kaderen in de verdere impactanalyse (zie deelrapport D7) van het gebruik van de diepe ondergrond in Vlaanderen.

INHOUDSTAFEL

1	Inleiding	5
2	Internationale bevraging	5
2.1	Methode	5
2.2	Resultaten internationale bevraging	6
3	Beleidsvisies voor de ontwikkeling van de diepe ondergrond in Vlaanderen.....	19
3.1	De beleidsvisies	19
3.2	Beslisbomen	21
4	Conclusie.....	23
5	Referenties	23

1 INLEIDING

Binnen de huidige wetenschappelijke literatuur wordt er meer en meer aangegeven dat de ondergrond beschouwd zou moeten worden als een geosysteem dat slechts in beperkte mate gekend is en waar verschillende soorten van activiteiten plaatsvinden die kunnen interfereren met andere activiteiten die simultaan lopen of die impact hebben op het potentieel van mogelijke toekomstige activiteiten (Van Ree & van Beukering, 2016). Om de ondergrond efficiënt te beheren vanuit het perspectief van duurzame ontwikkeling, is er nood aan een regulerend. Dit regulerend kader zou daarbij complexiteiten omtrent eigenaarschap, mogelijke conflicterende belangen tussen stakeholders, geologische randvoorwaarden verbonden aan de toepassing van elke activiteit, en een afstemming tussen ondergrondse en bovengrondse hulpbronnen moeten ondervangen (Hámor Vidó et al., 2021 en Volchko et al., 2020).

Het Decreet Diepe Ondergrond voorziet activiteit-specifieke wettelijke bepalingen omtrent de toepassing en vergunningsverlening van activiteiten in de diepe ondergrond die onder Vlaamse bevoegdheid vallen en volgt daarbij, in zoverre van toepassing, de richtlijnen van de Europese Commissie. Er zijn in het Decreet Diepe Ondergrond bepalingen voorzien om rekening te houden met mogelijke interferenties en ook het planmatig en duurzaam beheer van de ondergrond is één van de gunningscriteria. In dit decreet wordt ook de opmaak van een structuurvisie opgelegd. Deze structuurvisie zal handvaten aanreiken voor een duurzaam beheer van de diepe ondergrond in Vlaanderen.

In dit rapport wordt eerst verkend in welke mate andere Europese landen beleid uitwerken voor het meervoudig gebruik van de diepe ondergrond en hoe ze desgevallend dergelijk beleid vorm geven. Vervolgens worden de verschillende beleidsvisies zoals voorgedragen door de opdrachtgever en besproken tijdens de tweede workshop op 22 september 2023 met de leden van de klankbordgroep toegelicht. Er wordt daarbij uitgelegd hoe deze beleidsvisies kaderen in de verdere impactanalyse van het gebruik van de diepe ondergrond in Vlaanderen.

2 INTERNATIONALE BEVRAGING

2.1 METHODE

Gezien de schaarste aan vergelijkende rapporten over nationale beleidsmaatregelen met betrekking tot het gebruik van de (diepe) ondergrond, werd in deze studie via e-mail contact opgenomen met 24 Europese landen. Onze eerste contactpersonen waren ministeries of departementen die verantwoordelijk zijn voor regionale ontwikkeling en ruimtelijke ordening. Activiteiten in de ondergrond vallen in verschillende landen evenwel onder verschillende jurisdicties. Daarom werd het bereik verder uitgebreid en werd er contact opgenomen met nog eens 56 overheidsdepartementen van de verschillende Europese landen. Elk contactpunt kreeg minstens één herinneringse-mail, met een tussenpauze van minimaal 5 werkdagen na de eerste contactdatum.

In de e-mail werden de volgende vragen gesteld:

- Er werd van 18 landen een antwoord ontvangen. Voor sommige landen kon er eenvoudig op de e-mail geantwoord worden, voor andere landen werd er bijkomende verduidelijking gegeven via e-mail of via een online vergadering.

De resultaten van de bevraging worden weergegeven in onderstaande tabel. De bevraging was beperkt in omvang maar laat wel toe een algemeen beeld te schetsen over hoe verschillende landen omgaan met het gebruik van de diepe ondergrond. Toekomstig onderzoek zal dieper ingaan op specifieke cases en uitdagingen met betrekking tot een duurzaam beheer van de diepe ondergrond in Europa.

Er zijn ook landen die niet geantwoord hebben, maar waarvan we wel weten dat ze gebruik maken van de ondergrond en ook nadenken over het duurzaam beheer van mogelijke ontwikkelingen. Zo is de afstemming tussen stedelijke ontwikkeling en de planning van ondiepe toepassingen in de ondergrond één van de negen onderzoeksgebieden in het onderzoeksprogramma van het Zweedse BeFo (in het Engels: the rock engineering research foundation (2021 – 2025)). In het kader van dit Zweedse onderzoeksprogramma worden er in het onderzoeksproject “Duurzaam gebruik van hulpbronnen in de ondergrondse ruimte” 5 principes voorgesteld om een duurzame planning van de ondergrond te ondersteunen: 1) Geschiktheid, 2) Veranderd gebruik, 3) Driedimensionaal denken, 4) Optimalisatie en 5) Flexibiliteit Projecten. Een ander lopend project, getiteld “Novel subsurface thematic representations to support planning and valuation” heeft als doel het ontwikkelen van nieuwe (en nuttige) thematische informatie ter ondersteuning van ruimtelijke (2D en 3D) stadsplanning voor duurzaam gebruik en beheer van de ondergrond. Specifieke doelstellingen zijn: (1) de diensten en goederen die de ondergrond levert in kaart brengen en

pagina 7 van 23

Land	Contact	Activiteiten in de diepe ondergrond	ondiep/ diep?	Beleid multifunctioneel gebruik/interferenties	Interferenties internationaal
Denemarken	-GEUS Geological Surveys of Denmark and Greenland -Centre for Subsoil Resources and Risk Preparedness	-Diepe geothermie voor warmtenetten. -CO ₂ opslag -Winning van koolwaterstoffen	Ja – voor activiteiten die zich situeren boven de -250m is er geen vergunning nodig	-Activiteit specifiek beleid -First-come first-served -Erkent nood aan beleid voor multifunctioneel gebruik	Maatschappelijke weerstand tav activiteiten in de diepe ondergrond
Duitsland	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) GEOZENTRUM HANNOVER	-Exploitatie fossiele energiebronnen -Opslag aardgas -Diepe geothermie -Meer recent/toekomstig: opslag van waterstof, CO ₂ , warmte en koude	Niet in de wetgeving. Gebruik vuistregel: boven de 400m is 'ondiep'	-first come first served -bij vergunningverlening moeten mogelijke interferenties en compatibiliteit met andere activiteiten onderzocht worden	-consultaties bij stakeholders in grensregio -evaluatie van grensoverschrijdende milieu-impacten
Finland	Ministry of the environment	-diepe geothermie -opslag nucleair afval -mijnbouw	Nee	-op niveau van ondiepe ondergrondse infrastructuur	-grondwater -geothermie
Frankrijk	BRGM	-diepe geothermie -opslag van aardgas -olie- en gaswinning -berging nucleair afval (projectfase) -opslag van waterstof (toekomst) -opslag van CO ₂ (toekomst)	Nee	-Activiteit specifiek beleid -first come first served -erkent nood aan beleid voor multifunctioneel gebruik	-diepe geothermie in de Elzas (Frankrijk, Duitsland, Zwitserland)
Griekenland		-olie -en gaswinning -opslag aardgas -geothermie -opslag van CO ₂ en waterstof wordt onderzocht	Nee, maar ondiepe geothermische systemen zijn beperkt tot een diepte van 400m.	-regelgeving activiteit per activiteit -geen algemeen beleid voor het gebruik van de ondergrond -beleid is gericht op milieubescherming	-ja, bij de grens met Turkije
Hongarije	Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatóságánál	Pannonische Bekken: gebruik van thermaal water, geothermie. Opslag CO ₂ en waterstof wordt onderzocht.	Nee	Geen lange termijn visie. Het gebruik van de ondergrond wordt geregeld door Mijnwetgeving, wetgeving rond waterbeheer, en milieubescherming. Wel een decreet om mogelijke interferenties te beheren.	Ja, het Pannonische bekken strekt zich uit over verschillende landen.
Liechtenstein (niet EU)	Office Of Building Construction And Spatial Planning	Nee	Nee	Nee	Nee
Luxemburg	Ministère de la Mobilité et des Travaux publics	-diepe geothermie (toekomst)	Nee	Nee	Nee
Malta	Continental Shelf Department	-exploratie koolwaterstoffen -potentieel opslag van gas -potentieel geothermische energiewinning en geothermische energieopslag	Nee	Nee	Nee
Nederland	Directie Transitie Diepe Ondergrond Directoraat-Generaal Groningen en Ondergrond	Gaswinning Diepe geothermie	Nee, wel een grens van 100 meter onder NAP voor delfstoffen en 500	Ja	Ja

Denemarken

In Denemarken is de diepe ondergrond jarenlang zeer belangrijk geweest voor offshore olie- en gasexploratie. De laatste jaren is de diepe ondergrond op het vasteland ook in beeld gekomen - vooral voor het gebruik van diepe geothermische energie (voor stadsverwarming) en de opslag van CO₂. Zo is de bouw van Europa's grootste geothermische installatie gepland in Aarhus (de op één na grootste stad van Denemarken) en vindt er momenteel een vergunningsronde plaats voor de opslag van CO₂ in verschillende geologische structuren op het vasteland. In veel gevallen is hetzelfde ondergrondse reservoir in beeld voor zowel de exploitatie van geothermische energie als de opslag van CO₂. Het is dus zeer waarschijnlijk dat er in de toekomst belangenconflicten kunnen ontstaan. Tot nu toe is hier nog niet veel aandacht aan besteed en voor zover geweten is er geen regelgeving over prioritair gebruik van de ondergrond bij conflictsituaties. Denemarken beschikt niet over specifieke instrumenten met betrekking tot prioritering of de coördinatie van vergunningsprocedures. In de Deense wetgeving geldt het principe *prior tempore, potior jure* wat inhoudt dat in eerste instantie de 'eerste' vergunninghouder een beschermd recht heeft op het gebruik van de ondergrond, ongeacht opeenvolgende, overlappende of interfererende vergunningen. Vergunningen die zijn afgegeven in overeenstemming met de Deense wet op de ondergrond bevatten wel vaak een bepaling over andere vormen van gebruik van de ondergrond en stellen specifiek dat de minister van Klimaat, Energie en Nutsbedrijven kan beslissen welk gebruik 'wint'. Hoewel er dus erkend wordt dat er nood is aan beleid om het meervoudig gebruik van de diepe ondergrond te beheren, is het huidige beleid activiteit specifiek en gebaseerd op een first-come first-served principe. Denemarken probeert momenteel kwesties in kaart te brengen met betrekking tot het naast elkaar bestaan van CO₂-opslag en diepe geothermische energieprojecten. Er zijn momenteel geen situaties waarbij conflicterend gebruik van de ondergrond grensoverschrijdend is. Met betrekking tot de geologische opslag van CO₂ zijn er bijvoorbeeld wel zorgen geuit door Duitse belanghebbenden.

Frankrijk

In Frankrijk vinden de volgende activiteiten plaats in de diepe ondergrond: diepe geothermische energie (er zijn 78 diepe geothermische doubletten in bedrijf in Frankrijk, over het algemeen op een diepte tussen de 1.600 en 2.600 meter; en er is één diepe geothermische energiecentrale in bedrijf in Guadeloupe, op een diepte van ongeveer 1.000 meter); olie- en gaswinning (voornamelijk in het bekken van Parijs en het bekken van Aquitaine, en in de Franse overzeese gebieden); mijnbouw (op geringe diepte: bauxietwinning tot op een diepte van 230 meter, zoutwinning tot op een diepte van 160 meter en andere, nog ondiepere operaties); opslag van aardgas (15 operationele locaties in Frankrijk, tussen enkele honderden meters en 2000 meter onder het oppervlak); en grondwaterwinning. Bovendien is het Cigéo-project (in projectfase en in afwachting van vergunningen) gericht op de bouw van een geologische opslagfaciliteit voor radioactief afval, in een kleilaag op een diepte van ongeveer 500 meter. Wat betreft mogelijke toekomstige toepassingen van de diepe ondergrond, beginnen er in Frankrijk projecten op te komen aangaande de geologische opslag van CO₂ en waterstof, evenals projecten voor warmteopslag in aquifers.

Momenteel is er geen Frans beleid van kracht dat rekening houdt met meervoudig gebruik, interacties tussen activiteiten in de ondergrond en de regulering ervan. Sinds begin 2010 zijn er echter discussies in deze richting gaande. De hervorming van de Franse mijnbouwwet in 2022-2023 (geïntegreerd in de klimaat- en veerkrachtwet) voorziet in de invoering van een nationaal beleid voor ondergrondse hulpbronnen en gebruik (*Politique nationale des ressources et usages du sous-sol*, PRUSS). Deze PRUSS wordt momenteel opgesteld door de regering en zal in de zomer van 2024 worden gepresenteerd aan het parlement. Er wordt wel nagedacht over de inrichting van de ondergrond in stedelijk gebied, maar het denken over het globale beheer van de diepe ondergrond is veel minder ver gevorderd en er is momenteel geen planologisch beleid voor het multifunctioneel

Noorwegen

pagina 11 van 23

Slovenië (Pannonische Becken)

Wat betreft Slovenië wordt het westelijke Pannonische bekken gebruikt voor de productie van thermisch water, grondwater en beperkte koolwaterstofproductie. Opslag van CO₂ in de ondergrond is echter verboden door een milieubeschermingswet en de opslag van waterstof is nog niet overwogen.

Grensoverschrijdend beheer van thermisch grondwater en regelgeving verschilt tussen de landen in het Pannonisch bekken; in Slovenië is het, volgens de Mijnbouwwet, verplicht om al het afgekoelde grondwater dat wordt onttrokken voor geothermisch gebruik opnieuw te injecteren, terwijl de Waterwet deze beslissing aan de concessiehouder overlaat en een lagere vergunningsvergoeding vraagt als het thermale water na gebruik geïnjecteerd wordt. Als gevolg van maatregelen in het kader van het Nationaal Waterbeheerplan in Slovenië zijn nieuwe onttrekkingen alleen toegestaan

Het beheer van de geologische hulpbronnen in het Pannonische bekken is gebaseerd op een veelzijdige aanpak, waarbij regionale samenwerking wordt geïntegreerd met nationale controleprogramma's om de toestand van de watervoerende lagen en het gebruik van de hulpbronnen op te volgen. Dit omvat regelmatige communicatie en soms gegevensuitwisseling tussen landen om gezamenlijk beheer te vergemakkelijken. Het toezicht wordt uitgeoefend door een combinatie van nationale en regionale autoriteiten, die elk verantwoordelijk zijn voor specifieke aspecten van de exploitatie van geothermische energie, grondwaterbeheer en milieubescherming. In Slovenië bijvoorbeeld speelt het Ministerie van Milieu en Ruimtelijke Planning, in samenwerking met de Geologische Dienst van Slovenië, een cruciale rol bij het toezicht op en de regulering van activiteiten in de ondergrond.

In het Pannonische bekken wordt het beheer van de ondergrond geleid door negen belangrijke benchmarkingindicatoren die getest zijn in de betrokken landen en aanzienlijke verschillen en verbeteringen in beheerpraktijk aan het licht hebben gebracht. Deze indicatoren fungeren als informele regels, die in sommige landen als informeel kader worden gebruikt, terwijl ze in andere landen deel uitmaken van officiële decreten.

1. Monitoringstructuur - officieel geschreven in decreten (voor Slovenië)
2. Beste beschikbare technologie - officieel vastgelegd in decreten (voor Slovenië)
3. Thermisch rendement - officieel vastgelegd in besluiten (voor Slovenië)
4. Gebruiksrendement - officieel vastgelegd in besluiten (voor Slovenië)
5. Herinjectiesnelheid
6. Kwaliteit van geloosd thermisch water,
7. Overmatige onttrekking,
8. Toestand van de waterbalans

9. Publiek bewustzijn

Hoewel deze criteria worden geaccepteerd als minimumvereisten voor effectief beheer, zijn ze nog niet in alle landen geharmoniseerd. In Hongarije bijvoorbeeld wordt, volgens de nationale behoeftes, sterk de nadruk gelegd op het prioriteren van drinkwater, wat zich dan ook weerspiegelt in de wetgeving

Met name in Slovenië werden de indicatoren in 2015 toegepast en geïntegreerd in waterconcessiebesluiten voor geothermische locaties volgens de Waterwet. Dit kader schrijft strenge monitoring voor. Naleving wordt afgedwongen door middel van inspecties. Locaties die niet voldoen aan de criteria moeten corrigerende vijfjarenplannen implementeren. Daarnaast omvatten de criteria voor het prioriteren van activiteiten in de ondergrond een ruimtelijke analyse en een strikte bescherming van drinkwaterbeschermingsgebieden, om ervoor te zorgen dat geothermische projecten niet in conflict komen met drinkwatervoerende lagen of koolwaterstofreservoirs. Ondanks deze gestructureerde aanpak blijven het bewustzijn van het publiek en de betrokkenheid van de gemeenschap beperkt, met name voor diepe geothermische projecten. Lokale gemeenschappen kunnen deelnemen aan besluitvormingsprocessen, maar worden vaak niet vroeg genoeg geïnformeerd om de planning effectief te kunnen beïnvloeden.

Nederland

Het gebruik van de diepe ondergrond is van essentieel belang voor de energievoorziening in Nederland. Daarnaast speelt de diepe ondergrond een belangrijke rol in de energietransitie en daarmee het behalen van de Europese klimaatdoelen. De komende decennia wil Nederland de diepe ondergrond in toenemende mate gebruiken voor nieuwe en duurzame vormen van mijnbouw, zoals de winning van aardwarmte en de opslag van stoffen zoals waterstof. Ondanks dat de winning van aardgas en olie afgebouwd wordt, zal Nederland in beperkte mate fossiele grondstoffen beschikbaar blijven stellen om de energietransitie mogelijk te maken en de leveringszekerheid van energie te waarborgen. Zodoende is het van belang om de ruimte in de diepe ondergrond optimaal te benutten ten behoeve van de verschillende belangen die hierboven zijn beschreven.

Door de Geologische Dienst Nederland wordt de ondergrond tot 500 meter onder NAP als ondiep beschouwd, en worden de aardlagen hieronder (dieper dan 500 m onder NAP) als diepe ondergrond beschouwd. Er bestaat geen algemeen wettelijk onderscheid tussen de ondiepe en de diepe ondergrond. Voor specifieke toepassingen wordt er echter wel een wettelijk onderscheid gemaakt in artikel 2 van de Mijnbouwwet, waarbij een minimale grens van 100 meter geldt voor delfstoffen en 500 meter voor aardwarmte. Het verschilt zodoende per activiteit wat als diep en ondiep wordt beschouwd.

Link: [Expertisegroep Geomodelling | TNO](#)

Het gebruik van de ondergrond is geen 'geïsoleerd' beleidsdomein maar raakt aan beleid omtrent energie en omgeving. Daarom wordt er beleid, regelgeving en een langetermijnvisie op het (duurzaam) gebruik van de ondergrond opgenomen in verschillende beleidsdocumenten:

- Het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) beschrijft de lange-termijnvisie op het energiesysteem in 2050 en ziet toe op een meer gecoördineerde ontwikkeling van de energietransitie, waarbij de verschillende schakels in het energiesysteem zo goed mogelijk op elkaar worden afgestemd.
Link: open.overheid.nl/documenten/2f5cbb52-0631-4aad-b3dd-5088fab859c5/file
- De Nationale Omgevingsvisie (NOVI) vormt het leidende kader vanuit het Rijk voor de ontwikkeling van de leefomgeving in Nederland. Met het oog op verschillende ruimtelijke uitdagingen zoals klimaatverandering, woningbouw en mobiliteit, vormt de NOVI een integrale

Link: [Publicaties Nota Ruimte](#) | [De Nationale Omgevingsvisie](#)

- Link: open.overheid.nl/documenten/f7d12cc1-4f28-4596-b498-ee56077b3622/file

navolging op de Structuurvisie Ondergrond worden er op dit moment twee programma's gewerkt die van belang zijn te benoemen. Ten eerste wordt door het Ministerie van EZK gewerkt aan het Nationaal Programma Duurzaam Gebruik Diepe Ondergrond (NPDGDO). Het doel van het programma is om in afstemming met regionale overheden te kijken naar de ruimtelijke inpassing van mijnbouwactiviteiten, door vooraf te bepalen waar en onder welke voorwaarden deze plaats kunnen vinden.

Daarnaast werkt het ministerie van IenW aan de ontwikkeling van [het Nationaal Programma Bodem Ondergrond](#). Het programma zet voor de komende jaren de koers uit voor de invulling van de balans tussen beschermen en benutten van de bodem en ondergrond. Het Ministerie van EZK draagt er ook aan bij vanuit de verantwoordelijkheid voor mijnbouw en de energietransitie.

erige beleidsstukken die relevant zijn:

- van de diepe ondergrond tot 2050.

wordt in Nederland veel aandacht besteed aan het multifunctioneel gebruik van de diepe ondergrond, door middel van beleidsinstrumenten, wetgeving en organisatorische maatregelen. Dit is onder andere vastgelegd in de Structuurvisie Ondergrond en de Mijnbouwwet, die als doel hebben de diepe ondergrond op een veilige en efficiënte manier te benutten. Daarnaast wil het Ministerie van EZK met het Programma Duurzaam Gebruik Diepe Ondergrond meer gaan sturen op de ruimtelijke inpassing van mijnbouwactiviteiten, zodat waar nodig ruimte gereserveerd kan worden voor mijnbouwactiviteiten van nationaal belang.

Bij aardwarmte is de vergunningensystematiek dusdanig opgezet om zo planmatig mogelijk de ondergrond te vergunnen aan aardwarmteproducenten door kortlopende vergunningen af te geven voor de markt-ordenende en verkennende fase van een project. Hierbij dient aangegeven te worden wie de warmteafnemers zijn, waarbij zij moeten aantonen of het vermogen van het project aansluit bij de lokale warmtevraag. Dit gebeurt om te waarborgen dat de ondergrond zo optimaal mogelijk benut kan worden, afgestemd op lokale behoeftes.

Voorbeelden van stapeling van meerdere activiteiten in de Nederlandse ondergrond:

- Daarnaast vindt er binnen de overheid samenwerking plaats op lokaal, regionaal en nationaal niveau om een gecoördineerde aanpak te waarborgen bij het gebruik van de ondergrond. Dit gebeurt bijvoorbeeld in samenwerkingsverbanden zoals de Omgevingsdiensten.

De potentiële grensoverschrijdende gevolgen van het gebruik van de diepe ondergrond worden door het Ministerie van EZK als beperkt en beheersbaar ingeschat. Er is een beperkt aantal gevallen bekend waarbij er grensoverschrijdende gevolgen van het gebruik van de diepe ondergrond in

Nederland zijn waargenomen. De wet- en regelgeving, gecombineerd met strenge monitoringmechanismen, vereist dat mijnbouwactiviteiten veilig en verantwoord plaatsvinden en dat de eventuele effecten zoveel mogelijk worden gemitigeerd. Doordat grensoverschrijdende gevolgen niet veelvoorkomend zijn, wordt dit niet aangemerkt als een substantieel probleem. Enkele voorbeelden waarbij er risico is op grensoverschrijdende gevolgen van het gebruik van de diepe ondergrond in zowel Nederland als naburige landen zijn:

1. **Zoutwinning in Twente:** De zoutwinning in de grensregio door de operator Salzgewinnungsgesellschaft Westfalen mbH & Co KG vindt zowel op Duits als Nederlands grondgebied plaats. Vanwege het grensoverschrijdende gebruik van de ondergrond en de mogelijke gevolgen hiervan, heeft de operator tevens een Nederlandse vergunning moeten aanvragen. Hiermee wordt beoogd dat de risico's op bodemdaling en grondwaterverontreiniging zoveel mogelijk beperkt worden.
2. **Aardgaswinning in Duitsland:** In Duitsland zijn er aardgasvelden nabij de grens met Nederland, onder andere in de regio rondom Emlichheim. Op 24 maart 2024 jl. is er een beving geweest met magnitude 2,1 die ook in het Nederlandse dorp Schoonebeek voelbaar was. De beving is zeer waarschijnlijk afkomstig van het Schoonebeek-gasveld, wat zich uitstrekt aan weerszijden van de Nederlands-Duitse grens. De oorzaak van de beving is vermoedelijk mijnbouw in het Duitse deel van dit gasveld, en wordt nader onderzocht door de Nederlandse staatstoezichthouder.

Op het moment van de aardbeving bleek dat er geen bestaand protocol was in geval van grensoverschrijdende bevingen. Om te voorkomen dat de Nederlandse omwonenden zich bij schade moeten beroepen op Duitse schaderegelingen, is er toen een voorziening getroffen zodat schadegevallen gemeld konden worden bij de Nederlandse autoriteit.

3. **Mijnbouwactiviteiten Belgische grens:** De eventuele plannen voor mijnbouwactiviteiten van het Belgische bedrijf WalZinc in de gemeente Plombières zouden mogelijk grensoverschrijdende gevolgen kunnen hebben. De delfstoffenwinning zou niet alleen risico's kunnen hebben voor de Limburgse drinkwaterwinning, maar ook voor het KNMI-meetstation in Zuid-Limburg en de geschiktheid van deze regio om in de toekomst mogelijk de Einstein Telescope te huisvesten, een observatorium voor zwaartekrachtgolven..

Samenvatting

Tijdens dit verkennend onderzoek werd vastgesteld dat in de landen waar reeds ruim ervaring is met het gebruik van de diepe ondergrond (Denemarken, Frankrijk, Noorwegen, Nederland, Slovenië), er groeiende bezorgdheden zijn aangaande mogelijk conflicterend gebruik van de diepe ondergrond. Ook zijn er landen waar de diepe ondergrond nog maar recentelijk in het vizier komt (bv. Zwitserland, Luxemburg, Spanje). Elk van deze landen geeft te kennen dat het nodig is beheerkaders op te maken voor een langdurig en maatschappelijk aanvaardbaar gebruik van de ondergrond, daarbij rekening houdend met mogelijke grensoverschrijdende effecten.

Op dit ogenblik wordt de ondergrond veelal beheerd op basis van een first-come first-served principe en mogelijke conflictsituaties worden op een case-by-case basis opgelost. Om te begrijpen hoe de ontwikkeling van de diepe ondergrond in Vlaanderen kan worden vormgegeven door beleid, zal er in kader van deze overheidsopdracht onderzocht worden hoe verschillende beleidsvisies effect hebben op de ontwikkeling van de diepe ondergrond, rekening houdend met de geologische, economische, milieu en sociale randvoorwaarden in Vlaanderen. In het volgende hoofdstuk worden de beleidsvisies die onderzocht zullen worden in het kader van de impactanalyse verder toegelicht.

3 BELEIDSVISIES VOOR DE ONTWIKKELING VAN DE DIEPE ONDERGROND IN VLAANDEREN

Bij de impactanalyse (zie deelrapport D7) worden voor de tijdshorizon 2025-2050 technoeconomische simulaties uitgevoerd, waarbij deze beleidsvisies vertaald worden naar concrete simulatiescenario's (0-NUL tot 7-SELF). Afhankelijk van de beleidsvisie zal de ontwikkeling van de ondergrond, gesimuleerd via een beslisboomstructuur, anders verlopen. De activiteiten die in de modellering aan bod komen zijn: diepe geothermieprojecten (zowel doubletsystemen als single well systemen), CO₂ opslag, koude-warmteopslag in verlaten mijnen, opslag van aardgas en opslag van waterstof en de mogelijkheid om aardgas te ontginnen via CBM. Afhankelijk van een bepaalde beleidsvisie die verondersteld wordt, worden bepaalde activiteiten gestimuleerd, beperkt of verboden.

3.1 DE BELEIDSVISIES

Nulscenario (0-NUL)

Om een correct beeld te krijgen van de invloed van (beleids)keuzes is het nodig om te vergelijken met een nulscenario. Hoewel geen beleidsvisie *sensu stricto*, aangezien er geen specifieke visie omtrent het gebruik van de diepe ondergrond aangehouden wordt, is dit toch een belangrijk simulatiescenario. Hierin worden alle activiteiten toegelaten maar geen enkele wordt gestimuleerd. Er wordt verondersteld dat de introductie van waterstof als energiedrager, en hierbij de nood aan ondergrondse opslag, trager verloopt dan momenteel wordt verwacht door een gebrek aan klimaat- en milieudoelstellingen.

BV 1. Maximaal inzetten op hernieuwbare energie (1-RES)

Deze visie kadert in de noodzakelijke omslag naar hernieuwbare energie. Activiteiten die binnen deze visie gestimuleerd worden, zijn diepe geothermie en koude-warmte-opslag. Als gevolg van de inzet op hernieuwbare energie ontstaat er een versnelde vraag naar de ondergrondse opslag voor (groene) waterstof. In deze visie is de ontginning van fossiele brandstoffen verboden. Deze beleidsvisie sluit het best aan bij het huidige algemeen energie-klimaatbeleid in Vlaanderen. Daarom vertrekken de volgende beleidsvisies telkens van deze voor hernieuwbare energie, in de veronderstelling dat dit in zo goed als elk toekomstperspectief deel zal uitmaken van beleid.

BV 2. Maximaal inzetten op het behoud van opslagstructuren (2-STOR)

Deze visie bouwt verder op beleidsvisie 1, maar houdt rekening met een verhoogde nood om stoffen zoals CO₂, aardgas, waterstof en bestaand, langlevend hoogradioactief afval te bergen. Activiteiten die binnen deze visie gestimuleerd worden, zijn onder meer het vrijwaren/gebruiken van de ondergrond voor de opslag van aardgas, waterstof en CO₂, en de mogelijke berging van langlevend, hoogradioactief afval. Hierdoor worden niet-opslagactiviteiten verboden in gekende opslagstructuren.

BV 3. Maximaal inzetten op de beperking van klimaatimpact en bescherming van het milieu (3-CLIM)

Deze visie kadert in de noodzakelijke transitie naar een koolstofarme economie en is gericht op de bescherming van het milieu. Deze visie bouwt verder op beleidsvisie 1, maar naast het stimuleren van hernieuwbare energie wordt ook de emissie van koolstof/CO₂ vermeden. Binnen deze visie

worden diepe geothermie, koude-warmte-opslag, opslag van groene waterstof, en de opslag van CO₂ gestimuleerd.

BV 4. Inzetten op een gebalanceerd gebruik van de diepe ondergrond (4-BAL)

Deze visie is ingegeven vanuit de idee dat er niet op voorhand activiteiten uitgesloten mogen worden en dat de nadruk gelegd moet worden op het behalen van verschillende duurzaamheidsdoelstellingen (en geen maximalisatie). Deze visie bouwt verder op beleidsvisie 1. De gecombineerde winning van lithium met diepe geothermie wordt daarnaast aangemoedigd. Door het niet-maximaliseren van duurzaamheidsdoelstellingen wordt er een minder snelle introductie van waterstofopslag verondersteld. Geothermie wordt enkel toegelaten in gebieden zonder gekende mogelijkheden voor de opslag van aardgas, waterstof, CO₂ en langlevend, hoogradioactief afval. Een hoge CO₂ prijs zal de nood aan CO₂-opslag bijkomend verhogen.

BV 5. Inzetten op lange termijn beschikbaarheid van de grondstof (5-LONG)

Deze visie is ingegeven vanuit de idee om zoveel mogelijk van de hulpbronnen in de diepe ondergrond beschikbaar te houden voor toekomstige generaties. Deze visie houdt wel rekening met duurzaamheid en de nood aan hernieuwbare energie, en bouwt dus verder op beleidsvisie 1. Om de lange-termijnbeschikbaarheid van ondergronds opslagruimte te garanderen wordt CO₂-opslag verboden, en wordt ook een vertraagde vraag naar ondergrondse opslag voor waterstof verondersteld.

BV 6. Inzetten op exploratie (6-EXPL)

Deze visie is ingegeven vanuit de idee dat voor de transitie naar een koolstofarme en circulaire economie, het belangrijk is om allereerst kennis te creëren over de aanwezige hulpbronnen (materialen, opslagcapaciteit en energie) in de ondergrond. Door het uitrollen van exploratiecampagnes kan onzekerheid met betrekking tot de beschikbaarheid en inzetbaarheid van hulpbronnen gereduceerd worden. Deze visie bouwt verder op beleidsvisie 1, maar de onzekerheidsrange van geologische parameters wordt verkleind.

BV 7. Maximaal inzetten op zelfvoorziening (7-SELF)

Deze visie is ingegeven vanuit mogelijke geopolitieke conflicten die het beleid ertoe aanzetten om de afhankelijkheid van import van energie en materialen zoveel mogelijk in te perken. Door deze bijzondere omstandigheden bouwt deze visie niet verder op beleidsvisie 1. In deze visie wordt diepe geothermie, koude-warmteopslag en lithiumproductie aangemoedigd, en wordt een verhoogde vraag naar waterstofopslag verondersteld. In dit scenario wordt de winning van fossiele brandstoffen toegelaten in de vorm van coalbed methane (CBM). Om zelfvoorziening mogelijk te maken wordt verondersteld dat een eventuele CO₂ emissietaks geen rol van betekenis meer speelt.

De belangrijkste modelaannames en variaties in scenarioparameters voor het modelleren van de beleidsvisies staan weergegeven in Tabel 3. Met een variatie in de marktprijs van warmte (en koude in het geval van opslag) wordt de economische haalbaarheid van geothermieprojecten beïnvloed. De marktprijs voor lithium zal enerzijds de keuze voor lithium bijproductie uit geothermiedoubletsystemen beïnvloeden, en anderzijds de economische haalbaarheid van deze geothermieprojecten veranderen. De CO₂-prijs parameter is analoog aan het Europese Emission Trading System (ETS), en is in de huidige simulaties van toepassing op CO₂-opslagprojecten, waar dit voor de positieve kasstromen zorgt. De modelaannames voor geologische onzekerheid bestaan enerzijds uit een onzekerheidsspreiding van verschillende geologische parameters (bv. permeabiliteit) en anderzijds een diepte-afhankelijke exploratiekosten die gemaakt moet worden vóór

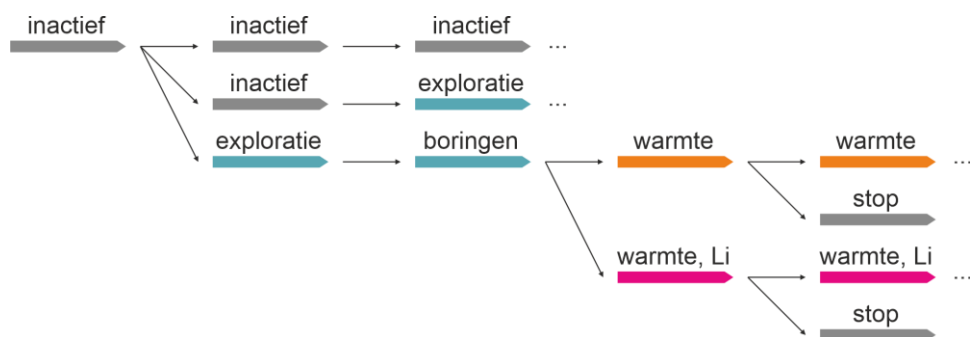
boring en productie kan starten. Beide worden verkleind in scenario 6-EXPL. Voor ondergrondse waterstofopslag wordt veronderstelt dat hier een maatschappelijke vraag naar is die stijgt met de tijd. Het aanbod (i.e. opslagcapaciteit) dat geleverd kan worden door de enige actieve gasopslagsite, in Loenhout, zal op een bepaald ogenblik overschreden worden waarna conversie van aardgas naar waterstof plaatsvindt. De timing van deze conversie verschilt per scenario.

Tabel 3. Modelaannamens per beleidsvisie

Scenario	Beleidsvisie	Warmteprijs (€/MWh)	Lithiumprijs (€/kg)	CO2-prijs (€/t)	Geo-onzekerheid	Introductie H2
0-NUL	Nulscenario	Laag	Laag	Laag	Normaal	Traag
1-RES	Hernieuwbare energie	Hoog	Laag	Laag	Normaal	Snel
2-STOR	Vrijwaren opslagstructuren	Hoog	Laag	Laag	Normaal	Snel
3-CLIM	Lage klimaat- en milieupact	Hoog	Laag	Hoog	Normaal	Snel
4-BAL	Gebalanceerd en efficiënt gebruik	Hoog	Hoog	Hoog	Normaal	Normaal
5-LONG	Lange-termijn beschikbaarheid	Hoog	Laag	Laag	Normaal	Traag
6-EXPL	Exploratie	Hoog	Laag	Laag	Laag	Snel
7-SELF	Zelfvoorziening	Hoog	Hoog	Laag	Normaal	Snel

3.2 BESLISBOMEN

In deelrapport D7 wordt de impactanalyse van de verschillende beleidsvisies op de ontwikkeling van de diepe ondergrond in Vlaanderen toegelicht. De impactanalyse van elke beleidsvisie omvat een geologische simulatie van de eigenschappen en processen van de Vlaamse diepe ondergrond gecombineerd met een economisch beslisboommodel dat rekening houdt met verschillende bronnen van onzekerheid en flexibiliteit in het beslissingsproces. In deze simulaties kunnen activiteiten op verschillende tijdstippen, in verschillende volgordes en individueel volgens verschillende ontwikkelingspaden ontwikkeld worden. Om deze concepten te concretiseren in mogelijke beslissingen zijn beslisbomen voor de activiteiten ontwikkeld die, afhankelijk van het simulatiedetail, meerdere ontwikkelingsopties bevatten. Bijvoorbeeld voor de toepassing van een open doubletsysteem voor diepe geothermie start de beslisboom met een inactieve fase (figuur 1). Elk jaar kan er worden overgegaan op een exploratiefase met een vaste totale duur van 5 jaar, inclusief de (finale) boorfase van 1 jaar. Na de boorfase wordt het project operationeel voor ofwel de productie van warmte, ofwel de productie van warmte én lithium. Na iedere periode van 5 operationele jaren kan het project gestopt en ontmanteld worden. Dit is een vereenvoudiging ten opzichte van de werkelijke operationele flexibiliteit om de draaiduur van het simulatiemodel te beperken.

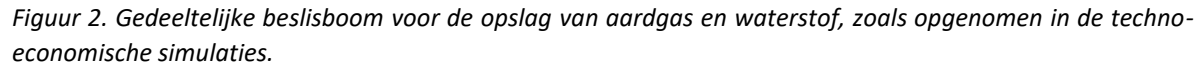


Figuur 1. Gedeeltelijke beslisboom voor diepe geothermie, zoals opgenomen in de techno-economische simulaties.

De beslisboom voor de opslag van aardgas in Loenhout is eenvoudiger (figuur 2). Dit project is reeds actief; dit project kan enkel gestopt worden, of er kan een conversie gemaakt worden naar de opslag

```

graph LR
    A[aardgas] --> B[aardgas]
    A --> C[aardgas]
    A --> D[waterstof]
    B --> E[aardgas]
    C --> F[waterstof]
    D --> G[waterstof]
    E --> H[...]
    F --> I[...]
    G --> J[...]
    J --> K[stop]
  
```



4 CONCLUSIE

Uit de internationale bevraging bij verschillende Europese landen blijkt dat de diepe ondergrond meer en meer in het vizier komt voor de ontwikkeling van activiteiten die een bijdrage kunnen leveren aan het behalen van energie -en klimaatdoelstellingen. Door deze toenemende belangstelling rijzen er ook bezorgdheden aangaande een mogelijke overbenutting van de diepe ondergrond en mogelijke (grensoverschrijdende) interferenties tussen activiteiten in diepe ondergrond en tussen activiteiten in de diepe en ondiepe ondergrond (bv. grondwaterwinning). Terwijl Nederland sinds enkele jaren een duurzaamheidsvisie ontwikkeld heeft en het gebruik van de ondergrond in Nederland ook gekoppeld wordt aan andere beleidsdomeinen, hebben de meeste andere landen geen overkoepelend beleidskader om de diepe ondergrond toekomstgericht te ontwikkelen. In Noorwegen worden mogelijke interferenties tussen verschillende activiteiten opgelost op een case-by-case basis. In Frankrijk, Duitsland en Zweden worden er momenteel onderzoeksprogramma's opgezet en uitgewerkt om verschillende uitdagingen met betrekking tot een meervoudig gebruik van de ondergrond en mogelijke interferenties te onderzoeken.

Ook in Vlaanderen neemt de belangstelling voor het gebruik van de diepe ondergrond toe. Om te begrijpen hoe de ontwikkeling van de diepe ondergrond in Vlaanderen kan worden vormgegeven door beleid, wordt er in Deelrapport D7 onderzocht hoe verschillende beleidsvisies de ontwikkeling van de diepe ondergrond in Vlaanderen kunnen bepalen, rekening houdend met de geologische, economische, milieu en sociale randvoorwaarden in Vlaanderen. De onderzochte beleidsvisies (BV) zijn de volgende:

- BV 1. Maximaal inzetten op hernieuwbare energie (1-RES)
- BV 2. Maximaal inzetten op het behoud van opslagstructuren (2-STOR)
- BV 3. Maximaal inzetten op de beperking van klimaatimpact en bescherming van het milieu (3-CLIM)
- BV 4. Inzetten op een gebalanceerd gebruik van de diepe ondergrond (4-BAL)
- BV 5. Inzetten op lange termijn beschikbaarheid van de grondstof (5-LONG)
- BV 6. Inzetten op exploratie (6-EXPL)
- BV 7. Maximaal inzetten op zelfvoorziening (7-SELF)

5 REFERENCES

Hámmor-Vidó, M., Hámmor T., Czirok, L., 2021. Underground space, the legal governance of a critical resource in circular economy. *Resources Policy* (73) 102171

Van Ree, D. & van Beukering P., 2016. Geosystems services: A concept in support of sustainable development of the subsurface. *Ecosystem Services* (20) 30-36

Volchko, Y., Norrman, J., Ericsson, L.O., Nilsson K.L., Markstedt, A., Oberg, M., Mossmark, F., Bobylev, N., Tengborg, P., 2020. Subsurface planning: towards a common understanding of the subsurface as a multifunctional resource. *Land use policy* (90) 104316