



Verkenning welvaartseffecten STRONG

Maatschappelijke kosten en baten van
scenario's

	Projected Cost	Actual Cost
HOUSING	1,500.00	1,400.00
Mortgage or rent	€ 60.00	€ 100.00
Phone	€ 50.00	€ 60.00
Electricity	€ 200.00	€ 180.00
Gas	€ 50.00	€ 48.00
Water and sewer		



CE Delft

Committed to the Environment

Verkenning welvaartseffecten STRONG

Maatschappelijke kosten en baten van scenario's

Dit rapport is geschreven door:

Martijn Blom

Ellen Schep

Met medewerking van:

Maarten Afman

Harry Croezen

Delft, CE Delft, november 2016

Publicatienummer: 16.7C60.108

Welvaart / Effecten / Maatschappelijke factoren / Kosten / Rendement / Scenario's
VT: MKBA

Opdrachtgever: Tauw.

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Martijn Blom.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	10
1.1 Aanleiding	10
1.2 Doel	10
1.3 Afbakening en gebruiksaanwijzing	11
1.4 Relatie met het PlanMER	12
1.5 Mee te nemen effecten	13
1.6 Gebruik WLO-scenario's in deze studie	17
1.7 Leeswijzer	18
2 Aanpak	19
2.1 Inleiding	19
2.2 Probleemanalyse	20
2.3 Nulalternatief	21
2.4 Projectalternatieven: vier ondergrondscenario's	22
2.5 Projecteffecten	24
2.6 Welvaartseffecten	26
2.7 Afbakening en uitgangspunten	28
3 Welvaartseffecten per functie	29
3.1 Inleiding	29
3.2 Welvaartseffecten per 'voorbeeldingreep'	29
3.3 Resultaten per kubieke meter	31
4 Kosten en baten van scenario's	32
4.1 Inleiding	32
4.2 Projecteffecten per scenario	32
4.3 Welvaartseffecten per scenario	35
4.4 Verdeling kosten en baten	38
4.5 Gevoeligheidsanalyse	40
4.6 Conclusie	44
5 Waar treden kansen en knelpunten op?	46
5.1 Inleiding	46
5.2 Duurzame en veilige drinkwatervoorziening	46
5.3 CCS op land	49
5.4 Geothermie: bouwen voor de vraag	50
5.5 Opslag: hoeveel, waarvoor?	51
6 Conclusie en aanbevelingen	53
6.1 Conclusies	53
6.2 Aanbevelingen	54
7 Literatuur	56



Bijlage A	Resultaten voorbeeldingrepen	59
A.1	Grondwaterwinning voor drinkwater	59
A.2	Conventionele gaswinning	60
A.3	Zoutwinning	61
A.4	Geothermie	62
A.5	Opslag van CO ₂ in lege aardgasvelden (CCS)	64
A.6	Opslag van gas in lege zoutcavernes of lege gasvelden	66
A.7	Schaliegas	67
 Bijlage B	 Ruimtelijke uitwerking scenario's	 69

Samenvatting

Aanleiding en doel

In de verkenning welvaartseffecten (voorheen MKBA) zijn de welvaartseffecten verkend van verschillende ondergrondfuncties. De verkenning heeft plaatsgevonden op basis van een analyse van ‘standaardtoepassingen’ van de verschillende ondergrondfuncties en de vier hypothetische scenario’s van het PlanMER. In deze verkenning worden alle belangen voor verschillende partijen op een rij gezet en indien mogelijk in geld (welvaartseffecten) uitgedrukt. Ook worden kosten en baten van de hypothetische scenario’s afgezet tegen een nulalternatief: dit is de situatie waarbij er geen sprake is van ordening van ruimteclaims vanuit de ondergrond door het Rijk via een Structuurvisie en vergunningverlening van activiteiten via de huidige wettelijke kaders plaatsvindt. In de praktijk vertaalt dit zich doorgaans in de situatie dat degene die zich als eerste meldt, ook het recht heeft op een bepaald gebruik van de ondergrond.

Twee fasen: ondergrondfuncties en scenario’s

De verkenning bestaat uit twee fasen. In Fase 1 zijn de welvaartseffecten voor de verschillende ondergrondfuncties bepaald, te weten:

- grondwaterwinning voor drinkwater (inclusief grondwaterwinning voor menselijke consumptie);
- conventionele winning van aardgas en -olie;
- zoutwinning;
- opslag in olie- en gasvelden;
- opslag in zoutcavernes;
- winning van geothermie;
- schaliegaswinning.

In Fase 2 zijn de welvaartseffecten van vier hypothetische ondergrondscenario’s in beeld gebracht. Deze scenario’s geven de hoeken van het speelveld weer van mogelijke gebruiksmogelijkheden voor de ondergrond. Dit zijn dezelfde scenario’s als in het PlanMER (zie tekstkader).

Drinkwater voorop

- bescherming van drinkwater heeft prioriteit, ook door instellen Nationale Grondwaterreserve;
- minder ruimte voor gaswinning en geothermie.

Fossiel met CO₂-opslag

- in dit scenario staat het behalen van de klimaatdoelstelling door de opslag van CO₂ centraal;
- veel ruimte voor gaswinning, gevolgd door CO₂-opslag.

Maximaal hernieuwbaar

- in dit scenario wordt de transitie naar duurzame energie zo snel als mogelijk gerealiseerd;
- maximale inzet op geothermie;
- geen ruimte voor CO₂-opslag en schaliegas.

Opslag en handel in gas

- in dit scenario verstevigt Nederland zijn positie als ‘gasrotonde’;
- conventionele gas- en oliewinning, gasbuffering en schaliegaswinning zijn prioritair.



De scenario's zijn ingevuld met behulp van de ondergrondingrepen uit Fase 1. Ze worden vergeleken met een nulalternatief waarin uitsluitend vastgesteld beleid is meegenomen. De scenario's zijn onderscheidend in de voorkeursvolgorde en de onderlinge uitsluitingen. Dat betekent dat sommige ondergrondfuncties voorrang krijgen boven andere, afhankelijk van het scenario. Ook kan er sprake zijn van uitsluitingen van bepaalde functies.

Niet voor elke functie zijn openbare bronnen beschikbaar om tot een goede inschatting (zoutwinning) te komen of zijn de kosten te onzeker (schaliegas) om hier een goede schatting te presenteren. Deze functies zijn daarom niet kwantitatief in beeld gebracht. Grondwaterwinning differentieert onvoldoende tussen de scenario's en is om die reden niet gekwantificeerd.

Directe, indirecte en externe effecten

In de verkenning zijn directe effecten, indirecte effecten en externe effecten onderscheiden. Directe effecten zijn de directe kosten en baten voor de gebruiker van de ondergrond. Deze zijn met behulp van kengetallen ingeschat. Indirecte effecten vloeien voort uit de directe effecten. Een voorbeeld van een indirect effect is werkgelegenheid. In de praktijk is het welvaartseffect door indirecte effecten beperkt. In deze verkenning worden indirecte effecten verwaarloosbaar geacht en worden daarom niet meegenomen. Externe effecten zijn effecten die niet beoogd zijn door de initiatiefnemer of investeerder in de ondergrond. Hieronder vallen ook de milieueffecten zoals behandeld in het PlanMER. Voor deze milieueffecten is aangesloten bij de beoordelingssystematiek van het PlanMER. Binnen deze verkenning worden geen additionele welvaartseffecten (milieu) in kaart gebracht die niet al in het PlanMER aan de orde komen.

Gebruik WLO-scenario's en discontovoet

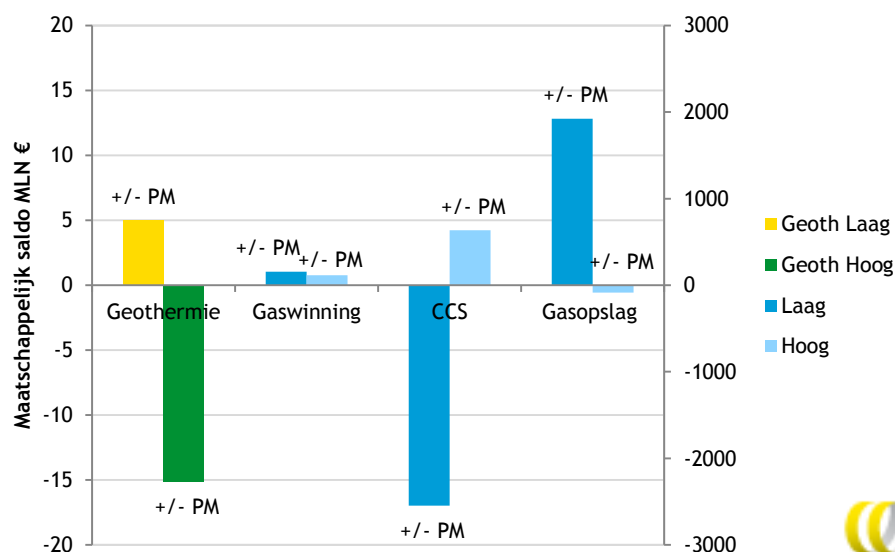
De maatschappelijke kosten en baten zijn in belangrijke mate afhankelijk van energie- en CO₂-prijzen. De prijzen worden voor een belangrijk deel bepaald door internationale onzekerheden over klimaat en energie. Daarom wordt in deze studie met twee uiteenlopende achtergrondscenario's gewerkt. Dit zijn de WLO-scenario's *Hoog* en *Laag* van CPB en PBL (CPB; PBL, 2015). CO₂-prijzen en energieprijzen uit de WLO-scenario's zijn gehanteerd om projecteffecten te waarderen. In *Laag* gaat een minder ambitieus klimaatbeleid gepaard met hoge energieprijzen en lage CO₂-prijzen. In *Hoog* gaat een ambitieuzer klimaatbeleid gepaard met lage energieprijzen en hogere CO₂-prijzen. In beide scenario's stijgt de temperatuur meer dan 2 °C. In de gevoeligheidsanalyse is een variant doorgerekend met nog hogere CO₂-prijzen waarbij de temperatuurstijging binnen de twee gradendoelstelling blijft.

Alle effecten zijn weergegeven in contante waarden (CW). Hiervoor is de aanbevolen discontovoet van 3% gebruikt.



Welvaartseffecten ondergrondfuncties (Fase 1)

Figuur 1 Maatschappelijk saldo per voorbeeldingreep, CW, mln €

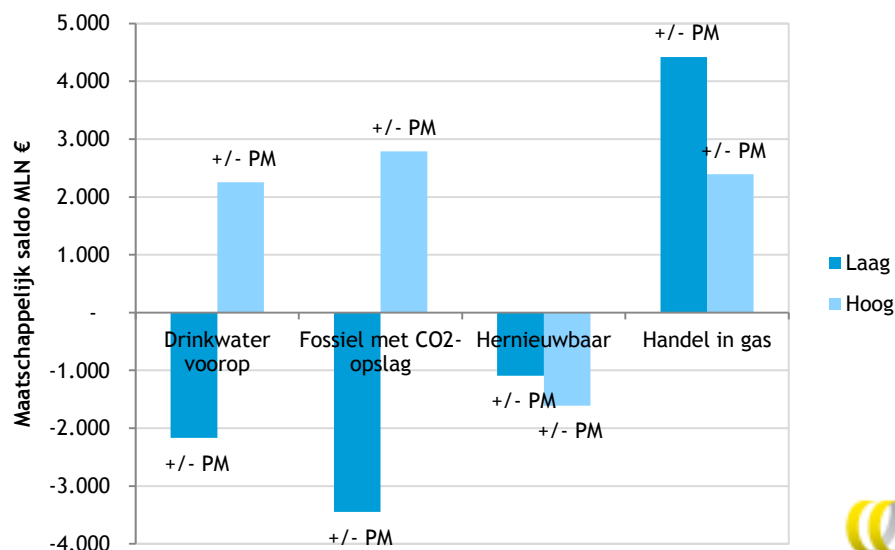


Figuur 1 geeft de welvaartseffecten van de functies die gekwantificeerd zijn, waarbij gebruik is gemaakt van een dubbele schaal (linker en rechter y-as) om de in absolute zin beperkte kosten en baten van geothermie te kunnen vergelijken met de andere functies. Op de linkeras staan de kosten en baten van geothermie; op de rechteras staan de overige functies. Uit de figuur blijkt dat de resultaten per voorbeeldingreep sterk per achtergrondscenario verschillen. Bij alle functies moeten nog PM-posten worden opgeteld. Deze kunnen een positief of negatief effect hebben op het welvaartssaldo. Gaswinning is van alle ondergrondfuncties het meest robuust positief, zowel in *Laag* en *Hoog*. Hierbij is gaswinning afgezet tegen import van gas, waarbij de emissies bij gebruik niet zijn meegenomen. Voor geothermie geldt dat een positief welvaartssaldo zal afhangen van met name de gasprijs en CO₂-prijs, waarbij dit in *Laag* leidt tot een positieve uitkomst.

Lege gasvelden kunnen worden gebruikt voor de opslag van CO₂ of de opslag van gas. Bij een hoge gasprijs en sterke prijsfluctuaties op de Europese gasmarkt is gasopslag financieel aantrekkelijk; bij een hoge CO₂-prijs is CCS een aantrekkelijke optie. Voor schaliegas is ervoor gekozen om deze functie niet te kwantificeren vanwege de grote onzekerheid rondom winningskosten. De kwalitatieve analyse laat zien dat de economische haalbaarheid van schaliegas zeer lastig is, zeker bij een lage gasprijs.

Welvaartseffecten ondergrondscenario's (Fase 2)

Figuur 2 Maatschappelijk saldo per ondergrondscenario, CW, mln €



Figuur 2 vat de resultaten van het welvaartssaldo voor de vier ondergrondscenario's samen. Ook hier moeten PM-posten nog bij de saldi worden opgeteld, waardoor hoogte en de 'voorkeursvolgorde' kunnen veranderen. Uit de figuur blijkt dat alleen het welvaartssaldo van het scenario Opslag en handel in gas robuust positief is: in zowel *Hoog* als *Laag* leidt het scenario tot hogere maatschappelijke welvaart dan het nulalternatief. In *Hoog* wordt dit verklaard door positieve CCS-baten; in *Laag* door baten van extra gasopslag. Maximaal hernieuwbaar leidt bij beide scenario's tot een lager maatschappelijk saldo dan het nulalternatief. Voor Drinkwater voorop en Fossiel met CO₂-opslag geldt een positief saldo in *Laag* en een negatief saldo in *Hoog*.

De WLO scenario's gaan uit van een klimaatbeleid dat gericht is op een vermindering van 65% (*Hoog*) tot 45% (*Laag*) van de uitstoot van broeikasgassen in 2050 ten opzichte van het jaar 1990. De opwarming van de aarde komt daarmee uit op meer dan twee graden, vanwege een minder effectief klimaatbeleid. Uit de gevoeligheidsanalyse waarin de tweegradenvariant wordt geanalyseerd blijkt dat een hogere waardering van CO₂-besparing leidt tot een positief maatschappelijk saldo voor alle scenario's. Hierdoor worden geothermie en opslag van CO₂ aantrekkelijker. Waardering van voorzieningszekerheid door een afslag op de discontovoet verhoogt de baten van energiefuncties. Voor gasopslag betekent dit dat hierdoor zowel in *Hoog* als *Laag* het maatschappelijk saldo positief is. Voor geothermie verbetert het saldo aanzienlijk. In de tweegradenvariant kent Fossiel met CO₂-opslag het hoogste maatschappelijke saldo (+/- PM-posten). Dit wordt met name verklaard door de hoge opbrengsten van CCS.

Uit de verdelingsanalyse blijkt dat de baten van de ondergrondrepen met name neerkomen bij de exploitant en overige Nederlanders bijvoorbeeld door verbeterde voorzieningszekerheid en opbrengsten voor de overheid. De gevolgen van milieueffecten zijn vooral regionaal en lokaal.

Per scenario is vervolgens onderzocht welke factoren van belang zijn op het saldo. Bij een aantal effecten zal de onzekerheid zeer groot zijn. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de waardering van een onder alle omstandigheden gegarandeerd veilige watervoorziening of het uitsluiten van risico's bij het opslaan van CO₂ in de bodem. In dat geval kan wel aangegeven worden bij welke risicowaardering het welvaartssaldo omslaat.

Hoeveel zijn 'wij' bereid te betalen voor een duurzame en veilige drinkwatervoorziening?

Bij het scenario Drinkwater voorop wordt extra ruimte gereserveerd voor Nationale Grondwaterreserves, zodat de drinkwatervoorziening ook in geval van grote calamiteiten gegarandeerd is. Dit gaat in dit scenario ten koste van gebruik van de ondergrond voor bijvoorbeeld van winning van gas of duurzame warmte (geothermie) uit de ondergrond, hetgeen derving van welvaart met zich meebrengt (opportuniteitskosten). De conclusie is dat het scenario Drinkwater voorop tot een welvaartswinst zou kunnen leiden indien Nederlandse drinkwaterconsumenten bereid zijn 1,5 tot 3,5% te betalen als 'compensatie' voor opportuniteitskosten van gas. Om ook eventuele welvaartsverliezen door het beperkte potentiegebied voor andere functies (geothermie, schaliegas) en bovengrondse functies te compenseren, zou de betalingsbereidheid nog hoger moeten zijn. Door het beperken van het potentiegebied voor geothermie worden de mogelijkheden om tot een succesvol project te komen verkleind en dit heeft negatieve gevolgen op de welvaart.

Hoeveel zijn 'wij' bereid te betalen om CCS op land te voorkomen?

Uit de MKBA blijkt dat CCS onder land, bij een stringent klimaatbeleid, tot een verhoging van de welvaart kan leiden. Er is echter veel weerstand tegen CCS onder land. CCS onder zee is een alternatieve optie. Als velden verder weg liggen van emissiebronnen, kan dit echter wel tot hogere (transport)kosten leiden. In hoeverre CCS tot een verlaging van de welvaart voor omwonenden kan leiden, bijvoorbeeld via huizenprijzen, is niet bekend. Dit zou als een waardering van veiligheid kunnen worden beschouwd.

Is het verstandig om wonen en werken meer te plannen bij geothermiepotentie?

Deze strategie lijkt voor kassen meer kansrijk dan voor woningen. Voor nieuwe woningen is de warmtevraag door goede isolatie en slimme energieoplossingen beperkt. Voor kassen ligt dit anders. Netto energiekosten bedragen zo'n 15% van de totale kosten (LEI Wageningen UR, 2014). Geothermieprojecten worden aantrekkelijker naarmate de gasprijs en/of de CO₂-prijs hoger liggen. Pas als de CO₂-prijs zich richting het tweegradenprijspad begeeft of de gasprijs stijgt, wordt investeren (zonder subsidie) in geothermie pas echt aantrekkelijk. In dat geval kan het ook aantrekkelijk zijn om kassen te bouwen in of zelfs te verplaatsen naar gebieden met een hoge geothermiepotentie.

Hoeveel gasopslag is maatschappelijk wenselijk?

Het is moeilijk in te schatten hoeveel gasopslagen maatschappelijk gezien gewenst zijn. Iedere nieuwe gasopslag maakt investeren in een nieuwe gasopslag minder aantrekkelijk, omdat het prijseffect kleiner wordt. De businesscase van gasopslag geeft onvoldoende inzicht in de baten van voorzieningszekerheid. Hierdoor kan er sprake zijn van onderinvesteringen. Een overschot aan locaties voor gasopslag is echter economisch gezien ook ongewenst; zeker bij een stringent klimaatbeleid en hoge CO₂-prijzen kunnen lege gasvelden beter benut worden voor de opslag van CO₂. Dat pleit er voor zo lang mogelijk een flexibele strategie te hanteren, waarbij lege gasvelden open worden gehouden voor CCS of voor gasopslag.

Conclusies en aanbevelingen

De Verkenning welvaartseffecten laat zien dat het op het niveau van scenario's lastig is om vanuit economisch oogpunt preferente richtingen te identificeren.

Verschillen tussen de maatschappelijke effecten van de vier ondergrondscenari'o's ontstaan mede door verschillen in achtergrondscenario's (WLO-scenari'o's *Hoog* en *Laag* van CPB en PBL, 2015) waarin de gasprijs en de CO₂-prijs variëren en daarmee bepalend zijn voor de uitkomsten. Hierbij moet worden aangemerkt dat milieueffecten niet in euro's zijn uitgedrukt. Vanwege de onzekerheid over externe omstandigheden en het ontbreken van een robuuste preferente strategie, is de belangrijkste aanbeveling uit deze verkenning om flexibel te blijven in reserveringen van de ondergrond. Het is nu nog te onzeker om te kunnen inschatten waar over enkele decennia behoefte aan is. Door bepaalde ondergrondfuncties uit te sluiten of prioritair te maken, blijven op andere terreinen kansen onbenut en kunnen baten worden misgelopen.

Uit de kwantitatieve analyse blijkt dat Opslag en handel in gas een robuust positief maatschappelijk saldo kent. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit in *Hoog* verklaard wordt door hoge CCS-opbrengsten en in *Laag* door hoge opbrengsten van extra gasopslag. Bovendien is het de vraag hoeveel gas-opslagen maatschappelijk wenselijk zijn. Bij steeds meer opslagcapaciteit van meerdere locaties zullen de prijsfluctuaties uitmiddelen, waardoor de economische waarde van een volgende investering afneemt. Dat pleit er voor zo lang mogelijk een flexibele strategie te hanteren, waarbij lege gasvelden beschikbaar blijven voor CCS óf voor gasopslag.

Omdat eventuele milieueffecten in het planMER niet verdergaand zijn gekwantificeerd is het lastig om deze in welvaartseffecten uit te drukken en in de saldi van de verkenning mee te nemen. Uit het planMER blijkt dat de risico's op milieueffecten over het algemeen laag zijn. Dit betekent dat er weinig kosten gemaakt hoeven te worden om deze effecten te compenseren. Uit de verkenning welvaartseffecten blijkt dat de economische wenselijkheid van de strategische inzet op nationale drinkwatervoorraden niet op voorhand aangetoond is, zolang de omvang van deze gebieden en de overlap met potentiële energiebat en niet bekend zijn. Het uitsluiten van mijnbouwactiviteiten in de Nationale Grondwaterreserves (NGR's) zou volgens de verkenning alleen welvaartsverhogend werken indien de er een duidelijke bereidheid tot betalen is. Door de grote omvang van deze gebieden worden immers potentiële energiebat en gemist.

Als er daadwerkelijk sprake is van een ambitieus klimaatbeleid en er 80-95% CO₂ met zekerheid gereduceerd gaat worden in 2050, kan de ondergrond het beste benut worden voor functies die bijdragen aan CO₂-reductie, zoals CO₂-opslag en duurzame warmte. Door de bijbehorende hoge CO₂-prijs worden investeringen in CCS en geothermie financieel aantrekkelijk vanuit de prijs die dan voor CO₂ betaald moet worden binnen een systeem van emissiehandel.

De resultaten van deze verkenning worden, naast de PlanMER, betrokken bij het formuleren van het ruimtelijk afwegingskader voor mijnbouwactiviteiten.



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het belang van de ondergrond neemt toe en speelt een belangrijke rol bij maatschappelijke vraagstukken als de energie- en drinkwatervoorziening en het behalen van klimaatdoelstellingen. Het benutten van de ondergrond kan aanzienlijke economische baten opleveren, zowel in financiële zin (denk bijvoorbeeld aan gaswinning) als in de bredere zin van welvaart (bescherming van ecosysteemdiensten). Maar de ondergrond is ook kwetsbaar en verschillende ecologische functies en ondergrondingrepen kunnen conflicteren. Bescherming van deze kwetsbare functies van de ondergrond kan ook belangrijke maatschappelijke baten opleveren, zonder dat deze direct in geld zijn uit te drukken.

Met een Structuurvisie Ondergrond van het Rijk wordt een nieuwe stap gezet in de ruimtelijke ordening van de ondergrond, zodat een kader beschikbaar is bij de afweging van verschillende ondergrondfuncties.

Onderdeel van het proces dat leidt tot de ontwikkeling van de Structuurvisie Ondergrond zijn deze verkenning en een planMER. In deze verkenning worden de welvaartseffecten van de verschillende ondergrondfuncties en scenario's bepaald. In deze verkenning worden alle belangen voor verschillende partijen op een rij gezet en indien mogelijk in geld (welvaartseffecten) uitgedrukt. Door deze verkenning worden de verschillende functies en scenario's inzichtelijk en onderling vergelijkbaar gemaakt voor besluitvormers.

1.2 Doel

Naast het opstellen van het verplichte PlanMER is er gekozen om een verkenning van de maatschappelijke effecten uit te voeren. Omdat een groot deel van de effecten, met name de milieueffecten uit het PlanMER, niet gekwantificeerd zijn, wordt van een verkenning gesproken. De verkenning bestaat uit twee fasen.

Fase 1

In Fase 1 zijn de welvaartseffecten voor de verschillende ondergrondfuncties bepaald, zoals geothermie, gaswinning en opslag van energie(dragers). Hierbij is gebruik gemaakt van zogenaamde voorbeeldingrepen. Een voorbeeldingreep is een 'gemiddelde' ingreep, bijvoorbeeld één gemiddeld geothermiedoublet. In deze fase is gekeken naar de welvaartseffecten van benutting van de ondergrond voor een specifieke functie. Daarbij is echter nog geen rekening gehouden met alternatieve aanwending voor andere functies.

Fase 2

In Fase 2 zijn de welvaartseffecten van vier hypothetische ondergrondscenario's in beeld gebracht, de zogenaamde hoeken van het speelveld. Dit zijn dezelfde scenario's als in het PlanMER. De scenario's zijn ingevuld met behulp van de voorbeeldingrepen uit Fase 1. De scenario's worden vergeleken met een nulalternatief waarin uitsluitend vastgesteld beleid is meegenomen.



De scenario's zijn onderscheidend in de voorkeursvolgorde en de onderlinge uitsluitingen (zie Paragraaf 2.4). Dat betekent dat sommige ondergrond-functies voorrang krijgen boven andere, afhankelijk van het scenario. Ook kan er sprake zijn van uitsluitingen van bepaalde functies.

Kosten en baten voor investeerders en afnemers van ondergrondfuncties ontstaan als er sprake is van een onderbenutting (te weinig) van economische functies. Denk bijvoorbeeld aan gaswinning, maar ook aan functies die in de toekomst een economisch potentieel zullen hebben zoals hernieuwbare energie (geothermie) of ondergrondse opslag van CO₂. In beide gevallen zal daarin de toekomstige CO₂-prijs, naast subsidies, een belangrijke rol spelen om dit ondergrondgebruik rendabel te maken voor de investeerder.

Aan de andere kant kan er sprake van zijn dat kwetsbare ecosysteemdiensten (met maatschappelijke baten) die de ondergrond levert onvoldoende bescherming genieten. Een optimaal welvaartsniveau kan worden bereikt met de juiste balans tussen benutting en bescherming. In de MKBA zijn de kosten en baten van deze scenario's zo veel mogelijk gekwantificeerd of kwalitatief weergegeven.

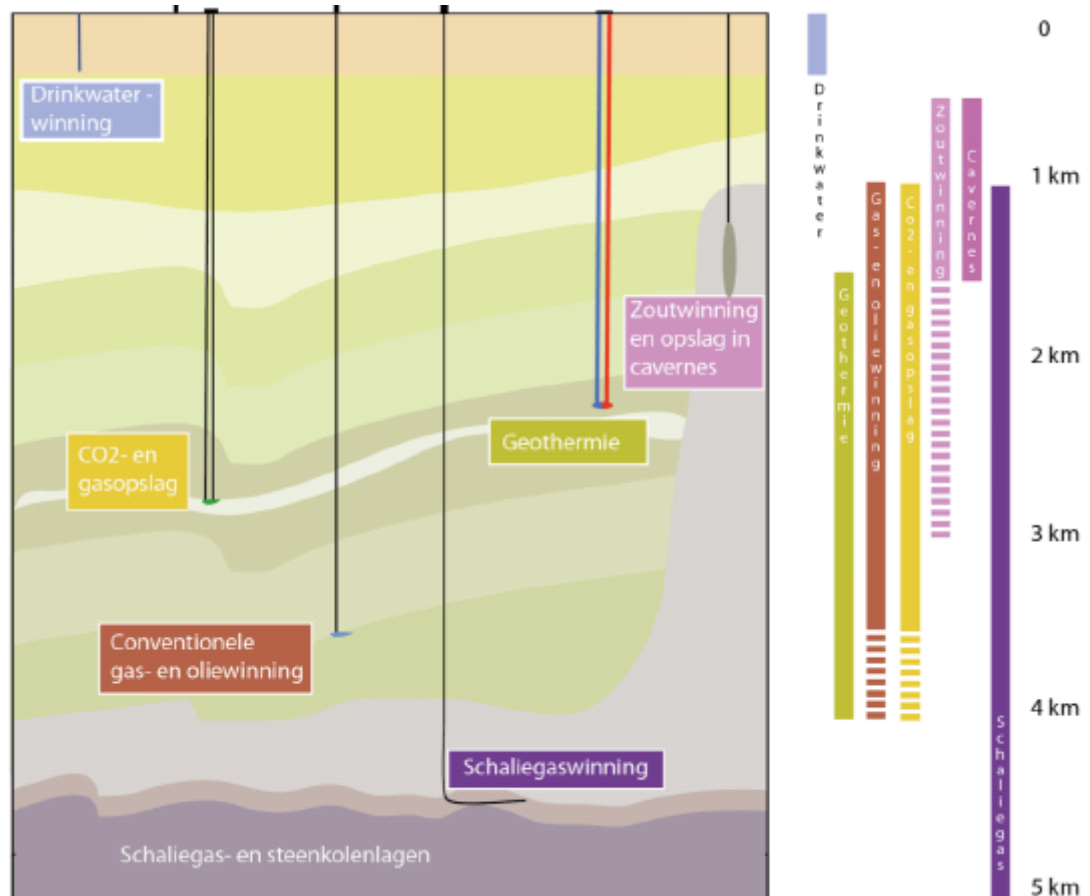
Ook kunnen er kosten ontstaan als bepaalde functies niet op een economisch optimale locatie kunnen worden benut, bijvoorbeeld als een bepaalde functie is uitgesloten ter bescherming van een andere functie. In dat geval kan de functie elders worden benut. Dat kan leiden tot extra kosten voor investeerder, of kan tot tegenvallende opbrengsten leiden. Dat kan de financiële en maatschappelijke rentabiliteit beïnvloeden.

1.3 Afbakening en gebruiksaanwijzing

Het PlanMER en deze verkenning zijn ondersteunend aan de (Rijks)structuurvisie en richten zich daarmee ook op vraagstukken op Rijksniveau. De Structuurvisie Ondergrond is gericht op activiteiten in de ondergrond die van nationaal belang zijn en/of waar het Rijk vergunning-verlener is. Het gaat het om mijnbouwactiviteiten waarvoor het Rijk de vergunningverlenende partij is en om grondwaterwinning voor de drinkwater-voorziening als nationaal belang. Mijnbouwactiviteiten zijn activiteiten voor winning en opslag van stoffen in de ondergrond, dieper dan 100 meter en voor de winning van aardwarmte dieper dan 500 meter. Concreet gaat het om de volgende activiteiten:

- grondwaterwinning voor drinkwater (inclusief grondwaterwinning voor menselijke consumptie);
- conventionele winning van aardgas en -olie;
- zoutwinning;
- opslag in olie- en gasvelden;
- opslag in zoutcavernes;
- winning van geothermie;
- schaliegaswinning.

Figuur 3 Visualisatie ondergrondfuncties



Deze studie heeft een verkennend karakter en sluit qua detailniveau aan bij de beoordeling van milieueffecten uit het PlanMER.

De verkenning is gebaseerd op kengetallen en de effecten zijn zo veel mogelijk in euro's uitgedrukt. Gegeven het hoge abstractieniveau van de Structuurvisie is het onvermijdelijk dat ook deze studie meer verkennend is en resultaten bedoeld zijn om met name richtingen te identificeren en aan te geven onder welke set van uitgangspunten een bepaald scenario welvaartsverhogend of -verlagend kan zijn ten opzichte van een situatie zonder een Structuurvisie. Net als het PlanMER geeft de verkenning inzicht in de kansen en dilemma's van verschillende ondergrondse functies ten behoeve van de ruimtelijke afweging.

1.4 Relatie met het PlanMER

De relevante vragen die in het PlanMER worden beantwoord zijn:

- Welke milieueffecten zijn relevant voor de Structuurvisie Ondergrond?
- Wat zijn de milieueffecten van de verschillende functies in de ondergrond?
- Wat zijn de milieueffecten van combinaties van functies in de grond bij de verschillende scenario's? en treden er bij de verschillende scenario's (ruimtelijke) knelpunten op tussen de verschillende functies?

Voor de milieueffecten wordt de kwalitatieve duiding van (milieu)effecten uit het PlanMER gebruikt. In het PlanMER vindt een risico-inschatting van een milieueffect plaats per ondergrondse functie. Deze risico-inschatting is gebaseerd op de kans dat een effect optreedt en de verwachte impact van het effect. Dit wordt uitgedrukt in onderstaande risico-matrix (Tabel 1). Zo wordt een effect met relatief kleine kans en grote impact, anders beoordeeld dan een effect met een vergelijkbare kans, maar een beperkte impact. De risico-inschatting is kwalitatief en op basis van expert judgement.

Tabel 1 Risico-matrix

Waarschijnlijkheid/ impact	Ze er on wa ar - sch ijn lijk	On wa ar - sch ijn lijk	Mid del - ma tig	Wa ar - sch ijn lijk	Ze er wa ar - sch ijn lijk	Ze ker
Ze er klein	Ze er laag	Ze er laag	Ze er laag	Ze er laag	Ze er laag	Laag
Klein	Ze er laag	Ze er laag	Laag	Laag	Laag	Gemiddeld
Middelmatig	Ze er laag	Laag	Laag	Gemiddeld	Gemiddeld	Hoog
Groot	Laag	Laag	Gemiddeld	Hoog	Hoog	Ze er hoog
Ze er groot	Laag	Gemiddeld	Hoog	Hoog	Ze er hoog	Ze er hoog

Omdat deze beoordeling van milieueffecten kwalitatief is, zullen de welvaartseffecten van deze veranderingen in milieukwaliteit voor mens, natuur en gebouwen (zogenaamde endpoints) in de verkenning niet verder gekwantificeerd of gemonetariseerd worden.

Dit betekent dat de aard van deze verkenning meer een verkenning van welvaartseffecten en gevoeligheden daarvan ten opzichte van de gehanteerde uitgangspunten is, dan een precieze berekening van de welvaartssaldo van scenario's zoals bij een MKBA het geval is. Daarom wordt ook niet van een MKBA, maar van een verkenning gesproken.

1.5 Mee te nemen effecten

In deze studie onderscheiden wij de volgende effecten:

Directe effecten: de voor- en nadelen van de ondergrondscenario's ten opzichte van het nulalternatief voor de gebruiker van de ondergrond. Het gaat hierbij met name om investeringskosten, exploitatiekosten en opbrengsten voor de exploitant.

Indirecte effecten: de effecten die voortvloeien uit de directe effecten van de ondergrondscenario's, preciezer gesteld: de doorwerking van directe effecten via transacties en anderszins naar andere actoren in de economie. Een voorbeeld van een indirect effect is de doorwerking op de arbeidsmarkt: een ingreep kan leiden tot extra werkgelegenheid. In de praktijk is het welvaartseffect door indirecte effecten beperkt. In deze verkenning worden indirecte effecten verwaarloosbaar geacht en worden daarom niet meegenomen.

Externe effecten: dit betreft de effecten die onbeoogd zijn door de gebruiker. Deze zijn vaak moeilijk in geld uit te drukken omdat markten - en dus prijzen - ontbreken. Hieronder vallen ook de milieueffecten zoals behandeld in het PlanMER. Niet alle milieueffecten zijn daarbij onbeoogd door de initiatiefnemer.

Voor het compenseren en voorkomen van een groot aantal lokale milieu-effecten geldt dat hiervoor inpassingsmaatregelen verplicht zijn door milieu-wetgeving. In dat geval kan beargumenteerd worden dat de kosten ter preventie of compensatie van milieueffecten in belangrijke mate onderdeel zijn van de directe kosten van de initiatiefnemer (internalisatieprincipe). Sommige milieueffecten spelen op locatie- en inpassingsniveau. Deze effecten zijn meestal onderdeel van de businesscase, ofwel een haalbaarheidsstudie voor de initiatiefnemer, en een randvoorwaarde om te mogen opereren. Een voorbeeld is het inrichten van groenzones voor landschappelijke inpassing van installaties voor opslag en winning van gas.

Voor deze milieueffecten zal worden aangesloten bij de beoordelings-systeematiek van het PlanMER. Binnen deze verkenning worden geen additionele welvaartseffecten (milieu) in kaart gebracht die niet al in het PlanMER aan de orde komen.

Om de welvaartseffecten vergelijkbaar te maken, waarderen we deze zoveel mogelijk in euro's. Voor een aantal effecten is het niet mogelijk de effecten in euro's uit te drukken en zijn de effecten kwalitatief beoordeeld. Per ondergrondfunctie verschilt welke effecten zijn meegenomen. Tabel 2 vat de effecten per functie samen. In de kolom Milieueffecten PlanMER staan de milieueffecten die in het PlanMER voor de desbetreffende functie zijn omschreven en beoordeeld. Bijlage A geeft een gedetailleerd overzicht per ondergrondfunctie.



Tabel 2 Welvaartseffecten per functie

Ondergrondse functie	Direct	Extern	Milieueffecten PlanMER
Grondwaterwinning voor drinkwater	Productiekosten (totale kosten per m ³); productieopbrengsten (kwalitatief)	Voorzieningszekerheid drinkwater	Schade door droogte; verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van vermenging van grondwater van verschillende kwaliteiten; idem door aantrekken brak/zout of verontreinigd grondwater
Conventionele winning van aardgas en -olie	Investering (putkosten; locatiekosten; kosten gasbehandelingsinstallatie; pijplijn); exploitatiekosten; opbrengsten gas	Voorzieningszekerheid; klimaatbaten	Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van vermenging van grondwater van verschillende kwaliteiten; idem door lekken van stoffen naar grondwater via of langs het boorgat; idem door migratieroute naar grondwater; schade en slachtoffers als gevolg van een blow-out; schade aan gebouwen als gevolg van geïnduceerde bevingen; idem door bodemdaling of -stijging door convergentie of compactie; beïnvloeding van watersystemen als gevolg van bodemdaling en -stijging
Zoutwinning	Investering, exploitatie, opbrengsten uit zoutwinning (kwalitatief)		Zie gaswinning; plus schade aan gebouwen en infrastructuur als gevolg van het ontstaan van een instabiele caverne
CO ₂ -opslag in lege gasvelden (CCS)	Investering + exploitatiekosten (afvangeneheid; transport; opslag; organisatie; energiekosten); opbrengsten CO ₂		Zie gaswinning
Gasopslag in lege gasvelden	Investering (kussengas; installaties; boringen; grondverwerving; organisatie); exploitatiekosten (onderhoud; monitoring; energiekosten; organisatiekosten); intrinsieke waarde benutting; extrinsieke waarde benutting	Voorzieningszekerheid	Zie gaswinning

Ondergrondse functie	Direct	Extern	Milieueffecten PlanMER
Gasopslag in zoutcavernes	Investering (kussengas; installaties; grondverwerving; organisatie); exploitatiekosten (onderhoud; monitoring; energiekosten; organisatiekosten); intrinsieke waarde benutting; extrinsieke waarde benutting (zie gasopslag lege gasvelden)	Voorzieningszekerheid	Zie gaswinning
Winning van geothermie	Investering, exploitatiekosten, extra kosten elektriciteitsinkoop, exploitatie-opbrengsten, subsidies en belastingen; CO ₂	Voorzieningszekerheid Milieubaten; klimaatbaten	Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van vermenging van grondwater van verschillende kwaliteiten; idem door lekken van stoffen naar grondwater via of langs het boorgat; idem door migratieroute naar grondwater; schade en slachtoffers als gevolg van een blow-out; schade aan gebouwen als gevolg van geïnduceerde bevingen; beïnvloeding van watersystemen als gevolg van bodemdaling en -stijging
Schaliegas	Investering, exploitatie, opbrengsten uit schaliegaswinning (kwalitatief)	Voorzieningszekerheid, klimaatbaten	Beïnvloeding belevingswaarde; verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van vermenging van grondwater van verschillende kwaliteiten; idem door lekken van stoffen naar grondwater via of langs het boorgat; idem door migratieroute naar grondwater; schade en slachtoffers als gevolg van een blow-out; schade aan gebouwen als gevolg van geïnduceerde bevingen

1.6 Gebruik WLO-scenario's in deze studie

De Welvaart en Leefomgeving (WLO)-scenario's van PBL en CPB uit 2015 geven trends weer in de toekomstige ontwikkeling en onzekerheden die daarmee gepaard gaan. De WLO-scenario's bieden inzicht in toekomstige knelpunten en kansen en vormen zo een kader om na te denken over (toekomstig) beleid (CPB/PBL, 2015). In beginsel worden de referentiescenario's beleidsarm ingevuld waarbij nieuw beleid zo veel mogelijk buiten beschouwing is gelaten. De projecteffecten van ondergrondprojecten zijn in belangrijke mate afhankelijk van energie- en CO₂-prijzen. De prijzen worden voor een belangrijk deel bepaald door internationale onzekerheden over klimaat en energie. Daarom wordt in deze MKBA met twee uiteenlopende achtergrondscenario's gewerkt. Dit zijn de WLO-scenario's *Hoog* en *Laag* van CPB en PBL (CPB ; PBL, 2015).

Het uitgangspunt van de WLO is dat het internationale klimaatbeleid op de lange termijn bepalend is voor het Europese klimaatbeleid en dat het Europese klimaatbeleid op zijn beurt bepalend is voor het Nederlandse klimaatbeleid. Het uitgangspunt bij de scenario's *Laag* en *Hoog* zijn de toezeggingen, Pledges, die landen tijdens de VN-klimaatonderhandelingen hebben gedaan om broeikasgasemissies te verminderen.

Door het gebruik van deze scenario's wordt een bandbreedte geschetst van uitkomsten bij verschillende toekomstige ontwikkelingen. De bandbreedte in de scenario's leidt tot verschillen in onder meer gasprijzen, CO₂-prijzen en elektriciteitsprijzen. De uitkomsten per ondergrondscenario zullen verschillen per achtergrondscenario. In totaal zijn er dus 4 x 2 uitkomsten ten opzichte van het nulalternatief. In Paragraaf 2.6 gaan we nader in op energie- en CO₂-prijzen die uit de WLO-scenario's zijn gehanteerd om projecteffecten te waarderen.

Tabel 3 WLO-scenario's Hoog en Laag

Scenario Hoog

Scenario *Hoog* combineert een relatief hoge bevolkingsgroei met hoge economische groei. *Hoog* gaat uit van lage energieprijzen voor olie, gas en kolen en van een snelle technologische ontwikkeling. *Hoog* realiseert een broeikasgasemissiereductie van 65% ten opzichte van 1990. Emissiereductie komt langzaam op gang, maar versnelt na 2025. Dit komt onder meer door invoering van een wereldwijd emissiesysteem na 2030. Aanvullend klimaatbeleid wordt langzaam afgebouwd. De verwachte temperatuurstijging in dit scenario is 2,5 tot 3 graden.

Scenario Laag

Scenario *Laag* kent een meer gematigde demografische ontwikkeling en een meer bescheiden economische groei. In dit scenario lopen geopolitieke spanningen op. Dit leidt onder meer tot een hogere olieprijs. Ook lukt het minder goed om internationale klimaatafspraken te maken. In *Laag* worden klimaatdoelstellingen naar beneden bijgesteld en blijft de reductie beperkt tot 40% in 2050.

Dit zal bijdragen aan een verwachte temperatuurstijging van 3,5 tot 4 graden.

Gevoeligheidsanalyse: tweegradenscenario

Naast de twee scenario's omvat de WLO ook aanvullende onzekerheidsverkenningen. Voor het thema 'Klimaat en Energie' is dit een tweegradenscenario. Dit scenario is een variant op *Hoog*. In dit scenario wordt een sterker klimaatbeleid gevoerd, waardoor de verwachte gemiddelde temperatuurstijging beperkt wordt tot twee graden. Hiervoor is een emissiereductie van 80-95% nodig. Dit leidt onder meer tot een sterke stijging van de CO₂-prijs, al op korte termijn. In de gevoeligheidsanalyse is het tweegradenscenario meegenomen.



In zowel het hoge als lage scenario zijn dus de meest recente uitkomsten ‘met ambitie opwarming te beperken tot 1,5 graad’ van de klimaatop in Parijs niet meegenomen.

1.6.1 Relatie tot oude WLO-scenario's

Wij merken op dat de nieuwe WLO-scenario's niet consistent en integraal uitgewerkt zijn in alle toekomstscenario's van deze studie, aangezien de nieuwe WLO-scenario's beschikbaar zijn gekomen gedurende het proces van opstellen van NRD, PlanMER en deze verkenning.

De nieuwe WLO-scenario's zijn de opvolger van de oude WLO-scenario's uit 2006 (CPB; MNP; RPB, 2006). In de oude studie zijn vier wat extremere scenario's ontwikkeld. De nieuwe studie bestaat uit twee scenario's (plus gevoeligheidsvarianten) die over het algemeen wat rustiger zijn ingestoken.

De inschatting van de benodigde hoeveelheid ruimte voor drinkwater-reserveringen is gebaseerd op het oude WLO-scenario 'Global Economy' uit 2006. In dit scenario wordt uitgegaan van een bevolkingsgroei van 18,9 miljoen mensen in 2030 naar 19,7 miljoen mensen in 2040. In het nieuwe hoge WLO-scenario groeit de bevolking van 18 miljoen mensen in 2030 naar 19,2 mensen in 2050. Drinkwaterbehoefte wordt voor een groot deel door bevolkingsomvang bepaald. Op basis van de twee nieuwe WLO-scenario's kan er dus te veel ruimte gereserveerd zijn voor toekomstige drinkwaterwinning. Dit heeft geen gevolgen voor de winning van drinkwater; deze zal gebaseerd zijn op daadwerkelijke behoefte. Wel kan dit gevolgen hebben voor andere ondergrondfuncties; deze kunnen worden uitgesloten als gevolg van de reservering.

1.7 Leeswijzer

Voorliggend rapport is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 beschrijft de aanpak van de verkenning alsmede de vaststelling van het nulalternatief en de scenario's;
- Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten per ondergrondfunctie;
- Hoofdstuk 4 beschrijft de resultaten van de scenario's;
- Hoofdstuk 5 geeft een verdieping van geïdentificeerde kansen en knelpunten per scenario;
- Hoofdstuk 6 geeft de belangrijkste conclusies.

De volgende bijlagen zijn opgenomen:

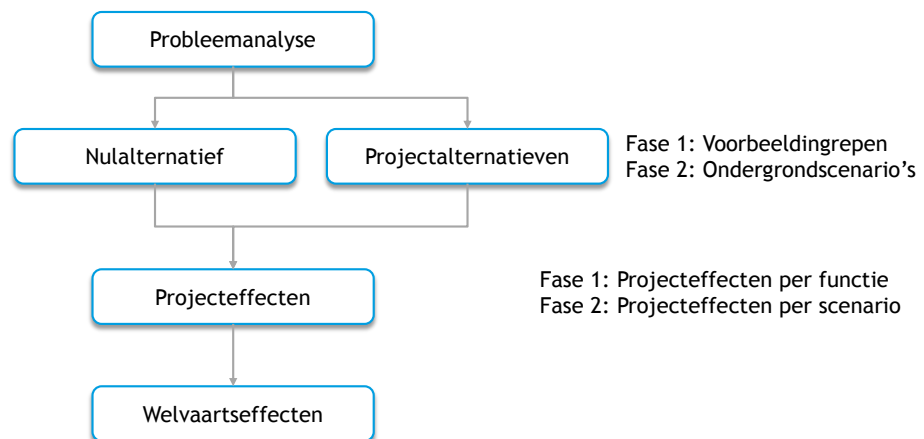
- Bijlage A geeft de resultaten van de welvaartseffecten per ondergrondfunctie;
- Bijlage B geeft een grafische weergave van de ondergrondscenario's.

2 Aanpak

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de aanpak en uitgangspunten van de verkenning. Op basis van de *Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse* van CPB/PBL (Romijn & Renes, 2013) zijn de volgende achtereenvolgende stappen uitgevoerd (zie Figuur 4):

Figuur 4 Stappenplan van MKBA



** In MKBA's worden verschillende termen gebruikt. Nulalternatief wordt gebruikt om de ontwikkeling te beschrijven zonder projectalternatief, ook wel referentie genoemd. In deze verkenning gebruiken we de termen nulalternatief en projectalternatieven (ondergrondscenario's).

Aanpak in vogelvlucht

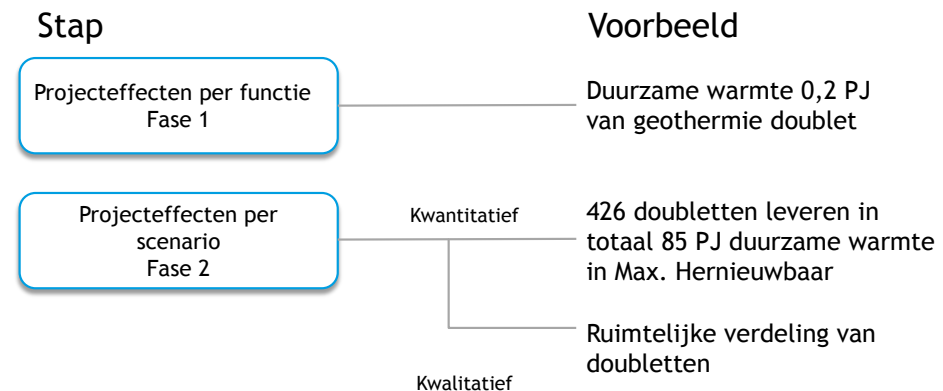
De probleemanalyse schetst de ontwikkeling die zou kunnen optreden zonder nationaal ordeningsprincipe in de vorm van de Structuurvisie Ondergrond en vormt de basis voor het opstellen van projectalternatieven (de ondergrondscenario's). De projectalternatieven vormen mogelijke oplossingsrichtingen om de knelpunten aan te pakken. Projecteffecten worden bepaald als het verschil tussen projectalternatieven en het nulalternatief. Deze projecteffecten zijn ontleend aan het PlanMER. De projecteffecten worden vervolgens op basis van (schaduw)prijzen¹ (waardering van effecten) uitgedrukt in welvaartseffecten.

De samenhang tussen Fase 1 (effecten per voorbeeldingreep) en 2 (effecten per ondergrondscenario) maken we duidelijk in Figuur 5. De projecteffecten per functie worden als bouwsteen gebruikt om de *volumeontwikkeling* en *ruimtelijke verdeling* van ondergrondfuncties in te schatten in één ondergrondscenario. Beide hebben een effect op de welvaart. De welvaartseffecten van de volumeontwikkeling (voorbeeld 85 PJ aan winning van geothermie) is

¹ Sommige producten en diensten hebben een maatschappelijke waarde maar zijn moeilijk in geld uit te drukken omdat er geen markt van vraag en aanbod is. Een voorbeeld hiervan is de kwaliteit van het milieu.

gekwantificeerd, de ruimtelijke verdeling (de juiste functie op juiste plek) komt alleen kwalitatief aan de orde.

Figuur 5 Samenhang Fase 1 en Fase 2



Dit hoofdstuk licht deze stappen nader toe.

2.2 Probleemanalyse

De ondergrond levert een belangrijke bijdrage aan de Nederlandse economie. Naast de ondergrond als drager van economische activiteiten, draagt deze in belangrijke mate bij aan het voorzien in menselijke behoeften, zowel in materiële als in immateriële zin.

De rol van de ondergrond wordt steeds belangrijker, ook bij het oplossen van maatschappelijke vraagstukken.

- Toenemend energiegebruik vraagt naast de exploitatie van fossiele energiebronnen als olie en gas en de klimaatproblematiek die daarmee samenhangt steeds meer om het benutten van hernieuwbare energiebronnen, zoals geothermie.
- Grondwater is de belangrijkste bron voor onze drinkwater- en industriewatervoorziening.
- Het toenemend gebruik heeft ook invloed op de kwaliteit van ondergrond en grondwater en het functioneren van de ondergrond als ecosysteem. Het besef groeit dat zorgvuldig moet worden omgegaan met het natuurlijk kapitaal zoals bodembiodiversiteit en het vermogen van de ondergrond om ecosysteemdiensten te leveren.

Door de toenemende vraag naar ondergrondfuncties is de verwachting dat het steeds drukker wordt in de ondergrond. Functies en/of belangen zullen elkaar in toenemende mate raken (interferentie). Dit kan leiden tot knelpunten, zo kan de ondergrond onvoldoende beschermd zijn. Ook kunnen kansen onbenut blijven, zoals (hernieuwbare) energiewinning (geothermie) vanwege ondergrondclaims die al toegewezen zijn of toekomstige concurrerende claims. Al deze ontwikkelingen kunnen zonder ordening of sturing naar verwachting leiden tot een verlaging van de welvaart voor Nederland.

Om optimaal gebruik te kunnen blijven maken van alles dat de ondergrond te bieden heeft, is ruimtelijke afstemming nodig tussen functies van de ondergrond, met de bovengrond en tussen belanghebbenden. Ruimtelijke sturing kan bijdragen aan optimaal benutten en beschermen van die ondergrond.

De Structuurvisie Ondergrond kan als ordeningsprincipe of ruimtelijk afwegingskader voor ingrepen tot een doelmatiger gebruik van de ondergrond leiden ten behoeve verschillende ruimteclaims boven en onder de grond in vergelijking met de situatie zonder dit ordeningsprincipe.

In het PlanMER zijn de milieueffecten van verschillende ruimtelijke ondergrondscenario's - de hoeken van het speelveld - verkend. Deze ondergrondscenario's geven inzicht in de kansen en knelpunten die bepaalde ontwikkelrichtingen bieden. Deze verkenning kijkt naar de brede welvaartseffecten en verdeling van kosten en baten van deze ondergrondscenario's.

2.3 Nulalternatief

In deze verkenning worden, conform MKBA-systematiek, kosten en baten van de scenario's afgezet tegen een nulalternatief.

De *Algemene Leidraad Maatschappelijke Kosten en Baten* van CPB & PBL (Romijn & Renes, 2013) beveelt aan om te kiezen voor de meest waarschijnlijk te achten ontwikkeling die zal plaatsvinden op het voor de MKBA relevante terrein in het geval dat de te beoordelen maatregel niet wordt uitgevoerd. Het nulalternatief wordt in de eerste plaats bepaald door de ontwikkeling van exogene factoren waar een beleidsmaker geen invloed op heeft. Daarnaast omvat het nulalternatief bestaand beleid, voorgenomen maatregelen (tenminste, als de uitvoering vrijwel onontkoombaar is) en kleinere ingrepen die het probleem deels oplossen of mitigeren maar geen beleidsalternatief vormen.

Nulalternatief: geen ordening vanuit Rijk

In het nulalternatief is er geen ordening vanuit het Rijk afgezien van de huidige wettelijke kaders (Mijnbouwwet). In de praktijk vertaalt dit zich doorgaans in de situatie dat degene die zich eerste meldt, ook het recht heeft op een bepaald gebruik van de ondergrond. Als er een vergunning voor gaswinning is verleend, dan kan hetzelfde gebied op dezelfde diepte niet ook vergund worden voor een geothermiedoublet. Dit principe kan worden afgezet tegenover scenario's waarin een prioritering of voorkeursvolgorde is aangegeven voor de verschillende ondergrondfuncties.

Gebruik ondergrond op vele terreinen onbepaald

Op veel onderdelen is het toekomstige gebruik van de ondergrond nog onbepaald en met grote onzekerheid omgeven. Met betrekking tot bijvoorbeeld schaliegas heeft het kabinet op 10 juli 2015 besloten dat commerciële opsporing en winning van schaliegas voor 5 jaar niet aan de orde is. Het kan echter niet worden uitgesloten dat er later eventueel commerciële winning kan plaatsvinden in Nederland. Ook voor bijvoorbeeld geothermie is het onduidelijk hoe deze functie zich in de toekomst zal ontwikkelen: zal er sprake zijn van een forse opschaling of zijn de onzekerheden zo groot dat de potentie slechts deels benut blijft?

Dat maakt het dus zeer lastig om het nulalternatief in de praktijk nader in te vullen met een autonome ontwikkeling die meerdere kanten op kan gaan. Daarom hebben we gekozen voor een gedifferentieerde benadering per ondergrondfunctie.

Tabel 4 vat de uitgangspunten per functie samen.

Tabel 4 Overzicht aannames nulalternatief per functie

Functie	Nulalternatief	Bron
Geothermie	Rustige ontwikkeling van geothermie. Jaarlijkse productie loopt op van 4 PJ in 2016 naar 42,5 PJ in 2040.	Gemiddelde ontwikkeling conform HNS+Ecofys (HNS; Ecofys, 2015)
Schaliegas	Commerciële opsporing en winning van schaliegas niet aan de orde.	(Ministerie van Economische Zaken, 2015)
Conventionele gaswinning	Voorzetting huidige en nieuwe winningen kleine velden op land. In totaal nog bijna 40 mld m ³ gaswinning uit nieuwe kleine velden tot en met 2040.	Benutting zoals geschetst in 'Fossiel met CO ₂ -opslag' en 'Opslag en handel in gas' (PlanMER Strong, 2016) (Ministerie van I&M, 2016)
Zoutwinning	Momenteel wordt jaarlijks zo'n 6,5 miljoen ton zout gewonnen. Er zijn 15 winningsvergunningen van kracht. Huidige commerciële winning wordt voortgezet.	(SODM, sd)
Drinkwater	Alleen grondwaterwinning wordt meegenomen. Aandeel grondwater in totale drinkwaterproductie blijft gelijk. Drinkwaterproductie groeit mee met vraag. Er wordt veilig voorzien in de vraag naar drinkwater.	Drinkwaterstudie RIVM (RIVM, 2015)
CCS	Geen CCS op land, alleen op zee.	Potentieel (HNS; Ecofys, 2015)
Opslag in zoutcavernes	Alleen bestaande locaties worden gebruikt voor opslag. Er worden geen nieuwe locaties aangelegd speciaal voor opslag.	PlanMER Strong, 2016 (Ministerie van I&M, 2016)
Gasopslag in lege gasvelden	Alleen ontwikkeling geplande drie nieuwe locaties.	PlanMER Strong, 2016 (Ministerie van I&M, 2016)

2.4 Projectalternatieven: vier ondergrondscenario's

Het in de vorige paragraaf beschreven nulalternatief wordt ingezet om de maatschappelijke kosten en baten van de vier ondergrondscenario's uit het PlanMER tegen af te zetten.

De scenario's geven de mogelijke ontwikkelingen in het gebruik van de ondergrond in de toekomst weer, de zogenaamde hoeken van het speelveld. De tijdshorizon van de scenario's loopt tot het jaar 2040. De vier scenario's zijn geen realistische beleidsalternatieven voor de Structuurvisie Ondergrond, maar zijn bedoeld om inzicht te verschaffen in de kansen en knelpunten in het gebruik van de ondergrond op regionaal niveau. De scenario's verschillen van elkaar in ruimte die voor een bepaalde functie beschikbaar is (de potentie) en in de mate waarin van bepaalde ondergrondfuncties gebruik gemaakt wordt (de productie).

De scenario's zijn:

- drinkwater voorop;
- fossiel met CO₂-opslag;
- maximaal hernieuwbaar;
- opslag en handel in gas.



Drinkwater voorop

Een goede en toekomstbestendige drinkwatervoorziening is in dit scenario topprioriteit. Voor het leveren van drinkwater van goede kwaliteit in de toekomst speelt in dit scenario grondwaterwinning een centrale rol en zijn andere functies alleen mogelijk in gebieden waar geen belangrijke grondwatervoorraad aanwezig is. Het perspectief is hierbij dat drinkwater een cruciale voorziening is die op nationaal niveau moet worden gegarandeerd en waarin Nederland bovendien zelfvoorzienend wil blijven, ook bij calamiteiten.

De invalshoek in dit scenario is dus dat grondwater van hoge kwaliteit zoveel mogelijk behouden blijft en daarmee de aanwezige (strategische) drinkwatervoorraad maximaal wordt beschermd voor huidig en toekomstig gebruik. De voorkeursvolgorde van de andere functies wordt bepaald op basis van mogelijke beïnvloeding van het grondwater. Zo heeft zoutwinning de geringste invloed op de drinkwatervoorraden en heeft daarom de eerste voorkeur na drinkwaterwinning. De winning van schaliegas vormt de grootste potentiële bedreiging voor de grondwatervoorraden en heeft daarom de laagste prioriteit.

Fossiel met CO₂-opslag

In dit scenario staat het behalen van de klimaatdoelstelling door de opslag van CO₂ centraal. Invalshoek van dit scenario is dat de transitie naar hernieuwbare energie nog decennia gaat duren. Er zal dus nog langere tijd behoefte zijn aan fossiele brandstoffen. Vanuit de klimaatdoelstellingen wordt de ondergrond gebruikt voor de winning van conventioneel aardgas, als relatief schone fossiele brandstof, en de permanente opslag van CO₂. Wanneer gasvelden uitgeproduceerd is ontstaat er in het gasveld ruimte voor de permanente opslag van CO₂.

Vanuit de transitie naar duurzame energie zal na de combinatie van gaswinning gevolgd door CO₂-opslag, prioriteit worden gegeven aan de winning van geothermie. Vervolgens wordt de prioriteit gegeven aan drinkwaterwinning, omdat Nederland hierin zelf wil voorzien. Bovendien is de import van drinkwater niet realistisch vanuit kostenoverwegingen. Aan de winning van schaliegas wordt in dit scenario de laagste prioriteit gegeven. Hiervoor is gekozen omdat de winning van schaliegas geen aanvullende capaciteit levert voor de opslag van CO₂.

Maximaal hernieuwbaar

In dit scenario wordt de transitie naar duurzame energie zo snel als mogelijk gerealiseerd. De ondergrond wordt zo gebruikt dat het hier een zo groot mogelijke bijdrage aan levert. Dat betekent dat er maximaal wordt ingezet op geothermie. Om de potentie van geothermie ten volle te benutten is de potentie voor geothermie sturend voor de inrichting bovengronds. Nieuw te bouwen steden, industrie en glastuinbouw worden gesitueerd waar de ondergrond het meest geschikt is. Waar de vraag naar warmte en de potentie vanuit de ondergrond enigszins samenvallen wordt ook hier gebruik gemaakt van geothermie. Daarnaast is er in dit scenario aandacht voor de buffering van energie. Denk hierbij aan de opslag van perslucht of waterstof in zoutcavernes om fluctuaties in het aanbod aan duurzame energie op te vangen. Naast het gebruik van bestaande zoutcavernes worden er in dit scenario ook extra cavernes aangelegd om in deze behoefte te voorzien.

Vervolgens wordt de prioriteit gegeven aan drinkwaterwinning, omdat Nederland hierin zelf wil voorzien. Bovendien is de import van drinkwater niet realistisch vanuit kostenoverwegingen. Voor de overige bestaande gebruiksfuncties van de ondergrond, te weten zoutwinning en olie- en gaswinning, wordt in lijn met de maximale inzet op duurzame hernieuwbare energie, de laagste prioriteit gegeven aan de conventionele winning van olie en gas. Schaliegas wordt in dit scenario niet opgenomen omdat de introductie van een nieuwe vorm van winning van fossiele brandstof niet past in de invalshoek van dit scenario.



Opslag en handel in gas

In dit scenario verstevigt Nederland zijn positie als 'gasrotonde'. Door zelf gas te produceren en opslagmogelijkheden te realiseren blijft Nederland een belangrijke speler voor gas in Europa. De ondergrond wordt gebruikt om conventionele olie en gas te winnen, maar ook voor de winning van schaliegas. Daarnaast wordt ook ingezet op gasbuffering, het opslaan en onttrekken van gas. Leegkomende gasvelden worden gebruikt om grote volumes gas in op te slaan om de leveringszekerheid van gas te garanderen. Geschikte bestaande zoutcavernes en nieuw aan te leggen zoutcavernes worden gebruikt om gas in op te slaan en om er in te kunnen handelen. Deze zoutcavernes zijn relatief kleiner van volume en geschikt om snel gas er in of er uit te kunnen halen zodat optimaal ingespeeld kan worden op de vraag van de markt.

Na de prioritaire functies van conventionele gas- en oliewinning, gasbuffering en schaliegaswinning wordt de ondergrond gebruikt voor het winnen van grondwater voor de drinkwatervoorziening. Nederland wil ook in dit scenario zelf in zijn drinkwaterbehoefte voorzien. Bovendien is de import van drinkwater niet realistisch vanuit kostenoverwegingen. Voor de overige gebruiksfuncties van de ondergrond, te weten geothermie en zoutwinning, wordt vervolgens de eerste prioriteit gegeven aan geothermie om de stap naar duurzame energie te maken.

2.5 Projecteffecten

Volume-effecten

De volgende stap betreft het inschatten van de effecten van de vier scenario's. Hiervoor zijn allereerst de volume-effecten ('projecteffecten') bepaald. Deze volume-effecten zijn in deze studie de mate van benutting van de verschillende ondergrondfuncties in de verschillende ondergrondscenario's.

Volume-effecten worden verklaard door verschillen in:

- potentiegebied per functie (inclusief juridische uitsluitingen);
- onderlinge technische uitsluitingen;
- vraag en aanbod per functie;
- voorkeursvolgorde van functies en onderlinge uitsluitingen per scenario.

Deze verschillen zijn beschreven in het PlanMER. In het PlanMER zijn kaartbeelden opgesteld per scenario (zie Bijlage B). Deze kaartbeelden geven weer welk deel van de ondergrond in Nederland voor een bepaalde functie beschikbaar is in een bepaald scenario. In deze verkenning is per functie en per scenario bepaald hoeveel dit tot 2040 oplevert in termen van hoeveelheden gewonnen energie, gewonnen drinkwater en opgeslagen gas en CO₂.

Box 2 Vraag en aanbod per functie

Vraag en aanbod per functie

Voor het in beeld brengen van de vraag en aanbod zijn verkennende studies uitgevoerd. Voor de functies die gerelateerd zijn aan energiewinning (olie-, gas- en schaliegaswinning en geothermie) is het aanbod van een functie bepalend. De verwachting is namelijk dat met de betreffende ondergrondse functies in Nederland niet in de totale binnenlandse energievraag kan worden voorzien en er dus altijd een vraag naar energie overblijft. Bij deze functies fungeert het potentiegebied als basis voor de scenario's. Bij geothermie is rekening gehouden met de aanwezigheid van warmtevragers bij het bepalen van de uiteindelijke vraag.

Voor drinkwaterwinning heeft een analyse plaatsgevonden van de verwachte ontwikkeling van de drinkwatervraag tot 2040 (RIVM 2015). Er is verondersteld dat de vraag naar drinkwater wordt gedekt vanuit nationale grondwaterbronnen.



Verondersteld is dat het aandeel grondwaterwinning in de totale drinkwaterproductie gelijk blijft. In alle scenario's is verondersteld dat voldoende drinkwater gewonnen wordt om in de vraag te voorzien. Daarom verschilt de daadwerkelijke hoeveelheid winning niet tussen de scenario's; wel verschilt de locatie van winningen in de verschillende scenario's. Voor zoutwinning is sprake van een enorm potentiegebied, maar gezien de marktsituatie is aangenomen dat alleen in de buurt van verwerkingsinstallaties een beperkte uitbreiding zou kunnen plaatsvinden. De zoutvraag is in Nederland vrijwel stabiel en bovendien wordt zout relatief eenvoudig geïmporteerd. Er is dus geen onderscheid gemaakt voor zoutwinning in de verschillende scenario's. Voor de verschillende opslagfuncties is vanuit de potentie gekeken naar het aantal geschikte gasvelden. Afhankelijk van het scenario is uiteindelijk een keuze gemaakt in vraag en aanbod, waarbij het aanbod altijd voldoende is om in de vraag te voorzien.

Tabel 5 vat de verschillen in volume-effecten tussen de vier scenario's per functie samen, ten opzichte van het nulalternatief. Bij grijze vlakken is er geen verschil ten opzichte van het nulalternatief.

Tabel 5 Verschillen ondergrondscenario's t.o.v. nulalternatief

Functie	Drinkwater voorop	Fossiel met CO ₂ -opslag	Maximaal hernieuwbaar	Opslag en handel in gas
Geothermie			Extra benutting	
Schaliegas	Beperkte ruimte voor schaliegas	Ruimte voor schaliegas		Ruimte voor schaliegas
Conventionele gaswinning	Minder benutting		Minder benutting	
Zoutwinning				
Drinkwater	Extra reservering			
CCS	Beperkte ruimte op land	Ruimte op land, ook eerder in de tijd		Beperkte ruimte op land
Opslag in zout-cavernes			Enkele nieuwe locaties	Enkele nieuwe locaties
Gasopslag in lege gasvelden				Extra benutting

De volume-effecten worden vertaald naar een aantal 'voorbeeldingrepen'. Voor deze voorbeeldingrepen zijn in Fase 1 de welvaartseffecten bepaald. In fase 1 zijn bijvoorbeeld de welvaartseffecten van 1 geothermiedoublet van 0,2 PJ bepaald. Het volume-effect van een bijvoorbeeld het scenario Maximaal hernieuwbaar is 85 PJ aan geothermie. Uitgaande van een lineair verband zijn er dus 426 doubletten nodig om de productie te kunnen leveren.

Ruimtelijke verdeling

De kaartbeelden laten zien waar benutting van de ondergrond voor een bepaalde functie mogelijk is. Er is voor gekozen ruimtelijke verdeling van ondergrondfuncties kwalitatief te beschrijven.

2.6 Welvaartseffecten

De volgende stap is het bepalen van de welvaartsgevolgen van de project-effecten per scenario. Hiervoor zijn in Fase 1 eerst de welvaartseffecten van één voorbeeldingreep bepaald. Hiervoor zijn interne en externe effecten geldelijk gewaardeerd. Vervolgens zijn deze vertaald naar het aantal voorbeeldgrepen per scenario. In deze paragraaf worden de belangrijkste methoden en aannames toegelicht.

Financiële kosten en baten

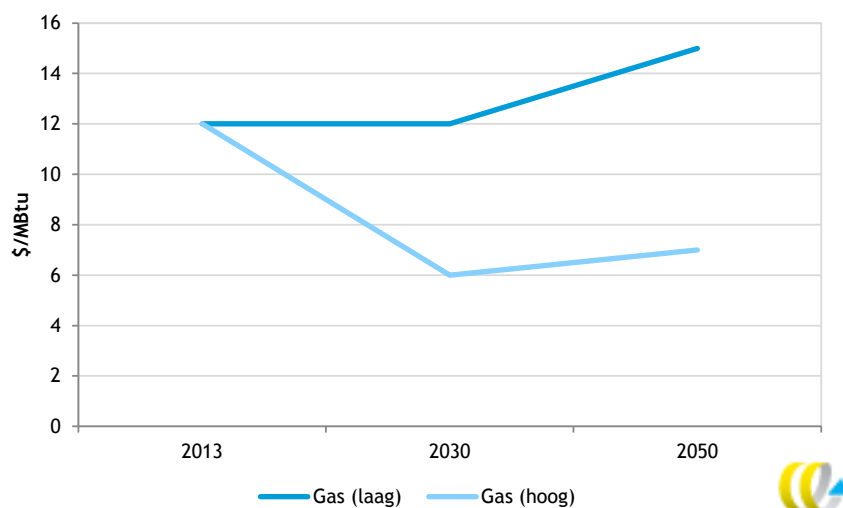
Voor de verschillende ondergrondfuncties zijn overzichten van directe financiële kosten en baten opgesteld. Deze bestaan uit verwachte kosten en opbrengsten voor een exploitant, te weten (her)investeringen, exploitatiekosten (onderhoud en beheer) en opbrengsten uit de verkoop van de 'bodem-diensten'. Hiervoor is gebruik gemaakt van kengetallen. Kengetallen zijn verkregen uit bestaande literatuur en/of via experts. De kengetallen geven een gemiddelde ingreep weer. Het type en detail van meegenomen kosten en baten verschilt door databeschikbaarheid per ingreep. Locatiespecifieke omstandigheden kunnen leiden tot hogere of lagere kosten. Er is geen rekening gehouden met leer- of schaaffecten. Bijlage A geeft een overzicht van de directe kosten en baten van de verschillende ingrepen.

Ontwikkeling prijzen energie en CO₂

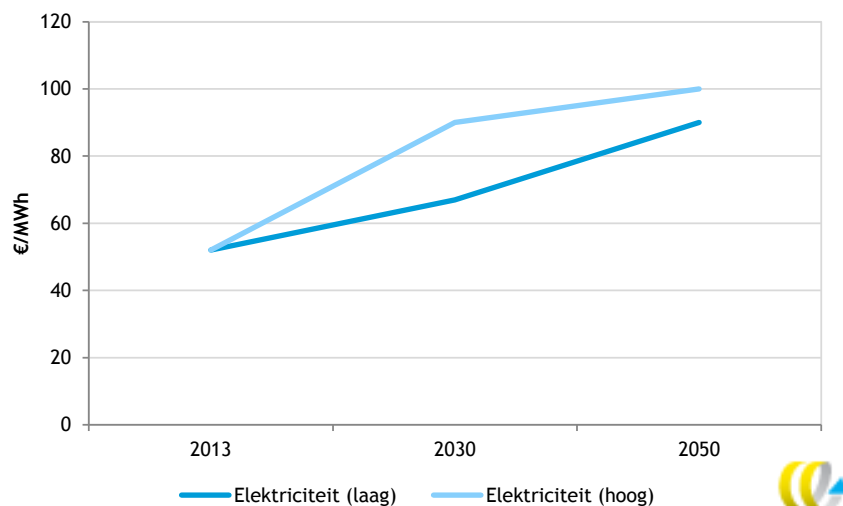
Voor de ontwikkeling van de prijzen van energie en CO₂ is gebruik gemaakt van de prijzen uit de WLO-scenario's (zie Figuur 1.6). Figuur 6, Figuur 7 en Figuur 8 laten de ontwikkeling en bandbreedte van de gasprijs, elektriciteitsprijs en de CO₂-prijs zien. De WLO geeft alleen puntschattingen voor 2013, 2030 en 2050. Tussentijdse jaren zijn lineair geïnterpoleerd. In Hoog is sprake van relatief hoge CO₂-prijzen en elektriciteitsprijzen en lage gasprijzen. Tussen 2013 en 2030 halveert de gasprijs. In *Laag* zijn CO₂-prijzen en elektriciteitsprijzen relatief laag en de gasprijzen relatief hoog. Fossiele brandstofprijzen, waaronder gas, zijn dus laag in het scenario *Hoog*. In *Laag* zijn ze hoog. In *Hoog* zijn geopolitieke spanningen afwezig en zijn prijzen van fossiele brandstoffen in lijn met de productiekosten. Ook komen de brandstofprijzen in dit scenario verder onder druk te staan door afnemende vraag door stringent klimaatbeleid. In *Laag* zijn de prijzen door geopolitieke spanningen fors hoger dan op basis van productiekosten mag worden verwacht (PBL & CPB, 2016).



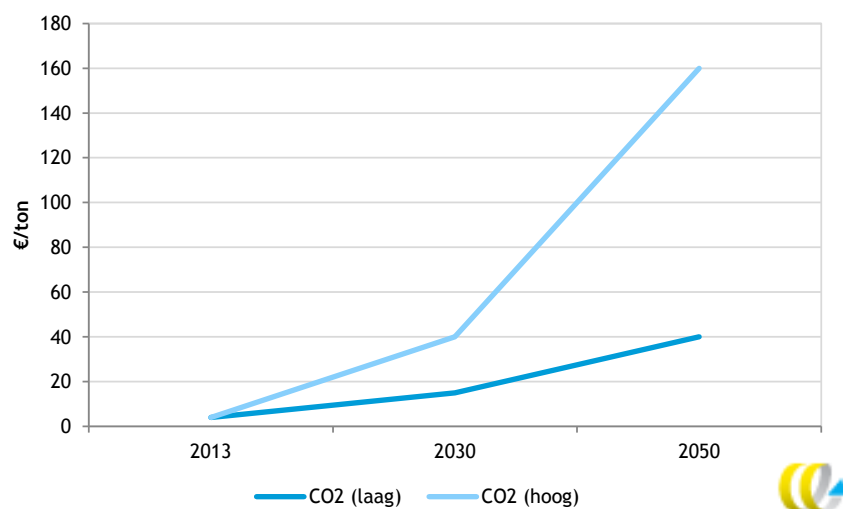
Figuur 6 Ontwikkeling gasprijs, 2013-2050, \$/MBtu, Hoog en Laag



Figuur 7 Ontwikkeling elektriciteitsprijs, 2013-2050, €/MWh, Hoog en Laag



Figuur 8 Ontwikkeling CO₂-prijs, 2013-2050, €/ton, Hoog en Laag



2.7 Afbakening en uitgangspunten

Bij de berekeningen van de kosten en baten van de vier scenario's ten opzichte van het nulalternatief hanteren wij de volgende basisaannames:

- De looptijd van de verkenning is 50 jaar en beslaat de periode 2016-2066. De kosten baten worden uitgedrukt in het prijspeil van 2016.
- De resultaten in contante waardes (CW) presenteren we ten opzichte van de referentie.
- De discontovoet van alle kosten en baten bedraagt 3%, conform aanbevelingen van het ministerie van Financiën².
- De kosten en baten worden gepresenteerd aan de hand van effecten die bij verschillende partijen optreden. Er is géén rekening gehouden met sector-specifieke financieringskosten en risico-opslagen.
- Niet-gekwantificeerde effecten worden als PM-post weergegeven. Deze hebben een positief dan wel negatief effect op het eindsaldo. Bij alle uitkomsten moet dus rekening worden gehouden met niet-gekwantificeerde PM-posten.

² In april 2016 is een nieuw advies uitgekomen. Hierin wordt een uniforme discontovoet van 3% geadviseerd. Voorheen werd doorgaans een discontovoet van 4% gehanteerd voor milieu- en gezondheidsbaten en 5,5% voor overige kosten en baten (Werkgroep Discontovoet, 2015).



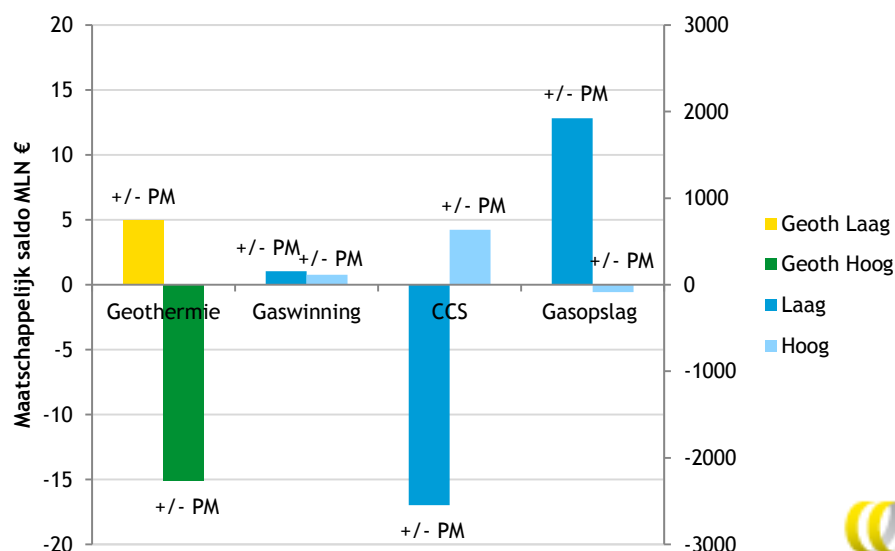
3 Welvaartseffecten per functie

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de maatschappelijke kosten en baten per ondergrondfunctie. De resultaten worden gegeven voor relevante prijspaden voor energie en klimaat uit beide WLO-scenario's: *Hoog* en *Laag*. De welvaartseffecten zijn ook teruggerekend naar kubieke meter ondergronds ruimtebeslag om daarmee een goede vergelijkingsbasis te geven ten behoeve van een afwegingskader voor het afwegen van ondergrondclaims.

3.2 Welvaartseffecten per 'voorbeeldingreep'

Figuur 9 Maatschappelijk saldo per voorbeeldingreep, CW, mln €



Figuur 9 geeft de welvaartseffecten van de functies die gekwantificeerd zijn, waarbij gebruik is gemaakt van een dubbele schaal (linker en rechter y-as) om de in absolute zin beperkte kosten en baten van geothermie te kunnen vergelijken met de andere functies. Op de linkeras staan de kosten en baten van geothermie; op de rechteras staan de overige functies. Uit de figuur blijkt dat de resultaten per voorbeeldingreep sterk per achtergrondscenario verschillen. Bij alle functies moeten nog PM-posten worden opgeteld. Deze kunnen een positief of negatief effect hebben op het welvaartssaldo.

- Gaswinning kent een robuust positief maatschappelijk saldo (+/- pm), ongeacht het achtergrondscenario. In *Laag* is het saldo wel hoger dan in *Hoog*, vanwege een hogere gasprijs die gaswinning interessanter maakt.
- In scenario *Hoog* verloopt de internationale samenwerking goed en blijven de geopolitieke spanningen beperkt. Als gevolg hiervan zijn de prijzen van fossiele brandstoffen, waaronder gas, in dit scenario laag. In het Lage scenario zijn de fossiele brandstofprijzen juist relatief hoog. Gaswinning is afgezet tegen import van gas; emissies van gebruik zijn niet

meegenomen. Qua klimaatimpact is Nederlands gas klimaatvriendelijker dan geïmporteerd gas vanwege de lagere CO₂-uitstoot en minder methaanlekage tijdens de productie- en transportfase (RoyalhaskoningDHV, 2013). De klimaatimpact in de gebruiksfase is in principe gelijk.

- CCS kent in *Laag* een negatief maatschappelijk saldo (+/- pm). In *Hoog* is dit saldo positief. Verklaring hiervoor is de hogere CO₂-prijs in *Hoog* die CCS-projecten financieel en maatschappelijk rendabel maken. Alleen bij een voldoende hoge CO₂-prijs is het (financieel) aantrekkelijk om in CCS te investeren. Het ligt niet in de lijn der verwachtingen dat er in *Laag* in CCS geïnvesteerd wordt. Dit is ook geen onderdeel van de denklijn van dit scenario.
- Gasopslag kent een negatief maatschappelijk saldo in *Hoog*. In *Laag* is het saldo positief. De lage gasprijs in het WLO-scenario *Hoog* in combinatie met de geringe geopolitieke spanningen zorgen ervoor dat er weinig rendement te behalen valt op gasopslaginvesteringen. Hierdoor is de spreiding tussen zomerprijs en winterprijs ook minder groot. Daarnaast neemt ook de vraag naar gas sterk af; in dit achtergrondscenario wordt bijvoorbeeld vrijwel geen gas meer gebruikt voor de productie van elektriciteit. De lage gasvraag gaat gepaard met minder grote seizoensfluctuaties. Hierdoor neemt de waarde van gasopslag af.
- Geothermie kent in *Laag* een positief saldo. In *Hoog* is het maatschappelijk saldo negatief. De hogere CO₂-prijs wordt hier niet gecompenseerd door de lagere gasprijs. In *Hoog* wordt tot 2030 een halvering van de gasprijs verwacht. Door de lage gasprijs zijn de besparingen ten opzichte van de standaardtechnologie voor verwarming van woningen en kassen, een gasgestookte ketel, in de referentiesituatie beperkt. Het is opvallend dat geothermie kennelijk in *Hoog* niet maatschappelijk rendabel (+/-pm) is. belangrijke reden is dan ook dat geothermie een techniek is - die zonder SDE+-subsidie - pas richting een scenario gericht op 80-95% CO₂ aantrekkelijk wordt. Het scenario *Hoog* beoogt in 2050 65 procent ten opzichte van de emissie in 1990. In *Laag* is het saldo wel positief. Hier zijn de vermeden gasbaten hoger door hogere gasprijzen.
- De welvaartsgevolgen van de ingreep van schaliegas zijn niet gekwantificeerd, vanwege het grote onzekerheidsinterval voor de productiekosten van een schaliegas. Wel is deze functie kwalitatief beoordeeld. Hieruit blijkt dat onder *gunstige* omstandigheden (hoge gasprijs; lage kosten winning; hoge kosten LNG) een positieve businesscase voor schaliegas mogelijk is. Het ligt meer voor de hand dat dit het geval is in het scenario *Laag*. Dit scenario kent een relatief hoge gasprijs. In *Hoog* neemt de gasprijs door afgenomen vraag sterk af.
- Ook gasopslag in lege zoutcavernes is niet gekwantificeerd. Hiervoor verwachten wij een vergelijkbare uitkomst als bij gasopslag in lege gasvelden: in *Laag* is er meer kans op een positief maatschappelijk saldo dan in *Hoog*.
- Ook voor de functie zoutwinning hebben we de welvaartseffecten niet gekwantificeerd, vanwege een gebrek aan openbare gegevens. Voor zoutwinning is een positieve businesscase mogelijk, met name als gebruik gemaakt kan worden van een bestaande verwerkingsfabriek.
- De kosten en baten van drinkwaterwinning zijn niet gekwantificeerd. Voor drinkwaterwinning uit grondwater geldt dat de baten beperkt zijn ten opzichte van het meest voor de hand liggende alternatief, oppervlaktewaterwinning. De kwaliteitsverschillen en verschillen in waardering zijn over het algemeen gering en geborgd in de regelgeving (Witteveen+Bos, 2006) tussen beide vormen van drinkwater. Echter de kosten voor grondwaterwinning zijn gemiddeld lager dan kosten voor oppervlaktewaterwinning, vanwege lagere zuiveringskosten.

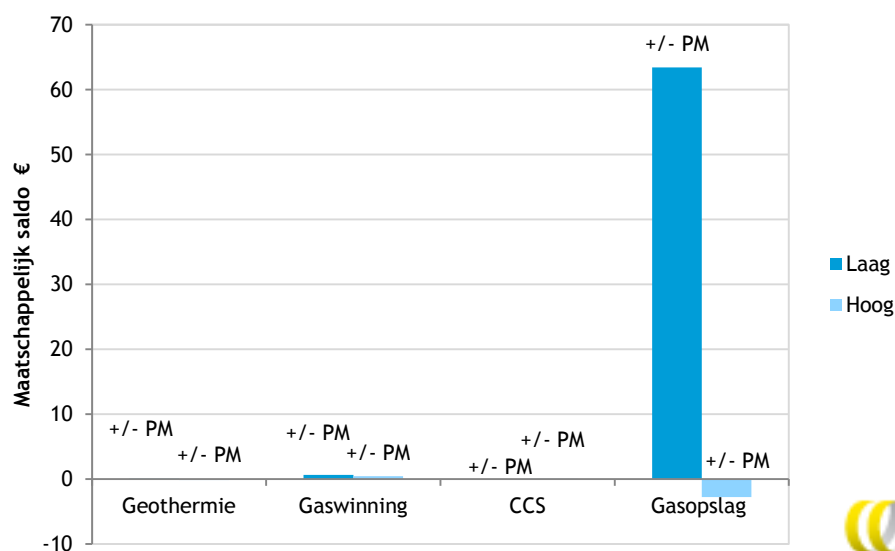
Uiteindelijk zal bij drinkwater vooral de aanwezigheid van geschikte bronnen bepalen welk type waterwinning de voorkeur heeft.

3.3 Resultaten per kubieke meter

Vanuit welvaartsoogpunt kan de ondergrond het beste worden aangewend voor die functies met het hoogste welvaartspotentieel.

Om de ingrepen beter onderling vergelijkbaar te maken, zijn de resultaten teruggerekend naar kubieke meter ondergronds ruimtegebruik. Dit is de ruimte die vanwege de ondergrondse functie niet op een andere manier gebruikt kan worden. Voor de functies geldt dat ze niet altijd onderling uitruilbaar zijn. Het hangt van de geologische eigenschappen van de ondergrond af of deze daadwerkelijk voor een functie geschikt is. De terugrekening naar kubieke meter is dus puur indicatief om de bodemfuncties onderling vergelijkbaar te maken. Door terugrekening verandert de richting van de effecten niet.

Figuur 10 Maatschappelijk saldo per M3 ondergronds ruimtegebruik, CW, €



Gasopslag heeft in Laag verreweg de grootste 'waardedichtheid'. Opslag van een waardevolle energiebron met grote verschillen in seizoensprijzen is een bepalende factor voor de economische waarde van de faciliteit. Immers, het stelt de investeerder/exploitant van de opslag in staat gas goedkoop in de zomer te kopen en in de winter duur te verkopen. De investeerder kan jarenlang van deze faciliteit gebruik blijven maken. Daarmee wordt de ondergrond, in *Laag*, het meest efficiënt aangewend. In *Hoog* is de gasprijs te laag om tot een positief kosten-batensaldo te komen. De WLO-scenario's kennen een groot verschil tussen gasprijzen in *Laag* en *Hoog*, hetgeen de bandbreedte dus verklaart.

Voor de andere functies zijn de verschillen beperkt en differentiëren onvoldoende om een preferente benadering te rechtvaardigen, bijvoorbeeld in het geval van botsende belangen.

Bijlage A geeft een uitgebreider overzicht van de kosten en baten per voorbeeldingreep. Hierin wordt ook uitgebreider ingegaan op de verschillende kostenposten en de milieueffecten uit het PlanMER.

4 Kosten en baten van scenario's

4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft het totaaloverzicht van kosten en baten van de vier ondergrondscenario's ten opzichte van het nulalternatief. De resultaten worden gegeven voor relevante prijspaden voor energie en klimaat uit beide WLO-scenario's: *Hoog* en *Laag*.

In dit hoofdstuk geven we eerst een overzicht van de projecteffecten (=volumeontwikkeling of aantallen van de betreffende projecten van een gemiddelde omvang) per ondergrondscenario (Paragraaf 4.2). Vervolgens geven we de in Paragraaf 4.3 welvaartseffecten van de scenario's. Paragraaf 4.4 geeft de resultaten van de verdelingsanalyse weer. Paragraaf 4.5 presenteert de gevoeligheidsanalyse waarin de belangrijkste onzekerheden worden getoetst en een verdelingsanalyse waarin de 'winnaars' en 'verliezers' van de verschillende ondergrondscenario's in beeld worden gebracht. Tenslotte sluit Paragraaf 4.6 af met conclusies.

4.2 Projecteffecten per scenario

Aantal voorbeeldwinningen per scenario

Door vraag en aanbod met elkaar te confronteren, vanuit verschillende voorkeursvolgordes, verschillen de scenario's onderling in de realisatie van aantallen voorbeeldingrepen van een bepaalde ondergrondfunctie. Het aantal voorbeeldingrepen bepaalt de fysieke productiecapaciteit (het projecteffect) per scenario. Tabel 6 presenteert het aantal voorbeeldingrepen per scenario en voor het nulalternatief. De terminologie verschilt per ondergrondfunctie. Bij grijze vakken is er geen verandering ten opzichte van het nulalternatief.

Tabel 6 Aantal 'voorbeeldingrepen' per scenario in 2040

Functie	Nulalternatief	Drinkwater voorop	Fossiel met CO ₂ -opslag	Maximaal hernieuwbaar	Opslag en handel in gas
Geothermie	213 doubletten (à 0,2 PJ)			426 doubletten	
Schaliegas	Geen schaliegas	Max. 14-17 voorbeeldwinningen	Max. 14-17 voorbeeldwinningen		Max. 14-17 voorbeeldwinningen
Conventionele gaswinning	20 nieuwe kleine velden die al wel bekend zijn, maar waar nog niet gewonnen wordt (à 2 bcm)	14 nieuwe kleine velden		12 nieuwe kleine velden	



Functie	Nulalternatief	Drinkwater voorop	Fossiel met CO ₂ -opslag	Maximaal hernieuwbaar	Opslag en handel in gas
Zoutwinning	Gemiddelde jaarproductie				
Drinkwater	Voldoen aan drinkwater-vraag in 2040	Voldoen aan drinkwatervraag in 2040 en reservering NGR			
CCS	Geen CCS op land	Capaciteit om jaarlijks max. 16 ton op te slaan	Capaciteit om jaarlijks max. 20 ton op te slaan		Capaciteit om jaarlijks max. 16 ton op te slaan
Opslag in zoutcavernes	Geen nieuw aangelegde locaties			Enkele nieuwe locaties	Enkele nieuwe locaties
Gasopslag in lege gas-velden	3 geologisch geschikte velden				6 geologisch geschikte velden

Opbrengsten per scenario

In Tabel 7 is het aantal voorbeeldingrepen vertaald naar productievolumes uitgedrukt in de functionele eenheid van de functie. Oftewel het project-effect.

Tabel 7 Opbrengsten per scenario in 2040

Functie	Nul-alternatief	Drinkwater voorop	Fossiel met CO ₂ -opslag	Maximaal hernieuwbaar	Opslag en handel in gas
Geothermie	42,5 PJ			85 PJ	
Schaliegas	Geen schaliegas	Max. 200-500 mld m ³	Max. 200-500 mld m ³		Max. 200-500 mld m ³
Conventionele gaswinning	38,6 mld m ³	27,5 mld m ³		24,1 mld m ³	
Zoutwinning	6,5 mio ton per jaar				
Drinkwater	Voldoen aan drinkwater-vraag in 2040	Voldoen aan drinkwatervraag in 2040 en reservering NGR			
CCS	Geen CO ₂ -opslag	Opslag van 169 ton CO ₂	Opslag van 325 ton CO ₂		Opslag van 169 ton CO ₂
Opslag in zoutcavernes	Geen nieuw aangelegde locaties			Enkele nieuwe locaties	Enkele nieuwe locaties
Gasopslag in lege gasvelden	Opslag van 8,25 mld m ³ gas				Opslag van 16,5 mld m ³ gas

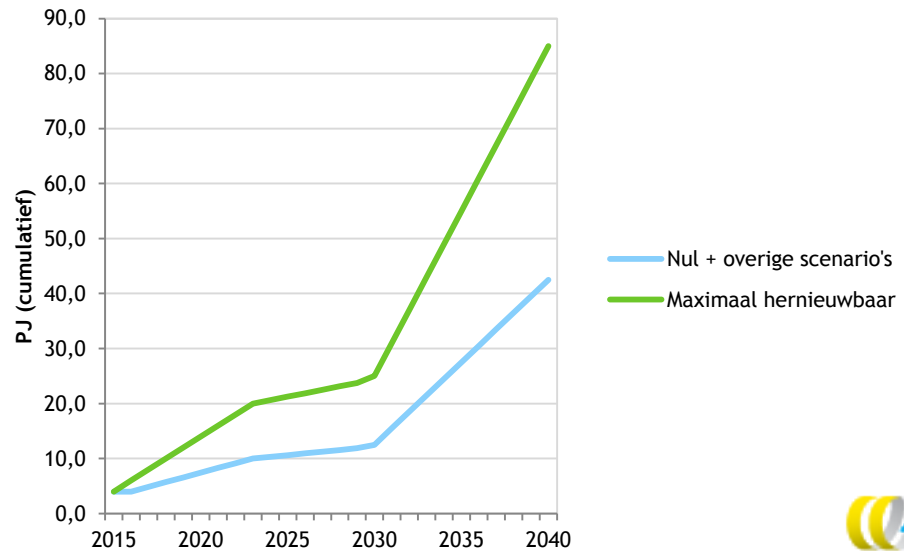
De projecteffecten vormen de basis voor het bepalen van de welvaartseffecten en investeringskosten per scenario, zowel tegen de achtergrond van het hoge als het lage WLO-scenario.



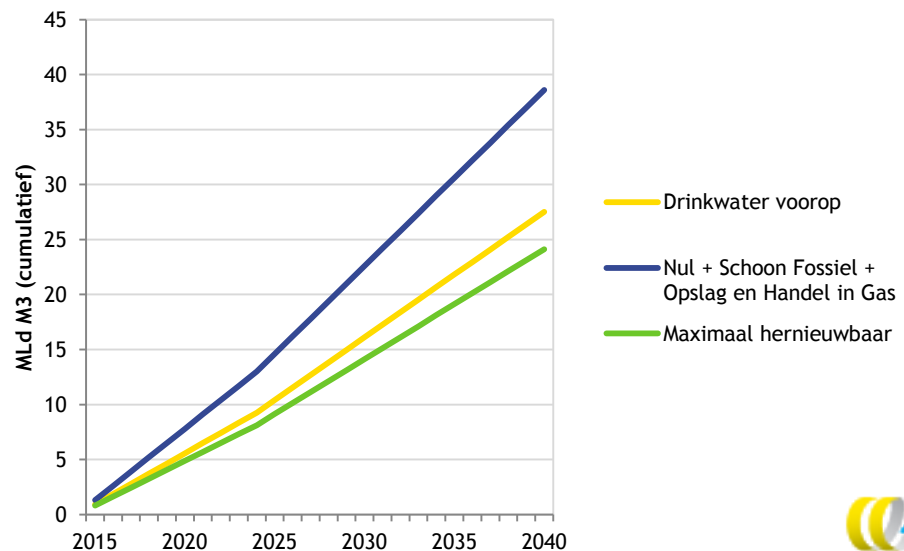
Ontwikkeling opbrengsten per scenario

Voor geothermie, conventionele gaswinning, CCS en opslag in lege gasvelden is een tijdspad opgesteld. In Figuur 11 tot en met Figuur 14 wordt de ontwikkeling van deze functies in de tijd weergegeven. Zo blijkt uit Figuur 11 dat er in 2040 in Maximaal hernieuwbaar voor 85 PJ aan nieuw geothermieproductievolume ontwikkeld is. De groei hiervan vindt met name na 2030 plaats.

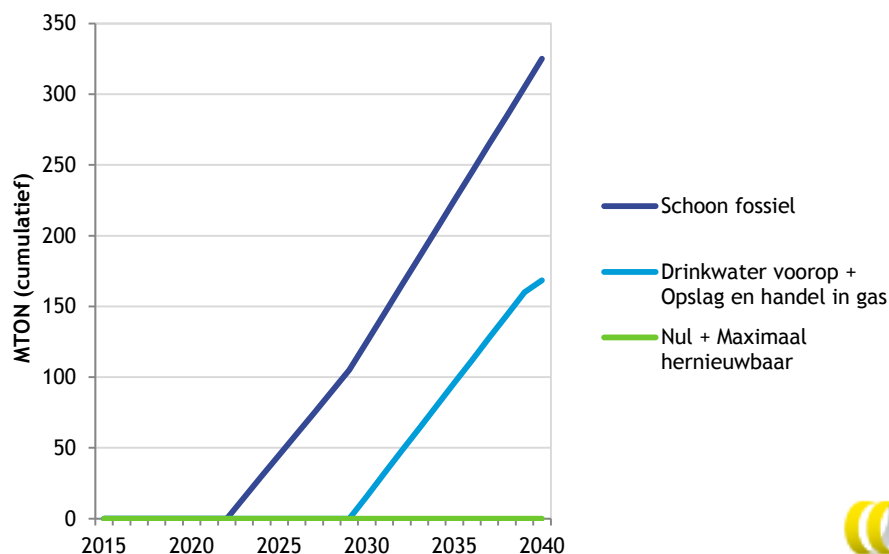
Figuur 11 Cumulatieve ontwikkeling geothermie, PJ, 2015-2040



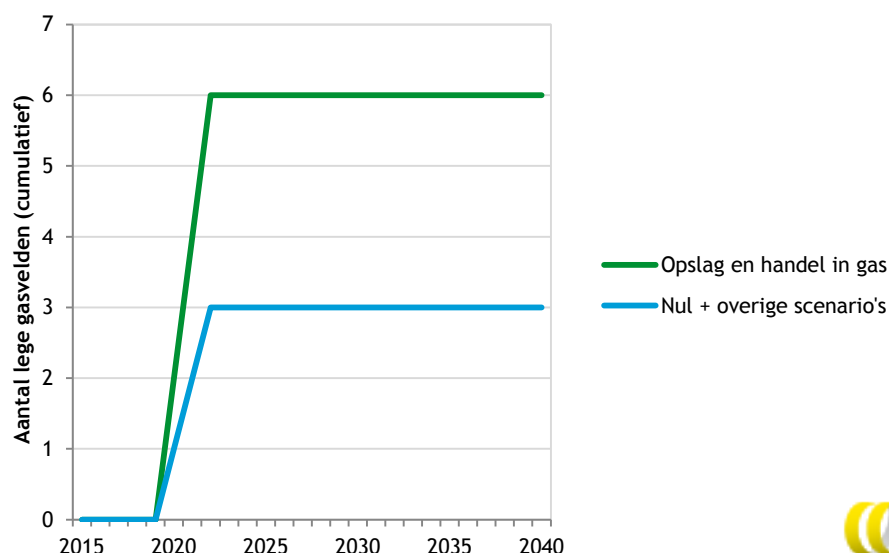
Figuur 12 Cumulatieve ontwikkeling conventionele gaswinning, Mld M3, 2015-2040



Figuur 13 Cumulatieve ontwikkeling CCS op land, MTON, 2015-2040



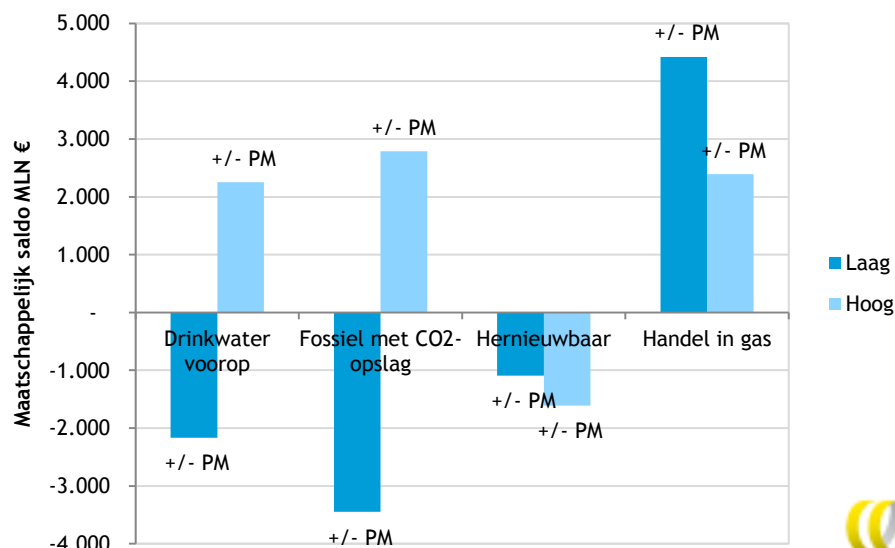
Figuur 14 Cumulatieve ontwikkeling gasopslag, aantal lege gasvelden, 2015-2040



4.3 Welvaartseffecten per scenario

Deze paragraaf presenteert de welvaartseffecten per scenario. Hiervoor zijn de welvaartseffecten per voorbeeldwinning (zie Hoofdstuk 3) vermenigvuldigd met het aantal voorbeeldwinningen uit de vorige paragraaf. Alle gerapporteerde effecten betreffen het verschil tussen het nulalternatief en de vier ondergrondscenario's. Welvaartseffecten zijn doorgerekend voor de WLO-scenario's Hoog en Laag. Eerst geven we overzicht van de welvaartseffecten; daarna gaan we in op de welvaartseffecten per scenario.

Figuur 15 Maatschappelijk saldo, CW, Mln €, 2016-2066



Figuur 15 vat de resultaten per scenario samen. Bij de resultaten moet rekening worden gehouden met niet-gekwantificeerde PM-posten. Hierdoor kunnen de hoogte en de richting van het saldo nog anders worden. Uit de figuur blijkt dat alleen Opslag en handel in gas in zowel Hoog als Laag tot hogere maatschappelijke welvaart leidt dan het nulalternatief. Maximaal hernieuwbaar leidt bij beide scenario's tot een lager maatschappelijk saldo dan het nulalternatief. Voor Drinkwater voorop en Fossiel met CO₂-opslag geldt een positief saldo in *Laag* en een negatief saldo in *Hoog*.

Drinkwater voorop

De keuze om in Drinkwater voorop de hoogste prioriteit te geven aan het beschermen van (strategische) drinkwatervoorraden, leidt er toe dat er minder ruimte is voor andere ondergrondfuncties. Concreet betekent dit dat er minder gas gewonnen wordt en dit zorgt voor dat Nederland gasbaten misloopt. Ook is er minder ruimte voor geothermie. In Drinkwater voorop is, in tegensstelling tot het nulalternatief, wel ruimte voor CCS en schaliegaswinning.

In Drinkwater Voorop blijft dus ruimte voor schaliegaswinning (buiten reserveringen voor drinkwater). Uit de analyse van de milieueffecten blijkt dat het al dan niet toelaten van schaliegas een grote rol speelt in de beoordeling van de scenario's. In Drinkwater voorop zijn de milieurisico's dus groter dan in het nulalternatief.

Naast volume-effecten spelen ook effecten door verschillen in de ruimtelijke verdeling van functies. In Drinkwater voorop is minder ruimte beschikbaar voor geothermie. Dit kan leiden tot hogere kosten en lagere baten van deze functie, omdat de meest geschikte plekken uitgezonderd kunnen zijn. Hiernaast wordt er in Drinkwater voorop relatief veel drinkwater gewonnen nabij droogtegevoelige natuur. Dit heeft negatieve effecten op de ecologie.

Fossiel met CO₂-opslag

In Fossiel met CO₂-opslag is meer ruimte voor CCS en schaliegas dan in het nulalternatief. Bij een voldoende hoge CO₂-prijs (door stringent klimaatbeleid) kan inzet op CCS de maatschappelijke welvaart verhogen. Dit is het geval in het scenario *Hoog*. Bij een voldoende hoge gasprijs kan er sprake zijn van een positieve businesscase voor schaliegas. Dit ligt meer voor de hand in *Laag*.

Ook in dit scenario geldt dat het toelaten van schaliegas belangrijk is in de beoordeling van de milieueffecten van het scenario. De milieueffecten verschillen weinig ten opzichte van Drinkwater voorop. De omvang van het schaliegasgebied is omvangrijker dan in Drinkwater voorop. Het reserveren van een groter gebied voor schaliegas leidt tot grotere risico's voor het landschap, ecologie en waterlaag, omdat de kans groot is dat er meer boringen plaats zullen vinden.

Maximaal hernieuwbaar

In Maximaal hernieuwbaar wordt de transitie naar duurzame energie zo snel als mogelijk gerealiseerd. Dit betekent dat zo veel mogelijk ingezet wordt op geothermie. Dit leidt bij een lage gasprijs én bij een lage CO₂-prijs nog niet tot maatschappelijke baten die voldoende zijn om de kosten te kunnen dekken. Tegenover de keuze voor duurzame energie staat het beperken van conventionele gaswinning. Dit leidt, bij een positief maatschappelijk saldo voor deze functie, tot het mislopen van baten. In dit scenario worden ook extra zoutcavernes aangelegd voor energieopslag, maar deze zijn in deze analyse niet verder meegenomen.

Door het uitsluiten van schaliegas verschillen de milieueffecten van Maximaal hernieuwbaar het meest van de andere scenario's. In Maximaal hernieuwbaar verdringt geothermie drinkwaterwinning naar landbouwgebieden. Het gebied waar droogteschade zou kunnen optreden neemt toe, waarvan de risico's en gevolgschade niet gekwantificeerd zijn.

Opslag en handel in gas

In dit scenario wordt meer ingezet op schaliegas, CCS en gasopslag dan in het nulalternatief, om daarmee een bijdrage te leveren aan de versterking van de 'gasrotonde'. Concreet betekent dat er in dit in scenario ruimte is voor drie extra gasopslagen en wordt de winning van (schalie)gas en CCS niet beperkt. Gaswinning en gasopslag zijn vooral aantrekkelijk in het scenario *Laag*, met hoge gasprijzen en een minder snel tempo van uitfasering van het gasgebruik in woningen en bedrijven als gevolg van minder strikte klimaatdoelstellingen. In dit achtergrondscenario is de CO₂-prijs echter onvoldoende hoog om een CCS-project van de grond te krijgen. In *Hoog* zijn juist veel mogelijkheden voor CCS, maar zijn de baten van gaswinning beperkt. Ook gasopslag leidt hier niet tot extra welvaartswinst. Net als in Maximaal hernieuwbaar worden extra zoutcavernes aangelegd voor energieopslag. Milieueffecten zijn sterk vergelijkbaar met die in Fossiel met CO₂-opslag. De extra inzet op gasopslag leidt tot een andere beoordeling van de milieueffecten.



4.4 Verdeling kosten en baten

Deze verkenning geeft inzicht in de verandering van de welvaart voor Nederland. Voor individuele groepen kan het resultaat verschillen. De verdelingsanalyse laat de winnaars en verliezers bij de verschillende scenario's zien. De scenario's zijn opgebouwd uit de verschillende ondergrondfuncties en extra benutting of onderbenutting van bepaalde functies ten opzichte van een situatie zonder Structuurvisie leidt tot verschil in welvaart voor verschillende partijen.

In deze analyse maken we een onderscheid naar:

- **Exploitant van de ondergrondfunctie.** Exploitant (investeerder) ontvangt de directe financiële kosten en baten van een project.
- **Bewoners in de directe omgeving.** Omwonenden (lokaal, regionaal) ondervinden de eventuele hinder en milieueffecten die optreden als gevolg van een project.
- **Alle Nederlanders** profiteren van de effecten van het tegengaan van klimaatverandering, een meer gegarandeerde energievoorziening (voorzieningszekerheid). Daarnaast kan bij minder gaswinning derving van gasbaten optreden.

Het vaststellen van verdelingseffecten is belangrijk voor de uiteindelijke besluitvorming en het ontwikkelingsperspectief van de verschillende functies. Omdat een deel van de effecten niet gekwantificeerd is, is niet exact te zeggen wie per saldo de winnaars en verliezers zijn. Daarbij ontstaat het volgende beeld: in het algemeen komen de maatschappelijke baten in termen van voorzieningszekerheid en/of tegengaan van klimaatverandering ten goede aan *alle Nederlanders*. Daarbij kunnen voor de belastingbetaler overigens wel extra uitgaven (geothermie) voor de SDE+ tegenover staan en/of derving van gasbaten (Maximaal Hernieuwbaar en Drinkwater voorop). Bij een positieve business case voor ondergrondingrepen- welke nodig is om deze investering te doen - zal het surplus voor de exploitant positief zijn. Tenslotte zullen de effecten voor omwonenden, welke niet gereguleerd worden via omgevingsvergunningen, overwegend negatief zijn. Met andere woorden: overwegend zullen de lasten voor regio en omwonenden zijn, terwijl de lusten zich concentreren bij de groepen *alle Nederlanders en exploitanten*. Merk op dat dit ook betekent dat wanneer gaswinningsactiviteiten worden verminderd er derving van gasbaten voor *alle Nederlanders* tegenover staan.

Tabel 8 Verdeling kosten en baten

Drinkwater voorop	T.o.v. Nul	Hoog			Laag		
		Exploitant	Omgeving	Alle Nederlanders	Exploitant	Omgeving	Alle Nederlanders
Gaswinning	Minder	-	+	-	-	+	-
CCS	Meer	+	-	0	-	-	0 ¹
Schaliegas	Meer	pm	pm	pm	pm	pm	pm
Fossiel met CO₂-opslag							
CCS	Meer	+	-	0	-	-	0
Schaliegas	Meer	pm	pm	pm	pm	pm	pm
Maximaal hernieuwbaar							
Gaswinning	Minder	-	+	-	-	+	-
Geothermie	Meer	+	-	+/-	+	-	+/-
Gasopslag zoutcavernes	Meer	pm	pm	pm	pm	pm	pm
Opslag en handel in gas							
Gasopslag gasvelden	Meer	-	-	+	+	-	+
CCS	Meer	+	-	0	-	-	0
Schaliegas	Meer	pm	pm	pm	pm	pm	pm
Gasopslag zoutcavernes	Meer	pm	pm	pm	pm	pm	pm

¹ We zijn ervan uitgegaan dat in de WLO-scenario's de CO₂-doelstellingen (45-65% reductie) worden gehaald. Een extra project (bijvoorbeeld CCS) levert een kostenbesparing op ten opzichte van de referentie.

In Drinkwater voorop is onderbenutting van gaswinning nadelig voor de exploitant, wel worden hierdoor hinder en milieurisico's voor de omgeving vermeden. Het mislopen van gasbaten en lagere voorzieningszekerheid is negatief voor alle Nederlanders. Het toestaan van CCS heeft in *Hoog* een positief effect voor de exploitant. Hier ondervindt de omgeving hinder en kan er sprake zijn van milieurisico's. In *Laag* wordt geen positieve business case voor de exploitant verwacht, waardoor een investering (zonder subsidie) niet voor de hand ligt.

In Fossiel met CO₂-opslag wordt meer ingezet op CCS dan in het nulalternatief. Dit is in *Hoog* met name gunstig voor de exploitant. De omgeving kan hinder en schade door milieueffecten ondervinden. In Maximaal hernieuwbaar is meer ruimte voor geothermie dan in het nulalternatief. Voor de exploitant is een positieve business mogelijk met SDE+-subsidie. Deze subsidie is een extra kostenpost voor de overheid. Ook bij geothermie kan sprake zijn van negatieve effecten voor omwonenden. Net als in Drinkwater voorop wordt in Maximaal Hernieuwbaar de gaswinning beperkt. Hierdoor worden hinder en milieueffecten voor de omgeving vermeden, maar worden ook gasbaten voor exploitant en overheid en baten van voorzieningszekerheid misgelopen. In Opslag en handel in gas is ruimte voor drie extra gasopslagen in lege gasvelden. Dit leidt in *Laag* tot baten voor de exploitant. Ook is er sprake van een verbeterde voorzieningszekerheid. Wel leidt meer gasopslag tot meer hinder en milieurisico's voor omwonenden. In *Hoog* wordt geen positieve business case voor de exploitant verwacht. Net als in Fossiel met CO₂-opslag en Drinkwater voorop wordt meer ingezet op CCS in het nulalternatief.



4.5 Gevoeligheidsanalyse

De resultaten van deze verkenning zijn onderhevig aan onzekerheden rond achterliggende aannames. In de gevoeligheidsanalyse wordt met de belangrijkste gevoeligheden gevarieerd. In deze gevoeligheidsanalyse kijken we naar:

- een tweegradenscenario als achtergrondscenario;
- waardering van voorzieningszekerheid;
- perspectief duurzame welvaart: lagere discontovoet.

4.5.1 Tweegradenscenario

In deze verkenning wordt gebruik gemaakt van de WLO-scenario's *Laag* en *Hoog*. In de WLO is ook een aanvullende onzekerheidsverkenning uitgevoerd, het *tweegradenscenario*. Het *tweegradenscenario* is een variant van het scenario *Hoog*. Het *tweegradenscenario* gaat uit van een sterker klimaatbeleid dan in *Laag* en *Hoog*, zodat de lange termijn gemiddelde temperatuurstijging beperkt blijft tot 2°C. In het *tweegradenscenario* stijgen de CO₂-prijzen veel sneller en sterker dan in *Hoog* en *Laag*. Dit leidt ook tot hogere elektriciteitsprijzen. Tabel 9 vergelijkt de CO₂- en elektriciteitsprijzen van *Hoog* met het *tweegradenscenario*. De prijzen voor CO₂ lopen sterk uiteen, omdat gewerkt is met een bandbreedte van 80 en 95% emissiereductie. De gevoeligheidsanalyse gaat uit van een gemiddelde van de waarden (€ 400 in 2030 en € 600 in 2050).

Tabel 9 Prijzen in WLO-scenario's

	2013	2030	2050	2030	2050
		Tweegraden	Tweegraden	Hoog	Hoog
CO ₂ (€/ton)	4	100-500	200-1000	40	160
Elektriciteit (€/MWh)	52	115	105	90	100

Bron: (CPB ; PBL, 2015).

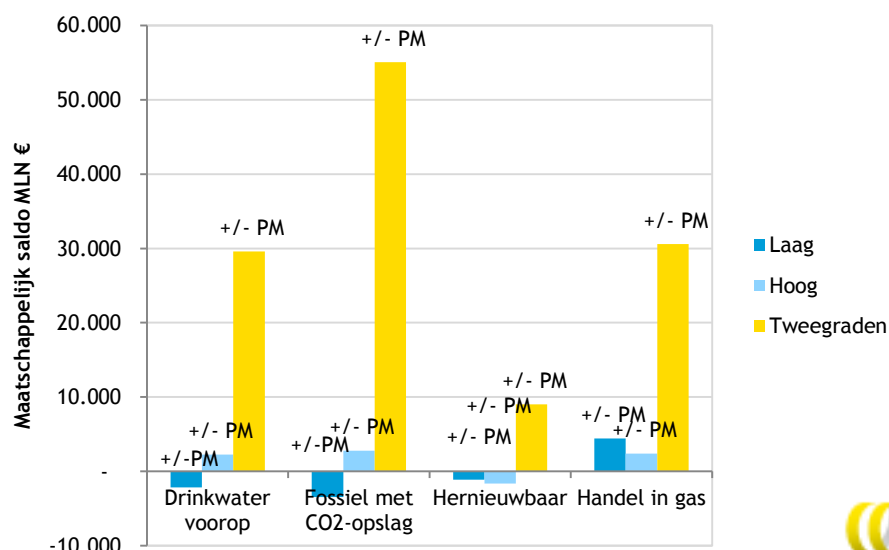
Resultaat

In het *tweegradenscenario* wordt CCS zeer aantrekkelijk en ook voor geothermie wordt een sterke welvaartstoename verwacht. Het *tweegradenscenario* vraagt een ambitieuzer klimaatbeleid waarbij ondergrondfuncties die bijdragen aan CO₂-reductie prioritair zijn.

In het *tweegradenscenario* leiden alle scenario's tot een verhoging van de maatschappelijke welvaart. Fossiel met CO₂-opslag, met focus op CCS, leidt tot de grootste welvaartstoename.

Figuur 16 vat de resultaten samen, inclusief tweegradenscenario. Alle scenario's hebben een hoger welvaartssaldo dan in *Hoog* en *Laag*, exclusief PM-posten. Hieruit blijkt dat de impact van een stringent klimaatbeleid en hoge CO₂-prijzen groot is. Dit komt met name door de toegenomen baten van CCS.

Figuur 16 Resultaten per achtergrondscenario, mln €, CW



4.5.2 Waardering voorzieningszekerheid energie

Eén van de doelen van het Nederlandse energiebeleid is het creëren van een zekere energievoorziening. Voorzieningszekerheid is gedefinieerd als de capaciteit van de energiemarkt om te kunnen voldoen aan de vraag naar energie, zowel nu als in de toekomst. Aan deze behoefte wordt voldaan door binnenlandse productie van fossiele en duurzame energie, opslag van energie en import van energie uit andere landen. Een te grote afhankelijkheid van het buitenland (weinig gespreid, grote politieke instabiliteit) kan leiden tot prijschommelingen en het verstoren van investeringsbeslissingen. Dit kan een negatief effect hebben op de voorzieningszekerheid. Productie binnen de landsgrenzen en opslag daarentegen hebben een positief effect op de voorzieningszekerheid. Bij duurzame productie, bijvoorbeeld geothermie, geldt bovendien dat risico's rond prijsfluctuaties minder groot zijn.

De waarde van voorzieningszekerheid komt niet altijd tot uiting in de prijs. Dit kan bijvoorbeeld leiden tot onderinvesteringen vanuit maatschappelijk perspectief. Er is nog geen wetenschappelijke overeenstemming over hoe voorzieningszekerheid correct wordt gewaardeerd. Daarom neemt het CPB voorzieningszekerheid alleen mee in een gevoeligheidsanalyse. CPB hanteert in deze gevoeligheidsanalyse een afslag op de discontovoet (CPB, 2013). Deze afslag bedraagt 0,8% op de baten van de energievoorziening. Door deze afslag worden toekomstige baten hoger gewaardeerd. In deze gevoeligheidsanalyse wordt een afslag gehanteerd op de baten van geothermie, gaswinning en gasopslag. De discontovoet is 2,2 in plaats van 3%.

Resultaat

Het waarderen van voorzieningszekerheid voor energie verhoogt de baten van energiefuncties. Voor gasopslag betekent dit hierdoor zowel in *Hoog* als *Laag* het maatschappelijk saldo positief is. Bij gas waren de baten al hoger dan de kosten en dit saldo verbetert. Bij geothermie blijft het maatschappelijk saldo in *Hoog* nipt negatief. Dit komt met name door de lage gasprijs.

Door het waarderen van voorzieningszekerheid, worden ook de misgelopen baten hoger in geval van onderbenutting van een functie, bijvoorbeeld gaswinning. In *Laag* blijft alleen de welvaart ten opzichte van het

nulalternatief positief in Opslag en handel in gas. Dit scenario leidt, inclusief waardering van voorzieningszekerheid, ook tot de hoogste welvaart in *Hoog*. In het *tweegradenscenario* is de invloed van waardering van voorzieningszekerheid beperkt. Hier speelt met name de CO₂-prijs een rol.

4.5.3 Perspectief duurzame welvaart

In deze analyse wordt een lagere, ethische discontovoet van 1,5% gehanteerd. Dit is niet gebruikelijk vanuit de Algemene Leidraad MKBA, maar geeft een aanvullend perspectief op duurzame welvaart. Deze lagere discontovoet wordt zowel voor kosten als baten gehanteerd. De afslag op de discontovoet in Paragraaf 4.5.2 werd alleen voor de baten gebruikt.

Duurzame ontwikkeling kan worden gedefinieerd als ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen. Deze definitie sluit aan bij de VN-commissie Brundtland uit 1987. Het gaat er in het begrip duurzame ontwikkeling om de natuur zodanig te beheren dat de natuurlijke structuren en processen niet principieel worden aangetast. Duurzame ontwikkeling vraagt om verantwoord voorraadbeheer (natuurlijke hulpbronnen, etc.). Voorbeelden zijn de milieugebruiksruimte en de ecologische voetafdruk.

Er zijn diverse criteria voor duurzame ontwikkeling³. Duurzame welvaart komt niet noodzakelijkerwijs overeen met duurzame ontwikkeling. De meeteenheid is namelijk niet fysiek, maar economisch van aard: behoeftebevrediging door middel van schaars aanwendbare middelen.

Om ook de welvaart voor toekomstige generaties in Nederland een goede plek te geven, hebben we dit begrip geoperationaliseerd door uit te gaan van een ethische discontovoet.

Dat kan vanuit de gedachte dat bodemsysteemdiensten, net als klimaatverandering, een zekere traagheid kennen, waardoor de gevolgen in een MKBA met een gebruikelijke discontovoet nauwelijks mee tellen, vanwege het lagere belang dat toegekend wordt aan de toekomst vanwege de discontovoet. Schade na enkele decennia valt weg bij omrekening naar het basisjaar met de gangbare, marktconforme discontovoet; tenzij een verlaagde discontovoet wordt gehanteerd. In deze analyses worden kosten en baten naarmate zij verder in de toekomst liggen lager gewaardeerd afhankelijk van de gekozen discontovoet. Dit wijkt dus af van het huidige kabinetsstandpunt dat een discontovoet voorstelt van 3%.

Er zijn goede morele redenen om de discontovoet voor behoud van biodiversiteit te verlagen. In dat geval is de bescherming van bodemecosystemen veel sneller rendabel. In Nederland is nog weinig gewerkt met een ethische discontovoet, maar elders is hier al ervaring mee.

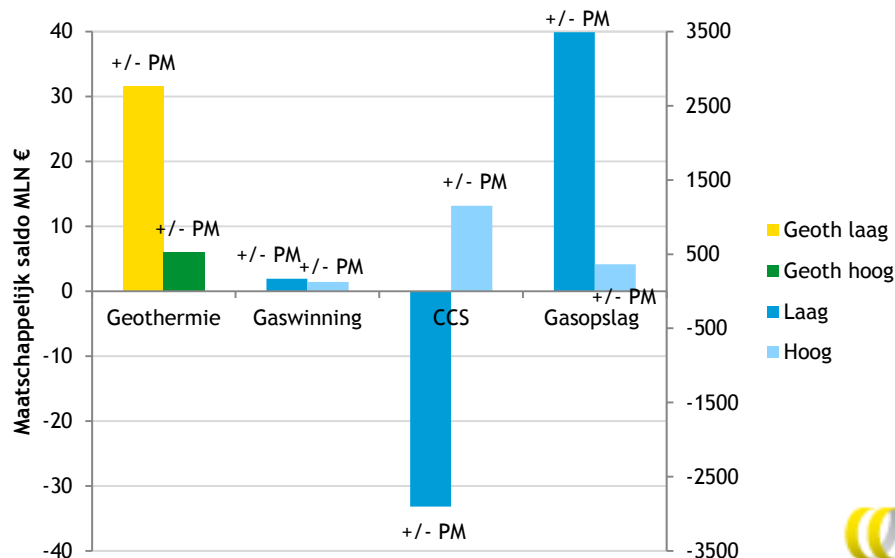
³ De Verenigde Naties beschikken inmiddels over bijna 200 indicatoren op economisch, sociaal en milieubeleid. De Europese Commissie hanteert circa 80 indicatoren om de EU duurzame ontwikkelingsstrategie te monitoren.



In 2006 publiceerde Nicolas Stern de invloedrijke ‘Stern Review on the Economics of Climate Change’ voor de Britse overheid. Stern gebruikt hierin een sociale discontovoet van circa 1,4%.⁴

Resultaten

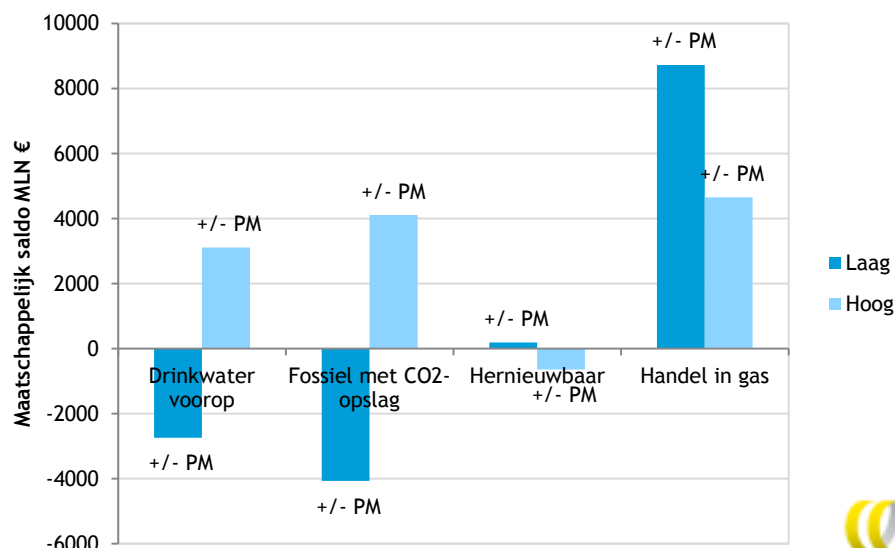
Figuur 17 Maatschappelijk saldo ethische discontovoet per voorbeeldingreep, CW, mln €



Door het gebruik van een ethische discontovoet wordt een zwaarder gewicht gehangen aan effecten die zich op de lange termijn manifesteren. Het gebruiken van een ethische discontovoet heeft met name effect op de grootte van de effecten. De functies geothermie en gasopslag worden hierdoor ook in *Hoog* positief in plaats van negatief. Op scenarioniveau kantelt het saldo van het scenario Maximaal hernieuwbaar van negatief naar positief. Van de overige saldi verandert de richting niet. Hierbij moet de kanttekening worden gemaakt dat milieueffecten zijn niet gekwantificeerd en gemonetariseerd. Hierdoor komt eventuele milieuschade, die een zekere traagheid kan kennen, ook niet tot uiting in de saldi.

⁴ De discount rate van Stern is gebaseerd op de zgn. Ramsey -formule $r = \rho + \eta g$. g is hierbij de economische groei per capita van ca. 1,3%. η is de ‘marginal elasticity of utility’ die gelijk is aan 1. ρ is de ‘pure rate of time preference’. Stern heeft deze op 0,1 gezet. Kosten en baten nu tellen hierdoor bijna even zwaar mee als kosten en baten in de toekomst. Deze ‘pure rate of time preference’ is niet gelijk aan nul, voor het geval dat de mensheid uitsterft. Stern vindt een PTP-rate veel hoger dan 0 ethisch onaanvaardbaar.

Figuur 18 Maatschappelijk saldo ethische discontovoet, CW, Mln €, 2016-2066



4.6 Conclusie

Deze verkenning leidt niet tot een robuust overall resultaat voor alle scenario's. Voor het scenario Opslag en handel in gas geldt wel een positief resultaat onafhankelijk van het achtergrondscenario. In *Hoog* wordt dit verklaard door CCS-baten; in *Laag* wordt dit verklaard door baten van extra gasopslagen. Daarbij is het wel zo dat er geen afnemende schaalvoordelen zijn verondersteld bij een tweede of derde gasopslaglocatie in Nederland. Een toename van het aantal opslaglocaties kan invloed hebben op de winstgevendheid van gasopslag omdat daarmee ook met name piekbasis prijspatronen afgevlakt worden. Dit is in het saldo dus niet meegenomen waardoor *elke* extra locatie per saldo dus maatschappelijk voordelig is. Daarnaast is ook niet bekend op welke wijze de waardering van milieueffecten dit saldo beïnvloedt. Om deze reden is enige voorzichtigheid bij de kwantitatieve resultaten geboden.

Er is niet één ruimtelijke keuze voor de ondergrond die in alle gevallen en onder alle omstandigheden tot de hoogste welvaart voor Nederland leidt. Of wat meer van de ene of van de andere ondergrondfunctie de welvaart verhoogt, hangt af van externe factoren als internationaal klimaatbeleid of de ontwikkeling van gasprijzen en van niet-gekwantificeerde PM-posten. Er bestaat grote onzekerheid omtrent de milieueffecten, anderzijds zien we ook dat de invulling van de scenario's vanuit hun welvaartsbijdrage soms tegengesteld is. Als voorbeeld hiervan kan CCS en gasopslag in Opslag en handel in gas worden genoemd. Resultaten hebben wel een robuuster karakter op niveau van individuele functies.

Uit de verdelingsanalyse blijkt dat de baten van de ondergrondingrepen met name neerkomen bij de exploitant en overige Nederlanders bijvoorbeeld door verbeterde voorzieningszekerheid en opbrengsten voor de overheid. De gevolgen van milieueffecten zijn vooral regionaal en lokaal.

We concluderen dat hoe stringenter het klimaatbeleid is dat gevoerd wordt, des te belangrijker wordt het om de ondergrond te reserveren voor functies die direct of indirect bijdragen aan het reduceren van CO₂ (geothermie, CCS).

Met name voor geothermie geldt dat klimaatbeleid dient aan te koersen op 80-95% procent ten opzichte van de emissie in 1990 (in WLO-systematiek voor MKBA te zien als gevoeligheidsvariant). CCS is qua maatschappelijk saldo al positief in scenario Hoog, hetgeen als een meer robuustere uitkomst kan worden gezien.



5 Waar treden kansen en knelpunten op?

5.1 Inleiding

Uit deze verkenning van welvaartseffecten is een aantal kerndilemma's naar voren gekomen. Per scenario is één dilemma geïdentificeerd. Dit hoofdstuk gaat dieper in op de belangrijkste dilemma's. Wij maken hiervoor gebruik van bestaande literatuur. Deze dilemma's zijn geïdentificeerd:

- Hoeveel zijn 'wij' bereid te betalen voor een duurzame en veilige drinkwatervoorziening?
- Hoeveel zijn 'wij' bereid te betalen om CCS op land te voorkomen?
- Is het verstandig om wonen en werken meer te plannen bij geothermie-potentie?
- Hoeveel gasopslag is maatschappelijk wenselijk?

5.2 Duurzame en veilige drinkwatervoorziening

In 'Drinkwater voorop' wordt voorrang gegeven aan het beschermen van de ondergrond om de toekomstige beschikbaarheid van drinkwater zo veel mogelijk te kunnen garanderen. In het scenario wordt aanvullend een Nationale Grondwaterreserve (NGR) aangehouden. Dit volgt uit de Beleidsnota Drinkwater en heeft als doel om grondwater als natuurlijk kapitaal te behouden en zo voldoende drinkwater ter beschikking te hebben, bij calamiteiten en tekorten op de lange termijn. Het gaat om voorraden die bestand zijn tegen extreme scenario's en (tijdelijk) aangetaste voorraden kunnen vervangen. Denkbare risico's zijn rampen, overstromingen, extreme droogte, kernongevallen en microbiologische besmettingen (Ministerie I&M, 2014). Deze Nationale Grondwaterreserve leidt in het scenario Drinkwater voorop tot een verdere beperking van onder andere conventionele gaswinning, schaliegaswinning en geothermie.⁵

Misgelopen gasbaten

Het aanhouden van een Nationale Grondwaterreserve wordt gezien als een manier om de voorzieningszekerheid van drinkwater op de lange termijn te borgen bij calamiteiten en extreme situaties. Misgelopen opbrengsten van andere functies kunnen worden gezien als opportuniteitskosten voor het borgen van een zekere drinkwatervoorziening⁶. In de ondergrondscenario's is er vanuit gegaan dat in de gebieden voor de nationale grondwaterreserve geen andere ondergrondfuncties benut kunnen worden.

⁵ In het scenario Drinkwater voorop is, in tegenstelling tot het nulalternatief, (beperkt) ruimte voor CCS onder land en schaliegas. Kosten c.q. baten hiervan kunnen echter niet worden toegeschreven aan een duurzame en veilige drinkwatervoorziening, omdat de keuze voor CCS en schaliegas niet afhangt van de keuze voor een duurzame en veilige drinkwatervoorziening en bijbehorende strategische grondwaterreserve.

⁶ Hiernaast is er ook sprake van opportuniteitskosten bovengronds; deze zijn niet meegerekend in deze verkenning.



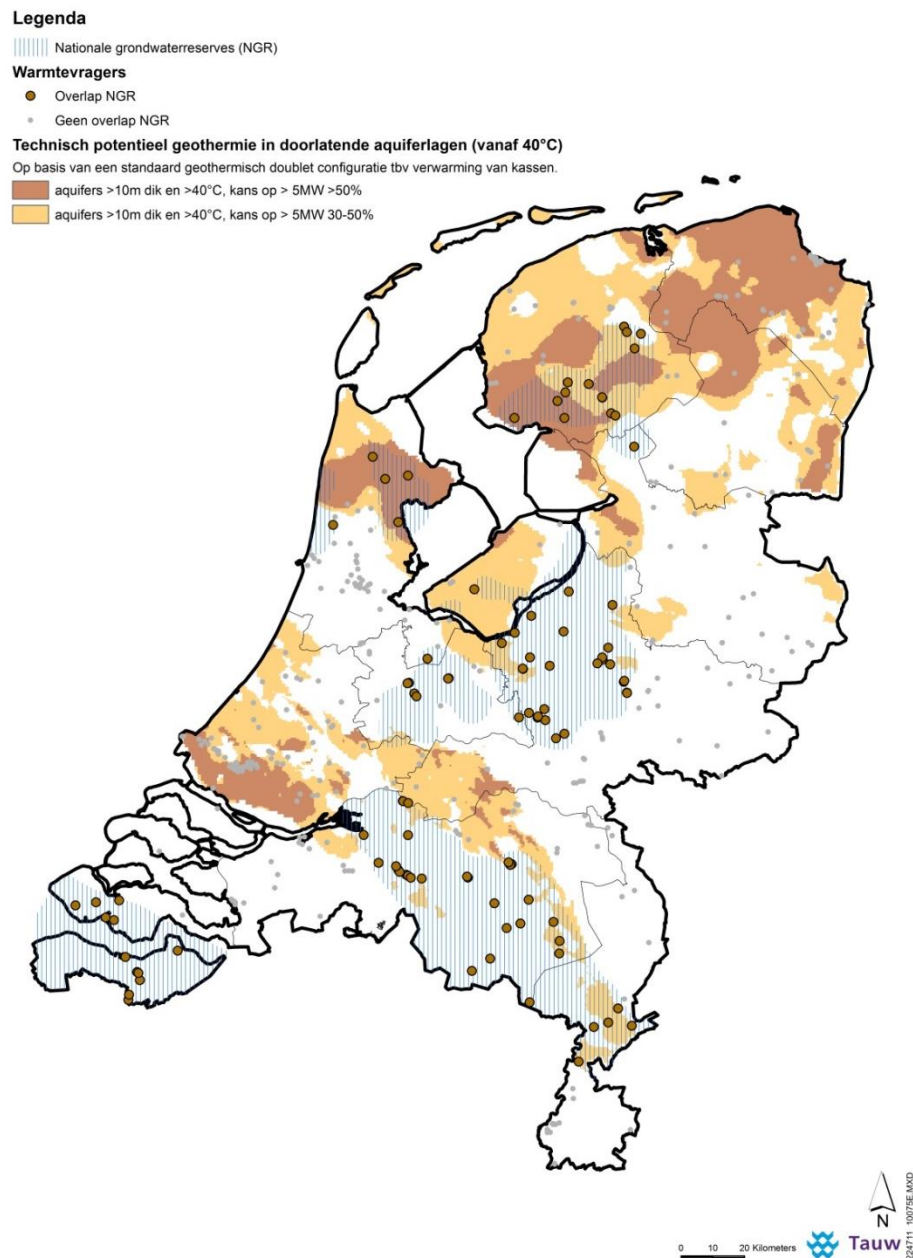
Uit de studie blijkt dat door beperking van de (conventionele) gaswinning circa € 350 miljoen wordt misgelopen in *Hoog* en € 875 miljoen in *Laag*. Jaarlijks komt dit neer op € 15-36 miljoen euro (+ PM-posten, bij een totale winningsduur van 25 jaar). Dit betekent dat om welvaartwinst te creëren de watervoorzieningszekerheid **minstens** € 15-36 miljoen per jaar waard moet zijn.

Kleiner potentiegebied andere functies

Door de NGR wordt het potentiegebied voor andere functies eveneens beperkt. Dit is bijvoorbeeld het geval bij geothermie. Om tot een succesvol geothermie-project te komen is er voldoende geothermievastheid nodig in de ondergrond en een basislastvraag naar warmte van voldoende omvang. Vanwege de relatief korte afstand waarop warmte te transporteren is, is het van belang dat afnemer en bron dicht bij elkaar liggen. In principe is er voldoende geothermievastheid in de ondergrond en zijn geschikte vragers de beperkende factor.

Figuur 19 laat warmtevragers zien die zowel in de NGR als in geothermie-potentiegebied liggen. Deze warmtevragers zitten onder meer in Friesland, de Kop van Noord-Holland, Noord-Brabant en Limburg. Deze vragers kunnen in Drinkwater voorop geen gebruik maken van geothermie. Ook met andere vragers kan de potentie worden benut. Wel leidt minder keuze er toe dat de meest kansrijke plekken misschien niet als eerste bediend worden. Dit kan leiden tot hogere kosten, bijvoorbeeld als er dieper geboord moet worden of als meer bovengrondse leidingen moeten worden aangelegd om de warmte te transporteren. Ook kunnen de baten lager zijn, als er minder warmte geproduceerd en minder CO₂ gereduceerd wordt. Dit kan leiden tot een verlaging van de maatschappelijke welvaart. Ook deze verlaging van de maatschappelijke welvaart kan worden gezien als een opportuniteitskost voor een duurzame en veilige drinkwatervoorziening. Omdat in deze verkenning geen locatiespecifieke kosten en baten zijn uitgerekend, kan deze kostenpost niet in euro's worden uitgedrukt.

Figuur 19 Warmtevragers in NGR én geothermiegebied



Literatuur: betalingsbereidheid voor voorzieningszekerheid

In andere studies is geprobeerd om voorzieningszekerheid (lange termijn) en leveringszekerheid (korte termijn) van drinkwater te waarderen. KIWA Water Research heeft een uitgebreide literatuurstudie gedaan naar de wensen van klanten en betalingsbereidheid voor drinkwaterdiensten (KIWA, 2008). Hiervoor zijn enkele tientallen studies geanalyseerd. Hoeveel extra zijn consumenten bereid te betalen voor meer zekere drinkwatervoorziening op de lange termijn? In de literatuur zijn met name studies over de korte termijn te vinden: hoeveel heb je over voor minder onderbrekingen in de drinkwatervoorziening? Uit de studie blijkt dat schoon en veilig drinkwater de hoogste prioriteit heeft voor consumenten. Consumenten zijn meer geïnteresseerd in de korte termijn (geur en smaak, veiligheid) dan in de lange termijn (vervuiling van rivieren, verbetering van infrastructuur).

Uit een Australische studie (Hensher, et al., 2006) blijkt dat consumenten bij droogte liever hun gedrag aanpassen dan extra betalen om wateronderbrekingen te voorkomen. Een Amerikaanse studie (Griffin, 2000) laat zien dat consumenten 25% extra bereid zijn te betalen om toekomstige restricties te voorkomen. De auteurs zelf denken dat de werkelijke betalingsbereidheid lager ligt. Er zijn geen kwantitatieve inschattingen bekend van betalingsbereidheid om milieuproblemen te voorkomen.

Hoeveel is voorzieningszekerheid waard?

In Nederland wordt jaarlijks 720 miljoen kuub drinkwater uit grondwater (inclusief oevergrondwater) geproduceerd (Vewin, 2015). Jaarlijkse misgelopen gasbaten zijn € 15-36 miljoen. Om de misgelopen gasbaten te compenseren zou dit een betalingsbereidheid betekenen van € 0,02 tot € 0,05 per kuub afgenomen drinkwater. Huishoudens betalen nu circa € 1,40 voor een kuub drinkwater (excl. BTW en belastingen). Dit zou betekenen dat hun tarief met 1,4 tot 3,5% omhoog gaat. Dit is minder dan de betalingsbereidheid uit eerdergenoemde Amerikaanse studie van KIWA (KIWA, 2008).

De conclusie is dat het scenario Drinkwater voorop tot een welvaartswinst zou kunnen leiden indien Nederlandse drinkwaterconsumenten bereid zijn 1,5% tot 3,5% te betalen als 'compensatie' voor *opportuniteitskosten* door misgelopen aardgasbaten. Om ook de welvaartsverliezen door het beperkte potentiegebied voor andere functies (geothermie, schaliegas) en bovengrondse functies te compenseren, zou de betalingsbereidheid nog hoger moeten zijn. Door het beperken van het potentiegebied voor geothermie worden de mogelijkheden om tot een succesvol project te komen verkleind met als gevolg dat dit negatieve gevolgen op de welvaart heeft.

5.3 CCS op land

In het nulalternatief wordt er geen ruimte beschikbaar gemaakt voor CCS onder land. In drie van de vier ondergrondscenario's is deze ruimte er wel. Een project om CO₂ onder land op te slaan in een leeg gasveld bij Barendrecht heeft voor veel weerstand gezorgd bij de lokale bevolking, onder meer omdat gevreesd werd voor de lokale veiligheid. In 2010 besloot de Minister van Economische Zaken dat het project niet doorging wegens 'het volledige gebrek aan lokaal draagvlak' (Trouw, 2010). Bindende Europese afspraken zorgen er voor dat Nederland zijn broeikasgasemissies moet reduceren. CCS is een relatief goedkope klimaatmaatregel, zeker ten opzichte van hernieuwbare energie en veel maatregelen in bijvoorbeeld de sector verkeer en gebouwde omgeving. Door het afwijzen van CCS onder land zijn - zeker op termijn na 2030 - vermoedelijke duurdere reductiemaatregelen nodig om gestelde doelen te behalen.

CCS op zee

Verreweg de belangrijkste kostenposten bij CCS zijn de investeringen in een afvanginstallatie die een deel van de rookgassen afvangt en de energiekosten van de derving van het energetische rendement van de elektriciteitscentrale. Bij een energiecentrale neemt het rendement af als CCS wordt toegepast. Hierdoor neemt de brandstofinzet van een centrale toe bij gelijkblijvende elektriciteitsproductie of nemen andere centrales (de marginale centrale) het verlies van productie over. In allebei de gevallen zijn er opportuniteitskosten.

Naast de energiekosten speelt ook de afstand waarover het CO₂ getransporteerd moet worden mee als kostenfactor. Transportkosten van CO₂ nemen toe als de afstand tussen emissiebron en opslagveld toenemen. Het hangt dus van de ligging van de verschillende typen velden af hoe hoog de



transportkosten zijn. Zo is voor het huidige ROAD-project een buisleiding van ongeveer 6 kilometer nodig.

Een eerder plan voor een veld enkele tientallen kilometers uit de kust bleek financieel niet haalbaar (RVO, 2016). Qua capaciteit op land lijken vooral clusters velden in Friesland en Groningen interessant. Beschikbare opslagcapaciteit in oude velden onder de Zuidas van de Randstad zijn klein, terwijl hier het aantal industriële CO₂-emittenten in het havengebied groot is. Het is niet evident of velden op land of zee duurder zijn. Milieueffecten van CCS op zee vallen buiten de scope van STRONG.

Literatuur: betalingsbereidheid

Uit de literatuur zijn geen inschattingen bekend van CCS-projecten op de welvaart van omwonenden. Wel zijn er studies bekend waaruit blijkt dat het publiek in het algemeen negatief is over CCS en de voorkeur heeft voor andere CO₂-reducerende maatregelen cf (Shackley, et al., 2004). Uit onderzoek blijkt dat betere informatieverstrekking tot meer draagvlak kan leiden (Best-Waldhofer, et al., 2009).

Andere studies schatten de effecten van andere (omstreden) vormen van energiewinning en gebruik van de ondergrond op woningprijzen. Deze zijn echter niet één-op-één te vergelijken met CO₂-opslag. De effecten van windmolens zijn bijvoorbeeld van een geheel andere orde en hangen vooral samen met geluidshinder, slagschaduw en visuele hinder door de grote hoogte van de molens. Veel studies onderzoeken de relatie tussen conventionele gaswinning en woningprijzen. Door compactie kunnen bevingen ontstaan bij gaswinning. Het risico op geïnduceerde bevingen door compactie bij CCS wordt als zeer laag beschouwd. Daarom zijn deze studies ook niet goed bruikbaar. Naast risico's op ongewenste gebeurtenissen zoals aardbevingen of lekkage kan ook angst tot negatieve welvaartseffecten leiden. Over angst en woningprijzen zijn weinig studies wel bekend.

Conclusie

Uit de MKBA blijkt dat CCS in lege aardgasvelden onder land, bij een stringent klimaatbeleid, tot een verhoging van de welvaart kan leiden. Er is echter veel weerstand tegen CCS onder land en het maatschappelijk draagvlak voor deze optie is niet groot. CCS in lege aardgasvelden onder zee is een alternatieve optie. Als velden verder weg liggen van emissiebronnen, kan dit echter wel tot hogere (transport)kosten leiden. In hoeverre CCS tot een verlaging van de welvaart voor omwonenden kan leiden, bijvoorbeeld via huizenprijzen, is niet bekend. Dit zou als een waardering van veiligheid kunnen worden beschouwd.

5.4 Geothermie: bouwen voor de vraag

De geothermiepotentie in Nederland is groot genoeg om een groot deel van de gebouwenvoorraad van schone warmte te voorzien. De aanwezigheid van voldoende vraag bepaalt echter of de potentie daadwerkelijk wordt benut. In het scenario 'Maximaal hernieuwbaar' is anders dan in de andere scenario's niet alleen de match met bestaande warmtevragers (stedelijk gebied en kassen) leidend, maar is ook rekening gehouden met het aanbod van geothermie. Dit is gedaan vanuit de gedachte dat de vraag ook het aanbod kan volgen. Dit betekent dat nieuwe woningen en kassen gepland worden op plaatsen met veel potentie voor geothermie.

Bouwen voor de vraag?

Deze strategie lijkt voor kassen meer kansrijk dan voor woningen. Voor nieuwe woningen is de warmtevraag door goede isolatie en slimme energieoplossingen beperkt. Hierdoor nemen ook warmtekosten een steeds beperkter deel van het huishoudbudget in, ook als CO₂ beprijd is. Hierdoor zal de geothermiepotentie voor veel consumenten geen doorslaggevende rol hebben in hun keuze voor een woning. Een aantrekkelijke woonomgeving of bereikbaarheid van banen is doorgaans veel belangrijker.

Voor kassen ligt dit anders. Netto energiekosten bedragen zo'n 15% van de totale kosten (LEI Wageningen UR, 2014). Ook blijkt dat investeringen voor glastuinbouw aantrekkelijker zijn dan investeringen voor woningbouw-gebieden. Geothermieprojecten worden aantrekkelijker naarmate de gasprijs en/of de CO₂-prijs hoger liggen. In dat geval kan het ook aantrekkelijk zijn om kassen te bouwen in of zelfs te verplaatsen naar gebieden met een hoge geothermiepotentie.

5.5 Opslag: hoeveel, waarvoor?

Uit het PlanMER blijkt dat dat voor opslag van CO₂ en gas op nationaal niveau geen sprake is van schaarste. Op sommige plaatsen speelt de keuze tussen CO₂-opslag en gasopslag wel een rol. Uit de MKBA blijkt dat CCS met name bij een hoge(re) CO₂-prijs aantrekkelijk is (*Hoog* en *tweegradenscenario*). De aantrekkelijkheid van gasopslag hangt met name af van de hoogte van en seizoensspreiding (zomer-winter) in de gasprijs. In scenario *Laag* is dit aantrekkelijker dan in *Hoog*. Hierbij rijst ook de vraag hoeveel nieuwe locaties voor gasopslag maatschappelijk gezien gewenst zijn.

Rol van gasopslag

Gasopslag om seizoensfluctuaties op te vangen wordt belangrijker bij een afnemende rol voor het Groningengasveld. Tot recent kon het Groningenveld voldoen aan de piekvraag voor Nederlandse en buitenlandse afnemers. Inmiddels is de druk in het Groningenveld dusdanig gedaald dat er behoefte is aan extra opslagcapaciteit (NLOG, sd). Ook in andere landen wordt geïnvesteerd in gasopslag. Volgens de Brattle Group is er slechts behoefte aan één extra gasopslag in Nederland ten opzichte van de reeds geplande (The Brattle Group, 2010). Er zijn ook andere manieren om seizoensfluctuatie op te vangen, bijvoorbeeld via LNG.

Waarde van gasopslag monetariseren

Eigenaren van gasopslagen leveren private diensten door een tarief te vragen, waarbij het voor afnemers aantrekkelijker is om 's zomers gas op te slaan dan om 's winters hoge tarieven te betalen. Tegelijkertijd levert dit voor samenleving een positief extern effect door meer leveringszekerheid en minder prijsfluctuaties.

In principe reduceert iedere extra opslag de waarde van een volgende (Pollitt, 2015). Door een lager verschil tussen zomer- en winterprijs (de spread) wordt het onaantrekkelijk om in gasopslag te investeren. Afgelopen jaren is de seizoensspread afgenomen en momenteel is deze relatief laag (Energeia, 2015). Ook door afnemende gasvraag neemt de spread af.

De seizoensspread houdt geen rekening met onvoorziene omstandigheden als rampen, politieke instabiliteit en extreme weeromstandigheden. Hierdoor komt de waardering van voorzieningszekerheid niet volledig tot uiting in de businesscase. Bij het toekennen van externe baten aan voorzieningszekerheid neemt de waarde toe (zie Paragraaf 4.5.2). Ook door meer opslagcapaciteit neemt het prijssignaal af. Dit kan leiden tot onderinvesteringen. Het is echter lastig in te schatten hoeveel opslagcapaciteit maatschappelijk gezien optimaal is. Dit hangt ook af van de omstandigheden. Een grotere importafhankelijk vergroot de behoefte aan gasopslag. Ook bij meer fluctuatie in gasvraag is de opslagbehoefte groter (Fevre, 2013).

Concurrerende flexopties elektriciteit

Hiernaast leidt een grotere afhankelijkheid van duurzame energiebronnen tot een grotere behoefte aan opslagmogelijkheden. Het aanbod van bijvoorbeeld zon en wind is moeilijk regelbaar en overschotten kunnen worden opgeslagen, bijvoorbeeld via power-to-gas (Mieog, et al., 2014). Er zijn echter naast fysieke opslag voor energie meerdere flexibiliteitsopties in de elektriciteitsvoorziening die in deze vraag kunnen voorzien

- vraagrespons (substitutie, vraagverschuiving naar opslag);
- minder productie (terugregelen wind, afschakelen zon-PV);
- technische opties in de procesindustrie (boiler/stoomketel >5 GWe, daarnaast waterstof, stoomhercompressie, etc.).

In de praktijk zullen deze opties ‘concurreren’ met andere innovatieve opties zoals het inzetten van alle batterijen van elektrische auto’s en thuisopslag. Naast uiteraard de opties die nu de bulk van de flexvoorziening voor hun rekening nemen: regelbare centrales en draaiende reserve. De flexopties ontsluiten een groot technisch potentieel. Fysieke opslag zal dus qua kosten ook moeten concurreren met deze opties.

De merit order, de voorkeursvolgorde naar kosten en prestatie, van deze opslagfuncties laat nu zien dat veel opties voor het accommoderen van overschotten en tekorten niet uit kunnen. Toekomstige kostenverlagingen door toegenomen schaal en kennis spelen een belangrijke rol in de ontwikkeling van opslagtechnieken, maar zijn op voorhand niet goed in te schatten. Het is dan ook niet goed mogelijk om te identificeren of het prioriteren hiervan (in Maximaal hernieuwbaar) een maatschappelijk robuuste strategie is.

Conclusie

Het is moeilijk in te schatten hoeveel locaties voor gasopslag er in Nederland economisch gewenst zijn. Alhoewel er op het niveau van één gasopslaglocatie sprake kan zijn van een positieve MKBA, is er in het scenario Opslag en handel van gas waarbij meerdere locaties worden ontwikkeld sprake van interdependentie. Dat wil zeggen dat steeds meer opslagcapaciteit van meerdere locaties de prijsfluctuaties zullen uitmiddelen, waardoor de economische waarde van een volgende investering afneemt. De investeerder van gasopslag houdt mogelijk echter onvoldoende rekening met de economische baten van voorzieningszekerheid. Als er daadwerkelijk sprake is van minder investeringen dan maatschappelijk wenselijk is, zou overheidsingrijpen nodig kunnen zijn. Een overschot aan locaties voor gasopslag is echter economisch gezien ook ongewenst; zeker bij een stringent klimaatbeleid en hoge CO₂-prijzen kunnen lege gasvelden beter benut worden voor de opslag van CO₂. Dat pleit er voor zo lang mogelijk een flexibele strategie te hanteren, waarbij lege gasvelden of open worden gehouden voor CCS of voor gasopslag.

6 Conclusie en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Deze verkenning van welvaartseffecten hebben we uitgevoerd op het niveau van zeven ondergrondfuncties (waarvan vier kwantitatief) en op het niveau van vier ondergrondscenario's. De welvaartsbeoordeling van de scenario's zijn opgebouwd uit de 'puzzelstukjes' van individuele ondergrondfuncties. Hierbij ontstaat er een af- of toename van benutting van de ondergrond ten behoeve van deze functies ten opzichte van de referentie.

Dit leidt tot de volgende conclusies:

- Deze verkenning laat met name zien dat het op het niveau van scenario's lastig is om vanuit economisch oogpunt preferente oplossingsrichtingen te identificeren. Er zijn geen robuuste investeringsstrategieën geïdentificeerd die onder alle omstandigheden tot een maatschappelijk positief saldo zullen leiden. Wel kunnen er op het niveau van individuele ondergrondfuncties duidelijkere tendensen worden onderscheiden.
- De verschillen tussen de maatschappelijke effecten van de vier ondergrondscenario's worden vooral verklaard door verschillen in achtergrondscenario's. Hierin zijn dan met name verschillen in de gasprijs en verschillen in de CO₂-prijs bepalend voor de uitkomsten.
- Voor het scenario Opslag en handel in gas geldt wel een positief resultaat onafhankelijk van het achtergrondscenario. In Hoog wordt dit verklaard door CCS-baten; in Laag wordt dit verklaard door baten van extra gasopslagen. Daarbij is het wel zo dat er geen afnemende schaalvoordelen zijn verondersteld bij een tweede of derde gasopslaglocatie in Nederland. Een toename van het aantal opslaglocaties kan invloed hebben op de winstgevendheid van gasopslag omdat daarmee ook met name piekbasis prijspatronen afgevlakt worden. Dit is in het saldo dus niet meegenomen waardoor elke extra locatie per saldo dus maatschappelijk voordelig is.
- Milieueffecten zijn niet verder gekwantificeerd in het PlanMER. Dat maakt het lastig om deze in welvaartseffecten uit te drukken en in de saldi van de verkenning mee te nemen. Niet-gekwantificeerde effecten hebben echter wel invloed op de waarde die gegeven wordt aan milieu en land-schap. Uit het PlanMER blijkt dat de meeste risico's als laag tot zeer laag beoordeeld zijn.
- Voor winning van grondwater blijkt dat dit vrijwel zeker met schade door droogte gepaard gaat. Hoe groot deze effecten zijn, zal spelen op inpassingsniveau. Voor drinkwater geldt dat leveringszekerheid en voorzieningszekerheid belangrijk zijn. Er zal voldoende drinkwater beschikbaar moeten zijn, nu en in de toekomst. In alle vier de scenario's is er voldoende wateraanbod beschikbaar om op een betrouwbare manier in de groeiende behoefte in de toekomst te kunnen voorzien. Het is wel de vraag of het welvaartsverhogend is om een Nationale Grondwaterreserve aan te houden. De conclusie is dat het scenario Drinkwater voorop tot een welvaartswinst kan leiden indien Nederlandse drinkwater-consumenten bereid zijn 1,5 tot 3,5% extra te betalen voor drinkwater (€ 0,02 tot € 0,05 per kuub) als 'compensatie' voor opportunititeitskosten in de vorm van



mislopen gasbaten. Dit scenario leidt immers tot een verminderde ruimte die beschikbaar is voor conventionele gaswinning. Anders gezegd, als de gemiddelde Nederland bereid zou zijn dit bedrag te betalen lijkt een positief saldo mogelijk. Hier komen echter nog opportuniteitskosten voor het mogelijk mislopen van geothermiebaten bovenop die moeilijker te kwantificeren zijn. Door reservering ten behoeve van de Nationale Grondwaterreserve wordt de potentiegebieden voor geothermie fors beperkt. Hierdoor zijn kansrijke warmtevragers mogelijk uitgesloten om gebruik te maken van geothermie. Dit kan leiden tot hogere kosten en lagere opbrengsten van geothermie. Naast de derving van aardgasbaten leidt ook dit tot een negatief effect op de welvaart.

- Geothermie kan leiden tot een reductie van CO₂, heeft een positief effect op de voorzieningszekerheid en de milieueffecten- en risico's zijn vergelijkbaar met die van gaswinning uit kleine velden. Binnen de bandbreedte van de scenario's *Laag* en *Hoog* is er nog geen economische noodzaak om actief te reserveren voor geothermie. Het actief reserveren van potentiegebieden van geothermie is alleen een economisch verstandige keuze bij een lange termijnklimaatbeleid dat inzet op 80-95% emissiereductie in 2050 ten opzichte van 1990 of bij stijgende gasprijzen.
- Lege gasvelden kunnen worden gebruikt voor de ondergrondse opslag van CO₂ of de opslag van gas. Bij een hoge gasprijs en sterke prijsfluctuaties op de Europese gasmarkt ligt gasopslag voor de hand; bij een hoge CO₂-prijs is CCS een aantrekkelijke optie. Ook hier geldt geen preferentie voorkeur die in alle omstandigheden economisch efficiënt is.
- De economische haalbaarheid van schaliegas in Nederland is twijfelachtig, zeker bij een lage gasprijs of een sterk afnemende vraag naar gas. Door het grote aantal boringen kan een negatief ontstaan op de belevingswaarde van het landschap.
- Als naar de verdeling van lusten en lasten wordt gekeken, blijkt dat de lasten van ondergrondgrepen overwegend voor regio en omwonenden zijn, terwijl de lusten zich concentreren bij de groepen *alle Nederlanders en exploitanten*. Regio en omwonenden ondervinden hinder en kunnen te maken krijgen met milieurisico's. Alle Nederlanders profiteren van bijvoorbeeld gasbaten en toegenomen voorzieningszekerheid.

6.2 Aanbevelingen

Op basis van de bevindingen uit deze verkenning komen we tot de volgende aanbevelingen:

- Vanwege de onzekerheid over externe omstandigheden en het ontbreken van een robuuste preferente strategie, is de hoofdaanbeveling flexibel te blijven in reserveringen van de ondergrond. Omdat de milieueffecten van geen van de ondergrondfuncties dusdanig overheersend zijn, lijkt het niet nodig te zijn om nu al bepaalde functies uit te sluiten. Het is nu nog te onzeker om te kunnen inschatten waar over enkele decennia behoefte aan is. Door bepaalde ondergrondfuncties uit te sluiten, blijven kansen onbenut en kunnen baten worden misgelopen. Dat geldt ook voor het uitsluiten van ondergrondfuncties in het scenario Drinkwater voorop en Maximaal hernieuwbaar. Dit leidt tot het mislopen van baten in andere ondergrondfuncties (conventioneel gas en geothermie).

- Anderzijds leidt reserveren voor functies waar in de toekomst maar een beperkte vraag naar is, geen draagvlak voor is of de businesscase niet van de grond komt ook tot het mislopen van baten (Opslag en handel in gas).
- Een strategische drinkwaterreserve is zinvol om de voorzieningszekerheid zeker te stellen, met name bij een minder ambitieus klimaatbeleid. In andere gevallen is de noodzaak minder hoog, maar de misgelopen baten van andere ondergrondfuncties zijn ook beperkt. Bij een minder ambitieus klimaatbeleid, zijn grotere temperatuurstijgingen niet uitgesloten. In WLO Laag stijgt, zoals geformuleerd, de temperatuur met 3,5-4 graden. Temperatuurstijging heeft veel gevolgen op water en watervoorziening. Het kan een bedreiging vormen voor oppervlaktewater- en oevergrondwaterwinningen. Ook wordt de ontwikkeling van de drinkwatervraag onzeker en kunnen grondwaterwinningen met verzilting te maken krijgen (RIVM, 2015). In zo'n scenario is inzetten op voorzieningszekerheid van drinkwater een voor de hand liggende keuze.
- Als er daadwerkelijk sprake is van een ambitieus klimaatbeleid en er 80-95% CO₂ gereduceerd gaat worden, kan de ondergrond het beste benut worden voor functies die bijdragen aan CO₂-reductie. Door de bijbehorende hoge CO₂-prijs worden investeringen in CCS en geothermie bovendien financieel aantrekkelijk. Het is wel de vraag bij welke CO₂-prijs deze omslag het beste gemaakt kan worden.

7 Literatuur

Best-Waldhober, M. d., Daamen, D. & Faaij, A., 2009. Informed and uninformed public opinions on CO₂ capture and storage technologies in the Netherlands. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 3(3), pp. 322-332.

CPB ; PBL, 2015. *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving, Nederland in 2030 en 2050: twee referentiescenario's*, Den Haag: Centraal Planbureau (CPB)/ Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

CPB; MNP; RPB, 2006. *Welvaart en Leefomgeving : Een scenariostudie voor Nederland in 2040*, Den Haag: Centraal Planbureau, Milieu-en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau.

CPB; PBL, 2015a. *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving : Cahier Klimaat en energie*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving en Centraal Planbureau (CPB;PBL).

CPB; PBL, 2015b. *Toekomstverkenning welvaart en leefomgeving : achtergronddocument klimaat en energie*, Den Haag: Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving (CPB; PBL).

CPB; PBL, 2015c. *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Bijsluiter bij de WLO-scenario's*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

CPB, 2013. *CPB achtergronddocument KBA structuurvisie 6000 MW windenergie op land*, Den Haag : Centraal Planbureau (CPB).

Energiea, 2015. Mager verkoopresultaat bij veiling Gasterra-rechten op Ice-Endex. *Energiea*, 23 november, p. Online.

Fevre, C. L., 2013. *Gas storage in Great Britain*, Oxford: The Oxford Institute for Energy Studies.

Griffin, R. M. J., 2000. Valuing Water Supply Reliability. *American Journal of Agricultural Economics*,, Volume 82, pp. 414-426.

Hensher, D., Shore, N. & Train, K., 2006. Water Supply Security and Willingness to Pay to Avoid Drought Restrictions. *The Economic Record*, 82(256), pp. 56-66.

HNS; Ecofys, 2015. *Verkenning Ondergrondse Ruimtevrage voor Energie in het kader van het Programma Bodem en Ondergrond*, Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

KIWA, 2008. *Consumer satisfaction, preferences and acceptance regarding drinking water services - an overview of literature findings and assessment methods*, Nieuwegein: KIWA Water Research.



LEI Wageningen UR, 2014. *Energiebelasting en de glastuinbouw*, Wageningen: LEI Wageningen UR.

Mieog, J., Eenkhoorn, R. & Gigler, J., 2014. *Roadmap Power to Gas*, sl: Royal HaskoningDHV.

Ministerie I&M, 2014. *Beleidsnota Drinkwater Schoon drinkwater voor nu en later*, Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Ministerie van Economische Zaken, 2015. *Kamerbrief d.d. 10 juli Schaliegas*, Den Haag: Tweede Kamer der Staten Generaal.

Ministerie van I&M, 2016. *Milieueffectrapport Structuurvisie Ondergrond (STRONG)*, Den Haag: Ministerie van I en M.

NLOG, sd *Ondergrondse gasopslag, huidige en toekomstige installaties*.
[Online]
Available at:
www.nlog.nl/nl/pubs/atlas/doAtlas/geolog/storage/purpose.html
[Geopend 2016].

Pollitt, M., 2015. *Business Models for Energy Storage*. [Online]
Available at: <http://ukenergystorage.co/2015/assets/talks/Michael-Pollitt.pdf>
[Geopend 2016].

Pope, J. C., 2008. Fear of crime and housing prices: Household reaction to sex offender registries. *Journal of Urban Economics*, 64(3), pp. 601-614.

RIVM, 2015. *Scenario's drinkwatervraag 2040 en beschikbaarheid bronnen: Verkenning grondwatervoorraden voor drinkwater*, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM).

Romijn, G. & Renes, G., 2013. *Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse*, Den Haag: Centraal Planbureau (PBL) ; Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

RoyalhaskoningDHV, 2013. *De klimaatafdruk van schaliegas in Nederlands perspectief*, sl: RoyalhaskoningDHV.

RVO, 2016. *ROAD-project (Rotterdam Opslag en Afvang Demonstratieproject)*.
[Online]
Available at: www.rvo.nl/subsidies-regelingen/road-project
[Geopend 2016].

Shackley, S., McLachlan, C. & Gough, C., 2004. The public perception of carbon dioxide capture and storage in the UK : results from groups and a survey. *Climate policy*, Volume 4, pp. 377-398.

SODM, sd *Zoutwinning: overzicht*. [Online]
Available at: www.sodm.nl/onderwerpen/zoutwinning
[Geopend 2016].



The Brattle Group, 2010. *Economic Impact of the Dutch Gas Hub Strategy on the Netherlands*, The Hague: the Netherlands ministry of Economic Affairs, Agriculture and Innovation.

Trouw, 2010. Chronologie CO2-opslag Barendrecht. *TROUW : de Verdieping*, 4 november, p. online.

Vewin, 2015. *Drinkwaterstatistieken 2015*. [Online]
Available at:
www.vewin.nl/SiteCollectionDocuments/Publicaties/Drinkwaterstatistieken_Vewin_2015.pdf
[Geopend 2016].

Werkgroep Discontovoet, 2015. *Rapport Werkgroep Discontovoet 2015*. [Online]
Available at:
www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2015/11/13/rapport-werkgroep-discontovoet-2015-bijlage/rapport-werkgroep-discontovoet-2015-bijlage.pdf

Witteveen+Bos, 2006. *Kentallen Waardering Natuur, Water, Bodem en Landschap Hulpmiddel bij MKBA's*, sl: Witteveen+Bos.

Bijlage A Resultaten voorbeeldingrepen

A.1 Grondwaterwinning voor drinkwater

Beschrijving

Het winnen en zuiveren van grondwater om geschikt te maken voor drinkwater. Er is uitgegaan van één gemiddelde winningslocatie.

Referentie

Als er geen geschikt grondwater is om als drinkwater te gebruiken, zal gebruik gemaakt worden van oppervlaktewater als meest voor de hand liggende alternatief.

Directe kosten en baten

Belangrijkste kostenposten bij drinkwaterwinning zijn de kosten voor het oppompen en het zuiveren. De kosten kunnen per winning verschillen. Kosten voor grondwaterwinning zijn gemiddeld lager dan kosten voor oppervlaktewaterwinning, vanwege lagere zuiveringskosten. Het produceren van drinkwater uit oppervlaktewater kost gemiddeld € 1,47 per m³; het produceren van drinkwater uit grondwater € 1,05 (Vewin, 2013). De prijs van drinkwater is gereguleerd en daarom zijn de opbrengsten voor de drinkwaterbedrijven gelijk aan de opbrengsten plus een vastgestelde opslag.

Externe effecten

Grondwaterwinning voor drinkwater leidt tot de volgende milieueffecten, die kunnen leiden tot welvaartseffecten:

Tabel 10 Risicobeoordeling milieueffecten drinkwater PlanMER

Milieueffect	Risico
Door beïnvloeding grondwaterstand	
Effect op natuur	Hoog
Effect op landbouw	Hoog
Effect op aardkunde	Hoog
Effect op archeologie	Hoog
Door aantrekken brak/zout of verontreinigd grondwater	
Beïnvloeding kwaliteit waterlaag	Laag

Het risico op effecten door beïnvloeding van de grondwaterstand is hoog. Door verdroging en kwaliteitsverslechtering van grondwater door kwel kunnen natuurwaarden worden aangetast. Ook kan verdroging negatieve effecten op de landbouw hebben. Ook aanwezige archeologische waarden kunnen worden aangetast ten gevolge van grondwaterstanddaling. Hierbij zijn vooral eventuele organische resten kwetsbaar zoals (voorwerpen van) hout, botten en textiel. Aardkundige waarden zijn bijvoorbeeld stuifzandgebieden, dekzandruggen, hoogveengebieden en stuwwallen. Met name aardkundige waarden in veengebieden zijn gevoelig voor grondwaterstandverlaging. De omvang van de impact van de winning wordt bepaald door de hydrologische kenmerken van de ondergrond en de capaciteit van de winning. Het risico op beïnvloeding van de kwaliteit van de waterlaag is laag.

Resultaat

Voor drinkwaterbedrijven maakt het voor de directe financiële kosten en baten minder uit of ze gebruik maken van grondwater of oppervlaktewater. De aanwezigheid van geschikte bronnen of innamepunten zal eerder de doorslag geven. Door strenge kwaliteitseisen, zal het voor de consument geen verschil maken waar het water vandaan komt.

Drinkwater uit grondwater is gemiddeld goedkoper voor de consument dan drinkwater uit oppervlaktewater, waardoor dit de voorkeur kan hebben. Door grondwaterwinning wordt de grondwaterstand vrijwel zeker beïnvloed. Dit kan op regionaal schaalniveau negatieve effecten hebben.

A.2 Conventionele gaswinning

Beschrijving

Het opsporen en winnen van een 'gemiddelde' hoeveelheid gas van 2 miljard kuub uit één gasveld.

Referentie

Bij geen ingreep zal de Nederlandse gasvraag worden ingevuld door geïmporteerd gas.

Directe kosten en baten

Belangrijkste kostenposten voor de exploitant zijn kosten voor aankoop van de winningslocatie, kosten voor het boren en kosten voor het winnen en transporteren van gas naar een gasbehandelingslocatie.

De opbrengsten voor de exploitant bestaan de opbrengsten van het gas.

Een groot deel van de winst zal worden afgestaan aan de overheid.

Externe effecten

Qua klimaatimpact is Nederlands gas klimaatvriendelijker dan geïmporteerd gas vanwege de lagere CO₂-uitstoot en minder methaanlekage tijdens de productie- en transportfase (RoyalhaskoningDHV, 2013). De klimaatimpact in de gebruiksfase is in principe gelijk. Eigen gaswinning is positief voor de voorzieningszekerheid, omdat Nederland minder afhankelijk is van andere landen. In het PlanMER zijn onderstaande milieueffecten beoordeeld:

Tabel 11 Risicobeoordeling milieueffecten gaswinning PlanMER

Milieueffect	Risico
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van vermenging van grondwater van verschillende kwaliteiten	Zeer laag
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van lekken van stoffen naar grondwater via of langs het boorgat	Laag
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van ontstaan migratieroute naar grondwater	Zeer laag
Schade en slachtoffers als gevolg van een blow-out	Zeer laag
Schade aan gebouwen en vitale infrastructuur als gevolg van geïnduceerde bevingen	Laag
Schade aan vitale infrastructuur en gebouwen als gevolg van bodemdaling of stijging door convergentie of compactie	Zeer laag
Beïnvloeding van watersystemen als gevolg van bodemdaling en -stijging (fluctuatie)	Laag

In de verkenning zijn alleen kleine velden opgenomen. Deze velden bevinden zich niet in gebieden waar van nature bevingen optreden. De kans dat een beving optreedt met een omvang dat er daadwerkelijk schade wordt veroorzaakt, is daarom beoordeeld als laag.

Resultaat

Voor de exploitant leidt gaswinning tot een positieve businesscase, ook bij kleinere velden. Dit leidt ook tot inkomsten voor de overheid. Ook is het gebruik van Nederlands gas voor het klimaat gunstiger dan de import van gas. Dit leidt tot positieve externe baten. Deze externe baten worden gemitigeerd door de potentiële schade die door milieueffecten kunnen ontstaan. Milieurisico's zijn laag tot zeer laag beoordeeld. In alle scenario's is sprake van een positief maatschappelijk saldo (+/- PM-posten). Door de hoge waardering van klimaatbaten is het saldo in het tweeградenscenario het meest positief.

Tabel 12 Uitkomsten gaswinning, CW, mln euro

	Laag	Hoog	2 °C
Investeringskosten			
Putkosten	133	133	133
Huur grond en aanleg locatie	13	13	13
Gasbehandelingsinstallatie	53	53	53
Pijplijn	40	40	40
Operationele kosten			
Operationele kosten	117	117	117
Opbrengsten			
Opbrengsten	502	449	449
Effecten			
Opbrengsten staatskas	98	62	62
Klimaatbaten	11	23	147
Voorzieningszekerheid	PM	PM	PM
Milieueffecten	PM	PM	PM
Privaat saldo	47 + PM	30 + PM	30 + PM
Maatschappelijk saldo	156 + PM	115 + PM	239 + PM

A.3 Zoutwinning⁷

Beschrijving

De relevante ondergrondfunctie voor zoutwinning is boren van een winningsput en het winnen van zout uit een zoutcaverne. Meestal worden meerdere cavernes aangesloten op één verwerkingsfabriek.

Referentie

In de referentie wordt zout geïmporteerd uit het buitenland.

Directe kosten en baten

In Nederland zijn slechts drie bedrijven actief in de zoutwinning. Daarom zijn er geen exacte cijfers rond kosten en opbrengsten bekend. Wel is bekend dat de kosten voor boringen sterk per winningslocatie verschillen.

⁷ Vanwege het beperkte aantal zoutproducenten in Nederland is geen duidelijk beeld van de investeringskosten, exploitatiekosten en opbrengsten te krijgen. Uit concurrentieoverwegingen en vanwege het mededingingsrecht worden deze gegevens niet verstrekt. Deze ondergrondfunctie is daarom kwalitatief benaderd.



De kosten voor verwerking van het zout hangen af van de kwaliteit van het gewonnen zout en het product waar het tot verwerkt wordt. Ook is het van belang of bijvoorbeeld restwarmte via een afvalverbrandingsinstallatie wordt verkregen ten behoeve van het indampen van zout in ketels. Zoutwinning is een belangrijke upstream markt voor de industrie, bijvoorbeeld de chloor-industrie. Deze is gebaat bij de aanwezigheid van zout op korte afstand vanwege de lage kostprijs van zout, maar hoge transportkosten. Na afloop van een zoutwinning kan een caveerne worden gebruikt voor opslag van bijvoorbeeld aardgas. Hierdoor wordt de waarde van een caveerne vergroot.

Externe effecten

Milieurisico's zijn laag tot zeer laag beoordeeld. Alleen het risico op beïnvloeding van watersystemen als gevolg van bodemfluctuatie bij diepe winning is als gemiddeld beoordeeld. De huidige Mijnbouwwet voorziet in monitoring en het hand-op-de-kraanprincipe zorgt ervoor dat de winning gestopt wordt bij het overschrijden van een vooraf afgesproken grens. De sector compenseert in principe eventuele schade. De volgende milieueffecten zijn in het PlanMER beoordeeld:

Tabel 13 Risicobeoordeling milieueffecten zoutwinning en creëren nieuwe cavernes PlanMER

Milieueffect	Risico
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van vermenging van grondwater van verschillende kwaliteiten	Zeër laag
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van lekken van stoffen naar grondwater via of langs het boorgat	Laag
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van ontstaan migratieroute naar grondwater	Zeër laag
Schade en slachtoffers als gevolg van een blow-out	Zeër laag
Schade aan gebouwen en vitale infrastructuur als gevolg van geïnduceerde bevingen	Zeër laag
Schade aan vitale infrastructuur en gebouwen als gevolg van bodemdaling of stijging door convergentie of compactie	Zeër laag
Schade aan gebouwen en infrastructuur als gevolg van het ontstaan van een instabiele caveerne	Zeër laag
Beïnvloeding van watersystemen als gevolg van bodemdaling en -stijging (fluctuatie)	Laag (ondiepe winning); Gemiddeld (diepe winning)

Resultaat

Er is onvoldoende informatie om de businesscase voor zoutwinning te kunnen beoordelen, maar bij aanwezigheid van een zoutverwerkingsfabriek is een positieve businesscase mogelijk in Nederland. Import van zout is minder aantrekkelijk, vanwege hoge transportkosten ten opzichte van de kostprijs van zout. De zoutwinning is een belangrijke upstream industrie voor bijvoorbeeld de chloorindustrie.

A.4 Geothermie

Beschrijving

Er wordt één geothermiedoublet geboord. De opgepompte warmte wordt gebruikt voor woningen of de glastuinbouw. Met het doublet wordt jaarlijks circa 0,2 PJ duurzame warmte opgewekt. In de scenario's is uitgegaan van een samengestelde vraag van woningen en kassen.

Referentiealternatief

Bij het niet-benutten van de ondergrond voor geothermie zal de verwarming van woningen en kassen via gasketels (zonder WKK) plaatsvinden.

Directe kosten en baten

De belangrijkste kosten bij geothermie zijn de kosten voor het boren, het warmtenetwerk en het aansluiten van woningen/kassen op het warmtenetwerk. Ook is er sprake onderhoudskosten, elektriciteitskosten en vervangingsinvesteringen van bepaalde onderdelen. Zonder geothermie zouden er investeringen in het gasnetwerk nodig zijn, deze worden nu vermeden. De opbrengsten bestaan uit vermeden gaskosten.

Externe effecten

Door gas te vervangen door aardwarmte wordt de uitstoot van CO₂ verminderd, hetgeen tot positieve klimaateffecten leidt. Ook vermindert de uitstoot van NO_x, PM₁₀ en SO₂, hetgeen positieve effecten heeft op het milieu. Het bovengronds ruimtegebruik bij geothermie is beperkt, er wordt volstaan met een klein gebouw. Geothermie heeft een positief effect op de voorzieningszekerheid (van warmte), door de toegenomen beschikbaarheid van energiebronnen. De milieurisico's zijn laag tot zeer laag beoordeeld.

Tabel 14 Risicobeoordeling milieueffecten geothermie PlanMER

Milieueffect	Risico
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van vermenging van grondwater van verschillende kwaliteiten	Zeer laag
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van lekken van stoffen naar grondwater via of langs het boorgat	Laag
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van ontstaan migratieroute naar grondwater	Zeer laag
Schade en slachtoffers als gevolg van een blow-out	Zeer laag
Schade aan gebouwen en vitale infrastructuur als gevolg van geïnduceerde bevingen	Zeer laag

Resultaat

Voor de glastuinbouw is in alle scenario's sprake van een positief privaat en maatschappelijk saldo. SDE+-subsidie speelt nog wel een belangrijke rol in de business case van de exploitant. Voor de woningbouw is alleen in de twee-gradenvariant sprake van een positief maatschappelijk saldo. Dit is te verklaren door de hogere investeringskosten voor een distributienet in de woningbouw. *Laag* is gunstiger voor geothermie dan *Hoog*. De hogere gasprijs leidt tot hogere vermeden gaskosten die de lagere klimaatbaten overtreffen.



Tabel 15 Uitkomsten gaswinning, CW, mln euro

	Kas			Woningen		
	Laag	Hoog	2 °C	Laag	Hoog	2 °C
Investeringskosten						
Investeringskosten	24	24	24	49	49	49
Bron	19	19	19	19	19	19
Distributienet	5	5	5	29	29	29
Herinvesteringskosten	6	6	6	0	0	0
Operationele kosten						
Operationele kosten	15	15	15	30	30	30
Energiekosten	5	6	7	5	6	7
Opbrengsten						
Vermeden gaskosten	57	34	34	95	57	57
Effecten						
Gederfde energie-belasting	4	2	2	23	14	14
SDE	30	32	32	30	32	32
Klimaatbaten	6	22	101	6	22	101
Milieubaten	1	1	1	1	1	1
Voorzieningszekerheid	pm	pm	pm	pm	pm	pm
Milieueffecten	pm	pm	pm	pm	pm	pm
Privaat Saldo	36+ pm	14+ pm	13+ pm	41+ pm	4+ pm	3+ pm
Maatschappelijk Saldo	9+ pm	3+ pm	82+ pm	-4+pm	-18+ pm	61+ pm

A.5 Opslag van CO₂ in lege aardgasvelden (CCS)

Beschrijving

Het afvangen en opslaan van 10 megaton CO₂ uit rookgassen per jaar gedurende 20 jaar (cumulatief 200 Mton) in lege gasvelden onder land. Het gasveld ligt op 100 kilometer van de emissiebron. De ingreep vindt in 2020 plaats. De CO₂ wordt permanent opgeslagen.

Referentie

Zonder CCS (Carbon Capture and Storage) zullen gasvelden na afloop van winning ongebruikt blijven en Nederlandse bedrijven vangen CO₂ niet af. Dit leidt tot extra concentratie van CO₂ in de atmosfeer. Aangezien deze bedrijven (elektriciteitsproducenten, industriële bronnen) onder het ETS-systeem vallen, moeten zij voldoende rechten aanhouden om CO₂ te mogen uitstoten. Emissiereductie zal op een andere (duurdere) manier plaatsvinden.

Directe kosten en baten

Belangrijke kostenposten voor de exploitant zijn de investerings- en exploitatiekosten voor een afvangeenheid, energiekosten voor de afvangeenheid, kosten voor het transport van de CO₂ en opslagkosten in een leeg gasveld. Ook het lagere rendement van de emissiebron (bijvoorbeeld een elektriciteitscentrale) is meegenomen als kostenpost. Nabijheid van een emissiebron verlaagt de hoogte van de kosten van aanleg van de transportleidingen. De opbrengsten voor de exploitant bestaan uit vermeden kosten voor rechten om CO₂ uit te mogen stoten. De afgevangen en opgeslagen CO₂ wordt gewaardeerd tegen de verwachte marktprijs van CO₂ onder het ETS-systeem.

Externe kosten en baten

Opslag van CO₂ in gasvelden leidt tot enkele milieurisico's. Deze risico's zijn laag tot zeer laag beoordeeld. Risico op verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van het lekken van stoffen en beïnvloeding van watersystemen door bodemfluctuatie zijn het grootst.

Tabel 16 Risicobeoordeling milieueffecten CCS PlanMER

Milieueffect	Risico
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van vermenging van grondwater van verschillende kwaliteiten	Zeer laag
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van lekken van stoffen naar grondwater via of langs het boorgat	Laag
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van ontstaan migratieroute naar grondwater	Zeer laag
Schade en slachtoffers als gevolg van een blow-out	Zeer laag
Schade aan gebouwen en vitale infrastructuur als gevolg van geïnduceerde bevingen	Zeer laag
Schade aan vitale infrastructuur en gebouwen als gevolg van bodemdaling of stijging door convergentie of compactie	Zeer laag
Beïnvloeding van watersystemen als gevolg van bodemdaling en -stijging (fluctuatie)	Laag

Beoordeling

Of de businesscase voor CCS positief is, hangt af van het achtergrondscenario. In *Laag* is de CO₂-prijs niet hoog genoeg om tot een positieve businesscase te komen. Ook als pas later in de tijd geïnvesteerd wordt, blijven de kosten te hoog. In *Hoog* is wel sprake van een positief saldo. Bij dit achtergrondscenario loont het om te investeren in CCS. In het *tweegradenscenario* is investeren in CCS een zeer interessante optie met hoge financiële baten door de hoge CO₂-prijs.

Tabel 17 Uitkomsten CCS, CW, mln euro

	Laag	Hoog	Tweegraden
Investeringskosten			
Afvangenheid incl. compressor	925	925	925
Investering transportleiding	201	201	201
Investering opslag	101	101	101
Projectorganisatiekosten	14	14	14
Operationele kosten			
CO ₂ -afvangenheid incl. sorbent	444	444	444
Energieverbruik van afvangenheid	2.818	3.557	4.338
CO ₂ -transport van bron naar gasveld	58	58	58
Opslagkosten in leeg gasveld	5	5	5
Projectorganisatiekosten	41	41	41
Opbrengsten			
Opbrengsten CO ₂	2.061	5.980	36.747
Externe effecten			
Milieueffecten	PM	PM	PM
Privaat saldo	-2.545 + PM	634 + PM	30.620 + PM
Maatschappelijk saldo	-2.545 + PM	634 + PM	30.620 + PM

A.6 Opslag van gas in lege zoutcavernes of lege gasvelden

Beschrijving

Na afloop van zout/gaswinning wordt een uitgeputte productielocatie gebruikt voor de opslag van gas.⁸ Zoutcavernes worden met name gebruikt voor korte termijnopslag. De grotere gasvelden worden gebruikt voor seizoensopslag. In de zomer - als de gasprijs laag is - wordt gas in de opslag gepompt om in de winter - als de gasprijs hoog is - te gebruiken.

Referentiealternatief

In het referentiealternatief zullen de cavernes en gasvelden na hun productieperiode ongebruikt blijven. Er zijn minder mogelijkheden voor korte termijnopslag en seizoensflexibiliteit.

Directe kosten en baten⁹

Voor het geschikt maken van de cavernes moeten investeringen worden gedaan. Ook kussengas - nodig om voldoende druk op te bouwen - is een belangrijke kostenpost. Opbrengsten van de gasopslag worden bepaald door het verschil tussen zomer- en winterprijs (de seizoensspread; intrinsieke waarde) en door het verschil tussen prijzen op de *spot* markt en *futures* markt (extrinsieke waarde)

Externe effecten

Gasopslag heeft positieve effecten op de leveringszekerheid en voorzieningszekerheid. Hiernaast is er sprake van milieurisico's. Deze zijn laag tot zeer laag beoordeeld. Milieueffecten zijn vergelijkbaar met CCS.

Tabel 18 Risicobeoordeling milieueffecten gasopslag PlanMER

Milieueffect	Risico
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van vermenging van grondwater van verschillende kwaliteiten	Zeer laag
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van lekken van stoffen naar grondwater via of langs het boorgat	Laag
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van ontstaan migratieroute naar grondwater	Zeer laag
Schade en slachtoffers als gevolg van een blow-out	Zeer laag
Schade aan gebouwen en vitale infrastructuur als gevolg van geïnduceerde bevingen	Zeer laag
Schade aan vitale infrastructuur en gebouwen als gevolg van bodemdaling of stijging door convergentie of compactie	Zeer laag
Beïnvloeding van watersystemen als gevolg van bodemdaling en -stijging (fluctuatie)	Laag

⁸ Zoutcavernes kunnen ook speciaal voor gasopslag worden aangelegd. Dit is niet meegenomen in deze ingreep.

⁹ In deze businesscase is gasopslag in een leeg gasveld omschreven.

Resultaat

Het resultaat van de businesscase voor gasopslag hangt sterk af van het omgevingsscenario. In scenario *Laag* is een goed rendement mogelijk en zijn de maatschappelijke baten positief. In *Hoog* en de *tweegradenvariant* is verondersteld dat door de lagere gasprijzen, ook de spreiding minder groot is. Wel zijn de kosten voor kussengas lager. Bovendien zijn de kosten hoger door hogere elektriciteitskosten. In deze varianten wegen de kosten niet op tegen de baten. Wel zijn de positieve baten van voorzieningszekerheid niet gekwantificeerd. Als deze hoog genoeg zijn, is een positief maatschappelijk saldo ook in *Hoog* en het *tweegradenscenario* mogelijk.

Tabel 19 Uitkomsten gasopslag (leeg gasveld), CW, mln euro

Investeringskosten	Laag	Hoog	Tweegraden
Grondverwerving + inpassing	9	9	9
Boringen	126	126	126
Compressie-installaties	64	64	64
Behandelingsinstallaties	29	29	29
Transmissiepijpleidingen	9	9	9
Kussengas	554	476	476
Projectorganisatie	106	106	106
Onvoorzien	68	68	68
Operationele kosten			
Energiekosten compressie-installaties	514	618	715
Energiekosten behandelingsinstallaties	189	228	263
Operationele kosten installaties, onderhoud	232	232	232
Kosten monitoren, controle reservoir/geologisch onderzoek	193	193	193
Personeelskosten	255	255	255
Opbrengsten			
Intrinsieke waarde	2.847	1.551	1.551
Extrinsieke waarde	1.423	776	776
Effecten			
Voorzieningszekerheid	PM	PM	PM
Privaat saldo	1.924 + PM	-84 + PM	-218 + PM
Maatschappelijk saldo	1.924 + PM	-84 + PM	-218 + PM

A.7 Schaliegas¹⁰

Beschrijving

Met betrekking tot schaliegas heeft het kabinet op 10 juli 2015 dat commerciële opsporing en winning van schaliegas voor de komende vijf jaar niet aan de orde is. In de toekomst zou schaliegaswinning eventueel wel mogelijk zijn. In deze analyse wordt gekeken naar de effecten van één mogelijke voorbeeldwinning. In een voorbeeldwinning worden dertien productielocaties met ieder tien putten aangelegd. Putopbrengsten kunnen variëren van 110 tot 220 miljoen m³.

¹⁰ Gegeven de aanzienlijke onzekerheden over de technische en economische winningsmogelijkheden en de gevoeligheid van het thema is voor schaliegas is voor een kwalitatieve insteek gekozen.

Referentie

Schaliegas zal qua kosten vooral concurreren met de import van LNG uit Algerije, Nigeria en Qatar.

Directe kosten en baten

De kostprijs van schaliegaswinning in Nederland is nog zeer onzeker. Kostprijschattingen (inclusief een normaal rendement voor de investeerder) variëren van € 0,09 tot € 0,71. EBN gaat uit van € 0,20 per m³. Bij een voldoende hoge gasprijs kan schaliegaswinning in Nederland economisch rendabel zijn. Dit zal dan ook tot extra staatsinkomsten leiden.

Externe effecten

Schaliegaswinning leidt tot milieurisico's. Veel effecten spelen op inpassingsniveau. Grootschalige schaliegaswinning kan leiden tot beïnvloeding van belevingswaarden. Belevingswaarde beschrijft de leesbaarheid van het landschap aan de hand van zichtbare kenmerken van het landschap. Bij de inrichting van installaties voor schaliegas wordt de belevingswaarde beïnvloedt. Dit speelt ook bij andere mijnbouwactiviteiten, maar bij schaliegaswinning is risico, gezien het cumulatieve effect van verschillende boortorens, het grootst. Bij schaliegaswinning vinden meerdere boringen in een gebied plaats en is dus sprake van een effect dat op regionaal schaalniveau optreedt. Hiernaast bestaan risico's op verslechtering van de kwaliteit van de waterlaag en op schade en slachtoffers als gevolg van een blow-out en schade door geïnduceerde bevingen.

Tabel 20 Risicobeoordeling milieueffecten schaliegas PlanMER

Milieueffect	Risico
Beïnvloeding belevingswaarde	Gemiddeld
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van vermenging van grondwater van verschillende kwaliteiten	Zeer laag
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van lekken van stoffen naar grondwater via of langs het boorgat	Laag
Verslechtering kwaliteit waterlaag als gevolg van ontstaan migratieroute naar grondwater	Laag
Schade en slachtoffers als gevolg van een blow-out	Zeer laag
Schade aan gebouwen en vitale infrastructuur als gevolg van geïnduceerde bevingen	Laag

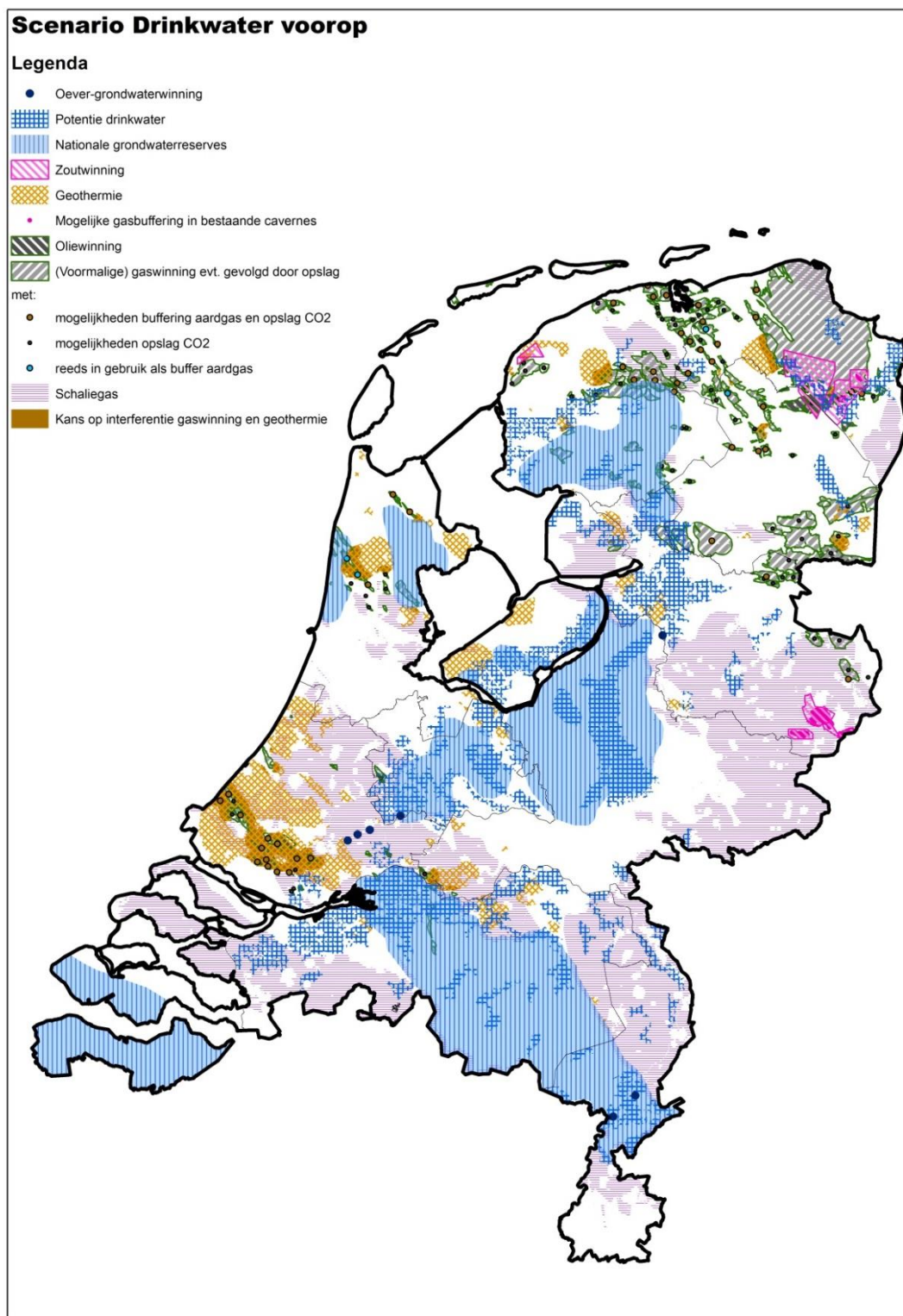
De negatieve milieueffecten of risico's kunnen negatieve gevolgen hebben op woningwaarde, toerisme en andere sectoren. Hoe groot dit effect zal zijn, valt zonder extra onderzoek niet te zeggen.

Resultaat

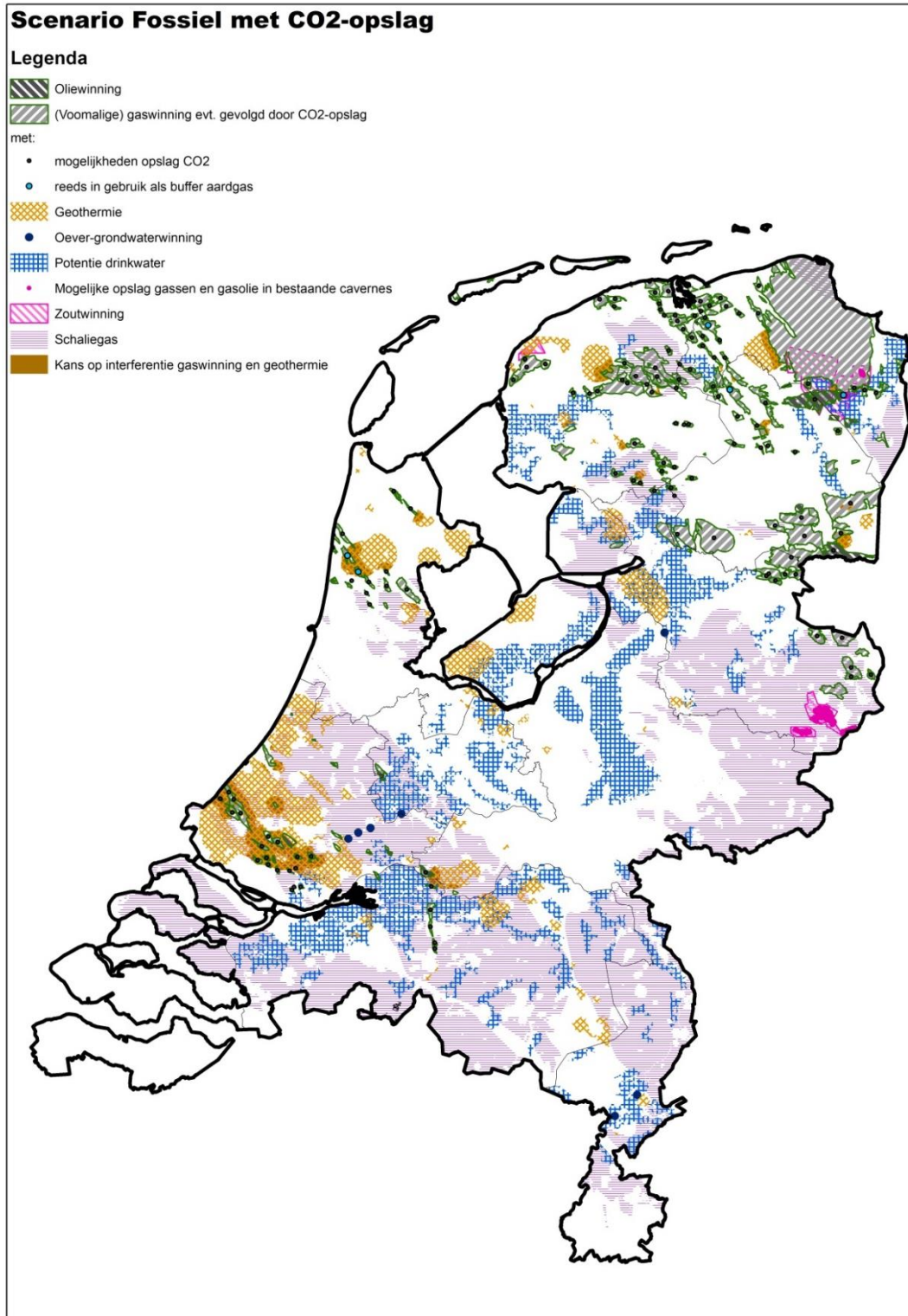
Onder *gunstige* omstandigheden (hoge gasprijs; lage kosten winning; hoge kosten LNG) is een positieve businesscase voor schaliegas mogelijk. Hierbij moet worden opgemerkt dat door het ontbreken van proefboringen er ook veel onzekerheid is over de potentiële opbrengsten van een schaliegasput en over de milieurisico's. Daardoor is een rendabele businesscase voor schaliegas allerm minst zeker. In het achtergrondscenario *Hoog* ligt schaliegaswinning minder voor de hand dan in *Laag*. In *Hoog* daalt de gasprijs sterk. Dit maakt een positieve businesscase minder waarschijnlijk. Ook is in dit scenario meer aandacht voor klimaat en milieu. Schaliegaswinning past hier niet goed binnen. Het grootste verschil met andere ondergrondfuncties zijn het risico op aantasting van de belevingswaarden.

Bijlage B Ruimtelijke uitwerking scenario's

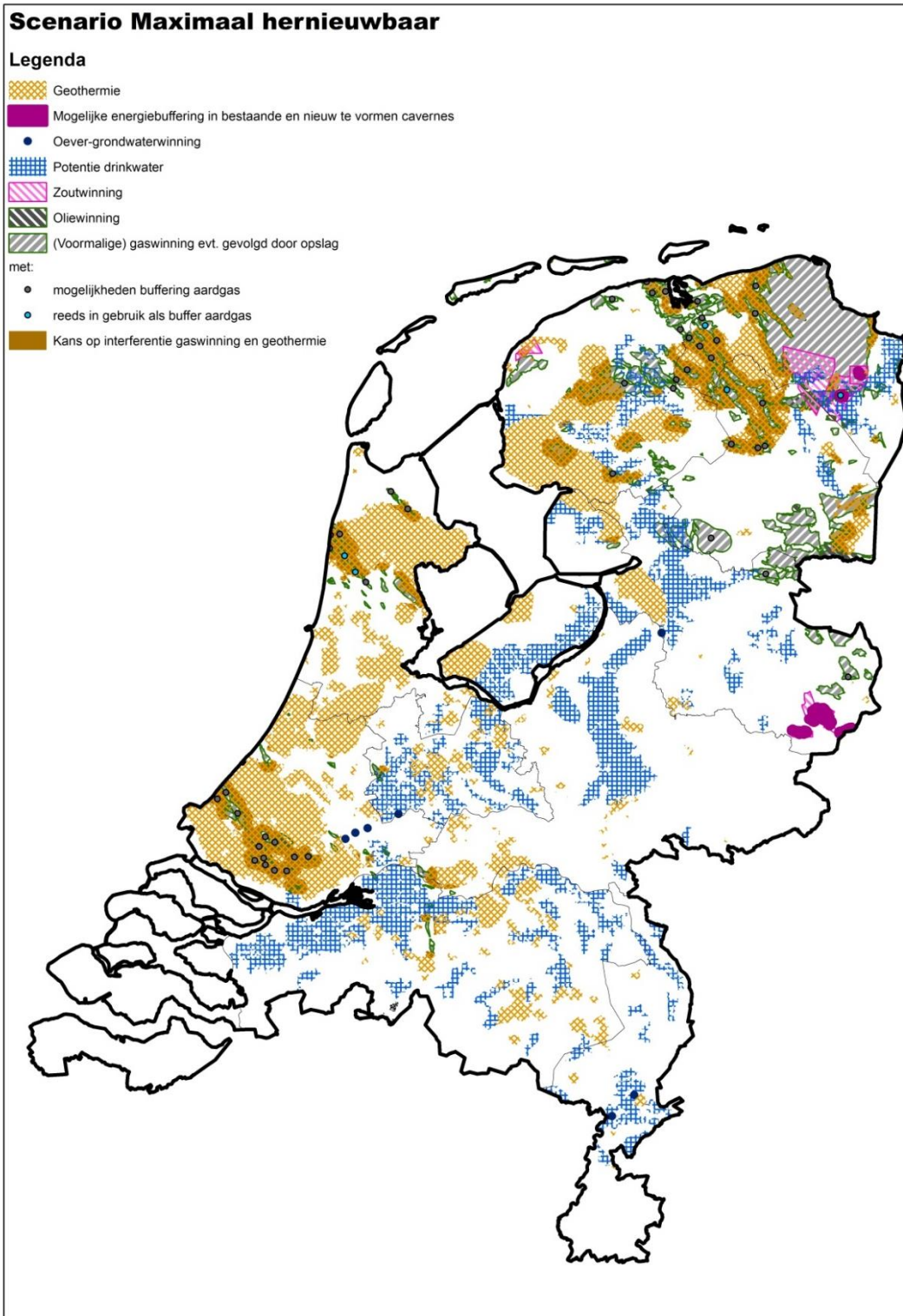
Drinkwater voorop



Fossiel met CO₂-opslag



Maximaal hernieuwbaar



Opslag en handel in gas

Scenario Opslag en handel in gas

Legenda

-  Oliewinning
-  (Voormalige) gaswinning evt. gevolgd door opslag
- met:
 -  mogelijkheden buffering aardgas en opslag CO2
 -  mogelijkheden opslag CO2
 -  reeds in gebruik als buffer aardgas
-  Mogelijke gasbuffering in bestaande cavernes en nieuw te vormen cavernes
-  Schaliegas
-  Oever-grondwaterwinning
-  Potentie drinkwater
-  Geothermie
-  Zoutwinning
-  Kans op interferentie gaswinning en geothermie

