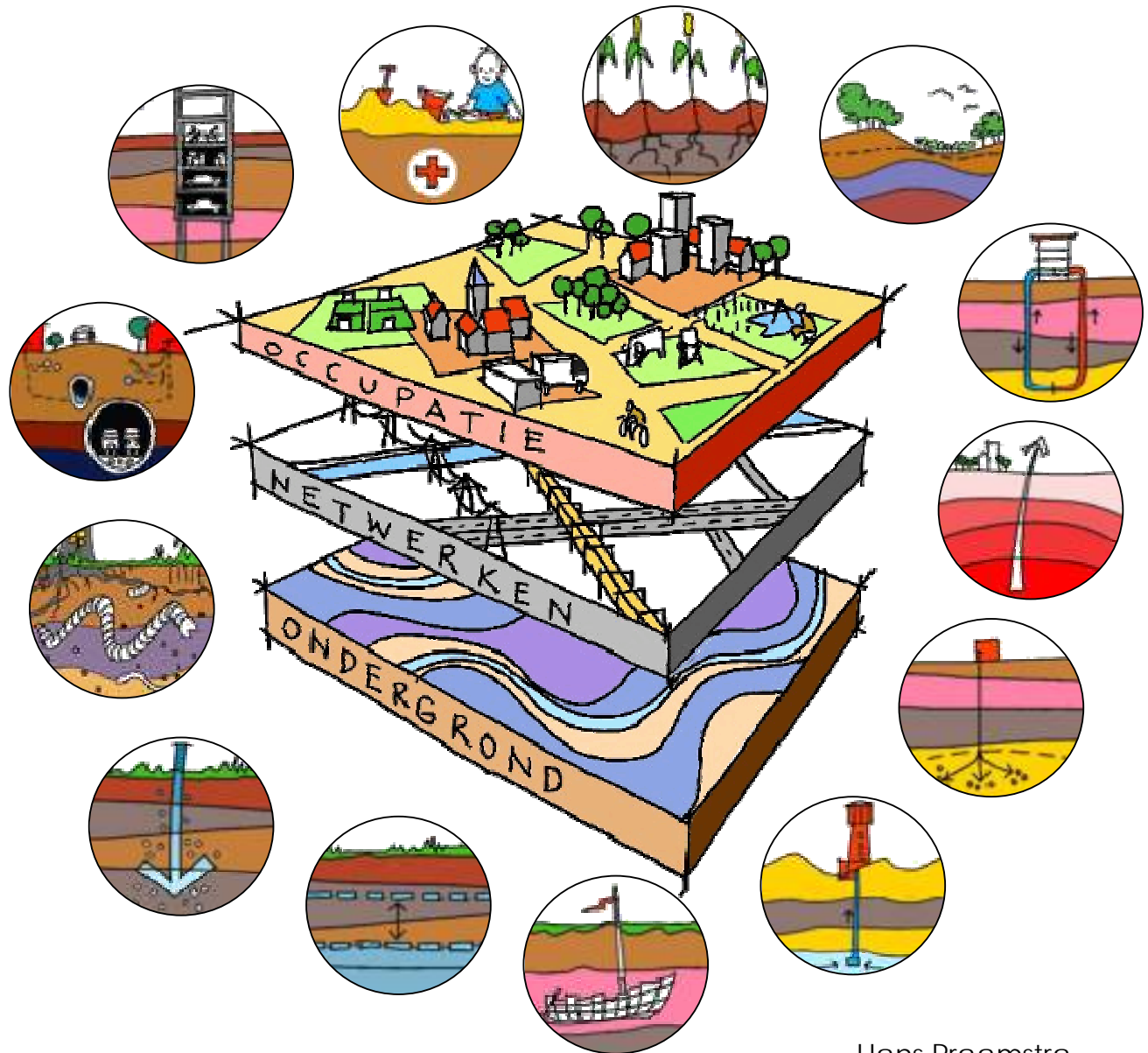


# Duurzaamheid, ondergrond en ruimtelijke ordening



Hans Praamstra  
Rijksuniversiteit Groningen  
Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen  
Groningen, augustus 2006



# Duurzaamheid, ondergrond en ruimtelijke ordening

Masterthesis Environmental and  
Infrastructure Planning

Hans Praamstra  
Rijksuniversiteit Groningen  
Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen  
Groningen, augustus 2006



## VOORWOORD

Dit rapport beschrijft het onderzoek naar het betrekken van de ondergrond in ruimtelijke vraagstukken. Het is geschreven in het kader van mijn afstudeeronderzoek van de Master Environmental and Infrastructure Planning (EIP) aan de Rijksuniversiteit Groningen, faculteit Ruimtelijke Wetenschappen.

Na mijn vorige studie (Sociale Geografie en Planologie aan dezelfde faculteit) vond ik mezelf wat kennis betreft nog niet voldoende toegerust voor de arbeidsmarkt. Na een afstudeerstage bij de gemeente Assen ben ik dan ook gelijk doorgedaan met de masteropleiding EIP waarvan dit rapport het finale product is. Het hierin beschreven onderzoek is uitgevoerd in de vorm van een stage bij de provincie Drenthe, productgroep Bodem. Een leuke stageplek die vanwege de andere taken en bevoegdheden van de provincie duidelijk verschilt van een stage bij de gemeentelijke overheid. De periode van afstuderen is uiteindelijk langer geworden dan ik van te voren had ingepland. De reden ligt in het aannemen van een tijdelijke baan bij zowel de provincie Drenthe als de gemeente Assen waardoor het scriptiewerk regelmatig in het gedrang is gekomen.

Ik heb gewerkt bij een afdeling die zo op het eerste gezicht niet direct raakvlakken lijkt te hebben met de ruimtelijke ordening. Toch staat de combinatie ondergrond en ruimtelijke ordening steeds meer in de schijnwerpers en dat blijkt ook wel uit de aandacht die het onderwerp op dit moment heeft in het Drents omgevingsbeleid. Het belang van de ondergrond in de ruimtelijke ordening neemt toe vanwege het technisch haalbaar worden van een nieuwe schat in de Drentse bodem: aardwarmte. Voor een zinvolle benutting van het warmteaanbod is het echter wel nodig dat deze goed afgestemd wordt op de bovengrondse warmtevraag van woningen en bedrijven. Tevens moet er een afweging plaatsvinden met andere boven- en ondergrondse functies. Dit is een uitdaging van formaat waarvoor in deze studie bouwstenen en aanbevelingen worden aangedragen.

De volgende personen wil ik graag bedanken voor hun medewerking aan dit afstudeeronderzoek: Paul Ike, mijn begeleider van de Rijksuniversiteit Groningen en Arjan van Harten en Enno Bregman, mijn begeleiders bij de productgroep Bodem van de provincie Drenthe. Daarnaast wil ik alle medewerkers van de provincie bedanken die mij – soms zonder het te weten – mij op één of andere manier hebben ondersteund.

Groningen, augustus 2006  
Hans Praamstra



## SAMENVATTING

Nederland wordt steeds voller en in planologisch opzicht wordt de ruimte steeds schaarser. Om alle ruimtevragende functies een plek te geven worden steeds weer nieuwe ruimtescheppende oplossingsrichtingen aangedragen, oftewel intensivering van ruimtegebruik. Voorbeelden hiervan zijn het toepassen van hoogbouw of het combineren van functies. Ook de ondergrond komt steeds meer in beeld als een oplossingsrichting voor specifieke ruimtelijke vraagstukken. De ruimte onder het maaiveld is immers in principe schier onuitputtelijk. Door innovatieve technieken is ook de veelal instabiele Nederlandse ondergrond steeds beter te benutten voor allerlei ruimtevragende functies.

Naast de ondergrond als ruimtereservoir is de ondergrond ook van belang als bron van een grote verscheidenheid aan natuurlijke bestaansbronnen als fossiele brandstoffen, hernieuwbare energiebronnen, drinkwater, zout en bouwstoffen. Andere belangrijke economische functies betreffen de ondergrond als drager van kabels, leidingen en buizen en de fysieke mogelijkheden van de ondergrond om afval of gas op te slaan. Ook met het oog op het streven naar een duurzamere samenleving komt de ondergrond steeds meer onder de aandacht: bijvoorbeeld door de aardwarmtepotentie die het bevat of de mogelijkheid om CO<sub>2</sub> op te slaan in ondergrondse lagen.

De ondergrond is niet alleen relevant voor de samenleving als ruimtereservoir of als bron van bestaansbronnen. Ook voor de inrichting van de leefomgeving is de ondergrond van belang, namelijk als een randvoorwaardenstellend aspect. Ondanks dat de ruimtelijke inrichting in de afgelopen decennia steeds meer los is komen te staan van de fysieke kenmerken van de ondergrond komt men – mede ingegeven door een groeiend besef over draagkracht en kwetsbaarheid van natuurlijke systemen – steeds meer tot het inzicht dat de ondergrond van groot belang is voor een duurzame inrichting.

De maatschappelijke relevantie van het gebruik van de ondergrond wordt steeds groter, maar tegelijkertijd ook problematischer. Enerzijds is dat een kwestie van een stijgende welvaart en ruimtedruk en de verwachting dat de druk op de ondergrond in de toekomst alleen nog maar zal toenemen door innovatieve gebruiksmogelijkheden. Anderzijds is het ook een gevolg van toegenomen kennis en bewustzijn over de kwetsbaarheid van de ondergrond. Geconcludeerd kan worden dat ondergronds ruimtegebruik steeds meer knelpunten kan opleveren, bijvoorbeeld conflicten tussen functies, onzorgvuldig ruimtegebruik of aantasting van bepaalde kwaliteiten van de ondergrond voor natuur en landschap. De ondergrond biedt ook grote kansen, bijvoorbeeld door meervoudig ruimtegebruik of synergie tussen bepaalde ondergrondse potenties en bovengrondse functies.

In de ruimtelijke ordening worden relevante ruimtevragende sectoren meegenomen en afgewogen door de twee kernvragen (“waar kan wat” en “wat kan waar”) te beantwoorden op basis van diverse criteria. In de huidige praktijk wordt de ondergrond echter alleen meegenomen in het afwegingsproces als ze een duidelijke relatie hebben met de oppervlakte. Op zichzelf staand ondergronds ruimtegebruik wordt veelal sectoraal geregeld en afgewogen. Beleid relevant voor de ondergrond is daardoor verspreid over tal van sectoren (bijvoorbeeld ontgrondingen, mijnbouw, wateronttrekkingen, archeologie). Ook is er weinig aandacht voor afstemming tussen ondergrondse en bovengrondse functies en de onderlinge relaties.

De afweging tussen ondergrondse potenties en bovengronds ruimtegebruik zouden daarom meer betrokken moeten worden in ruimtelijk vraagstukken. Hiervoor hoeft geen nieuw plannings- of vergunningsstelsel opgetuigd te worden: de huidige ruimtelijke wet- en regelgeving biedt hiervoor voldoende mogelijkheden. Het gaat in dit verband echter meer om bewustwording omtrent de noodzaak en mogelijkheden om rekening te houden met de randvoorwaarden die de ondergrond stelt aan de ruimtelijke inrichting. Vanwege de onbekendheid met de mogelijkheden om met bestaande planningsinstrumenten de ondergrond te betrekken ligt hier een grote uitdaging op het gebied van kennisontwikkeling.

Deze studie is erop gericht om te onderzoeken wat het specifieke karakter is van ruimtelijke vraagstukken met een ondergrondse component en hoe dit soort vraagstukken op een duurzame en zorgvuldige wijze aangepakt kan worden. Van belang is dat het niet gaat om het eenzijdig ordenen van alleen de ondergrond – plannen in de ondergrond – maar om een uitbreiding van bestaande praktijken: een driedimensionale ruimtelijke ordening, ofte-

wel: plannen mét de ondergrond. Omdat de ondergrond van groot belang is vanuit economisch, ecologisch en sociaal oogpunt wordt het duurzaamheidsconcept – in brede zin – als leidraad gebruikt voor deze verkenning.

### **Hoofdstuk 2 Ruimtelijke planning in drie dimensies**

Zowel vanuit een ecocentrisch als vanuit een antropocentrisch perspectief geredeneerd is de ondergrond van grote waarde. Dit blijkt uit de grote intrinsieke waarde van de ondergrond als ecosysteem en de potentiële economische baten die de ondergrond kan opleveren. De ondergrond is op deze wijze van grote waarde voor de samenleving en er zijn dan ook – in toenemende mate – aanzienlijke economische, ecologische en sociaal-maatschappelijke belangen mee gemoeid. Voor een samenhangende en zorgvuldige afweging van ruimtelijke vraagstukken met een ondergrondse component is het dan ook noodzakelijk om al deze belangen een volwaardige plaats te geven in het planproces. Dit wordt des te relevanter omdat de druk op de ondergrond steeds verder zal toenemen als gevolg van toenemende kennis over nieuwe gebruiksmogelijkheden, maar ook door een toenemend inzicht in de ondergrondse waarden die beschermd moeten worden. Ruimtelijke vraagstukken over benutting of bescherming van de ondergrond zullen steeds meer gepaard gaan met spanningsvelden tussen verschillende functies en belangen, zowel in positieve (synergie) als in negatieve zin (conflicten).

De bestaande beleidspraktijk met betrekking tot de ondergrond kenmerkt zich echter nog door een sectorale insteek en is niet zelden een transponent van 'bovengronds' beleid. Het gevaar is dat onderlinge relaties en verschillende uiteenlopende belangen met betrekking tot de ondergrond onzichtbaar blijven in beleidsafwegingen. Daarmee blijft ook onzichtbaar hoe ondergrondse potenties elkaar kunnen tegenwerken en conflicteren, maar ook hoe ze elkaar kunnen ondersteunen en synergie opleveren. Hier komt bij dat veel van de bestaande kennis over ondergrondse kenmerken en processen verspreid is over diverse sterk gespecialiseerde actoren en sectoren waartussen weinig uitwisseling bestaat. Beschikbare kennis wordt daardoor onvoldoende toegepast in ruimtelijke vraagstukken.

De afweging tussen ondergrondse potenties en bovengronds ruimtegebruik zou idealiter plaats moeten vinden als een integraal ruimtelijk vraagstuk, net zoals dat met de afweging van bovengrondse functies gebeurt. De belangen van de ondergrond – en de spanningen daartussen – zouden een belangrijke rol moeten spelen bij de afweging van ingrepen en beslissingen over locatie, inrichting en gebruik van ruimte. Door een integrale benadering kunnen de belangen van alle sectoren in beschouwing genomen worden evenals een afweging van de baten en kosten voor de gehele samenleving. Ruimtelijke planning dient dan als het ware uitgebreid te worden met een derde dimensie. Door vraagstukken over benutting en bescherming van ondergrondse potenties te benaderen als ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies kunnen belangen en daarmee potentiële conflictsituaties en synergie-mogelijkheden inzichtelijker worden gemaakt. Dit soort vraagstukken zullen niet totaal anders zijn dan 'normale' vraagstukken in twee dimensies. Het is echter wel aannemelijk dat ze sterk complex van karakter zullen zijn.

### **Hoofdstuk 3 Ondergrond en duurzaamheid**

Naast de ecocentrische en antropocentrische benadering kan de ondergrond ook beschouwd worden vanuit het duurzaamheidsconcept. Grofweg kan onderscheid worden gemaakt tussen twee definities. Enerzijds heeft zich een enge definitie van duurzaamheid ontwikkeld met de nadruk op ecologische belangen en het minimaliseren van negatieve effecten (bijvoorbeeld milieugebruiksruimte of ecological footprint). Anderzijds is duurzame ontwikkeling een meer omvattend begrip: behalve de ecologische draagkracht spelen aspecten als economische haalbaarheid en sociale rechtvaardigheid ook een rol. Deze drie aspecten wordt vaak aangeduid met de trits 'people, profit, planet'. Deze aspecten zullen ook vaak terugkomen als opgaven voor de ruimtelijke ordening. Er is sprake van zorgvuldig ruimtegebruik als ruimtelijke keuzen het resultaat zijn van een grondige en samenhangende afweging tussen deze drie aspecten.

Duurzaamheid is in de afgelopen jaren een paraplu doelstelling geworden van allerlei beleidsvormen dat betrekking heeft op de leefomgeving. De uitwerking en operationalisering is echter een subjectieve en arbitraire onderneming waardoor er een grote verscheidenheid aan zienswijzen over invulling van het duurzaamheidsconcept kan ontstaan. Een werkbare operationalisering lijkt pas mogelijk als het betrokken wordt op een bepaald deel van de samenleving, de fysieke omgeving of een bepaald beleidsterrein. In deze studie is het duurzaamheidsconcept dan ook nader geoperationaliseerd voor ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond betrokken is.

Het is niet moeilijk om vanuit een negatieve insteek van beperkingen aan te geven wat een niet-duurzame omgang met de ondergrond is. Voorbeelden hiervan zijn bodemverontreiniging, inklinking en bodemdaling, aantas-



ting van de zelfregulatie, afname van de biodiversiteit, enzovoort. In feite leiden deze negatieve effecten van menselijk handelen tot een verminderde functionaliteit. Dit wordt gekenmerkt door onomkeerbare ingrepen en het dynamiekverschil tussen de laagdynamische ondergrond en hoogdynamische samenleving dat zichtbaar wordt in afwenteling naar andere gebieden of naar de langere termijn. In deze studie is gepoogd om vanuit een positieve insteek ('objectives-led') aan te geven op basis van welke aspecten en voorwaarden bijgedragen kan worden aan een duurzame omgang met de ondergrond in de ruimtelijke ordening. In tabel 0.1 zijn kenmerken van de ondergrond gekoppeld aan duurzaamheidvoorwaarden.

#### Hoofdstuk 4 Planningsstrategieën voor ondergrond in de ruimtelijke ordening

Op basis van de inhoudelijk verkenning naar het karakter van ruimtelijke vraagstukken met een ondergrondse component kan een uitwerking gemaakt worden van de wijze waarop dit soort vraagstukken zorgvuldig en duurzaam ter hand genomen kunnen worden. In deze studie wordt ingegaan op drie planningsstrategieën die voor dit doel van betekenis kunnen zijn:

- Benaderingen waarin de complexiteit van ruimtelijke vraagstukken en de daarmee gepaard gaande onzekerheid aan de orde komt;
- De verschuiving van toelatingsplanologie naar ontwikkelingsplanologie met als centraal thema het belang van innovatie en voldoende kennis in samenhang met de veranderde rol van de overheid;
- De lagenbenadering als planningsinstrument dat dynamiekverschillen tussen lagen als uitgangspunt neemt én waarmee de ondergrond beter geïntegreerd kan worden in ruimtelijke planprocessen.

In tabel 0.1 zijn kenmerken van de ondergrond en duurzaamheidvoorwaarden gekoppeld aan concrete benaderingswijzen.

Kenmerk ondergrond	Duurzaamheidvoorwaarde	Duurzaam planproces
Levende en laagdynamische ondergrond.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lage dynamiek van ondergrondse processen zwaardere plaats geven in planvorming;</li> <li>• Aandacht voor afwenteling via de ondergrond naar andere gebieden;</li> <li>• Onomkeerbare ingrepen in de kwetsbare ondergrond zo veel mogelijk vermijden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toepassing lagen- c.q. netwerkbenadering</li> <li>• 'Nee-tenzij' principe; besluit pas nemen als er onomstotelijk geen negatieve gevolgen zijn.</li> </ul>
Ondergrond als multifunctioneel en samenhangend systeem.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondergrond holistisch benaderen: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Als samenhangend systeem;</li> <li>◦ Alle potenties in beeld;</li> </ul> </li> <li>• Mogelijke conflicten en synergiemogelijkheden in de ondergrond in beeld hebben en zoveel mogelijk vermijden c.q. benutten;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integraal en samenhangend omgevingsbeleid;</li> <li>• Integrale ondergrondtoets;</li> <li>• Alle potenties van de ondergrond in de grondlaag van de lagenbenadering.</li> </ul>
Kennis ondergrond is ontoreikbaar en/of versnipperd terwijl door innovatie de gebruiksmogelijkheden toenemen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voldoende kennis bij de beslissers om zorgvuldige besluiten te kunnen nemen door kennisuitwisseling tussen relevante actoren en beleidssectoren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consensusplanning in de vorm van sectoroverstijgende leerprocessen;</li> <li>• Kennisdeling en innovatie centraal;</li> <li>• Andere rol overheid: ontwikkelingsgericht;</li> <li>• lagenbenadering als integratiekader.</li> </ul>
Ondergrond is inherent complex en complex vanwege de derde dimensie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondergrond beschouwen als een complex geheel;</li> <li>• Ruimtelijke vraagstukken in 3D beschouwen als (zeer) complexe vraagstukken.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Communicatieve, bottom-up strategie;</li> <li>• Veel aandacht voor onzekerheid in planproces.</li> </ul>

## Hoofdstuk 5 Aardwarmte en stedelijke uitbreiding

Tenslotte wordt ingegaan op een praktijkvoorbeeld van de ondergrond in ruimtelijke planvorming: de benutting van aardwarmte bij stedelijke uitbreiding van Assen. Aardwarmte uit ondergrondse watervoerende lagen is in potentie kansrijk als een duurzame en stabiele energiebron. Benutting is echter aan een aantal randvoorwaarden gebonden, namelijk technische randvoorwaarden als de fysieke eigenschappen van de ondergrond en de aardwarmtepotentie van een laag en daarmee de rentabiliteit. Belangrijker voor deze studie is echter de noodzaak om te komen tot ruimtelijke afstemming met andere functies, zowel ondergronds (bijvoorbeeld interferentie met gasvelden) als bovengronds (afstemming met warmtevragende functies als woningbouw voor wat betreft een voldoende omvang en de ligging). In theorie kan de aardwarmtepotentie in de ondergrond (of energie in het algemeen) een belangrijk ordenend principe zijn bij het bepalen van locatie en omvang van stedelijke uitbreidingen. Dit is een vraagstuk dat zich met name op het strategisch beleidsniveau afspeelt.

De gemeente Assen is bezig met het ontwikkelen van een visie op de ruimtelijke ontwikkeling van de stadsrandzone. Op grond van de technische en ruimtelijke randvoorwaarden lijkt de situatie in Assen gunstig voor het combineren van aardwarmtewinning en stedelijke uitbreiding. Daarnaast is het aannemelijk dat de grondpositie van de gemeente een belangrijke factor is voor een succesvolle combinatie van aardwarmte en stedelijke uitbreiding.

Wat betreft het ruimtelijk planproces kan geconcludeerd worden dat in deze case sprake is van een aantal ingewikkelde relaties tussen functie zowel positief (synergie) als negatief (conflict), waarbij de derde dimensie een nadrukkelijke rol speelt. Hierdoor komen een aantal belangrijke nieuwe actoren in het spel met zwaarwegende belangen en mogelijk afwijkende doelstellingen. In de eerste fase van het planproces is de lagenbenadering als inventarisatie instrument gebruikt, echter zonder rekening te houden met ondergrondse potenties als aardwarmte. Aandacht hiervoor kwam pas relatief laat in het planproces toen locatiekeuzes al min of meer vastlagen. Mogelijk kan dit een faalfactor zijn voor een succesvolle toepassing van aardwarmte bij stedelijke uitbreiding. In het algemeen kan geconcludeerd worden dat deze case een met name organisatorisch complex ruimtelijk vraagstuk is. Een communicatieve op integratie gerichte planningsstrategie van leerprocessen waarin wordt gestreefd naar het vergaren en uitwisselen van kennis is daarom aan te bevelen. Dit vraagt van de overheden dat ze een stimulerende en ontwikkelingsgerichte houding aanneemt.

## Hoofdstuk 6 Conclusies en aanbevelingen

- Het is niet zinvol om voor de ondergrond specifiek en gedetailleerd beleid te ontwikkelen en het planningsproces daaraan te onderwerpen. Het is zinvoller om vooraf een aantal randvoorwaarden aan het planproces te stellen en per ruimtelijk vraagstuk daar invulling aan te geven. Er wordt dan niet geredeneerd vanuit negatieve beperkingen maar vanuit positieve condities waarmee de ondergrond een duurzame plaats kan innemen in de ruimtelijke ordening.
- Vraagstukken met een ondergrondse component zullen over het algemeen (zeer) complex van karakter zijn. Het zijn unieke gevallen waardoor een routinematige aanpak weinig kans van slagen heeft. Via een communicatieve bottom-up planningsstrategie zal er op een integrale wijze met alle relevante actoren gezamenlijk gezocht moeten worden naar innovatieve en creatieve oplossingen.
- Het is aan te bevelen om gericht te zijn op kennisdeling zodat er voldoende kennis is bij de beslissers voor duurzame en zorgvuldige beslissingen. Het is van belang dat de overheid optreedt als een min of meer gelijkwaardige partner met de nadruk op het actief stimuleren van bepaalde ontwikkelingen. Het is dan ook aan te bevelen om volgens de beginselen van ontwikkelingsplanologie het planproces vorm te geven.
- De lagenbenadering is een stap voorwaarts in de implementatie van het duurzaamheidsconcept in de ruimtelijke ordening en heeft zo een positieve invloed hebben op de duurzaamheid van ruimtelijke ingrepen. Daarnaast kan het de laagdynamische ondergrond een zwaardere plaats geven in ruimtelijke vraagstukken. Het is aan te bevelen om alle ondergrondse potenties een plaats mee te nemen in de analyse van de grondlaag. Vooral de productie- en bergingsfunctie ontbreekt vaak waardoor relaties (bijvoorbeeld synergie- en conflict-situaties) tussen ondergrond en bovengrond onzichtbaar kunnen blijven.
- Het verdient aanbeveling om onderzoek te doen naar de mogelijkheden van een ondergrondtoets in ruimtelijke procedures. Met behulp van zo'n toets kan rekening gehouden worden met alle potenties en eigenschappen van de ondergrond waardoor de zorgvuldigheid en duurzaamheid van beslissingen bevorderd wordt. Dit dient dan echter wel te gebeuren in samenhang met de al bestaande archeologie-, water- en natuurtoets. Ook economische potenties als aardwarmtepotentieel, opslagmogelijkheden, ruimtepotentieel zouden een plek moeten krijgen in zo'n toets.

---

**INHOUDSOPGAVE**

<b>VOORWOORD</b> .....	<b>I</b>
<b>SAMENVATTING</b> .....	<b>III</b>
<b>INHOUDSOPGAVE</b> .....	<b>VII</b>
<b>1 INLEIDING</b> .....	<b>1</b>
1.1 <i>Het toenemende belang van de ondergrond</i> .....	1
1.2 <i>Doelstelling</i> .....	4
1.3 <i>Vraagstelling</i> .....	5
1.4 <i>Methodiek</i> .....	6
<b>2 VERDIEPING IN DE ONDERGRONDSE MATERIE</b> .....	<b>11</b>
2.1 <i>Inleiding</i> .....	11
2.2 <i>De ondergrond als samenhangend systeem</i> .....	11
2.3 <i>De ondergrond als bestaansbron</i> .....	13
2.4 <i>Ontwikkeling en bescherming van de ondergrond: conflicten en synergie</i> .....	17
2.5 <i>Ruimtelijke planning in drie dimensies</i> .....	24
<b>3 ONDERGROND EN DUURZAAMHEID</b> .....	<b>27</b>
3.1 <i>Inleiding</i> .....	27
3.2 <i>Duurzaamheid en ruimtelijke planvorming</i> .....	27
3.3 <i>Effecten van gebruik van de ondergrond</i> .....	31
3.4 <i>Duurzaamheid en ondergrond</i> .....	33
<b>4 PLANNINGSSTRATEGIEËN VOOR RUIMTELIJKE VRAAGSTUKKEN IN 3D</b> .....	<b>37</b>
4.1 <i>Inleiding</i> .....	37
4.2 <i>Complexiteit van ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies</i> .....	37
4.3 <i>Ontwikkelingsgericht plannen</i> .....	42
4.4 <i>Ondergrond in de ruimtelijke ordening: lagenbenadering</i> .....	44
4.5 <i>Conclusie</i> .....	51
<b>5 STADSUITBREIDING EN AARDWARMTE: STADSRANDZONE ASSEN</b> .....	<b>53</b>
5.1 <i>Inleiding</i> .....	53
5.2 <i>Aardwarmte en warmte-/koudeopslag</i> .....	53
5.3 <i>Aardwarmte en stedelijke uitbreiding van Assen</i> .....	60
5.4 <i>Aardwarmte in een duurzaam ruimtelijk planproces: synthese</i> .....	65
<b>6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b> .....	<b>71</b>
<b>LITERATUURLIJST</b> .....	<b>75</b>
<b>BIJLAGEN</b> .....	<b>79</b>



## 1 INLEIDING

### 1.1 Het toenemende belang van de ondergrond

Nederland wordt steeds voller. Als gevolg van een toenemende welvaart blijft de ruimtedruk onder een afvlakkende bevolkingsgroei onverminderd groot. Door planologische schaarste is het noodzakelijk om op steeds inventievere manieren op zoek te gaan naar ruimte. In de eerste helft van de 20<sup>e</sup> eeuw werd nog ruimte 'gemaakt' door inpoldering met als voornaamste doel de landbouwarealen te vergroten. Ondanks recente planstudies naar bijvoorbeeld landwinning voor woningbouw en havens zal dit slechts een kleine bijdrage kunnen leveren aan het beantwoorden van de vraag naar ruimte. Om alle ruimtevragende functies een plek te geven worden nieuwe oplossingsrichtingen aangedragen die aangeduid zouden kunnen worden als intensivering van ruimtegebruik. Bijvoorbeeld door het combineren van functies waardoor ruimte efficiënter gebruikt kan worden of door meer hoogbouw toe te passen bij het ontwikkelen van kantoorlocaties of woonwijken. Daar waar de ruimtedruk hoog is zal men meer geneigd zijn om de derde dimensie nadrukkelijker te betrekken in ruimtelijke afwegingen.

Naast het benutten van extra ruimte 'in de hoogte' wordt de ruimte onder onze voeten ook steeds vaker serieus in beschouwing genomen. De ondergrond biedt immers een bijna onuitputtelijk reservoir aan ruimte voor functies waar bovengronds onvoldoende ruimte voor is. Een groot deel van de Nederlandse bodem in het meest verstedelijkte deel van het land werd tot voor kort veelal beschouwd als nauwelijks te benutten vanwege de ongunstige bodemgesteldheid. Projecten als de Noord-Zuidlijn, de tweede Heinenoordtunnel en de Westerscheldetunnel geven echter aan dat door nieuwe en innovatieve technieken gebruik van de ondergrond steeds minder gehinderd wordt door specifieke eigenschappen van klei en veenbodems. Uiteraard speelt de economische haalbaarheid ook een grote rol: door een steeds hogere ruimtedruk op maaiveldniveau wordt de ondergrond een steeds interessanter alternatief met het oog op stijgende grondprijzen<sup>1</sup> (Paul et al., 2002).

Net zo min als hoogbouw is het zoeken van ruimte voor functies in de ondergrond geen nieuw fenomeen. Ruimtedruk in steden is immers geen exclusief verschijnsel van de laatste jaren. Bekend is natuurlijk de ontwikkeling van ondergrondse metrosystemen tegen het eind van de 19<sup>de</sup> eeuw in steden als Boston, Londen, Parijs en Berlijn. In sommige steden heeft dit geleid tot de ontwikkeling van omvangrijke ondergrondse stedelijke gebieden. In bijvoorbeeld Montréal is vanuit de ondergrondse metrostations een ruim 30 kilometer lang netwerk van openbare wandelwegen ontwikkeld met winkels, kantoren en publieke voorzieningen (COB, 2004). Hier komt de ondergrond naar voren als reservoir van ruimte of – in andere woorden – een overloop voor de schaarse ruimte op het maaiveld.

De ondergrond vervult echter nog meer belangrijke functies dan ondergronds ruimtegebruik. Zo is de ondergrond bron van een grote verscheidenheid aan natuurlijke bestaansbronnen. Fossiele brandstoffen en hernieuwbare energiebronnen, drinkwater, zout en bouwstoffen worden uit de ondergrond gewonnen en benut voor de instandhouding en vooruitgang van de samenleving. De mogelijke winning van deze bestaansbronnen vertegenwoordigt een bepaalde economische waarde: Volgens De Mulder et al. (2003) vertegenwoordigen de Nederlandse bodemschatten een bruto economische waarde van gemiddeld € 10 miljard per jaar, waarvan het grootste deel voor rekening komt van de aardgaswinning. Een andere belangrijke functie van de ondergrond is die van drager van kabels, leidingen en buizen, mede vanuit risico overwegingen.

---

<sup>1</sup> Al lijkt soms het kunnen bewijzen van de bruikbaarheid van nieuwe technieken belangrijker te zijn dan de economische baten, zoals bijvoorbeeld bij de Groene Hart tunnel.

Naast deze min of meer traditionele functies is er de laatste tijd veel aandacht voor relatief nieuwe vormen van ondergrondse functies, namelijk de opslag van grondstoffen en producten in lege gasvelden of zoutkoepels. Gedacht kan worden aan de opslag van afval in zoutkoepels en het inrichten van gasbuffers voor het opvangen van pieken in de aardgasconsumptie. De laatste tijd wordt ook steeds nadrukkelijker gezocht naar functies van de ondergrond die een bijdrage kunnen leveren aan een duurzamere samenleving, bijvoorbeeld het winnen van aardwarmte uit ondergrondse zandsteenlagen of het opslaan van CO<sub>2</sub> in lege gasvelden of zoutkoepels (zie bijlage 1).

De relevantie van de ondergrond voor de samenleving blijft niet beperkt tot gebruiksmogelijkheden in de vorm van bestaansbronnen, opslagmogelijkheden of als ruimtereservoir. De ondergrond is ook van belang vanuit een heel andere invalshoek: namelijk als randvoorwaardenstellend voor de wijze waarop de bovengrondse samenleving functioneert, bijvoorbeeld zichtbaar in de manier waarop de leefomgeving op maaiveldniveau is ingericht. Ondanks dat in de afgelopen decennia de ruimtelijke inrichting van het maaiveld steeds minder afhankelijk is van de fysieke kenmerken van de ondergrond, komt men steeds meer tot het inzicht dat de ondergrond een belangrijk uitgangspunt is voor een duurzame inrichting. Sinds de rapportages van de Club van Rome en de Brundtlandt commissie kan een groeiend maatschappelijk besef met betrekking tot de draagkracht en kwetsbaarheid van natuurlijke systemen worden waargenomen. Zorg voor het milieu – en meer specifiek ook de bescherming van de ondergrond – is een relatief nieuw fenomeen en staat in een groeiende belangstelling. Zo kwam in de jaren tachtig en negentig de ondergrond steeds meer in de belangstelling door het beleid van bodembescherming. De ondergrond komt ook steeds meer onder de aandacht in de beleidssector van het (vernieuwd) waterbeheer (TNO, 2003).

De ondergrond is dus vanuit verschillende invalshoeken van steeds grotere betekenis voor de samenleving. Toch is het pas sinds kort dat het gebruik van de ondergrond problematische verschijnselen begint te vertonen en vragen oproept. Ten eerste is dat een kwestie van toegenomen kennis en maatschappelijke bewustzijn wat betreft de draagkracht en kwetsbaarheid van het natuurlijk systeem. Door deze groeiende aandacht voor duurzaamheid en de kwaliteit van het milieu is de ondergrond een item geworden voor ruimtelijke planning. En ook tegenwoordig is de kennis van de hoedanigheid en dynamiek van de ondergrond en gevolgen van ondergronds ruimtegebruik nog steeds relatief beperkt. Daarnaast kan geconstateerd worden dat het in sommige delen van Nederland steeds drukker wordt in de ondergrond door bovengrondse schaarste. Met een stijgende welvaart en ruimtedruk is het te verwachten dat de druk op ondergrondse ruimte in de toekomst ook steeds verder toe zal nemen. Ook komen door toenemende kennis over de ondergrond steeds meer innovatieve vormen van ondergronds ruimtegebruik in beeld. Geconcludeerd kan worden dat ondergronds ruimtegebruik steeds meer knelpunten kan opleveren, zich uitend in bijvoorbeeld conflicten tussen functies, effecten van onzorgvuldig ruimtegebruik of aantasting van bepaalde kwaliteiten van de ondergrond voor natuur en landschap (COB, 2004). Aan de andere kant kan de ondergrond ook grote kansen bieden, bijvoorbeeld door meervoudig ruimtegebruik of synergie tussen bepaalde ondergrondse potenties en bovengrondse functies.

### **Ondergrond en ruimtelijke ordening**

Voor ruimtegebruik op maaiveldniveau is het gebruikelijk om relevante sectoren met een ruimteclaim mee te nemen en zorgvuldig af te wegen door vragen als “waar kan wat” en “wat kan waar” te stellen en te beantwoorden op basis van diverse criteria. Dit zogenaamde facetbeleid van ruimtelijke ordening op de drie overheidsniveaus wordt al decennia uitgevoerd. In de huidige praktijk wordt de ondergrond echter alleen meegenomen in het afwegingsproces als ze een duidelijke relatie hebben met de oppervlakte (bijvoorbeeld ondergrondse parkeergarages, ontgrondingen en buisleidingen). Op zichzelf staand ondergronds ruimtegebruik wordt veelal sectoraal geregeld en afgewogen. Het beleid hiervoor is verspreid over een aantal voor de ondergrond relevante sectoren, bijvoorbeeld ontgrondingen, wa-

teronttrekkingen, mijnbouw, energie en archeologie. Ook is er weinig aandacht voor afstemming tussen ondergrondse en bovengrondse functies en de onderlinge relaties.

Het gevaar is dat de economische waarde van de ondergrond de boventoon voert bij ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies. Benutting en bescherming van de ondergrond staan dan vaak op gespannen voet met elkaar. Het is echter van belang dat er een evenwichtige balans gevonden wordt tussen economisch rendement, welzijn van mensen en respect voor het milieu (De Mulder et al., 2003). Omdat duurzame ontwikkeling in het algemeen gedefinieerd wordt aan de hand van deze drie dimensies (economisch, sociaal en ecologisch) stellen verschillende auteurs dit begrip centraal bij afwegingen van ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond is betrokken (COB, 2004; De Mulder et al., 2003). Ook in het Europees (EU Kaderrichtlijn Bodem), nationaal (VROM, 2003 en 2004) en provinciaal bodembeleid (Provincie Drenthe, 2006) komt het duurzaamheidsconcept terug als centraal afwegingscriterium.

Algemeen wordt dan ook voorgesteld om de afweging tussen ondergrondse potenties en bovengronds ruimtegebruik meer te betrekken in ruimtelijk vraagstukken. Door meer sectoroverstijgend te werken kan meer rekening worden gehouden met mogelijke conflicten en synergievoordelen tussen ondergrondse functies maar ook met bovengrondse functies. Ook het ministerie van VROM hanteert dit standpunt zoals blijkt uit de 'Beleidsbrief ruimtelijke ordening ondergrond' (VROM, 2004). Ook belangrijk is de constatering dat voor een ruimtelijke ordening in drie dimensies in principe geen nieuw planingsstelsel opgetuigd hoeft te worden. Uit verschillende onderzoeken (bijvoorbeeld COB, 2004 en Werksma, 2001) en projecten blijkt dat de huidige wet- en regelgeving op het gebied van de ruimtelijke ordening geen fundamentele belemmering oplevert voor het ordenen van ondergronds ruimtegebruik. Juridisch is het apart bestemmen van de ondergrond mogelijk en in de nieuwe Wet op de Ruimtelijke Ordening wordt zelfs expliciet rekening gehouden met de ondergrond<sup>2</sup>.

Het gaat meer om bewustwording omtrent de noodzaak en mogelijkheden om rekening te houden met de randvoorwaarden die de ondergrond stelt aan de ruimtelijke inrichting. De huidige praktijk van ruimtelijke ordening en omgevingsbeleid op alle overheidsniveaus is echter nog sterk gericht op twee dimensies en er is weinig ervaring met het ruimtelijk plannen in drie dimensies. De kernopgave volgens het COB (2004) is om "bewust en verantwoord gebruik van de ondergrond beter te borgen in bestaande wet- en regelgeving en instrumenten" omdat er een grote onbekendheid is met de mogelijkheden die het bestaande planningsinstrumentarium biedt voor het mee-ordenen van de ondergrond. Verkenning en ontwikkeling van de mogelijkheden van het huidige instrumentarium en bewustwording van die mogelijkheden is dus de grootste uitdaging op dit gebied. VROM (2004) stelt dat het Rijk hierin een kaderstellende en stimulerende rol speelt, terwijl provincies voor de opgave staan om het huidige en mogelijk toekomstige gebruik en de waarden van de ondergrond integraal mee te wegen in hun ruimtelijke plannen en besluiten.

### **Drenthe**

In de provincie Drenthe staan in het kader van het provinciaal omgevingsbeleid zowel de potenties van de ondergrond als het gebruik van het duurzaamheidsconcept in de aandacht. Drenthe heeft een lange traditie van benutting van ondergrondse potenties. In het zuidoosten bij Schoonebeek is in het verleden olie gewonnen en met nieuwe technieken is er zelfs weer sprake van het eventueel opnieuw

---

<sup>2</sup> In de huidige WRO van 1965 wordt de ondergrond niet expliciet benoemd als werkterrein van de ruimtelijke ordening. Echter, uit de praktijk en jurisprudentie blijkt dat dit geen juridische belemmeringen heeft opgeworpen voor het regelen van ondergrondse functies (Werksma, 2001). In de nieuwe Wro – die naar verwachting in 2007 in werking gaat treden – wordt onder het woord 'grond' zowel bovengrond als ondergrond verstaan (zie bijlage 2).

opstarten van winning. Verspreid in de hele provincie komen aardgasvelden voor die in eerste instantie voor winning zijn gebruikt, maar eenmaal leeg worden ze ook interessant voor gebruik als buffer voor het opvangen van verbruikpieken, oftewel voor gasopslag. Net als in andere delen van het land zijn ook in Drenthe de laatste jaren meerdere nieuwe vormen van gebruik van de ondergrond onder de aandacht gekomen. Zo is de ondergrond van Drenthe in de aandacht geweest als mogelijkheid voor opslag van nucleaire afvalstoffen in zoutkoepels en is in Langelo al weer enige jaren succesvol een aardgas opslaglocatie in bedrijf. In tegenstelling tot meer verstedelijkte gebieden als bijvoorbeeld de Randstad is benutting van de ondergrond voor bouwwerken als infrastructuur of woningbouw minder aan de orde. De ruimtedruk bovengronds in het weinig verstedelijkte Drenthe – en daarmee de maatschappelijke relevantie – is relatief laag, waardoor bouwkundige oplossingen in de derde dimensie weinig in beeld komen.

In het tweede Provinciaal Omgevingsplan (POPII) neemt duurzame ontwikkeling een centrale plaats in (Provincie Drenthe, 2004). Een belangrijk duurzaamheidsaspect (in het POPII grondslagen genoemd) is het ontwikkelen van een meer duurzame energiehuishouding waarin gestreefd wordt naar een ont koppeling tussen economische groei en de uitstoot van broeikasgassen. Dit streven is verder uitgewerkt in de Nota Energiebeleid. Hierin worden onder andere de opslag van CO<sub>2</sub> en benutting van aardwarmte genoemd als kansrijke ontwikkelingen waarmee de uitstoot van CO<sub>2</sub> gereduceerd kan worden (Provincie Drenthe, 2006). Recent is door TNO (2006) in opdracht van de provincie Drenthe onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden voor de winning van aardwarmte en de mogelijkheden voor de opslag van CO<sub>2</sub> in de ondergrond. Uit dit onderzoek is duidelijk geworden dat de Drentse ondergrond grote potenties heeft, zowel voor winning van aardwarmte als voor opslag van CO<sub>2</sub>. Omdat beide gebruiksmogelijkheden een bijdrage kunnen leveren aan een duurzamere samenleving sluit dit nauw aan bij de beleidsdoelstellingen van het omgevingsbeleid van de provincie Drenthe. Deze potenties van de ondergrond zijn innovatieve ontwikkelingen en relatief nieuw in Nederland. Het is echter de vraag op welke wijze ze op een goede wijze geïntegreerd kunnen worden in de bestaande (beleids)praktijken van de provincie en andere betrokken actoren én hoe ze doorwerken in specifieke ruimtelijke vraagstukken. Het is dus de kunst om (nieuwe) potenties van de ondergrond op een creatieve wijze te verknopen met de ruimtelijke inrichting bovengronds. Platgetreden paden zullen hierbij eerder niet dan wel bewandeld kunnen worden.

## 1.2 Doelstelling

De ondergrond wordt steeds bekender en het belang bij de ondergrond zal alleen maar toenemen. Er worden steeds meer gebruiksmogelijkheden ontdekt en het is aannemelijk dat de verschillende belangen met betrekking tot de ondergrond en bovengrondse functies steeds meer met elkaar in conflict kunnen komen. Ook wordt het duidelijker dat er zich meer situaties van synergie kunnen voordoen. Daarnaast wordt de ondergrond ook steeds vaker benaderd vanuit beschermingsdoelstellingen. Doordat vraagstukken met betrekking tot de ondergrond vaak sectoraal benaderd en afgewogen worden kunnen onderlinge (positieve en negatieve) relaties verborgen blijven. Ondergrondse (te benutten) potenties en (te beschermen) waarden zouden veel explicieter meegenomen moeten worden als randvoorwaarde in ruimtelijke vraagstukken. Van belang is dat het niet gaat om het eenzijdig ordenen van alleen de ondergrond – plannen in de ondergrond – maar om een uitbreiding van bestaande praktijken: een driedimensionale ruimtelijke ordening, oftewel: plannen mét de ondergrond.

Het ligt voor de hand dat het karakter van het vraagstuk anders is dan 'normale' bovengrondse vraagstukken als gevolg van het (expliciter) betrekken van ondergrondse potenties. Men moet zich dus afvragen *op welke wijze* zorgvuldige ruimtelijke afwegingen gemaakt kunnen worden als de ondergrond meer wordt betrokken in de ruimtelijke ordening. Zoals gezegd blijkt uit verschillende onderzoeken dat de huidige wetten en regels op het gebied van ruimtelijke ordening in principe toereikend zijn



voor het beter betrekken van de ondergrond in ruimtelijke afwegingen. Formeel-juridisch is er geen probleem en heeft er nooit een probleem bestaan wat betreft het mee-orderen van de ondergrond.

Echter, vaststelling van wet- en regelgeving is uiteraard nog geen waarborg dat afweging van ruimtegebruik in drie dimensies daadwerkelijk zorgvuldig gebeurt. Als het karakter van een vraagstuk wezenlijk verandert en complexer wordt – planning in twee dimensies wordt immers planning in drie dimensies – is het van belang om te onderzoeken in hoeverre bestaande werkwijzen en beleidspraktijken toereikend zijn of zonodig aangepast moeten worden. Bewustwording van de mogelijkheden en ontwikkeling van bestaande instrumenten en methodes zijn minstens zo belangrijk als de formeel-juridische aspecten. Hiervoor is het van belang om eerst te onderzoeken wat het specifieke karakter is van en vervolgens te beschouwen met welke specifieke instrumenten en methodes driedimensionale ruimtelijke vraagstukken benaderd kunnen worden om zorgvuldige afwegingen te kunnen maken. Omdat de ondergrond van groot belang is vanuit economisch, ecologisch en sociaal oogpunt wordt het duurzaamheidsconcept – in brede zin – als leidraad gebruikt voor deze verkenning.

Tenslotte wordt in deze studie ingegaan op een specifieke situatie in de provincie Drenthe waarin de ondergrond van directe invloed is op de ruimtelijke inrichting bovengronds. In deze case zal beschouwd worden op welke manier het gebruik van een ondergrondse potentie (geothermie) een rol speelt in het ruimtelijke planproces waarin gezocht wordt naar stedelijke uitbreidingsmogelijkheden in Assen.

Samengevat: Deze studie is erop gericht om te onderzoeken wat het specifieke karakter is van ruimtelijke vraagstukken met een ondergrondse component en hoe dit soort vraagstukken op een duurzame en zorgvuldige wijze aangepakt kan worden.

### 1.3 Vraagstelling

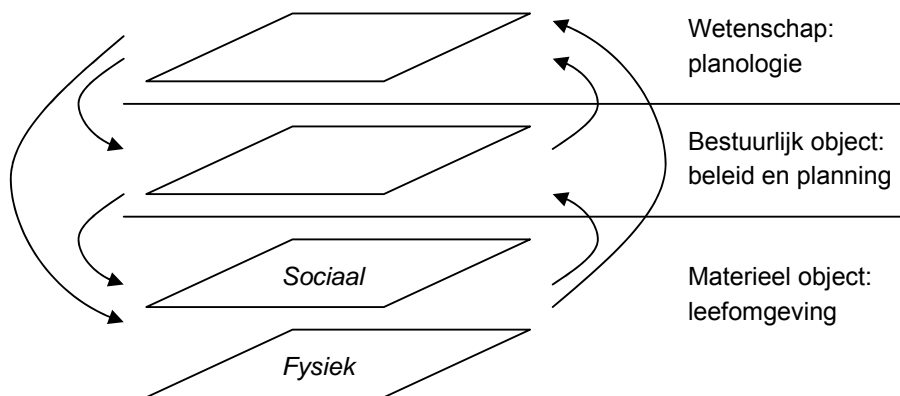
*Wat is het specifieke karakter van ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies en hoe kunnen ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond betrokken is op een duurzame en zorgvuldige wijze aangepakt worden?*

- Wat is de specifieke waarde van de ondergrond voor de samenleving (hoofdstuk 2)?
- Welke belangen zijn gemoeid met de ondergrond en wat voor spanningen kan dat opleveren? (hoofdstuk 2)
- Hoe wordt gebruik en bescherming van de ondergrond geregeld in de beleidspraktijk en in hoeverre voldoet dit voor het zorgvuldig afstemmen van ruimtelijke belangen met betrekking tot de ondergrond? (hoofdstuk 2)
- Wat betekent het duurzaamheidsconcept voor het zorgvuldig afwegen van ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond betrokken is? Welke duurzaamheidsaspecten zijn van belang voor een duurzame omgang met de ondergrond in ruimtelijke vraagstukken? (hoofdstuk 3)
- Welke planningsstrategieën kunnen gevolgd worden rekening houdend met duurzaamheid en het specifieke karakter van ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies? (hoofdstuk 4)
- Op welke wijze is de aardwarmtepotentie van de ondergrond opgenomen in het planproces omtrent stedelijke uitbreiding van Assen en verhoudt zich dit met de theoretische beschouwingen? (hoofdstuk 5)

## 1.4 Methodiek

Voor het beantwoorden van deze vragen is het van belang om een beschrijving te geven van de wijze waarop ruimtelijke vraagstukken benaderd kunnen worden. Om zorgvuldige ruimtelijke afwegingen te kunnen maken zijn planologen en beleidsmakers continue bezig met het aanpassen van bestaande werkwijzen aan nieuwe inzichten en maatschappelijke veranderingen. Zeker in ons land waar een grote verscheidenheid aan functies op een relatief kleine oppervlakte naast elkaar moeten kunnen functioneren zonder in conflict te raken is dit van groot belang. Het systematisch nadenken over een goede situering van de functies en de effecten die dat oplevert is daarom een noodzakelijke activiteit. Zoals beschreven in de inleiding zal hier steeds meer over nagedacht moeten worden met inbegrip van de derde dimensie, oftewel de ondergrond. En omdat de ruimte – bovengronds en ondergronds – vaak maar op één manier bestemd kan worden en omdat dit vaak voor een lange tijd vaststaat is een zorgvuldig en actief ruimtelijk beleid noodzakelijk. In Nederland is dit al sinds jaar en dag geïnstitutionaliseerd als een formele overheidsactiviteit. Door middel van ruimtelijke planning wordt getracht de inrichting van de leefomgeving bewust te sturen met als uiteindelijk doel het bevorderen van het welzijn van de samenleving. In dit onderzoek vinden een groot aantal afwegingen plaats ten aanzien van de verschillende belangen, maatschappelijke en economische kosten en baten, enzovoort. Het daadwerkelijk ingrijpen kan plaatsvinden door middel van regelgeving of via fysieke maatregelen.

Ruimtelijke planning wordt door Voogd (2001) gedefinieerd als een activiteit of proces: “de systematische voorbereiding van beleidsvormende en –uitvoerende handelingen, die gericht zijn op het bewust interveniëren in de ruimtelijke orde en op de organisatie van deze interventies.” Bij het bestuderen van de ruimtelijke planning kunnen twee studieobjecten worden onderscheiden, namelijk het materieel object en het bestuurlijk object en de wisselwerking daartussen (De Roo en Voogd, 2004; figuur 1.1). Het materieel object bestaat uit de leefomgeving en de sociale en fysieke processen die zich daarin afspelen. Het materieel object wordt beschouwd vanuit het bestuurlijk object dat zich bezig houdt met de keuzes die gemaakt worden ter beïnvloeding van de fysieke (en sociale) leefomgeving. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen de daadwerkelijke interventie en de voorbereiding van de interventie inclusief de organisatie daarvan.

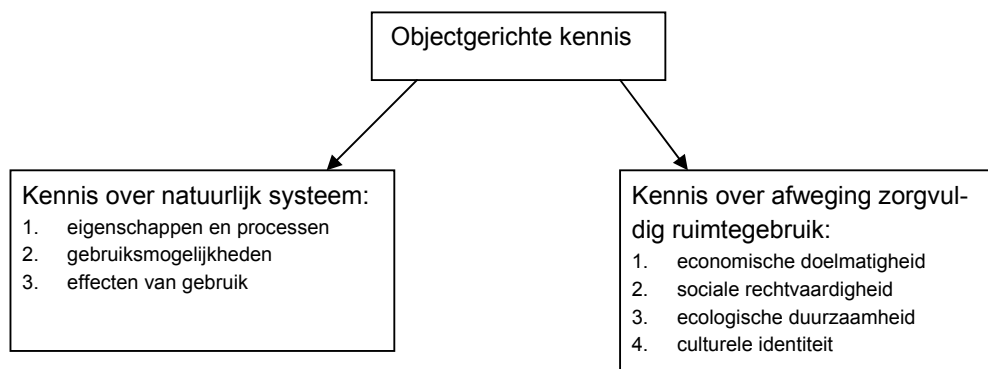


Figuur 1.1 Objecten van de planologie (Bron: De Roo en Voogd, 2004)

Volgens Voogd (2001) zijn voor het afwegen van ruimtegebruik twee soorten kennis van belang, namelijk substantiële kennis en procedurele kennis. Bij substantiële kennis gaat het om inzicht in de structuren en processen van het materieel object van planning (bijvoorbeeld bodemverontreiniging, grondwaterstromen, ligging gasvelden) en bij procedurele kennis gaat het om inzicht in structuren en

processen met betrekking tot de wijze van planning (overleg, regelgeving, organisatie, enz.). Ook Van der Vlist (1998) neemt het onderscheid tussen inhoud en proces als uitgangspunt als hij omgevingsplanning definieert als “de poging om ten behoeve van de publieke zaak kennis te verbinden met het handelen met betrekking tot de fysieke organisatie”. Volgens Van der Vlist bestaat de planningsopgave van omgevingsplanning uit zowel een inrichtingsopgave als een stuuropgave.

Bij de inrichtingsopgave gaat het om objectgerichte kennis over de fysieke inrichting en de totstandkoming van een bepaalde inrichtingssituatie. Volgens Van der Vlist (1998) is de fysieke inrichting gebonden aan de regulatie van natuurlijke systemen én is ze onderhevig aan de dynamiek van de maatschappelijke beleidspraktijk met betrekking tot ruimtelijke ordening (figuur 1.2).



Figuur 1.2 Aspecten van de inrichtingsopgave van ruimtelijke vraagstukken

### Natuurlijk systeem

In de eerste plaats is kennis over eigenschappen van het natuurlijk systeem van belang. Van der Vlist (1998) noemt de volgende aspecten:

1. kennis over de kenmerken en de werking van het natuurlijk substraat;
2. kennis over de mogelijkheden om het natuurlijk substraat te beïnvloeden, te conditioneren en te gebruiken;
3. kennis over de effecten van gebruik op het natuurlijk substraat.

Er kan op verschillende manieren tegen het natuurlijk systeem worden aangekeken. Kaiser et al. (1995) noemt dit: “conceptions of the role of the natural environment in human affairs.” Deze concepties zijn te beschouwen als grondhoudingen van de wijze waarop verschillende actoren tegen de natuurlijke omgeving en milieu aankijken en afwegingen maken omtrent gebruik of bescherming daarvan. De volgende drie grondhoudingen worden genoemd:

1. Het milieu is een productiegoed, levert natuurlijke hulpbronnen en vertegenwoordigt een bepaalde economische waarde.
2. Hiertegenover staat de conceptie dat de natuur en milieu vanuit zijn intrinsieke waarde bestaansrecht en bescherming verdient.
3. Het vinden van een evenwicht c.q. harmonie tussen menselijk handelen en zijn omgeving.

Meer specifiek voor de ondergrond onderscheidt VROM (2001) drie verschillende grondhoudingen om de ondergrond te beschouwen welke sterk overeenkomen met de drie bovengenoemde grondhoudingen. VROM (2001) noemt de “wereld” van het ondergronds bouwen waarin de ondergrond vooral gezien wordt als een ruimtspotentieel en productiegoed. Een heel andere benadering is die waarin de ondergrond gezien wordt als een samengesteld systeem van biologische, hydrologische en bodemprocessen. In de derde plaats kan de ondergrond beschouwd worden als één van de drie lagen –

naast de netwerk- en occupatielaag – waarin de ruimtelijke werkelijkheid ontleed kan worden en die elkaar wederzijds beïnvloeden. Deze drie benaderingen hebben elk hun eigen invalshoek om tegen de ondergrond aan te kijken en staan voor professies of discourses met elk hun eigen jargon.

De hierboven beschreven grondhoudingen komen overeen met de drie objectgerichte kennisvelden die door Van der Vlist (1996) worden onderscheiden. In tabel 1.1 is weergegeven wat de onderlinge verhoudingen zijn. De drie benaderingen kunnen aangeduid worden met de begrippen ecocentrisch, antropocentrisch en duurzaamheid. In deze studie zal aan de hand van deze drie benaderingswijzen ingegaan worden op het karakter van de ondergrond, op welke wijze de ondergrond is te gebruiken en tenslotte hoe op een duurzame wijze de ondergrond betrokken kan worden bij de ruimtelijke ordening.

*Tabel 1.1 Benaderingen van de natuur en ondergrond*

	<b>Kennisvelden natuurlijk systeem (Van der Vlist, 1996)</b>	<b>Grondhoudingen natuur (Kaiser et al., 1995)</b>	<b>Ondergrondse 'werelden' (VROM, 2001)</b>
<b>Ecocentrisch</b>	Kennis over kenmerken en werking natuurlijk substraat	Bestaansrecht en bescherming natuur en milieu vanwege intrinsieke waarde	Ondergrond als samengesteld systeem van ecologie, hydrologie en bodem
<b>Antropocentrisch</b>	Kennis over de mogelijkheden om natuurlijk substraat te beïnvloeden, conditioneren en gebruiken.	Natuur als productiegoed met bepaalde economische waarde	Ondergrond als ruimtete-potentieel en productiegoed
<b>Duurzaamheid</b>	Kennis over de effecten van gebruik op het natuurlijk substraat	Het vinden van evenwicht tussen menselijk handelen en natuur en milieu	Ondergrond als één van de drie elkaar beïnvloedende lagen

### Zorgvuldig ruimtegebruik

In de tweede plaats is het van belang kennis te hebben van maatschappelijke ontwikkelingen die van invloed zijn op afweging van ruimtelijke vraagstukken, bijvoorbeeld sociaal-maatschappelijke aspecten als de verdeling van schaarse goederen, economische aspecten als de dynamiek van de markt of de grenzen die zijn gesteld aan het gebruik van het natuurlijk substraat. In lijn hiermee is de constatering van Van Engelsdorp-Gastelaars en Salet (1996) die stellen dat voor een goede ruimtelijke orde in algemene zin drie maatstaven van belang zijn: economische doelmatigheid, sociale rechtvaardigheid en ecologische duurzaamheid. De VROM-raad (2001) voegt hier nog een vierde aspect aan toe, namelijk culturele identiteit<sup>3</sup>. Gesteld wordt dat er pas sprake kan zijn van zorgvuldig ruimtegebruik wanneer ruimtelijke keuzes het resultaat zijn van een grondige, samenhangende afweging tussen deze vier inhoudelijke aspecten. Ook kennis over het zorgvuldig afwegen van ruimtegebruik komt terug in deze studie: vanuit het duurzaamheidsconcept wordt beschouwd welke aspecten van belang zijn voor het maken van zorgvuldige ruimtelijke afwegingen waarbij de ondergrond betrokken is.

Aan de hand van deze twee kennisvelden kunnen conclusies worden getrokken over de specifieke eigenschappen van ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond is betrokken. Dit vormt de input voor kennis over de stuuropgave voor dit soort vraagstukken. Hierbij gaat het om de procedurele aspecten van ruimtelijke planning: inzicht in de methodes, processen en organisatie met betrekking tot de wijze van planning (Voogd, 2001). Een veelbestudeerd aspect is bijvoorbeeld de verhouding tussen de diverse betrokken publieke en private actoren. In het algemeen kan geconstateerd worden dat

<sup>3</sup> In het vervolg van deze studie zal culturele identiteit worden weggelaten. De andere drie afwegingscriteria komen sterk overeen met de dimensies van duurzame ontwikkeling die algemeen gehanteerd worden (economisch haalbaar, sociaal rechtvaardig en ecologisch verantwoord). Vaak worden ook de ruimtelijke kwaliteitscriteria van Vitruvius gebruikt (gebruikswaarde, belevingswaarde, toekomstwaarde) (Habiforum, 2001).

de plek die de overheid inneemt ten opzichte van andere publieke en private actoren aan verandering onderhevig is. Beleidsinitiatieven komen allang niet meer alleen van de overheid, maar ook van private actoren (burgers, bedrijven en maatschappelijke organisaties). De overheid fungeert in ruimtelijke vraagstukken steeds meer als een nevengechikte, stimulerende en faciliterende actor in een pluricentrisch netwerk in plaats van als een bovengeschikte, sturende en toetsende actor in een hiërarchisch netwerk (De Roo en Voogd, 2004).

### **Opbouw onderzoek**

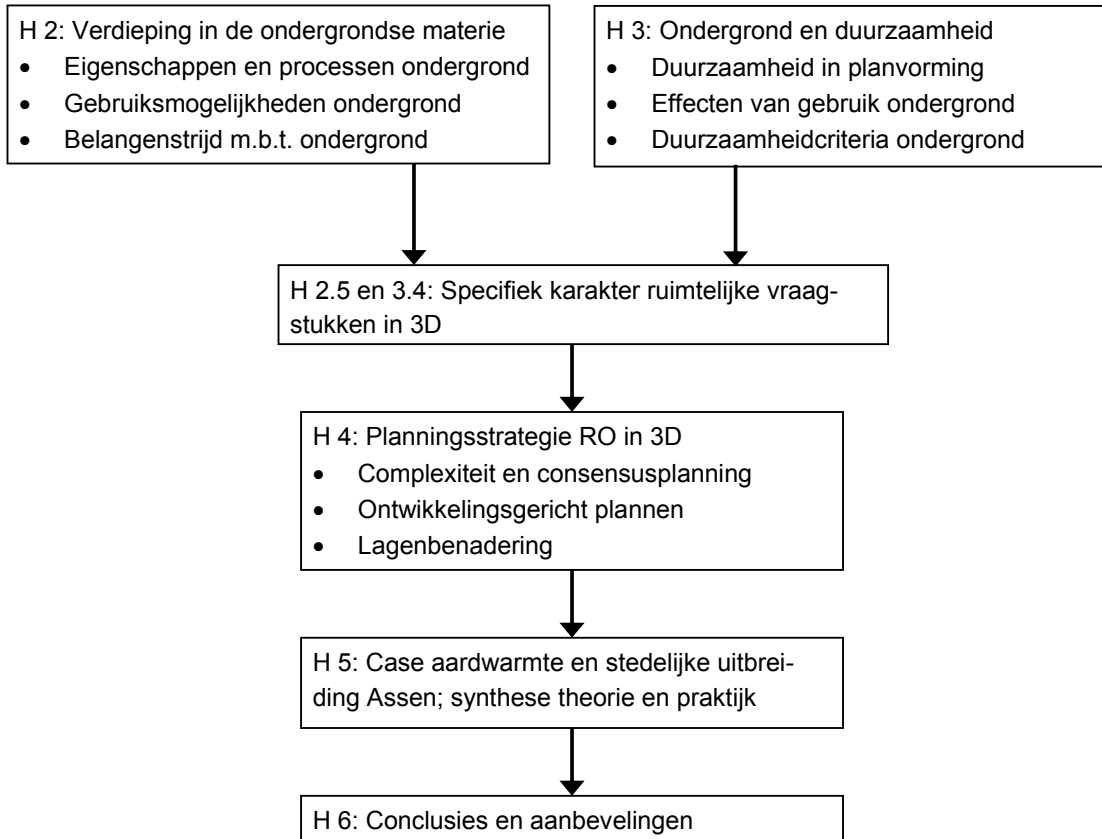
In het voorgaande is kort ingegaan op de inhoudelijke en procedurele context van ruimtelijke planning. Deze aspecten zullen in dit rapport nader toegespitst worden op de ondergrond en – meer specifiek – op ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies. De opbouw van deze studie is samengevat in figuur 1.3.

In hoofdstuk 2 zal eerst dieper op het studieonderwerp worden ingegaan. Dit gebeurt aan de hand van de eerste twee kennisaspecten van het natuurlijk systeem: de eigenschappen en processen van de ondergrond én de gebruiksmogelijkheden (figuur 1.2). Vervolgens komt in dit hoofdstuk de verschillende belangen die in het spel zijn bij ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies aan de orde. Ook wordt beschouwd op welke wijze in de beleidspraktijk en in wet- en regelgeving omgegaan wordt met de ondergrond. Het hoofdstuk eindigt met een aantal conclusies over de wijze waarop ruimtelijke vraagstukken benaderd zouden moeten worden.

In hoofdstuk 3 staat het duurzaamheidsconcept centraal. Geredeneerd vanuit specifieke eigenschappen van de ondergrond wordt de vraag gesteld onder welke voorwaarden de ondergrond duurzaam betrokken kan worden bij ruimtelijke vraagstukken. Eerst wordt ingegaan op het duurzaamheidsconcept en een aantal voorbeelden van operationalisering. Vervolgens wordt een beschouwing gegeven over wat de gevolgen kunnen zijn van een niet-duurzame omgang met de natuurlijke systemen in de ondergrond. Tenslotte wordt een poging ondernomen om niet vanuit beperkingen maar zo veel mogelijk vanuit een positieve insteek aan te geven wat het duurzaamheidsconcept betekent voor ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies. Op basis van de karakteristieken van de ondergrond en ruimtelijke vraagstukken die daarmee rechtstreeks verband houden worden een aantal duurzaamheidsvoorwaarden gedefinieerd.

Zoals gezegd staan de inhoudelijke en procedurele kant van ruimtelijke planning niet los van elkaar, maar zijn onvermijdelijk nauw op elkaar betrokken. Oftewel: de objectgerichte aspecten van een ruimtelijke vraagstuk met de ondergrond stelt voorwaarden aan de procedurele aspecten. Er bestaan vele soorten ruimtelijke vraagstukken die elk om een specifieke benaderingswijze vragen. De inhoudelijke kennis over de ondergrond van hoofdstuk 2 en 3 wordt daarom gebruikt om in hoofdstuk 4 te analyseren op *welke wijze* ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies zorgvuldig benaderd kunnen worden en hoe het planvormingsproces vormgegeven kan worden. Ingegaan wordt op complexiteit in ruimtelijke vraagstukken, ontwikkelingsplanologie en tenslotte een specifieke methode: de lagenbenadering.

De hoofdstukken 2, 3 en 4 zijn hoofdzakelijk gebaseerd op bestaande theorieën en beschrijvingen. In hoofdstuk 5 zal aan de hand van een case ingegaan worden op een concreet ruimtelijk vraagstuk waarin ondergrondse potenties een directe invloed kan hebben op het verloop van het planproces, namelijk de aardwarmtepotentie van de ondergrond en het planproces voor stedelijke uitbreiding van Assen. Tenslotte wordt een synthese gemaakt van theorie en praktijk. In het laatste hoofdstuk worden enkele algemene conclusie getrokken en aanbevelingen gedaan voor de beleidspraktijk.



*Figuur 1.3 Opbouw onderzoek*

## 2 VERDIEPING IN DE ONDERGRONDSE MATERIE

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de eigenschappen van de ondergrond en de betekenis daarvan voor onze samenleving. De ondergrond wordt beschouwd vanuit de eerste twee grondhoudingen waarmee tegen de ondergrond aangekeken kan worden, namelijk ecocentrisch en antropocentrisch. In §2.2 staat de ecocentrische grondhouding centraal: de ondergrond als ecosysteem en de intrinsieke waarde daarvan. In §2.3 wordt ingegaan op de antropocentrische grondhouding. Hierin wordt de mens en de ontwikkeling van de samenleving als uitgangspunt genomen. De natuur en ondergrond wordt beschouwd vanuit de economische baten die het kan opleveren voor de samenleving. De derde grondhouding – duurzaamheid – zal in hoofdstuk 3 aan de orde komen. Hierbij is de aard van de wederzijdse relatie tussen de samenleving en de ondergrond het uitgangspunt, namelijk het streven naar een duurzame situatie waarin zowel de samenleving als de natuur in een evenwichtige balans kunnen voortbestaan.

In §2.4 komt de achtergrond van het toenemende belang van de ondergrond aan de orde, vervolgens welke soort belangen er in het spel zijn en de wijze waarop dit door de overheid in wet- en regelgeving is geregeld. Ook wordt ingegaan op de spanningen die zich kunnen voordoen tussen functies en waarden zowel ondergronds als bovengronds. Tenslotte zullen in §2.5 kanttekeningen worden geplaatst bij de mate waarin bestaande beleidspraktijken in staat zijn om spanningen tussen de uiteenlopende belangen op te lossen en welke rol ruimtelijke planning hierin kan spelen. Ook wordt een aantal conclusies getrokken over de specifieke kenmerken van ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies. Dit dient als input voor de volgende hoofdstukken.

### 2.2 De ondergrond als samenhangend systeem

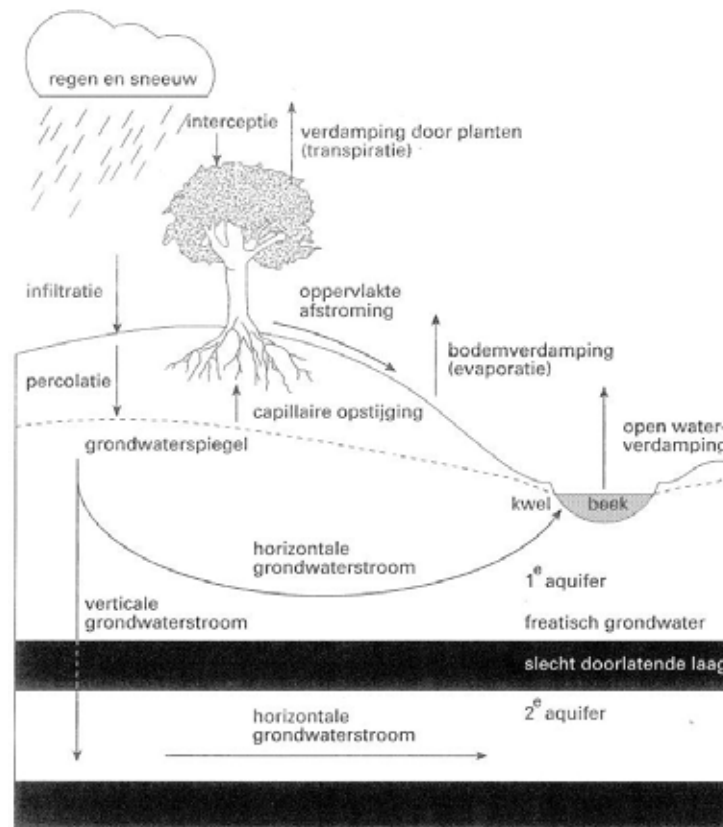
De ondergrond is de drager van onze samenleving. Een vaste, stevige, stabiele en onveranderlijke laag onder de voeten zorgt er voor dat de mensheid zich op deze planeet kan bevinden in de meest ruime zin van het woord. De ondergrond wordt algemeen beschouwd als een stabiele en onveranderlijke laag. De uitdrukking ‘vaste grond onder de voet hebben’ maakt duidelijk dat de ondergrond positief gewaardeerd wordt als uitgangspunt waarop we als mens kunnen bouwen, letterlijk en figuurlijk. Toch is deze stabiliteit relatief. De vaste grond onder onze voeten is zeker geen levenloos en bewegingsloos geheel. Zo vinden tot op kilometers diepte processen plaats die de samenstelling van de grond beïnvloeden, bijvoorbeeld door levende organismen of grondwaterstromen waarin water slechts met centimeters per jaar verplaatst. Verder kan gedacht worden aan de beweging van de ondergrond veroorzaakt door aardkrachten, bijvoorbeeld de bodemdaling van West-Nederland wat mede het gevolg is van tektoniek en compactie (De Mulder et al., 2003). Dat de ondergrond niet zonder beweging is blijkt nog het meest als de ondergrond plotseling opleeft: in sommige delen van de wereld zijn aardbevingen en vulkanisme eerder regel dan uitzondering. Ook in Nederland is dit als gevolg van gaswinning een regelmatig voorkomend verschijnsel.

Vaak worden processen in de ondergrond gekenmerkt door een (zeer) traag verloop dat de duur van mensenlevens veelvoudig overstijgt. De ondergrond is dus allesbehalve levenloos: het is maar op welke tijdschaal de dynamiek van de processen wordt bestudeerd (VROM, 2001). Over het algemeen kan geconcludeerd worden dat de ondergrond van Nederland – waar aardbevingen en vulkanisme van enige impact nauwelijks voorkomen – langzaam leeft in vergelijking met de dynamiek van de samenleving. Anders gezegd: de ondergrond heeft een lage(re) dynamiek. Het trage verloop van processen en kringlopen dat zo kenmerkend is voor de ondergrond heeft zowel negatieve als positieve

ve consequenties (COB, 2004). De ondergrond bezit namelijk een grote buffercapaciteit tegen beïnvloeding door menselijke processen. Ingrepen die in een relatief korte tijd plaatsvinden kunnen pas over een veel langere termijn en op hele andere plaatsen zichtbare effecten tot gevolg hebben. Bijvoorbeeld verontreiniging in de bodem kan als gevolg van ondergrondse waterstromen pas veel later op een andere locatie negatieve effecten opleveren. Aan de andere kant bevat de ondergrond door de complexe samenhang tussen bodem, water en organismen een zekere buffercapaciteit of zelfreinigend vermogen waardoor bepaalde verontreinigingen geabsorbeerd kunnen worden<sup>4</sup>.

VROM (2001) beschouwt de ondergrond als een zeer complex samenhangend geheel van bodembestanddelen, water en levende organismen. Deze complexiteit wordt beschreven door de bestanddelen van de ondergrond te ontrafelen in drie nauw met elkaar samenhangende systemen: het abiotisch, hydrologisch en ecologisch systeem. Deze systemen zijn nauw op elkaar betrokken in voortdurende wisselwerking en kunnen dus niet los van elkaar beschouwd worden. Met zijn voedselrijkdom, zijn bufferend vermogen en zijn rol in de koolstofcyclus vormt de ondergrond letterlijk het fundament onder ons bestaan (De Mulder et al., 2003). Tegelijk moet beseft worden dat deze systemen – ondanks al het gebruik dat er van wordt gemaakt – geheel los van de samenleving functioneert. Het abiotische systeem, oftewel de bodem, is het meest omvattende. De bodem omspannt in feite de materie tussen de aardoppervlakte en het middelpunt van de aarde en is de drager van biotische en hydrologische systemen die tot op vele kilometers diepte kunnen reiken. Hiermee vormt de bodem een schakel tussen en tegelijk het medium waarin ecologische en hydrologische kringlopen en processen zich afspelen.

De rol van de bodem voor de waterkringloop begint op het moment als neerslag op de grond valt en daarin wegsijpelt. Via transpiratie door de beplanting, afstroom via de oppervlakte en evaporatie kan de kringloop voor een deel van het water in een relatief korte tijd gesloten worden. Het overschot dringt dieper de bodem in en wordt grondwater. Eenmaal in de ondergrond hebben waterstromen een geheel andere dynamiek: soms slechts enkele centimeters per jaar (zie figuur 2.1). Water is een belangrijke factor voor het functioneren van de ondergrond en de samenleving. Het is bijvoorbeeld een bouwstof voor organismen, fungeert als oplosmiddel en transportmiddel voor vele stoffen en sedimenten en wordt gebruikt als drinkwater.



Figuur 2.1 Hydrologische kringloop (Bron: Berendsen, 2000)

<sup>4</sup> Door dit vermogen te benutten kunnen vervuilde bodems ter plekke worden gereinigd door in de ondergrond voorkomende fysische, chemische en biologische processen. Dit wordt 'in situ bodemsanering genoemd' (VROM, 2001).



De ondergrond bestaat niet alleen uit niet-levende (abiotische) bestanddelen, maar ook uit micro-organismen die gezamenlijk aangeduid worden als het ecologisch systeem. Een belangrijke kwaliteitskenmerk van de ondergrondse ecosystemen is biodiversiteit, waarmee aangeduid wordt dat de natuur streeft naar diversiteit, variatie, dynamische evenwichten via terugkoppelingssystemen en zelfregulatie (VROM, 2001). Met betrekking tot de ondergrond wordt wel gesproken over bodembiodiversiteit (COB, 2004). De levende bestanddelen van de ondergrond spelen een grote rol in bijvoorbeeld het zelfreinigend vermogen, de omzetting van organische stoffen in voedingsstoffen voor planten of de regulatie van ziekten en plagen. Hiermee draagt de bodem in belangrijke mate bij aan het functioneren van natuurgebieden als habitat, de landbouw als voedselproducent en de ondergrond als drinkwaterproducent.

Verder is het belangrijk om te realiseren dat de systemen in de ondergrond veel ontoegankelijker zijn en daardoor moeilijker te kennen en doorgronden dan systemen op of boven het maaiveld. De samenstelling van en ontwikkelingen in de ondergrond zijn niet direct zichtbaar en minder nauwkeurig meetbaar. Ondanks innovatieve technieken (bijvoorbeeld het DINO loket van TNO<sup>5</sup>) is het fysiek onmogelijk om structuren en processen in de ondergrond net zo te herkennen en te meten zoals aan de oppervlakte. Effecten en bewegingen in de ondergrond worden modelmatig bepaald op basis van boringen die de situatie op bepaalde tijdseenheden weergeven. Hierdoor kan er slechts indirect empirisch gemeten worden en zijn effecten minder voorspelbaar. Ondanks dat de Nederlandse ondergrond één van de best gekarteerde is van de wereld, is de relatieve onbekendheid met processen en samenstelling van de ondergrond en de effecten van ingrepen nog steeds groot. Het verwerven van grondige kennis over de ondergrondse samenstelling en ondergrondse processen is dan ook van groot belang (TNO, 2004; De Mulder et al., 2003).

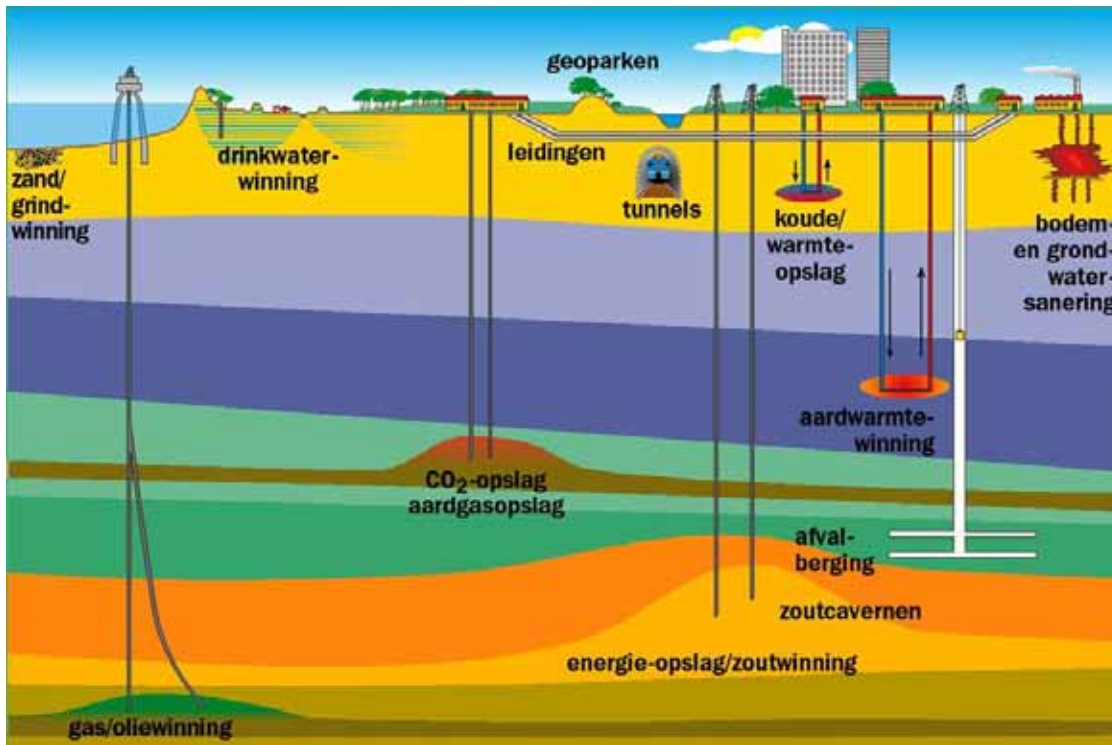
### 2.3 De ondergrond als bestaansbron

Zoals uit de vorige paragraaf blijkt is de ondergrond meer dan alleen een stabiele en dragende laag waarop de samenleving functioneert en uitgebouwd wordt. De ondergrond leeft en is volop in beweging. In deze paragraaf zal ingegaan worden op de gebruiksmogelijkheden van de ondergrond. De Nederlandse ondergrond bevat een groot potentieel voor de samenleving in de vorm van grofweg twee categorieën. Ten eerste bevat de ondergrond een grote hoeveelheid en verscheidenheid aan natuurlijke bestaansbronnen en diensten (figuur 2.2). Veel potentiële gebruiksmogelijkheden zijn te danken aan de geologische en geotechnische kwaliteiten van de ondergrond. Ondergrondse producten als energie, drinkwater, zout en bouwstoffen zijn van groot belang voor de instandhouding en ontwikkeling van de samenleving. In de tweede plaats biedt de ondergrond een groot potentieel aan ruimte.

#### **Bestaansbronnen en diensten**

Geen samenleving kan functioneren zonder energie. Het meest bekende energieproduct van de Nederlandse ondergrond is de enorme aardgasvoorraad. Een deel van de bekendheid krijgen de energieproducten ook vanwege de blijvende zorg om de hoeveelheden nog aanwezige fossiele brandstoffen. Met enige regelmaat wordt melding gemaakt van het slinken van de voorraad fossiele brandstoffen binnen de huidige generatie en de noodzaak om op zoek te gaan naar hernieuwbare energiebronnen die niet opraken én geen schadelijke uitstoot veroorzaken. Ook hierin kan de ondergrond een belangrijke producerende functie hebben, bijvoorbeeld door winning van aardwarmte. Deze vorm van energiewinning uit de bodem wordt in Nederland nog niet toegepast op grote schaal, maar door innovatie en de stijgende olieprijs wordt winning van aardwarmte steeds rendabeler (TNO, 2006).

<sup>5</sup> Zie de website [www.dinoloket.nitg.tno.nl](http://www.dinoloket.nitg.tno.nl)



Figuur 2.2 Ondergrondse bestaansbronnen en diensten (bron: TNO, 2006)

Kwalitatief goed drinkwater is letterlijk van levensbelang voor het instandhouden van de menselijke activiteiten. De ondergrond speelt hierin een belangrijke rol: tweederde van het Nederlandse drinkwater is afkomstig van de zoetwatervoorraad in de Nederlandse ondergrond wat neerkomt op ongeveer 1500 miljoen m<sup>3</sup> per jaar (De Mulder et al., 2003). Het water in de ondergrond kan zeer traag stromen en is soms duizenden jaren onderweg en ondergaat diverse complexe chemische en fysische reacties voordat het opgepompt wordt, bewerkt en uiteindelijk geconsumeerd wordt.

De meest traditionele categorie van producten uit de ondergrond zijn bouw- en industriële grondstoffen. Al sinds duizenden jaren gebruikt de mens de natuurlijk materialen die voorkomen in de ondergrond voor het produceren van bouwwerken en het vervaardigen van goederen. Oppervlakedelfstoffen vormen de basis voor vrijwel alle bouwprojecten en zijn daarom van essentieel belang voor de samenleving (Ike, 2000). Door de jaren heen zijn de primaire grondstoffen min of meer hetzelfde gebleven<sup>6</sup> (De Mulder et al., 2003). Veel van deze bouwstoffen worden gewonnen direct op en onder de oppervlakte waardoor het niveau van het maaiveld daalt (ontgronden). Ondanks dat de laatste jaren het aandeel import en gebruik van afval en reststoffen is toegenomen zal winning aan de oppervlakte nodig blijven vanwege een toenemende bouwproductie (Ike, 2000). Voor wat betreft de industriële grondstoffen bevat de Nederlandse ondergrond weinig bruikbare producten en is dus afhankelijk van import. Alleen steenzout (wat natrium en magnesium oplevert) is in grote winbare hoeveelheden aanwezig.

De ondergrond heeft een aantal eigenschappen waardoor het een leverancier is van verschillende diensten. Hierbij kan gedacht worden aan het isolerend vermogen waardoor het mogelijk wordt om overtollige warmte op te slaan in ondergrondse waterlagen. Ook wordt steeds meer duidelijk over de

<sup>6</sup> Voor bouwwerken: grind, zand en kalk voor beton, klei voor bakstenen en dakpannen, zand voor bouwrijpmaken. Voor infrastructuur: zand voor cunetten en klei voor dijken.

eigenschappen van micro-organismen, waterstromen en bodemchemie en de bijdrage die de ondergrond kan leveren aan sanering van verontreinigingen en zuivering van drinkwater (COB, 2004). Al genoemd is het belang van de ondergrond door het vermogen constructies en bouwwerken te dragen.

### Ruimte

De tweede categorie gebruiksmogelijkheden – die niet zozeer is ontstaan door specifieke eigenschappen van de ondergrond, maar door een gebrek aan ruimte bovengronds – is het ruimtepotentieel dat aanwezig is in de ondergrond. Als gevolg van een toenemende schaarste aan ruimte op maaiveldniveau is de aandacht voor de ondergrond de afgelopen jaren steeds meer verschoven van winning van bestaansbronnen naar het ruimtepotentieel. De ondergrond bevat een enorm ruimtepotentieel voor functies die traditioneel op maaiveldniveau worden gerealiseerd, bijvoorbeeld infrastructuur, woningbouw en winkelcentra (Horvat & Van der Krogt, 1997; Paul et al., 2002). De afgelopen jaren komt de groeiende vraag naar dit soort bovengrondse functies echter steeds meer in conflict met steeds strengere milieueisen en hogere eisen aan de leefomgeving. Met name in het sterk verstedelijkt West-Nederland zijn de mogelijkheden voor uitbreiding op het maaiveld steeds beperkter. Hoe beperkter de uitbreidingsruimte bovengronds, hoe meer de ondergrond als een economisch en maatschappelijk haalbaar alternatief om de hoek komt kijken. De technische haalbaarheid werkt hierbij als een randvoorwaarde die steeds minder onoverkomelijk is (Linden en Voogd, 2004).

Traditioneel ondergronds ruimtegebruik is bijvoorbeeld ruimte ten behoeve van kabels, leidingen en buizen die ondergronds minder kwetsbaar zijn dan bovengronds. Deze functies zijn om uiteenlopende redenen bovengronds moeilijk of tegen hogere kosten realiseerbaar. Een relatief nieuwe vorm van ondergronds ruimtegebruik is de opslag van grondstoffen en producten in lege gasvelden of zoutkoepels. Gedacht kan worden aan de opslag van afval in zoutkoepels en het inrichten van gasbuffers voor het opvangen van pieken in de aardgasconsumptie. De laatste tijd wordt ook steeds nadrukkelijker gezocht naar functies van de ondergrond die een bijdrage kunnen leveren aan een duurzamere samenleving, bijvoorbeeld het winnen van aardwarmte of het opslaan van CO<sub>2</sub> in lege gasvelden of zoutkoepels ten behoeve van warmte- of CO<sub>2</sub> vragende processen (TNO, 2006).

De ondergrond als samenhangend systeem en het belang voor de samenleving als bestaansbron wordt uitgewerkt door Stichting COB (2004) die vijf categorieën van ondergrondse functies onderscheidt: draag- en verblijfs-, transport-, productie-, bergings- en archieffunctie. VROM (2001) hanteert een redelijk overeenkomende vierdeling: draag- en transport-, productie-, regulerings-, en informatie-functie. TNO (2002) onderscheidt vier functies: leverancier-, reservoir-, ruimte- en ecosysteemfunctie. In tabel 2.1 wordt een overzicht gegeven van de potenties<sup>7</sup> die de ondergrond heeft en op welke wijze deze voor het hier beschreven onderzoek gegroepeerd worden. Ook wordt aangegeven tegen welke achtergrond potenties gezien moeten worden en welke doelen daarmee bereikt kunnen worden.

---

<sup>7</sup> In deze studie wordt de betekenis van de ondergrond voor de samenleving aangeduid als 'potenties'. Dit begrip staat zowel voor mogelijke te benutten ondergrondse functies als voor te beschermen ondergrondse waarden.

Tabel 2.1 Potenties van de Nederlandse ondergrond (bewerking van COB, 2004; VROM, 2000 en TNO, 2002)

Categorie	Potenties	Doel/argument
Transport en verblijven	Hogedruk transportleidingen, kabels en leidingen	Veiligheid
	Tunnels voor personen- en goederenvervoer	Verhogen ruimtelijke kwaliteit; ruimteschaarste
	Parkeergarages, ondergrondse stations, bioscopen, kantoren, winkelcentra, woningbouw	Verhogen ruimtelijke kwaliteit; ruimteschaarste
Dragen	Constructies en funderingen voor wegen en gebouwen	Stabiliteit constructies en bouwwerken
Berging	Opslag van afvalstoffen / gevaarlijke stoffen	Veiligheid
	Waterberging	Veiligheid, buffer
	Gasopslag en CO <sub>2</sub> -opslag	Leveringszekerheid; CO <sub>2</sub> -uitstoot verminderen
	Energieopslag, warmte en koude opslag	Duurzame energie
Productie	Winning aardwarmte	Duurzame energie
	Winning drink, proces- en koelwater	Consumptie en productiemiddel
	Winning industriële grondstoffen (steen-zout)	Grondstof
	Winning bouwstoffen (zand, grind, klei en kalk)	Realisatie constructies en bouwwerken
	Olie- en gaswinning	Energiebehoefte en grondstof
Regulatie (natuurlijk systeem)	Fundament voor natuur, landbouw, stedelijk groen	Habitat, recreatie en productiemiddel
	Sanering en afbraak van verontreinigingen (in relatie met bodem en grondwater)	Zuivering en sanering
	Regulatie van ziekten en plagen	Ecologisch evenwicht
	(Bodem)biodiversiteit	Ecologisch evenwicht
Archief en informatie	Cultuurhistorie en archeologie	Kennis en intrinsieke waarde
	Geomorfologie en aardkundige waarden	Kennis en intrinsieke waarde

### Economische baten

De eigenschappen van de ondergrond – in de vorm van concrete producten en diensten – en de ruimte die het biedt zijn van grote waarde voor de samenleving. Zo vertegenwoordigen de delfstoffen in de ondergrond onder Nederlands grondgebied volgens De Mulder et al. (2003) een totale bruto economische waarde van ongeveer € 500 miljard over een periode van 50 jaar (tabel 2.2). Hiervan wordt het grootste deel door aardgas ingenomen, maar ook de voorraad aan bijvoorbeeld bouwstoffen en zoet grondwater zijn van groot belang voor de Nederlandse samenleving. De bruto economische waarde van € 500 miljard moet echter beschouwd worden als een minimale schatting. In de komende 50 jaar zal waarschijnlijk de technische winbare voorraad toenemen en nieuwe bestaansbronnen worden ontwikkeld. De waarde van het ruimtepotentieel is lastiger te schatten omdat die sterk afhankelijk is van de locatiespecifieke eigenschappen van de ondergrond, de bovengrondse schaarste aan ruimte en de ontwikkeling van technieken om de ondergrondse ruimte te benutten. De Mulder et al. (2003) schatten deze waarde op ruim € 40 miljard<sup>8</sup>. Naast een relatief eenvoudig te bepalen economische waarde, heeft de ondergrond ook een aanzienlijke maatschappelijke waarde die nauwelijks in geld is uit te drukken.

<sup>8</sup> Deze geschatte waarde is op basis van de veronderstelling dat binnen 50 jaar van één procent van het stedelijk gebied de bovenste tien meter van de ondergrond economisch wordt benut. Ze plaatsen overigens direct de kanttekening dat daarvan alleen sprake kan zijn als er ook vraag naar is en dat dit in Nederland nog nauwelijks het geval is.

*Tabel 2.2 Geschatte economische waarde van ondergrondse potenties tot 2050 (bron: De Mulder et al., 2003)*

Categorie	Product	Technisch winbaar tot 2050	Economische waarde (in miljarden €)
<i>Energie</i>			341
	Aardgas	2000 miljard m <sup>3</sup>	300
	Steenkool	800 miljoen ton	32
	Overig	n.v.t.	9
<i>Grondwater</i>			100
	Zoet grondwater	80 miljard m <sup>3</sup>	100
<i>Bouwgrondstoffen</i>			58
	Beton- en metselzand	2,1 miljard ton	18
	Ophoogzand	5 miljard ton	20
	Grind	600 miljoen m <sup>3</sup>	7,5
	Kalksteen	170 miljoen ton	7,7
	Overig	n.v.t.	5,2
<i>Industriële grondstoffen</i>			4
	Steenzout	0,35 miljard ton	4
<i>Ondergrondse ruimte</i>			41
<i>Diensten</i>			PM
	o.a. Reinigend vermogen		
	In situ sanering		
	Energieopslag		
<i>Maatschappelijke waarde</i>			PM
	o.a. Kwaliteit leefomgeving		
	Landschappelijke waarde		
	Cultuurhistorie, archeologie, aardkundige waarden		
	Fundament voor stedelijk gebied en infrastructuur		
<b>Totaal bruto economische waarde</b>			<b>544</b>

## 2.4 Ontwikkeling en bescherming van de ondergrond: conflicten en synergie

Uit het voorgaande is duidelijk geworden dat de ondergrond van groot belang is voor onze samenleving. Enerzijds bevat het een grote economische waarde die benut en geëxploiteerd kan worden. Anderzijds vertegenwoordigt de ondergrond een nauwelijks te schatten intrinsieke waarde. Het belang hiervan is echter wel zodanig dat bescherming noodzakelijk is. De wetgevende macht heeft beide aspecten in de loop van de tijd erkend – zij het in verschillende periodes<sup>9</sup> – en vertaald in wet- en regelgeving. Dit gebeurde echter wel sterk sectoraal en weinig samenhangend (De Mulder et al., 2003). De ondergrond werd tot voor kort min of meer beschouwd als “een pioniersgebied aan de grens van onze beschaving waar iedereen op eigen houtje zijn claim afpaalt” (VROM, 2001). Leenaers et al. (2003) constateren dat “in navolging van Jules Verne tunnel- en parkeergaragebouwers, zand- en zoutboeren, olie- en bodemwarmtewinners en energie- en drinkwaterbedrijven al flink gevorderd zijn bij hun ontdekkingstocht naar het middelpunt van de aarde.” In feite is het beleid met betrekking tot de ondergrond vaak niet meer dan een verlengstuk of transponent van bovengronds beleid. Een voor-

<sup>9</sup> De Mijnwet was bijvoorbeeld al in 1810 van kracht. Wet- en regelgeving ter bescherming van de ondergrond ontstond veelal vanaf de jaren zeventig van de vorige eeuw, bijvoorbeeld bodembeleid, waterbeheer, natuurbehoud en -ontwikkeling en beheer van het bodemarchief.

beeld hiervan is de opslag van kernafval: opslag van radioactieve stoffen is vergunningplichtig in het kader van de landelijke Kernenergiewet.

Door een continue vermeerdering en verdieping van kennis over de eigenschappen en processen van de ondergrond is het aannemelijk dat de ondergrond in de toekomst steeds meer gebruikt gaat worden voor allerlei uiteenlopende functies. COB (2004) signaleert twee maatschappelijke ontwikkelingen die daarmee verband houden. Aan de ene kant is de laatste jaren de aandacht voor de mogelijkheden van de ondergrond als ruimtepotentieel sterk toegenomen, bijvoorbeeld voor ondergrondse bouwwerken en infrastructuur als alternatief voor ruimteschaarste bovengronds. Ook de opslagmogelijkheden in de ondergrond worden steeds meer ontdekt. Aan de andere kant kan sinds de rapportages van de Club van Rome en de Brundtlandt commissie een groeiend maatschappelijk besef over de draagkracht en kwetsbaarheid van natuurlijke systemen worden waargenomen. Zorg voor het milieu – en meer specifiek ook de bescherming van de ondergrond – is een relatief nieuw fenomeen en staat in een groeiende belangstelling. Zo kwam in de jaren tachtig en negentig de ondergrond steeds meer in de belangstelling door het beleid van bodembescherming. Beide ontwikkelingen houden verband met toegenomen kennis over de eigenschappen en processen van de ondergrond, zij het echter vanuit sterk uiteenlopende motieven, namelijk enerzijds de gebruiksmogelijkheden van de ondergrond en anderzijds een duurzame omgang met de ondergrond. In het vervolg van dit hoofdstuk zal aandacht worden besteed aan beide ontwikkelingen door een analyse van de uiteenlopende belangen die betrokken kunnen zijn bij ondergrondse functies. In hoofdstuk 3 wordt dit beschouwd vanuit duurzaamheidsaspecten met betrekking tot de ondergrond.

Door de hierboven geschetste ontwikkeling van toenemende bruikbaarheid worden de belangen met betrekking tot de ondergrond steeds groter: de druk op de ondergrond neemt toe (COB, 2004). Anders gezegd: er zijn steeds meer actoren in het spel die een bepaald belang hebben bij de ondergrond. Kaiser et al. (1995) stelt dat bij het benutten van nieuwe gebruiksmogelijkheden “planners must deal with three powerful types of values: social use values (...), market values (...) and ecological values (...)” Ook De Roo (1996) maakt deze driedeling: sociaal-maatschappelijke, economisch-maatschappelijke en ecologische belangen. Ook de al eerder genoemde criteria voor zorgvuldig afweging van ruimtegebruik – economische doelmatigheid, sociale rechtvaardigheid en ecologische duurzaamheid (VROM-Raad, 2001) – zijn bruikbaar om de verschillende belangen die in het spel zijn te onderscheiden. Deze criteria betreffen min of meer dezelfde belangengroepen als die door Kaiser et al. en De Roo onderscheiden worden. Bij een beschouwing van bestaande wet- en regelgeving met betrekking tot de ondergrond kunnen deze drie belangengroepen herkend worden.

### **Wet- en regelgeving**

De wettelijke definitie van de bodem is niet limitatief wat betreft diepte: “het vaste deel van de aarde met de zich daarin bevindende vloeibare en gasvormige bestanddelen en organismen.” (VROM, 2003). Een belangrijk juridisch aspect betreft het eigendoms- en gebruiksrecht. Eigendom en gebruik van de ondergrond en de daarin voorkomende substanties is geregeld in algemeen geldende en specifieke wet- en regelgeving. Naast de werkingskracht op maaiveldniveau heeft wetgeving ook consequenties voor de ondergrond en het gebruik ervan, want in principe is alle wetgeving van toepassing tot het middelpunt van de aarde (VROM, 2001). Ondergrondse woningen moeten bijvoorbeeld net zo voldoen aan de eisen uit de Woningwet zoals bovengrondse woningen dat moeten. Volgens het Burgerlijk Wetboek artikel 5:20 is iedereen die een stuk grond bezit zonder dieptelimit privaatrechtelijk eigenaar van de ondergrond daaronder<sup>10</sup>. Het gebruik van de ondergrondse ruimte in algemene zin is minder strikt geregeld. Artikel 5:21 van het Burgerlijk Wetboek geeft aan dat het gebruik van de on-

---

<sup>10</sup> Zie bijlage 2 voor een volledige weergave van wetsartikelen met betrekking tot de ondergrond

dergrond uiteraard aan de eigenaar toekomt, maar ook aan anderen voorzover dat zo diep plaatsvindt dat de eigenaar geen belang heeft om zich daar tegen te verzetten. Wat dat 'belang' inhoudt is een rekkelijk begrip, maar jurisprudentie wijst uit dat het bewijsrecht wat dat betreft bij de grondeigenaar ligt. (De Mulder et al., 2003)

Op deze algemene eigendom- en gebruiksregels zijn echter een aantal belangrijke beperkingen, namelijk die gevallen waarin specifieke wet- en regelgeving het algemene recht beperken door te bepalen dat het eigendomsrecht of gebruiksrecht van (delen) van de ondergrond niet toekomt aan de grondeigenaar. Een belangrijke uitzondering op het eigendomsrecht is bijvoorbeeld de Mijnwet. Hierin wordt publiekrechtelijk geregeld dat alle in de grond voorkomende grondstoffen – aardolie, aardgas, zout, grondwater, enzovoort – eigendom zijn van de Nederlandse Staat (De Mulder et al., 2003). In tabel 2.3 worden de belangrijkste wetten, doelstelling en het bevoegd gezag weergegeven.

*Tabel 2.3 Wet- en regelgeving relevant voor ondergronds ruimtegebruik (bewerking van VROM, 2001)*

Wet	Doelstelling	Bevoegd gezag
Grondwaterwet (Gww)	Doelmatig gebruik grondwater en bescherming kwaliteit	Provincie: • waterhuishoudingsplan
Wet op de Waterhuishouding	Bescherming oppervlaktewater (met name kwantiteit)	Waterschap Ministerie V&W
Wet Bodembescherming (Wbb)	Natuurlijke gesteldheid bodem bewaren	Rijk: • lozingenbesluit • opslag ondergrondse tanks Provincie: • infiltratiebesluit • lozingenbesluit • stortbesluit Gemeente: • lozingenbesluit • bouwstoffenbesluit • verplicht bodemonderzoek
Wet Milieubeheer (Wm)	Koepelwet ter bescherming van het milieu	Rijk, provincie en gemeente: • m.e.r. procedure • inrichtingen Ministerie VROM en provincie: • afvalstoffen
Kernenergiewet	Boven- en ondergrondse opslag van radioactieve stoffen	Ministeries EZ, VROM, SZW en VWS
Mijnwet	Regelen ontginning van mijnen en ondergrondse opslag	Ministeries EZ en VROM
Ontgrondingenwet	Regelen van winning van oppervlaktedelfstoffen	Ministerie VROM: • Structuurschema oppervlaktedelfstoffen (niet vastgesteld) Provincie: • Vaststellen winlocaties • Vergunningverlening
Wet opsporing delfstoffen	Regelen van exploitatieboringen	Ministerie van EZ
Wet op de Ruimtelijke Ordening (WRO)	Doeltreffende inrichting schaarse ruimte bovengronds en ondergronds	Ministerie VROM: • Nota's RO, PKB's Provincie: • Streekplan, POP Gemeente: • Structuurplan en bestemmingsplan
Verdrag van Malta	Europees verdrag ter bescherming van archeologisch erfgoed	Ministerie OC&W?? Gemeente bestemmingsplannen?

## Belangen en spanningen

In de loop der jaren is vanuit verschillende sectoren een veelheid aan wetten en regels gegroeid die relevant zijn voor de ondergrond. Door de oogblijven bekeken kan er onderscheid gemaakt worden tussen beleidsvelden die met name gericht zijn op *benutting* van de mogelijkheden van de ondergrond en beleidsvelden die als voornaamste doel hebben de ondergrond te *beschermen*. Dit onderscheid komt overeen met het onderscheid tussen de eerste twee grondhoudingen (zie §1.4) ten aanzien van de natuur en ondergrond, namelijk de ondergrond als productiemiddel en ruimtepotentieel versus de ondergrond als samenhangend systeem met intrinsieke waarde. Hiervoor is gesteld dat steeds meer actoren een bepaald belang hebben te verdedigen met betrekking tot de ondergrond, globaal beschouwd sociaal-maatschappelijke, economisch-maatschappelijke en ecologische belangen.

In §2.2 is aandacht besteed aan een ecocentrische benaderingswijze van de ondergrond. Deze belangen zijn vooral gericht op *bescherming* van de ondergrond als een samenhangend geheel van ecologische, hydrologische en abiotische systemen. Wetgeving gericht op bescherming is onder andere de Wet Bodembescherming, de Wet Milieubeheer, de Wet op de Waterhuishouding en het Verdrag van Malta. Vervolgens is in §2.3 aandacht besteed aan de wijze waarop de ondergrond benut kan worden door winning van bestaansbronnen, gebruik van specifieke eigenschappen of door benutting van het ruimtepotentieel. Deze gebruiksmogelijkheden vertegenwoordigen in hoofdzaak economisch-maatschappelijke belangen die gericht zijn op *benutting* of exploitatie van de ondergrond. Dit is tot uiting gekomen in wetgeving als de Kernenergiewet, de Mijnwet, de Wet opsporing delfstoffen en de Ontgrondingenwet.

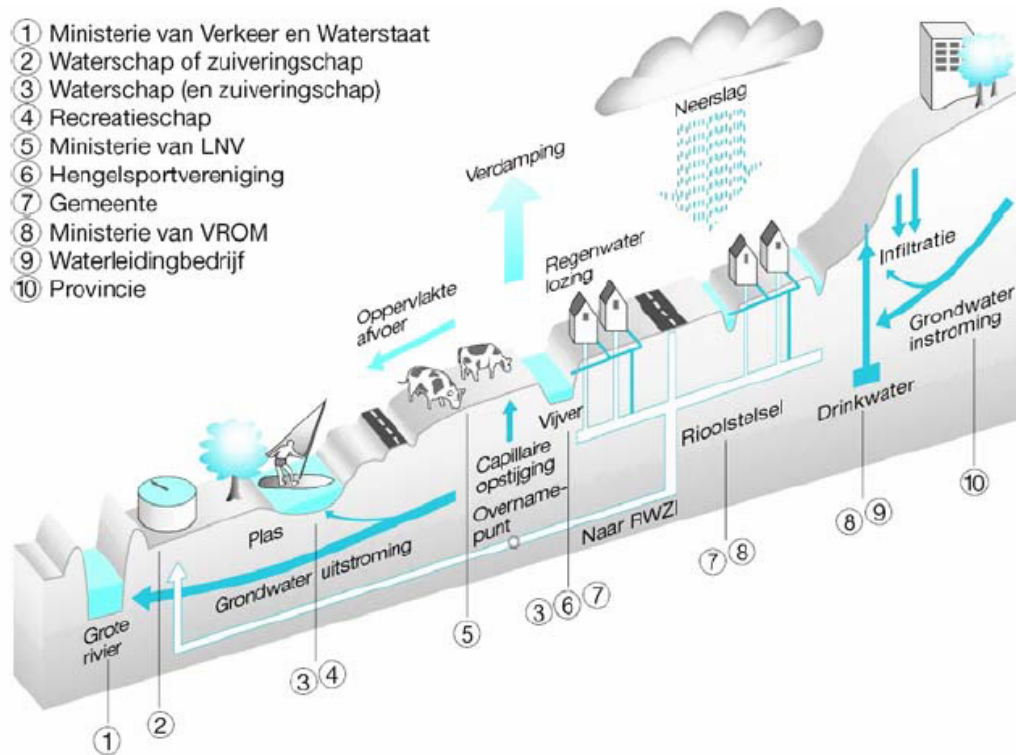
Tot nog toe is niet expliciet ingegaan op de sociaal-maatschappelijke belangen met betrekking tot de ondergrond. Deze zijn er echter wel degelijk, bijvoorbeeld het belang van een goede leefomgeving of landschap dat deels afhankelijk is van ondergrondse processen. Of het belang van een goede ondergrond waarop de constructies van de samenleving gefundeerd zijn. Ondanks dat deze belangen moeilijker in waarde te schatten zijn dan tastbare delfstoffen – of zelfs onvervangbaar in het geval van archeologische waarden – mogen ze niet uit het oog verloren worden. Deze belangen zijn zowel gericht op *benutting* van de ondergrond (bijvoorbeeld fundering) als op *bescherming* van waarden (bijvoorbeeld archeologie).

In tabel 2.4 is per categorie potenties (zoals onderscheiden in tabel 2.1) aangegeven welke belangen daarbij betrokken zijn. Hieruit blijkt dat er sterk uiteenlopende belangen en bijbehorende instituties in het spel zijn (figuur 2.3) en dat bepaalde potenties meerdere belangen kunnen dienen. Het belangenveld is in feite nog complexer omdat ook boven- en ondergrondse functies en waarden elkaar wederzijds kunnen beïnvloeden. Kaiser et al. (1995) stelt met betrekking tot bovengronds ruimtegebruik dat “these three values [social, market en ecological] are sometimes separate and competing, sometimes intermingled and supporting.” Deze belangenstrijd is echter ook in de ondergrond aan de orde. In het voorgaande is namelijk beargumenteerd dat het waarschijnlijk is dat de ondergrond in de toekomst steeds meer gebruikt gaat worden voor allerlei uiteenlopende functies; waarbij de continue vermeerdering en verdieping van kennis over de ondergrond als katalysator werkt. Hierdoor ligt het voor de hand dat er zich steeds meer potentiële conflictsituaties of synergiesituaties gaan aandienen, zowel in de ondergrond zelf als in relatie met de bovengrond.



*Tabel 2.4 Potenties van de ondergrond en verschillende belangen.*

Categorie potenties	Belang	
	Transport en verblijven	Economisch-maatschappelijk
	Sociaal-maatschappelijk	Bevorderen ruimtelijke kwaliteit
Dragen	Sociaal maatschappelijk	Fundering samenleving
Berging	Sociaal-maatschappelijk	Veiligheid, buffer
Productie	Economisch-maatschappelijk	Winstgevende bedrijfsvoering
	Sociaal-maatschappelijk	Ontwikkeling samenleving
	Ecologisch	Duurzame energie
Regulatie	Sociaal-maatschappelijk	Reiniging en zuivering
	Ecologisch	Instandhouding ecosystemen
Archief en informatie	Sociaal-maatschappelijk	Kennis

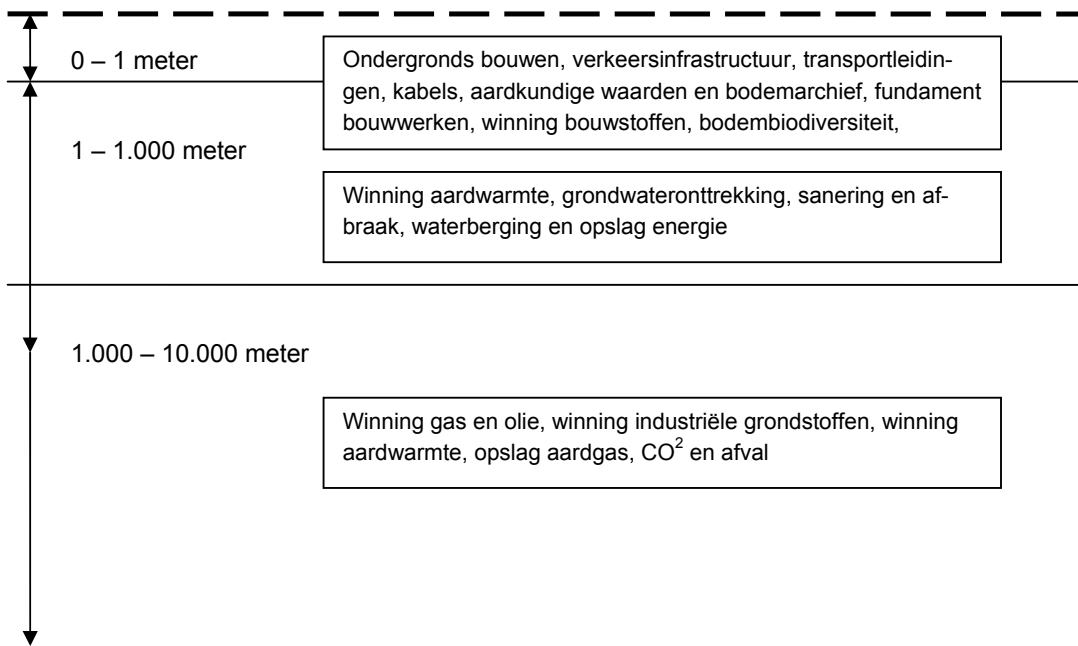


*Figuur 2.3 Belangen en instituties betrokken bij de ondergrondse hydrologie (bron: COB, 2004)*

TNO (2002) en De Mulder et al. (2003) gaan specifiek in op de combinatiemogelijkheden en de wederzijdse beïnvloeding van een groot aantal ondergrondse en bovengrondse functies.<sup>11</sup> Globaal beschouwd kan deze beïnvloeding op twee manieren: enerzijds in de vorm van concurrentie c.q. conflicten tussen functies; anderzijds in de vorm van win-win-situaties c.q. synergie tussen functies. Het kan ook voorkomen dat functies goed samengaan omdat zij zich op verschillende diepteniveaus afspelen (figuur 2.4). In tabel 2.5 is aangegeven op welke wijze ondergrondse functies ( $F_o * F_o$ ) en ondergrondse en bovengrondse functies ( $F_o * F_B$ ) elkaar mogelijk kunnen beïnvloeden. Het traditionele

<sup>11</sup> In bijlage 3 is een aantal matrices opgenomen die een indruk geven van de combinatiemogelijkheden voor een groot aantal ondergrondse en bovengrondse functies.

werkterrein van de ruimtelijke ordening – het afwegen van bovengrondse functies ( $F_B * F_B$ ) – is voor de volledigheid ook opgenomen.



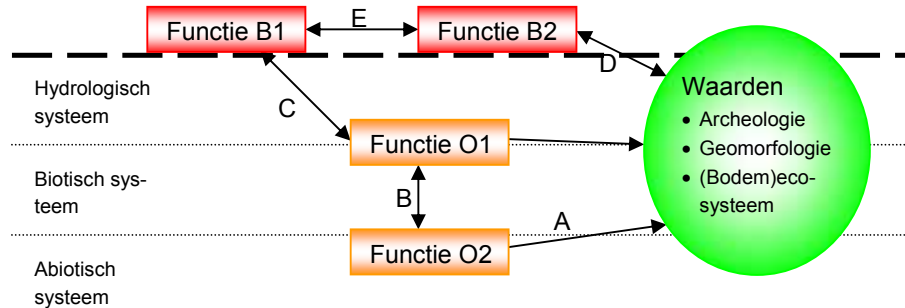
Figuur 2.4 Potenties van de ondergrond en indicatie van diepteniveau

Tabel 2.5 Wijze van beïnvloeding tussen ondergrondse en bovengrondse functies ( $F_O$  en  $F_B$ )

Combinatie functies $F_O =$ ondergronds $F_B =$ bovengronds	Wederzijdse beïnvloeding	
$F_O * F_O$	Conflict	Concurrentie ruimtegebruik
		Tegenstrijdige eisen aan eigenschappen ondergrond
		Cumulatie negatieve effecten op natuurlijk systeem ondergrond
Synergie	Versterking	
	Geen negatieve beïnvloeding; meervoudige doelstelling	
Geen beïnvloeding	Verschillende diepteniveaus	
$F_O * F_B$	Conflict	Concurrentie ruimtegebruik
		Cumulatie negatieve effecten op natuurlijk systeem ondergrond en bovengrond
		Versterking
Synergie	Geen negatieve beïnvloeding; meervoudige doelstelling	
	Verschillende diepteniveaus	
$F_B * F_B$	Conflict	Bijv. milieu/ruimteconflicten
	Synergie	Bijv. meervoudig ruimtegebruik

In figuur 2.5 is sterk schematisch weergegeven wat voor relaties er kunnen bestaan tussen ondergrondse functies en waarden en met de bovengrond. In beginsel kan elke relatie staan voor een potentieel conflict of een mogelijkheid voor synergie. Ten eerste kunnen er conflicten ontstaan tussen de ontwikkeling van functies en de bescherming van bepaalde waarden (A in figuur 2.5). Een voorbeeld

hiervan is het aanleggen van een ondergrondse metrolijn in stedelijk gebied waardoor aardkundige waarden verwoest kunnen worden en daarmee de archief- en informatiefunctie van de ondergrond. Ook kan gedacht worden aan de invloed van aardwarmtewinning op ondergrondse waterstromen waardoor productie kan conflicteren met de regulatiefunctie van de ondergrond.



Figuur 2.5 Relaties tussen functies, waarden, ondergrond en bovengrond

Ten tweede kunnen verschillende ondergrondse functies onderling concurreren om de ruimte (B), bijvoorbeeld in het geval een ondergrondse verkeerstunnel een installatie voor warmtekoude opslag doorsnijdt waardoor een conflict optreedt tussen enerzijds het ruimtepotentieel en anderzijds de bergingscapaciteit en de productiefunctie van de ondergrond. Een ander voorbeeld blijkt uit het onderzoek naar de mogelijkheden voor aardwarmte in de ondergrond van Drenthe. Hierin wordt onder andere geconcludeerd dat een deel van de warmtevoerende lagen weliswaar in potentie geschikt zijn, maar dat bestaande olie- en gaswinning in dezelfde lagen mogelijk kan interfereren (TNO, 2006). Hier kan een conflict optreden tussen twee exploitabele energiebronnen.

Ten derde kunnen conflicten zich ook voordoen tussen ondergrondse functies en waarden en bovengrondse functies (C en D). Ondergrondse functies zijn immers nooit op zichzelf gericht: altijd bestaat er een fysieke relatie met de bovengrond en vaak wordt een deel van de bovengrondse ruimte gebruikt in de vorm van toegang of voor verwerkingsprocessen. Toegangen zijn bijvoorbeeld een essentieel onderdeel van verkeerstunnels en zonder bovengrondse installaties is gaswinning onmogelijk. In het laatste geval kan een conflict ontstaan met bijvoorbeeld woningbouw. Ook kan gedacht worden aan de negatieve beïnvloeding van bovengrondse functies op ondergrondse waarden, bijvoorbeeld in het geval van bodemverontreiniging. Ten slotte kan gedacht worden aan het verlagen van grondwaterstanden in historische binnensteden waardoor houten funderingspalen gaan rotten met als gevolg schade aan bovengrondse bouwwerken en constructies (Leenaers et al., 2003).

Combinatie van ondergrondse functies en een combinatie van ondergrondse en bovengrondse functies kunnen ook voordelen opleveren doordat ze elkaar versterken. Dit kan bijvoorbeeld kosten reduceren, milieuwinst opleveren, leiden tot een efficiëntere benutting van (ondergrondse) ruimte en/of meer ruimte voor ecologische ontwikkeling (De Mulder et al., 2003). Benutting van de ondergrond kan zo bijdragen aan meerdere doelen tegelijk en synergie opleveren. Aanleg van een parkeergarage kan bijvoorbeeld gecombineerd worden met het uitgraven van een bodemverontreiniging. Hierdoor wordt het ruimtepotentieel van de ondergrond gecombineerd met een verbetering van de milieukwaliteit. Een actueel voorbeeld is de maatregel om rivierbedden te verruimen waardoor tegelijkertijd meerdere doelstellingen (reductie van overstromingsrisico, verbetering van de doorvaart, natuurontwikkeling en delfstofwinning) behaald kunnen worden (De Mulder et al., 2003). VROM (2001) noemt een innovatief voorbeeld van meervoudig ondergronds ruimtegebruik: het toepassen van warmtekoude opslag in

holle funderingspalen waarmee de bergings- en draagcapaciteit van de ondergrond gecombineerd worden.

## 2.5 Ruimtelijke planning in drie dimensies

In dit hoofdstuk is de ondergrond vanuit twee invalshoeken inhoudelijk beschreven: vanuit een eco-centrisch en antropocentrisch perspectief. Gebleken is dat de ondergrond van grote waarde is voor de samenleving en dat er aanzienlijke economische, ecologische en sociaal-maatschappelijke belangen mee gemoeid zijn. Redenerend volgens de criteria voor zorgvuldig afwegen van ruimtegebruik van de VROM raad (2001) (samenhangend betrekken van economische doelmatigheid, sociale rechtvaardigheid en ecologische duurzaamheid) kan geconcludeerd worden dat bij ruimtelijke vraagstukken met een ondergrondse component deze drie criteria niet allemaal meegenomen worden in de afwegingen, maar slechts één of twee. Voor een samenhangende en zorgvuldige afweging is het echter noodzakelijk om al deze criteria een volwaardige plaats te geven in het planproces. Dit wordt des te relevanter omdat de druk op de ondergrond steeds verder zal toenemen als gevolg van toenemende kennis over nieuwe gebruiksmogelijkheden, maar ook door een toenemend inzicht in de ondergrondse samenstelling en processen, oftewel waarden die beschermd moeten worden. Ruimtelijke vraagstukken over benutting of bescherming van de ondergrond zullen steeds meer gepaard gaan met spanningsvelden tussen verschillende functies en belangen, zowel in positieve (synergie) als in negatieve zin (conflicten).

De bestaande beleidspraktijk met betrekking tot de ondergrond kenmerkt zich echter nog door een sectorale insteek en is niet zelden een transponent van 'bovengronds' beleid. In feite ontbreekt het voor de bodem en ondergrond aan een belangenbehartiger in de discussie over de inrichting van Nederland (Leenaers et al., 2003). Hierdoor wordt niet voorzien in het oplossen van conflictsituaties of benutten van synergie. Het gevaar is namelijk dat onderlinge relaties en verschillende uiteenlopende belangen met betrekking tot de ondergrond onzichtbaar blijven in beleidsafwegingen. Daarmee blijft ook onzichtbaar hoe potenties elkaar kunnen tegenwerken en conflicteren, maar ook hoe ze elkaar kunnen ondersteunen en synergie opleveren. In lijn hiermee is de constatering van COB (2004) dat er bij de ondergrond zoveel specialistische sectoren en actoren zijn betrokken dat het moeilijk is om elkaars kennis en inzichten te begrijpen en toe te passen. Veel van de bestaande kennis over ondergrondse kenmerken en processen wordt daardoor onvoldoende uitgewisseld en gebrekkig toegepast in ruimtelijke vraagstukken.

Sinds de jaren negentig is een integrale sectoroverstijgende benadering voor ruimtegebruik op maai-veldniveau gemeengoed geworden. Met name binnen de ruimtelijke ordening en milieubeleid worden sectorbelangen steeds meer onderling afgestemd en waar nodig functies gescheiden (De Roo en Voogd, 2004; De Roo, 1996). De Roo en Voogd (2004) geven aan dat door het vooropstellen van regionale problematiek de belangentegenstellingen van sectoren overwonnen kunnen worden door specifieke en op maat gesneden oplossingen. De ondergrond wordt echter vaak nog beschouwd als een verlengstuk van bovengrondse sectoren waardoor ondergronds hetzelfde zou kunnen gebeuren als waar bovengronds juist steeds meer afscheid van wordt genomen, namelijk een palet van beleidsontwikkeling via de verschillende sectoren. Door verschillende auteurs wordt dan ook voorgesteld om de afweging tussen ondergrondse potenties en bovengronds ruimtegebruik te benaderen als een integraal ruimtelijk vraagstuk, net zoals dat met de afweging van bovengrondse functies gebeurt. Zo stelt COB (2004) dat de belangen van de ondergrond – en de spanningen daartussen – een belangrijke rol moet spelen bij de afweging van ingrepen en beslissingen over locatie, inrichting en gebruik van ruimte. De Mulder et al. (2003) concludeert dat door een integrale benadering de belangen van alle sectoren in beschouwing genomen kunnen worden evenals een afweging van de baten en kosten voor de gehele samenleving.

Ruimtelijke planning dient dan als het ware uitgebreid te worden met een derde dimensie. Hierdoor wordt een zorgvuldige afweging tussen ontwikkeling en bescherming van de ondergrond geborgd en kan tegemoetgekomen worden aan de tekortkomingen van een sectorale benadering van de ondergrond, namelijk dat mogelijke conflict- en synergiesituaties verborgen blijven. Ruimtelijke planning is immers zowel gericht op het afstemmen van ruimtevragede functies ten behoeve van de *ontwikkeling* van de ruimte én tegelijk ook op het *beschermen* van bepaalde ruimtes tegen ongewenste invloeden. Door de nadruk op integratie en afstemming gaan beide hand in hand. De Roo (1996) vat deze doelstelling van ruimtelijk planning samen met de vragen: “wat kan daar (niet)?” en “waar kan dat (niet)?”. Door vraagstukken over benutting en bescherming van ondergrondse potenties te benaderen als ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies – bijvoorbeeld met behulp van bovenstaande planologische vragen – kunnen belangen en daarmee potentiële conflictsituaties en synergiemogelijkheden inzichtelijker worden gemaakt.

In dit hoofdstuk is het toenemende belang van de ondergrond voor de samenleving benaderd vanuit de verschillende belangen die betrokken zijn. Vanuit het globaal geschetste belangenveld is een aantal conclusies getrokken over het specifieke karakter van ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond betrokken is. De hoofdlijn is niet dat dit soort vraagstukken totaal anders zijn dan ‘normale’ bovengrondse ruimtelijke vraagstukken. De belangrijkste conclusie is echter dat het aannemelijk is dat ze vaak sterk complex van karakter zullen zijn. In dit hoofdstuk is een aantal aanwijzingen daarvoor naar voren gekomen. Ten eerste zal rekening gehouden moeten worden met een uitbreiding van het werkterrein met de derde dimensie. Hierdoor ligt het voor de hand dat een groter aantal relaties tussen verschillende functies en waarden – en daarmee een groter aantal potentiële conflictsituaties en synergiemogelijkheden – in beschouwing genomen moet worden. Dit kan tot uiting komen in een complex belangenveld (§2.4). Ten tweede is dit het gevolg van de inherente complexiteit ten aanzien van het functioneren van de ondergrond en de ontoegankelijkheid (§2.2). Ten derde kunnen ingrepen in de ondergrond grote en onzekere gevolgen hebben op andere plaatsen en in andere tijden; effecten die met de huidige kennis soms nauwelijks te bepalen zijn (zie §2.2 en §3.2). Dit wordt veroorzaakt door de relatieve onbekendheid met processen en samenstelling van de ondergrond en de effecten van ingrepen. Maar ook de verspreiding van de bestaande kennis over tal van disciplines maakt ruimtelijk plannen met de ondergrond een complexe onderneming.

In hoofdstuk 4 zal voortgeborduurd worden op de specifieke kenmerken van de ondergrond en wordt aandacht besteed aan de wijze waarop hiermee omgegaan kan worden in concrete ruimtelijke vraagstukken. Eerst zal in het volgende hoofdstuk ingegaan worden op het belang van duurzaamheidsaspecten bij het betrekken van de ondergrond in de ruimtelijk ordening.



## 3 ONDERGROND EN DUURZAAMHEID

### 3.1 Inleiding

In §1.4 zijn drie grondhoudingen genoemd waarmee de ondergrond benaderd kan worden. Twee van deze grondhoudingen zijn uitgewerkt in hoofdstuk 2. In de eerste plaats is de ondergrond ecocentrisch benaderd: de natuur en het milieu hebben een eigen intrinsieke waarde (§2.2). Vervolgens is in §2.3 een antropocentrische benadering gevolgd waarin de ondergrond beschouwd is als 'leverancier' van producten, diensten en ruimte die door de maatschappij nuttig geëxploiteerd kunnen worden. De economische betekenis van de ondergrond voor de samenleving stond hierin centraal. In de derde benadering ligt de nadruk op de wisselwerking tussen de activiteiten van de mens en zijn omgeving en het vinden van een evenwicht hiertussen. Vanuit zo'n benadering wordt de ondergrond niet alleen beschouwd als een leverancier of een samenhangend natuurlijk systeem, maar in samenhang met de menselijke activiteiten. De effecten van de mens op zijn omgeving en vice versa staan dus centraal. Hiermee zou duurzaamheid gezien kunnen worden als een benadering die gericht is op het zoeken van een middenweg tussen de ecocentrische en antropocentrische grondhouding (Achterberg, 1994).

In dit hoofdstuk staat centraal op welke wijze bij ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies invulling gegeven kan worden aan het concept van duurzame ontwikkeling. In §3.2 zal eerst aandacht worden besteed aan het duurzaamheidsconcept en een aantal manieren waarop het concept geoperationaliseerd kan worden. Vervolgens wordt in §3.3 ingegaan op voorbeelden van negatieve effecten van het menselijk handelen op zijn omgeving met specifiek aandacht voor de ondergrond. Tenslotte wordt in §3.4 invulling gegeven aan de betekenis van het duurzaamheidsconcept voor de ondergrond en welke voorwaarden van belang zijn voor een duurzame omgang met de ondergrond in ruimtelijke vraagstukken.

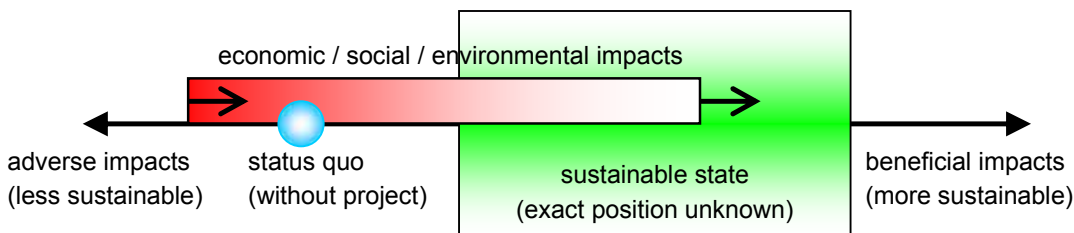
### 3.2 Duurzaamheid en ruimtelijke planvorming

De opkomst van het duurzaamheidsconcept is een belangrijke maatschappelijke ontwikkeling en van groot belang als afwegingscriterium van ruimtelijke vraagstukken. (Van Engelsdorp-Gastelaars en Salet, 1996; Healey, 1997; Dammers et al., 2004). Achterberg (1994) geeft aan dat een duurzaam gebruik van het natuurlijk milieu en natuurlijke bestaansbronnen door de mens niet alleen een gedachte uit het recente verleden is maar ook al in de 19<sup>e</sup> eeuw beschreven werd. Al sinds lange tijd maakt de mensheid zich zorgen over de instandhouding en continuering van de aarde. Het is echter de actualiteit, omvang en het opkomend besef van milieuproblemen waardoor de zorg om de aarde steeds breder gedragen wordt en de begrippen duurzaamheid en duurzame ontwikkeling voor het eerst gebruikt worden. Het wordt namelijk steeds zichtbaarder dat menselijk handelen en economische groei negatieve gevolgen heeft voor het continueren van de huidige samenlevingsvormen. In het rapport 'The limits to growth' van de Club van Rome uit 1972 wordt hieraan uiting gegeven. Maar pas in 1987 met het verschijnen van het rapport 'Our common future' van de Brundtlandt commissie (of WCED) begint het concept bekend te worden in brede kring. De aanleiding uit de jaren zeventig – grenzen aan de welvaartsgroei – is actueler dan ooit: milieuvervuiling is nog steeds aanwezig en het milieubesef is ondertussen wijdverspreid.

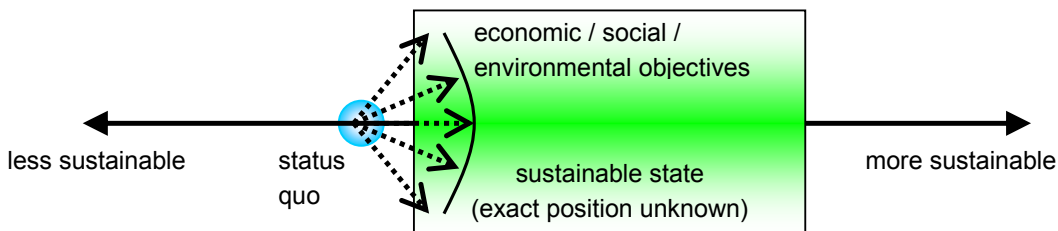
Intussen staat duurzaamheid al jarenlang op de agenda van politici, beleidsmakers, wetenschappers en allerlei belangengroeperingen. Er is brede consensus over de zorgen die er zijn over de wijze van productie en consumptie en wat voor invloed dat heeft op enerzijds de kwaliteit van leven door het overschrijden van milieugrenzen en anderzijds op het voortbestaan van de samenleving in haar huidige vorm. Een aantal aspecten komt vaak terug als gesproken wordt over het concept duurzaamheid:

- Het bereiken van een toestand van evenwicht, stabiliteit en harmonie tussen het menselijk handelen en zijn leefomgeving
- Continuering van een bepaald gebruik van de leefomgeving;
- Het onderscheid tussen duurzaam met de betekenis van 'overleven' en het meer omvattende 'bevordering van de kwaliteit van leven';
- Het onderscheid tussen een antropocentrische (natuur als hulpbron) en een niet-antropocentrische (natuur heeft intrinsieke waarde) visie op de natuur (zie §1.4 en §2.1);
- Toekomstgerichtheid: nu versus later en korte termijn versus langere termijn;
- Schaalgerichtheid: hier versus daar, lokaal versus mondiaal en wij versus zij.

Voor de operationalisering van het duurzaamheidsconcept kan onderscheid worden gemaakt tussen inhoudelijke en procedurele componenten (zie ook §1.4 voor dit onderscheid). Bus (2001) geeft aan dat de inhoudelijke component samen te vatten is met de vraag: 'wat is duurzaam?' en vaker: "wat is niet duurzaam?" Logischerwijs is de volgende vraag: 'hoe kan dat wat duurzaam is bereikt worden?' Dit onderscheid komt ook terug bij Pope et al. (2004) waarin aangegeven wordt dat er grofweg twee manieren zijn waarop duurzaamheid gebruikt kan worden bij het beoordelen van beleid en projecten. Er wordt onderscheid gemaakt tussen "EIA-driven<sup>12</sup> integrated assessment that tends to focus on minimising negative impacts and reducing unsustainable practices" en "Objectives-led integrated assessment [...] which assesses the extent to which the implementation of a proposal contributes to a particular vision of a sustainable state" (figuur 3.1a en b).



Figuur 3.1a Duurzaamheid met de nadruk op negatieve invloeden



Figuur 3.1b Duurzaamheid met de nadruk op positieve doelstellingen (Bron: Pope et al., 2004)

Door Achterberg (1994) worden twee historische ontwikkelingslijnen van het duurzaamheidsconcept onderscheiden. De eerste ontwikkelingslijn kan worden aangeduid met het begrip duurzaamheid: "activiteiten, processen of structuren die voor onbepaalde tijd moeten kunnen doorgaan of voortbestaan". Oftewel, duurzaamheid als een soort blauwdruk voor de samenleving. De tweede lijn kan gezien worden als een nadere concretisering van duurzaamheid, namelijk duurzame ontwikkeling. Deze twee begrippen zijn complementair: een bepaalde duurzame toestand is het resultaat van een af te leggen weg van duurzame ontwikkeling.

<sup>12</sup> EIA staat voor 'environmental impact assessment', het equivalent van de milieueffectrapportage (m.e.r.).



Van belang is dat duurzame ontwikkeling een meer omvattend begrip is. Het duurzaamheidsconcept zoals verwoord in de eerste ontwikkelingslijn heeft een sterke nadruk op de ecologische inpasbaarheid van het functioneren van de samenleving. Het begrip 'milieugebruiksruimte' en 'ecological footprint' zijn hiervan bekende voorbeelden. De tweede lijn heeft een bredere insteek: beheersing van milieuproblemen mag niet ten koste gaan van de aspiratie van armere landen om een peil van ontwikkeling en welvaart te bereiken dat vergelijkbaar is met dat van de rijkere landen. Duidelijk is dat hierbij behalve het draagvermogen van de natuur andere aspecten ook een rol spelen. Vlasman en Dankelman (2002) geven aan dat – naast het ecologisch draagvermogen – economische haalbaarheid en sociale rechtvaardigheid vaak genoemd worden in de literatuur als dimensies van duurzame ontwikkeling. Deze trits wordt ook wel eens aangeduid met de kernwoorden: 'people', 'profit' en 'planet'. Achterberg (1994) geeft bijvoorbeeld aan dat armoede een oorzaak kan zijn van milieuproblemen. Economische ontwikkeling kan dus een voorwaarde zijn voor het bereiken van duurzaamheid. Aan de eerste ontwikkelingslijn – nadruk op het draagvermogen van het natuurlijk systeem – wordt dus economische/praktische haalbaarheid en morele aanvaardbaarheid toegevoegd.

De hantering van dit bredere duurzaamheidsconcept is van belang voor het gebruik van het concept in de ruimtelijke planning. Het draagvermogen van de natuur is weliswaar een belangrijk aspect om te betrekken in de afwegingen omtrent de ruimtelijke inrichting, maar het betrekken van verschillende dimensies in het conceptualiseren van duurzaamheid heeft een meerwaarde omdat hiermee meer recht gedaan wordt aan het karakter van ruimtelijke planning als arena van belangen en actoren. In hoofdstuk 2 is aan de orde gekomen dat in elk ruimtelijk vraagstuk sprake zal zijn van een afweging tussen de drie belangengroepen economisch-maatschappelijk, sociaal-maatschappelijk en ecologisch. In lijn hiermee stelt de VROM-raad (2001) dat het noodzakelijk is om de verschillende belangen die betrokken zijn bij ruimtelijke vraagstukken af te wegen op basis van drie principes, namelijk economische doelmatigheid, sociale rechtvaardigheid en ecologische duurzaamheid. Deze principes – duidelijk ingegeven door het breed duurzaamheidsconcept – worden aangeduid als de "opgaven voor de ruimtelijke ordening". De VROM-raad stelt dat er pas sprake kan zijn van een zorgvuldig ruimtegebruik als ruimtelijke keuzen het resultaat zijn van een grondige en samenhangende afweging tussen deze drie aspecten.

Van Engelsdorp-Gastelaars en Salet (1996) constateren dat deze drie principes pas in de loop van de jaren negentig naast elkaar gebruikt worden in de ruimtelijke planning. Ze beschrijven hoe in de tweede helft van de vorige eeuw de drie principes *na* elkaar – en dus nauwelijks *naast* elkaar – het wetenschappelijk en het ruimtelijk beleid overheersten. Naar gelang de tijdsgeest hebben verschillende principes de ruimtelijke afwegingen overheerst. In de jaren vijftig en zestig werd ruimtegebruik vooral beoordeeld op grond van economische doelmatigheid. Groei van de welvaart en de economie stonden centraal in het naoorlogse Nederland. In de jaren zeventig en begin jaren tachtig ligt de nadruk op het rechtvaardigheidsbeginsel. Dit uitte zich bijvoorbeeld in het ruimtelijk spreidingsbeleid wat gericht is op het opheffen van regionale achterstanden. Tenslotte komt eind jaren tachtig het – smal gedefinieerde – duurzaamheidsconcept nadrukkelijk naar voren in het ruimtelijk beleid, bijvoorbeeld door beleidsdoelen als het indammen van stedelijk grondgebruik, het terugdringen van de automobiliteit en het verminderen van negatieve effecten op het milieu.

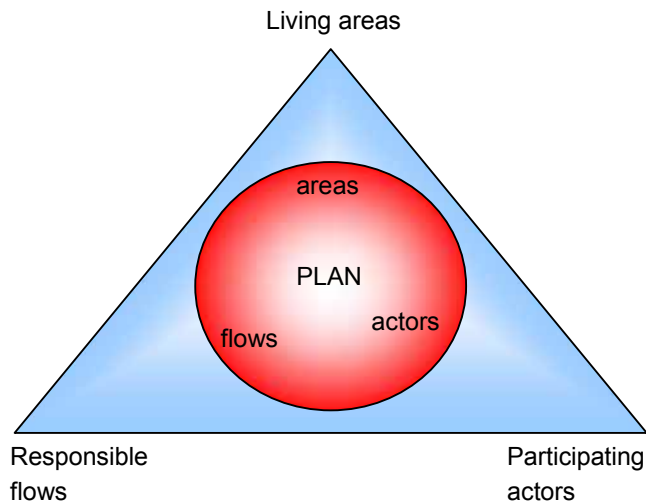
Healey (1997) concludeert dat het ruimtelijk perspectief nieuwe betekenis krijgt vanwege de zorg om milieu, duurzaamheid en de kwaliteit van plaatsen en stelt dat: "this new interests needs to be accompanied by new understandings and practices." Deze nieuwe "practices" bestaan echter niet uit een eenzijdige benadering vanuit ecologische duurzaamheid, maar uit een samenhangende afweging op basis van een breed duurzaamheidsconcept. De betekenis van duurzaamheid voor de ruimtelijke plan-

ning kan dus aangeduid worden met de criteria voor het zorgvuldig ruimtegebruik zoals gehanteerd door de VROM-raad.

Een waardevolle aanvulling hierop is de studie van Tjallingii (1996) waarin duurzaamheid 'objectives-led' benaderd wordt. Als onderdeel van een ecologische-condities strategie onderscheidt hij drie strategische doelen die de basis vormen voor duurzaamheid:

1. Het beheer van gebieden is gericht op het inschakelen en rekening houden met abiotische en biotische processen op de plaats van het plan (levende gebieden).
2. De omgang met stromen (bijvoorbeeld grondstoffen) tussen gebieden dient verantwoord te gebeuren gelet op in- en uitgaande stromen (verantwoorde stromen).
3. Voor de omgang met actoren is de strategie gericht op participatie van actoren in het besluitvormingsproces volgens een interactieve benadering (participerende actoren).

Deze doelen zijn gebaseerd op de onderling gerelateerde beslisvelden voor de ruimtelijke planning zoals onderscheiden door Tjallingii (figuur 3.2). In discussies over duurzaamheid wordt vaak de nadruk gelegd op het tweede doel. Ook hier geldt echter dat dit doel niet geïsoleerd gebruikt mag worden van de andere twee. Tjallingii (1996) stelt bijvoorbeeld dat ecologische voorwaarden niet buiten een maatschappelijke discussie om wetenschappelijk en waarde vrij vastgesteld kunnen worden. De maatschappelijke context met inbegrip van actorenverhoudingen en machtsstructuren blijft bij een open discussie en besluitvorming hierover niet afzijdig.



*Figuur 3.2 Strategische doelen en beslisvelden ruimtelijke planning (Bron: Tjallingii, 1996)*

Omdat duurzaamheid de afgelopen jaren een paraplu doelstelling is geworden van allerlei vormen van ruimtelijk en omgevingsbeleid is het concept er niet altijd duidelijker op geworden (Bus, 2001). Het probleem zit hem in het holistische en subjectieve karakter van duurzaamheid. In het concept staat immers het maatschappelijk handelen en de invloed hiervan op de omgeving in de meest ruime zin centraal. Een operationalisering van het begrip duurzaamheid is vanwege dit complexe en holistische karakter ieder geval niet eenduidig te maken, nog los van de subjectiviteit van de actor die het operationaliseert en verschuivende preferenties met de tijd. De uitwerking en operationalisering is dan ook een subjectieve en arbitraire onderneming waardoor er een grote verscheidenheid aan zienswijzen over invulling van het duurzaamheidsconcept is ontstaan. Uit bovenstaande voorbeelden van operationalisering van duurzaamheid blijkt al dat het concept zo veel aspecten van de samenleving en de

fysieke omgeving raakt dat een werkbare operationalisering pas mogelijk lijkt te zijn door het te betrekken op een bepaald deel van de samenleving, de fysieke omgeving of een bepaald beleidsterrein.

Een voorbeeld hiervan is de implementatie van het duurzaamheidsconcept in het omgevingsbeleid van de provincie Drenthe. In het tweede Provinciaal Omgevingsplan (POPII) (vastgesteld in 2004) wordt duurzaamheid geoperationaliseerd aan de hand van een zestal uitgangspunten, de zogenoemde grondslagen voor het omgevingsbeleid en de randvoorwaarden voor de toekomst van Drenthe. Ze worden toegepast om keuzes in de voorbereiding en besluitvorming van bijvoorbeeld structuurvisies, gebiedsplannen, vergunningen en bestemmingsplannen te kunnen onderbouwen. De zes grondslagen zijn de Drentse samenleving, de watersysteembenadering, de huidige fysieke infrastructuur, de specifieke kwaliteiten van het Drentse landschap, een zuinig ruimtegebruik en een duurzame energiehouding. Kenmerkend voor deze grondslagen is dat ze enerzijds gebaseerd zijn op de algemene duurzaamheidscriteria ecologisch verantwoord, sociaal rechtvaardig en economisch haalbaar, maar anderzijds hun invulling ontleenen aan specifieke Drentse kenmerken, kwaliteiten en waarden (provincie Drenthe, 2004). Oftewel, de operationalisering van duurzaamheid is specifiek op maat gesneden op het Drentse grondgebied.

Voor deze studie is de geconstateerde subjectiviteit bij het implementeren van het duurzaamheidsconcept van groot belang. Men kan zich immers afvragen in hoeverre het mogelijk is om criteria te formuleren voor ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond betrokken is die verder gaan dan de algemene – en daardoor vage – criteria die genoemd zijn. Ze vragen om een nadere uitwerking per situatie. In §3.4 zal het duurzaamheidsconcept dan ook worden toegespitst worden op de ondergrond. Eerst wordt ingegaan op een aantal praktijkvoorbeelden waarbij sprake is van een niet-duurzame omgang met de ondergrond

### 3.3 Effecten van gebruik van de ondergrond

In de recentere geschiedenis van de Westerse wereld is gebleken dat de activiteiten van de mens steeds meer negatieve invloed heeft op de omgeving waarin hij leeft. Mogelijk vanwege de schijnbare onzichtbaarheid en het uitblijven van negatieve effecten op de korte termijn blijkt dit nog wel meest uit het gebruik van de ondergrond. Provincie Drenthe (2006) en VROM (2001) noemt een aantal van deze negatieve effecten op de ondergrond genoemd waarvan enkele hierna worden beschreven:

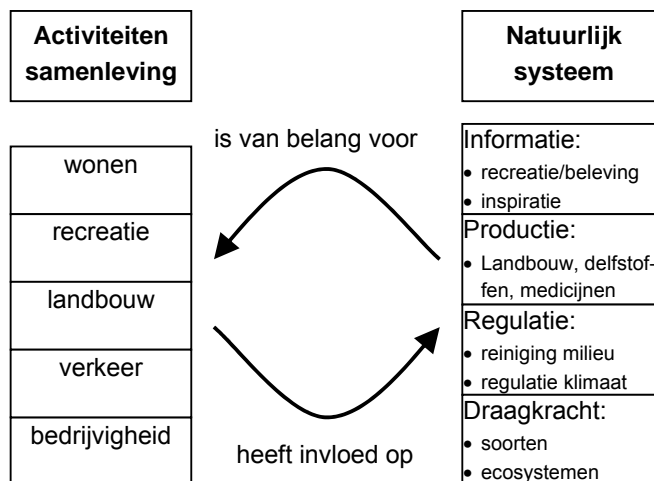
- Verdroging, ontwatering, inklinking/bodemdaling, verzilting;
- Bodemverontreiniging;
- Aantasting van het landschap;
- Uitputting bodemarchief;
- Genetische achteruitgang;
- Aantasting zelfreinigend vermogen en zelfregulatie;
- Afname biodiversiteit.

Eeuwlang heeft de ondergrond bijvoorbeeld als zinkputje gefungeerd: bijna alles wat we aan emissie of afval 'kwijt' moesten komt direct of indirect in de bodem terecht. Dit leverde ons het probleem van bodemverontreinigingen op en ondanks dat er van het verleden geleerd is, zijn we daar als samenleving voorlopig nog niet van af. De negatieve effecten kunnen nog decennialang problemen opleveren op geheel andere locaties dan de bron.

Naast verontreiniging in het verstedelijkte en drukbevolkte deel van Nederland heeft de bodem van het landelijk gebied ook veel te lijden. Van oorsprong was de landbouw gericht op gebruik van de natuurlijke processen. De intensieve benutting door de landbouw van de laatste decennia (monocultures, schaalvergroting, diepere ontwatering en het gebruik van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen)

heeft echter op veel plaatsen geleid tot aantasting van het bodemecosysteem die het productietempo niet kon bijhouden (VROM, 2001). Hierdoor treedt verarming op: een vicieuze cirkel die moeilijk te doorbreken is. Uiteindelijk worden de dynamische evenwichten zodanig verstoord dat een belangrijke potentie van de ondergrond – namelijk zelfregulatie – grotendeels is verdwenen.

Dit soort invloeden van de mens op de natuurlijke ondergrondse systemen kan negatieve gevolgen hebben voor het functioneren van deze systemen en dus zelfs vernietiging tot gevolg hebben. Meer in het algemeen kan gesteld worden dat de grote druk van menselijke handelen op het biologisch systeem leidt tot afname van de biodiversiteit (figuur 3.3). Dit kan vervolgens weer negatieve consequenties hebben voor het functioneren van de samenleving. Ander gezegd: doordat biologisch systemen uit balans raken door het menselijk handelen is de verhouding tussen de samenleving en de natuurlijke systemen niet meer in balans.



Figuur 3.3 Relatie tussen menselijk handelen en ecologisch systeem (Bron: VROM, 2001)

Ook voor de ruimtelijke inrichting van de bovengrondse functies is de balans tussen de menselijke activiteiten en de ondergrondse systemen soms ver te zoeken (De Mulder, et al., 2003). Een groot deel van de geschiedenis was de mens genoodzaakt om zich aan te passen aan de ondergrond met name wat betreft het hydrologisch systeem. In de afgelopen decennia van maakbaarheid is men echter steeds beter in staat geweest om met technische middelen de ondergrond als randvoorwaarde af te zwakken en geschikt te maken voor elke gewenste functie (AI, 2004). Hierdoor verloor de ondergrond aan belang bij de inrichting van stad en land. De processen die zich afspelen in de ondergrond werden verder nauwelijks betrokken in de afwegingen omtrent de ruimtelijke inrichting<sup>13</sup>. Hierbij moet gedacht worden aan uitbreidingswijken op locaties die ver beneden de zeespiegel liggen, maar ook aan de landbouw. Met het oog op de productie-eisen is deze sector gebaat bij een steeds verdergaande ontwatering. Met name in de laaggeleden veenweidegebieden van West-Nederland heeft dit tot gevolg dat de bodem ging inklinken. Ook hier ontstaat een vicieuze cirkel: hoe verder de bodem inklinkt, hoe meer er ontwaterd moet worden, wat verdere daling weer in de hand werkt. En omdat

<sup>13</sup> De laatste jaren lijkt men hiervan terug te komen. Door bijvoorbeeld een planconcept als de lagenbenadering krijgt de ondergrond weer een belangrijkere plaats bij de inrichting van stedelijk en landelijk gebied door explicieter rekening te houden met de tragere processen die zich voordoen in de ondergrond.

eenmaal ingeklonken veen niet meer opzwellt bij een hogere waterstand is het menselijk ingrijpen aan te merken als onomkeerbaar. De gevolgen zijn direct voelbaar, zeker met het oog op een stijgende zeespiegel en verhoogde debieten van de grote rivieren.

Uit de hierboven genoemde voorbeelden (in samenhang met §2.2) kunnen de volgende conclusies worden getrokken ten aanzien van de negatieve effecten van menselijk handelen op de ondergrond. Ten eerste leidt het gebrek aan balans tot een verminderde functionaliteit van de ondergrond. De negatieve effecten hiervan worden vaak gekenmerkt door de lange doorwerking of zelfs de onomkeerbaarheid van ingrepen. In de tweede plaats is het dynamiekverschil tussen het hoogdynamische menselijk handelen en de laagdynamische natuurlijke systemen in de ondergrond van belang. Het is bijvoorbeeld nadelig dat verontreinigingen en verstoringen in de bodem lange tijd aanwezig blijven en zich onzichtbaar kunnen verspreiden over grote afstanden. De ondergrond is daarmee heel kwetsbaar voor ondoordachte ingrepen op korte termijn, die op lange termijn onvoorziene effecten hebben. Ten derde kan geconstateerd worden dat negatieve effecten lang niet altijd lokaal of temporeel gebonden zijn, maar heel ergens anders of op een ander tijdstip kunnen opduiken. COB (2004) concludeert dat er met betrekking tot de ondergrond vaak sprake is van afwenteling naar andere gebieden of naar de langere termijn.

Verschillende auteurs geven aan dat bovenstaande voorbeelden van gebruik van de ondergrond op gespannen voet staat met een groeiend maatschappelijk besef van het belang van duurzame ontwikkeling (o.a. De Mulder et al., 2003; COB, 2004; VROM, 2001). COB (2004) concludeert dat “de multifunctionaliteit, lage veranderingssnelheid en hoge kwetsbaarheid van de ondergrond nog onvoldoende meewegen in de afwegingen omtrent benutting en bescherming van de Nederlandse ondergrond”. Ook vanuit Europees, nationaal en provinciaal beleid wordt steeds meer aandacht gegeven aan een duurzame omgang met de ondergrond. Dit is dan ook het centrale onderwerp van het navolgende. Uit deze paragraaf blijkt dat het niet moeilijk is om vanuit een negatieve insteek van beperkingen en plichten aan te geven wat niet duurzaam is. In §3.4 zal echter een poging worden ondernomen om vanuit een positieve insteek (‘objectives-led’) aan te geven op basis van welke aspecten en voorwaarden bijgedragen kan worden aan een duurzame omgang met de ondergrond in de ruimtelijke ordening.

### 3.4 Duurzaamheid en ondergrond

De Mulder et al. (2003) constateren dat door een toenemende ruimtedruk en strengere eisen vanuit de samenleving ten aanzien van duurzaam gebruik gestreefd moet worden naar een evenwichtige balans tussen economisch rendement, menselijk welzijn en bescherming van het milieu. Er moet gezocht worden naar een zorgvuldige afweging tussen verschillende ontwikkelingsmogelijkheden van de ondergrond en de te beschermen waarden om te borgen dat de multifunctionaliteit van de ondergrond benut kan worden en dat rekening gehouden wordt met de kwetsbaarheid en lage dynamiek. In deze paragraaf wordt een aantal voorwaarden besproken voor het duurzaam betrekken van de ondergrond bij de ruimtelijke ordening. Deze zijn gebaseerd op specifieke kenmerken van de ondergrond die besproken zijn in hoofdstuk 2 en duurzaamheidsaspecten uit de vorige paragraaf. De besproken voorwaarden worden samengevat in tabel 3.1. Aan de hand van deze aspecten wordt in hoofdstuk 4 ingegaan op de wijze waarop ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies benaderd kunnen worden.

#### **Levende en laagdynamische ondergrond**

Zoals geconcludeerd in §2.5 kan de ruimtelijke ordening een helpende hand bieden bij het in goede banen leiden van de toenemende claims op de ondergrond. Maar dit betekent echter nog niet dat we de bovengronds gehanteerde ordeningsprincipes zomaar op de ondergrond kunnen toepassen, bijvoorbeeld door beleid over de ondergrond vorm te geven als transponent van bovengronds beleid. In

§2.2 is een belangrijk kenmerk van de ondergrond behandeld, namelijk dat de ondergrond beschouwd moet worden als een levend, dynamisch en samenhangend geheel van vaste deeltjes, grondwater en levende wezens (VROM, 2001). Tegelijk is het van belang dat de processen die zich in de ondergrond afspelen veelal een lage dynamiek hebben. De ondergrond 'leeft' langzaam, zeker als het afgezet wordt tegen de menselijke tijdsperceptie en de dynamiek van de huidige samenleving op en boven het maaiveld. Veranderingen in de ondergrond of effecten van ingrepen zijn vaak pas na langere tijd herkenbaar. In §3.3 is beschreven dat menselijke ingrepen in de ondergrond soms onomkeerbaar zijn. Dit heeft alles te maken met het verschil in dynamiek van menselijke processen en die van de ondergrond. Tegelijk is het van belang om te beseffen dat ondergrondse systemen niet lokaal gebonden zijn, maar vaak op een veel hoger schaalniveau met elkaar verbonden zijn. Ingrepen op een bepaalde locatie kunnen gevolgen hebben voor een geheel ander gebied. Dit kan aangeduid worden als een vorm van afwenteling via de ondergrond.

Bij de afweging van ingrepen en het nemen van beslissingen waarbij de ondergrond betrokken is, is het dus van belang om rekening te houden met de lage dynamiek en veranderingssnelheid en de relaties die ondergrondse systemen hebben met andere gebieden. VROM noemt als voorbeeld dat door toepassing van biologische bodemreiniging de ondergrond de komende dertig jaar niet gebruikt kan worden voor het winnen van grondwater of de aanleg van een parkeergarage. De Mulder et al. (2003) geeft ten aanzien van concrete investeringen in de ondergrond aan dat het vanwege de relatief lange levensduur van ondergronds ruimtegebruik noodzakelijk is om duurzaamheidcriteria – bijvoorbeeld een relatief langere afschrijvingsperiode – een zwaar accent te geven in de afwegingen. Ondergrondse constructies zullen bijvoorbeeld veel langer mee kunnen gaan vanwege het stabielere klimaat. Kortom, bij ruimtelijke planvorming waarbij de ondergrond betrokken is moeten duurzaamheidsaspecten als toekomstgerichtheid ('nu versus later') en schaalgerichtheid ('hier versus daar' en 'wij versus zij') centraal staan. Een concrete voorwaarde hierbij is het voorkomen van onomkeerbare ingrepen in de ondergrond, bijvoorbeeld via het 'nee-tenzij' principe.

### **Ondergrond als samenhangend en multifunctioneel systeem**

In de tweede plaats is het van belang de ondergrond te beschouwen als een samenhangend biotisch, abiotisch en hydrologisch systeem. Hierin spelen zich fysische, geologische, chemische, ecologische en hydrologische processen af in onderlinge samenhang. Dit komt bijvoorbeeld naar voren als een poging ondernomen wordt om alle potenties van de ondergrond te categoriseren (dragen, reguleren, informatie, enzovoort; zie §2.3). Op basis van de sterk uiteenlopende functies die daaruit naar voren zijn gekomen kan geconcludeerd worden dat de ondergrond sterk multifunctioneel van karakter is. Hieraan gerelateerd is de in §2.4 beschreven toenemende druk op de ondergrond en daarmee de toegenomen kans op potentiële conflict- en synergiesituaties. Duurzaamheid zou dan opgevat kunnen worden als ten eerste het zichtbaar maken van conflictsituaties en synergiemogelijkheden en ten tweede deze zo veel mogelijk te vermijden c.q. te benutten.

Om rekening te houden met de kenmerkende samenhang en multifunctionaliteit door het benutten van synergiemogelijkheden of vermijden van conflicten is een integrale beleidafweging noodzakelijk (zie ook §2.5). Het is zaak om bij ruimtelijke vraagstukken de ondergrond te benaderen als een samenhangend en multifunctioneel systeem en niet vanuit één bepaalde invalshoek of sector. VROM geeft aan dat hiervoor een holistische benadering waarin alle belanghebbende en deskundigen deelnemen van belang is. Dit aandachtspunt zou samengevat worden in de terminologie van Tjallingii (1996): "beslissingen dienen op elkaar afgestemd te worden op dezelfde ruimte en op verschillende ruimten die door één of meer stromen met elkaar verbonden zijn, of omdat ze betrekking hebben op actoren die met elkaar te maken hebben".

**Ontoereikende en versnipperde kennis**

In §2.2 is geconcludeerd dat de ondergrond een relatief onbekend wereld is omdat processen en eigenschappen niet rechtstreeks met het blote oog waarneembaar zijn. Ondanks dat de Nederlandse ondergrond één van de best gekarteerde is ter wereld, is de onbekendheid met de processen en samenstelling van de ondergrond en de effecten van ingrepen nog steeds groot. Met name wat betreft de processen in de ondergrond is met de huidige kennis niet meer dan grove voorspellingen mogelijk (De Mulder et al., 2003). Dit aspect is ook van belang omdat er de laatste tijd door innovatie veel nieuwe gebruiksmogelijkheden van de ondergrond ontdekt worden. Volgens VROM (2001) staan we slechts aan het begin van een zoektocht door de complexe en dynamische ondergrond. In lijn hiermee is de constatering van COB (2004) dat er bij de ondergrond zoveel specialistische sectoren en actoren betrokken zijn dat het moeilijk is om elkaars kennis en inzichten te begrijpen en toe te passen. Veel van de bestaande kennis over ondergrondse kenmerken en processen wordt daardoor onvoldoende uitgewisseld en gebrekkig toegepast in ruimtelijke vraagstukken.

Voor het maken van zorgvuldige en duurzame afwegingen in ruimtelijke planvorming is het van belang dat de beslissers voldoende kennis hebben over de kenmerken en processen van de ondergrond en de effecten die gebruik kan hebben op bodem, water, levende organismen en bepaalde functies. Alleen dan zijn alternatieven goed te beoordelen op hun duurzaamheid. Kennis van de ondergrond als zodanig is niet het grootste probleem, maar meer dat vraag en aanbod van kennis nog niet altijd goed op elkaar aansluiten. Volgens De Mulder et al. (2003) is de uitdaging dan ook om gegevensstromen zodanig te analyseren en te organiseren dat ze gezamenlijk de juiste antwoorden op beleidsvragen kunnen geven. Op deze plek is de conclusie gerechtvaardigd dat het van belang is om bij ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond betrokken is kennisuitwisseling tussen de relevante actoren en beleidsvelden centraal te stellen.

**Ondergrond als complex geheel**

Een telkens terugkerend element in literatuur over de ondergrond en ondergronds ruimtegebruik is het complexe karakter van de ondergrond. Dit blijkt bijvoorbeeld als er gesproken wordt over de samenhangende systemen, de processen die zich in de ondergrond afspelen en de veelheid aan potenties. In het voorgaande is op deze punten meerdere malen ingegaan. Het is belangrijk om te constateren dat het complexe karakter gevolgen heeft voor de wijze waarop tegen de ondergrond aangekeken wordt en – hieraan gerelateerd – hoe aangekeken wordt tegen ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond betrokken is. Het ligt voor de hand dat vanwege de inherente complexiteit van de ondergrond de ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond betrokken is ook sterk complex van karakter zullen zijn. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de met de ondergrondse potenties samenhangende belangen en actoren, de conflicten en synergiemogelijkheden die er zijn, de relatieve onbekendheid van de ondergrond, de versnippering van kennis, enzovoort. Allemaal aspecten die verband houden met het feit dat door explicieter rekening te houden met de derde dimensie de mogelijke relaties exponentieel toenemen.

Dit soort ruimtelijke vraagstukken zullen dus alles behalve routineklussen zijn, maar veel vaker unieke vraagstukken. Zoals in het volgende hoofdstuk zal blijken is het voor de te volgen planningsprocedure wezenlijk om te erkennen dat het object van planning sterk complex van karakter zal zijn.

<i>Tabel 3.1 Eigenschappen ondergrond en duurzaamheidsvoorwaarden voor ondergrond in de RO</i>	
<b>Kenmerk ondergrond</b>	<b>Duurzaamheidsvoorwaarde</b>
Levende en laagdynamische ondergrond.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lage dynamiek van ondergrondse processen zwaardere plaats geven in planvorming;</li> <li>• Aandacht voor afwenteling via de ondergrond naar andere gebieden;</li> <li>• Onomkeerbare ingrepen in de kwetsbare ondergrond zo veel mogelijk vermijden</li> </ul>
Ondergrond als multifunctioneel en samenhangend systeem.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondergrond holistisch benaderen:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Als samenhangend systeem;</li> <li>○ Alle potenties in beeld;</li> </ul> </li> <li>• Mogelijke conflicten en synergiemogelijkheden in de ondergrond in beeld hebben en zoveel mogelijk vermijden c.q. benutten;</li> </ul>
Kennis ondergrond is ontoereikend en/of versnipperd terwijl door innovatie de gebruiksmogelijkheden toenemen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voldoende kennis bij de beslissers om zorgvuldige besluiten te kunnen nemen door kennisuitwisseling tussen relevante actoren en beleidssectoren.</li> </ul>
Ondergrond is inherent complex en complex vanwege de derde dimensie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondergrond beschouwen als een complex geheel;</li> <li>• Ruimtelijke vraagstukken in 3D beschouwen als (zeer) complexe vraagstukken.</li> </ul>



## 4 PLANNINGSSTRATEGIEËN VOOR RUIMTELIJKE VRAAGSTUKKEN IN 3D

### 4.1 Inleiding

In de voorgaande twee hoofdstukken is ingegaan op inhoudelijke aspecten van ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond betrokken is, namelijk de ondergrond als natuurlijk systeem en bestaansbron, beleid en wetgeving en duurzaamheidsaspecten. Op basis van deze aspecten kunnen conclusies getrokken worden over de wijze waarop dit soort vraagstukken het beste ter hand genomen kunnen worden. Het centrale onderwerp van dit hoofdstuk is daarom de procedurele kant van ruimtelijke vraagstukken. Hierbij gaat het om inzicht in structuren en processen met betrekking tot de *wijze van planning*, zoals overleg, organisatie, planconcepten. De benadering van ruimtelijke vraagstukken en de wijze waarop daarin afwegingen en keuzes worden gemaakt is geen vaststaand gegeven maar voortdurend in ontwikkeling. Men zou zelfs kunnen stellen dat goed ruimtelijk beleid altijd in ontwikkeling is omdat de samenleving waarin ingegrepen wordt ook voortdurend in ontwikkeling is (De Roo en Voogd, 2004; Van Engelsdorp Gastelaars en Salet, 1996). Het vakgebied van de ruimtelijke planning – zowel de wetenschap als de praktijk – is dan ook altijd sterk in beweging geweest vanwege een samenleving die steeds sneller verandert en complexer wordt. Ruimtelijke vraagstukken lijken daardoor steeds ingewikkelder te worden (Dammers et al., 2004). Een direct gevolg van deze toenemende complexiteit en dynamiek is dat het welslagen van ruimtelijke ingrepen steeds meer belemmerd wordt door onzekerheid, bijvoorbeeld ten aanzien van de effecten van het handelen.

In §4.2 zal eerst ingegaan worden op de complexiteit van ruimtelijke vraagstukken. In hoofdstuk 2 is geconcludeerd dat het in de rede ligt dat ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies al snel complex van karakter zijn en te maken heeft met veel onzekere factoren. In deze paragraaf worden enkele planningsstrategieën besproken die passen bij dit soort complexe ruimtelijke vraagstukken. Vervolgens wordt in §4.3 voortgeborduurd op het belang van innovatie en voldoende kennis omdat het betrekken van de ondergrond leidt tot een complex planproces met veel onzekerheid. Centraal hierbij staat de verandering die de plannende overheid ondergaat: van een toetsende, bovengeschiedte actor naar een actor met een stimulerende rol en een nevensgeschiedte positie. Oftewel: de verschuiving van toelatingsplanologie naar ontwikkelingsplanologie. Tenslotte komt in §4.4 het dynamiekverschil tussen de ondergrond en de samenleving aan de orde. Een specifiek planinstrument dat dynamiek als uitgangspunt neemt is de lagenbenadering. In deze paragraaf wordt beschouwd op welke wijze de ondergrond beter geïntegreerd kan worden in ruimtelijke planprocessen.

### 4.2 Complexiteit van ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies

Behalve de routinegevallen zullen weinig ruimtelijk vraagstukken exact gelijk zijn aan andere. En ook voor ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies zal dit gelden. Dit impliceert dat ook de te volgen planningstrategie niet vaak dezelfde is. Een manier om ruimtelijke vraagstukken zinvol in te delen is naar de mate van complexiteit. De Roo (2001) doet in zijn studie uitspraken over de mate van complexiteit van ruimtelijke vraagstukken waarbij sprake is van conflicten tussen milieugevoelige en milieubelastende functies in stedelijke gebieden. Ook wordt ingegaan op de consequenties die dat heeft voor het planninggericht handelen, oftewel voor de procedurele aspecten van een vraagstuk (De Roo en Voogd, 2004; De Roo, 2001). Op basis hiervan kunnen conclusies getrokken worden over de wijze waarop omgegaan kan worden met de complexe ruimtelijke vraagstukken die in dit rapport aan de orde zijn. Zoals geconstateerd in hoofdstuk 2 is er bij dit soort vraagstukken vaak sprake van conflict-situaties.

De Roo (2001) legt een verband tussen de complexiteit van ruimtelijke vraagstukken en de gevolgen voor de wijze waarop het planproces kan worden vormgegeven. Hij benadert besluitvorming en planning omtrent de fysieke leefomgeving vanuit drie handelingsperspectieven waarmee de complexiteit van een vraagstuk kan worden aangeduid:

1. Beleid en besluitvorming is gebaseerd op een consistent beeld van de maatschappelijke en fysieke werkelijkheid. Hierin wordt met een bepaalde reden of een bepaald doel ingegrepen, bijvoorbeeld om conflicten te vermijden of om een bepaald wensbeeld te bereiken. Dit is de doelgerichte invalshoek van ruimtelijke planning, bijvoorbeeld de kwaliteit van de leefomgeving, een bepaalde milieukwaliteit of duurzame ontwikkeling.
2. Daarnaast zal er naar gestreefd worden om beleid en besluitvorming aan te laten sluiten bij mogelijkheden en wensen van netwerken van actoren. Deels zijn deze actoren verbonden aan de overheid (rijk, provincie, gemeente), maar ook daarbuiten (burgers, ondernemers, winkeliers). Dit onderdeel gaat over de organisatie van, de communicatie over en deelname aan besluitvorming en beleid. Dit is het institutiegerichte aspect van ruimtelijke planning.
3. Ingrepen in de fysieke leefomgeving vragen om bepaalde keuzes en dus om een proces waarin de keuzes rationeel gemaakt dienen te worden op basis van inhoudelijke argumenten. Dit is het rationele, beslissingsgerichte aspect van ruimtelijke planning.

De aard van dit (doelgerichte, institutiegerichte en beslissingsgerichte) handelen zal echter veranderen naarmate een ruimtelijk vraagstuk als complexer aangemerkt kan worden (tabel 4.1). De wijze van besluitvorming en planning van complexe vraagstukken hoeft niet complexer te worden, maar dient wel een geheel andere te zijn dan bij relatief eenvoudige vraagstukken. Deze worden gekenmerkt door stabiliteit, grote mate van zekerheid omtrent de uitkomst, een klein aantal variabelen en een vastomlijnde doelstelling. Hierdoor kunnen dit soort vraagstukken benaderd worden op een routinematige wijze waarvoor een functioneel-rationele top-down benadering vanuit een bepaalde sector geschikt is.

In hoofdstuk 2 is naar voren gekomen dat het aannemelijk is dat ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond betrokken is complex van karakter zijn (zie §2.5). Dit blijkt bijvoorbeeld uit §2.4 waar geconstateerd is dat door toenemende ruimtedruk, milieubewustzijn en toegenomen kennis over de ondergrond er steeds meer belangen in het spel zijn bij de ondergrondse potenties. Uit de genoemde voorbeelden blijkt dat er een groot scala aan conflict- en synergiesituaties tussen ondergrondse en bovengrondse functies en waarden mogelijk is. In de tweede plaats is in §2.2 naar voren gekomen dat de ondergrond aan te duiden is als inherent complex, bijvoorbeeld vanwege de ontoegankelijkheid of het ingewikkelde samenspel van de drie deelsystemen (biotisch, abiotisch en hydrologisch). VROM (2001) concludeert dat een sectorale insteek – dus een benadering als een relatief eenvoudig vraagstuk – geen recht doet aan de complexiteit van het samenhangend systeem van hydrologische, ecologische en bodemcomponenten. Ten derde kunnen ingrepen in de ondergrond grote en onzekere gevolgen hebben op andere plaatsen en in andere tijden; effecten die met de huidige kennis soms nauwelijks te bepalen zijn (zie §2.2 en 3.2). Dit wordt veroorzaakt door de relatieve onbekendheid met processen en samenstelling van de ondergrond en de effecten van ingrepen. Maar ook de verspreiding van de bestaande kennis over tal van disciplines maakt het plannen met de ondergrond er niet eenvoudiger op.

*Tabel 4.1 Een typologie van planninggericht handelen naar complexiteit (bron: De Roo, 2001)*

Mate van complexiteit van een vraagstuk	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oriëntatie op object</li> <li>▪ Doeltreffendheid</li> <li>▪ Wat dient er bereikt te worden?</li> <li>▪ Doelbereik en handelingsstructuur</li> <li>▪ Nadruk op effecten en beslismomenten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oriëntatie op rationaliteit</li> <li>▪ Doeltreffendheid/ doelmatigheid</li> <li>▪ Hoe kan het bereikt worden?</li> <li>▪ Inhoudelijke motivering besluitvorming</li> <li>▪ Nadruk op keuzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oriëntatie op intersubjectiviteit</li> <li>▪ Doelmatigheid</li> <li>▪ Wie zijn er bij betrokken?</li> <li>▪ Actoren en institutieverbanden</li> <li>▪ Nadruk op interactie</li> </ul>
	Doelgericht handelen ←	Beslissingsgericht handelen	→ Institutiegericht handelen
<i>Relatief eenvoudig</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nadruk op delen van het geheel (gesloten systeem)</li> <li>▪ <b>Vaststaande doelen (blauwdrukplanning)</b></li> <li>▪ Rechthoekig mechanisch verloopend regelproces</li> <li>▪ Keuzemomenten staan vast</li> <li>▪ Besluitvormingsproces heeft duidelijk start- en eindpunt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Volledige of grote mate kennis</li> <li>▪ Weinig of geen onzekerheden</li> <li>▪ Alomvattend</li> <li>▪ Beheersing van het geheel</li> <li>▪ <b>Functionele rationaliteit</b></li> <li>▪ Direct-oorzakelijke verbanden</li> <li>▪ Sterk afgebakende vraagstukken</li> <li>▪ Voorspellen en oplossingsstrategie belangrijkste streven</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Centrale sturing</b></li> <li>▪ Verticaal netwerk</li> <li>▪ Hoge mate van formalisering, standaardisatie en routine</li> <li>▪ Beleidsmaker = beslissers</li> <li>▪ Hiërarchisch bepaalde wederzijdse afhankelijkheid</li> <li>▪ Tbv. niet-actief betrokken actoren</li> <li>▪ Strak geleid institutieverband met duidelijke taken en verantwoordelijkheden</li> </ul>
<i>Relatief complex</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nadruk op geheel en delen (open systeem)</li> <li>▪ <b>Verschuivende doelen (voortschrijdende planning)</b></li> <li>▪ Cyclisch planproces met terugkoppeling/ correctie/ zelfregulering</li> <li>▪ Keuzemomenten zijn procesafhankelijk</li> <li>▪ Start en eindpunt besluitvormingsproces is diffuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kennis beperkt toereikend, beperkt en selectief te verwerven</li> <li>▪ Onzekerheid opheffen door toetsing en terugkoppeling</li> <li>▪ Selectieve omvattendheid</li> <li>▪ Afstemming van het geheel</li> <li>▪ <b>'Bounded rationality'</b><sup>14</sup></li> <li>▪ behaviourale interpretatie</li> <li>▪ Diffuse vraagstukafbakening</li> <li>▪ Zwaar accent op probleemdefiniëring en -selectie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Decentrale en gedeelde sturing</b></li> <li>▪ Lokaal gebonden netwerk</li> <li>▪ Mix van formalisatie, standaardisatie en specialisatie</li> <li>▪ Rol beleidsmaker onderdeel collectieve besluitvorming</li> <li>▪ Binnen kaders gelijkwaardige wederzijdse afhankelijkheid</li> <li>▪ Collectief, lokaal en individueel belang worden op elkaar afgestemd</li> <li>▪ Hiërarchische en lokale autonomie ontbreken, gedeelde verantwoordelijkheid en inzet</li> </ul>
<i>Relatief zeer complex</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nadruk op geheel, delen en contextuele omgeving</li> <li>▪ <b>Gekoppelde of geïntegreerde problemen, oplossingen en doelen (saldobenadering)</b></li> <li>▪ Informatiekringlopen</li> <li>▪ Keuzemomenten als een dynamisch, interactief onderdeel van 'ongoing process'</li> <li>▪ Besluitvormingsproces heeft een doorgaand karakter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kennisverwerving in dynamisch en interactief 'ongoing process'</li> <li>▪ Onzekerheid blijvend gegeven</li> <li>▪ Context-afhankelijk</li> <li>▪ Aanpassing aan omgeving</li> <li>▪ <b>Communicatieve rationaliteit</b></li> <li>▪ Interpreterende wijze van begrijpen</li> <li>▪ Vraagstuk onderdeel groter geheel</li> <li>▪ Probleemafstemming en bundeling van strategieën</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Interactieve sturing</b></li> <li>▪ Horizontaal netwerk</li> <li>▪ Hoge mate van specialisatie en flexibiliteit</li> <li>▪ Rol beleidsmaker vermaatschappelijk</li> <li>▪ Gelijkwaardige wederzijdse belangen</li> <li>▪ Lokaal en individueel belang leidraad voor ontwikkeling</li> <li>▪ Sterk wisselend en probleemafhankelijk institutieverband met niet goed te herleiden verantwoordelijkheden</li> </ul>

In hoofdstuk 2 is ook geconstateerd dat de ondergrond in de huidige praktijk veelal sectoraal benaderd wordt. Tjallingii (1996) stelt dat de meeste disciplines en sectoren de neiging hebben om oorzak-gevolg relaties en doel-middelen relaties in vraagstukken te vereenvoudigen tot direct aantoonbare verbanden en daarmee een perceptie van controle over het geheel en zekerheid over de uitkomst. Het gevaar van een sectorale benadering van de ondergrond is dan ook dat ruimtelijke vraagstukken onterecht als relatief eenvoudig worden gezien. Op basis van het voorgaande kan geconcludeerd worden dat hiermee geen recht gedaan wordt aan de complexiteit van ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies. Het is aannemelijk dat een sectorale benadering bij (zeer) complexe vraagstukken

<sup>14</sup> Met deze term werd door Simon in de jaren zestig al aangegeven dat rationele besluitvorming op basis van volledige informatie en het gelijktijdig en gelijkwaardig kunnen vergelijken van alle mogelijke alternatieven bijna altijd onmogelijk is.

leidt tot onsamenhangende planvorming met de illusie van zekerheid. Beheersing van de totaliteit vanuit één sector is daarom onwenselijk, zeker bij complexe ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies.

Uit tabel 4.1 blijkt dat erkenning van de complexiteit van ruimtelijke vraagstukken van groot belang is: het vereist een geheel andere planningstrategie. Complexe en zeer complexe vraagstukken worden namelijk gekenmerkt door een toenemende mate van dynamiek, onzekerheid door gebrek aan voldoende kennis, een groot aantal variabelen en het openstaan van meerdere uitkomsten. Vaak zijn het unieke vraagstukken waarvoor standaard oplossingen niet volstaan, maar waarvoor juist creativiteit gewenst is. Bij dit soort vraagstukken past een communicatieve en interactieve bottom-up benadering waarin veel aandacht is voor het proces, de selectie van actoren en aandacht voor hun belangen, de onderlinge machtsverhoudingen en de hiermee samenhangende onderzekerheid omtrent de loop en uitkomst van het planproces.

Zo'n communicatieve benadering wordt door Woltjer (2004) omschreven als consensus planning. Consensus planning benaderingen hebben met elkaar gemeen dat ze gericht zijn op "greater governance in order to include all those with a stake in planning issues. [...] In such processes, participants work together to resolve their differences". Hierbij gaat het om onderlinge verschillen als divergerende doelstellingen, verschillen in kennis en uiteenlopende opvattingen omtrent de wijze waarop de doelen bereikt moeten worden. Consensus planning kan twee verschillende functies hebben, namelijk normatief en instrumenteel (tabel 4.2). De eerste functie gaat over democratische uitgangspunten als bescherming van belangen en legitimiteit. Hier zou aan toegevoegd kunnen worden de "deep core beliefs" of "basic normative assumptions" oftewel de achterliggende opvattingen en waarden van actoren (Deelstra et al., 2003; Wolsink, 2003). De tweede functie benadrukt de meer technische aspecten met betrekking tot effectiviteit en efficiency, bijvoorbeeld verbreden van publieke steun voor specifieke beslissingen (Susskind en Cruickshank, 1987).

Tabel 4.2 De normatieve en instrumentele functie van consensus planning (bewerking van Woltjer, 2004)

Normatief (waarom)	Instrumenteel (hoe)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legitimiteit van besluitvormingsproces</li> <li>• Emancipatie en zelfbeschikking burgers</li> <li>• Directe of indirecte betrokkenheid burgers</li> <li>• Bescherming en uitdraging van belangen</li> <li>• Achterliggende opvattingen en waarden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle vergroten</li> <li>• Bron van kennis, informatie, ideeën en argumenten</li> <li>• Verbreden van publieke steun voor specifieke beslissingen en "institutional capacity"</li> <li>• Besparing van tijd en geld door voorkomen van bezwaar en beroep</li> </ul>

Op basis van het onderscheid tussen de normatieve en instrumentele functie onderscheidt Woltjer (2004) vier soorten ruimtelijke vraagstukken (tabel 4.3). Bij eenvoudige vraagstukken is er overeenstemming over betrokken actoren en de algemene doelen, maar ook over de wijze waarop deze doelen gerealiseerd moeten worden. Bij de complexere vraagstukken is er sprake van verschil in opvattingen over instrumentele en/of normatieve aspecten waardoor deze situaties inherent gepaard gaan met onzekerheid en instabiliteit. Woltjer (2004) onderscheidt drie vormen van consensus planning voor dit soort vraagstukken: leerprocessen, onderhandelingsprocessen en "will-shaping" (overtuigen)<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> Deze onderverdeling van ruimtelijke vraagstukken met een bijbehorende planningstrategie is te beschouwen als een nadere uitwerking van de hierboven beschreven communicatieve benaderingswijze voor (zeer) complexe vraagstukken (tabel 4.1)

*Tabel 4.3 Vier typen planningsvraagstukken (bewerking van Woltjer, 2004)*

	<b>Consensus instrumentele aspecten</b>	<b>Dissensus instrumentele aspecten</b>
<b>Consensus normatieve aspecten</b>	Eenvoudig, technisch, probleem → <u>functioneel-rationele planningstrategie</u>	Complex, distributioneel probleem → <u>onderhandelings planningstrategie</u>
<b>Dissensus normatieve aspecten</b>	Complex, gevoelig probleem → <u>"will-shaping" planningstrategie</u>	Zeer complex probleem → <u>leerproces planningstrategie</u>

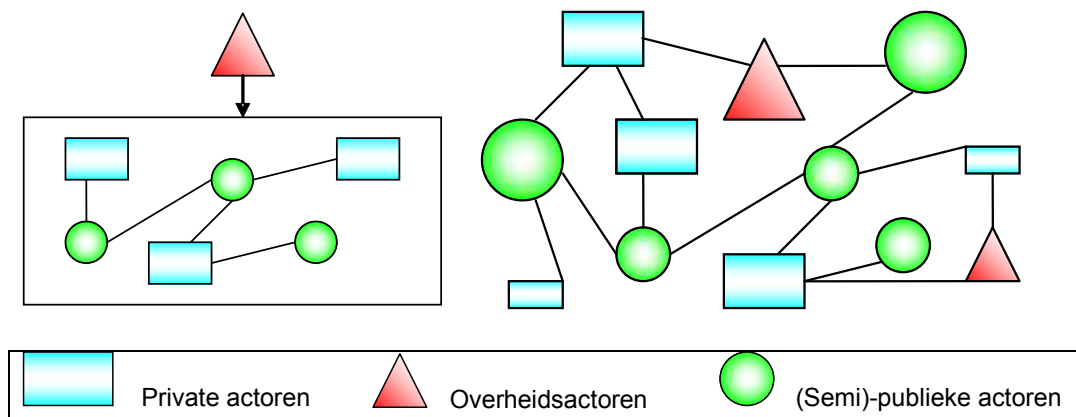
Consensus dan wel dissensus over zowel normatieve als instrumentele aspecten – en de planningstrategieën die daaraan gekoppeld kunnen worden – zijn van belang voor de vraagstukken die in deze studie aan de orde zijn. Zo is in §2.1 naar voren gekomen dat de visies op de natuur en de ondergrond vanuit verschillende disciplines sterk uiteenlopend kunnen zijn, namelijk ecologisch, antroposofisch of vanuit duurzame ontwikkeling (tabel 2.1). De argumentatie van Woltjer volgend is het aanneemelijk dat deze verschillende opvattingen over de ondergrond kunnen leiden tot botsingen tussen actoren in bepaalde vraagstukken, bijvoorbeeld de noodzaak van bodemsanering of de wenselijkheid van opslag van (radioactief) afval in de ondergrond. Dit betreft een aspect waarbij er sprake is van dissensus over normatieve aspecten, namelijk de doelstellingen of de diepere achterliggende opvattingen en waarden van betrokken actoren.

Zoals uit tabel 4.2 blijkt is één van de functies van consensus planning het verwerven van kennis, informatie, ideeën en argumenten. Juist voor vraagstukken waarbij de ondergrond betrokken is blijkt dit een belangrijk argument voor het toepassen van consensus planning in de vorm van onderhandeling of leerproces. Enerzijds is dit het geval omdat er vele specialistische sectoren betrokken zijn bij de ondergrond en de sterke verspreiding van ondergrondse kennis over deze disciplines. COB (2004) constateert dat het daardoor moeilijk is om elkaars kennis te begrijpen en toe te passen. Veel van de bestaande kennis over ondergrondse kenmerken en processen wordt onvoldoende uitgewisseld en gebrekkig toegepast in ruimtelijke vraagstukken. Anderzijds vanwege de constatering dat de relatieve onbekendheid – en daarmee de onzekerheid – van processen en samenstelling van de ondergrond en de effecten van ingrepen nog steeds groot is (De Mulder et al., 2003). Naast de normatieve functie is dus ook het instrumentele aspect van consensus planning, namelijk kennisdeling én –vermeerdering, van groot belang bij de organisatie van ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond betrokken is. Er kan dan ook geconcludeerd worden dat voor dit soort vraagstukken een leerproces planningsstrategie het meest geëigend is omdat hiermee meningsverschillen over zowel instrumentele als normatieve aspecten opgelost kunnen worden.

In leerprocessen wordt gestreefd naar het vergaren en uitwisselen van kennis. Tjallingii (1996) concludeert dat in complexe keuzevraagstukken interactie vereist is tussen de actoren met als doel kennisdeling. Hier sluit hij aan bij het pragmatische en interactieve model dat door Habermas geplaatst wordt tegenover het technocratische en decisionistische model (centrale sturing en blauwdrukplanning). De essentie van dit model is de interactie van beslissers, onderzoekers en andere betrokken actoren, tijdens een gezamenlijk leerproces met behulp van praktijkprojecten ("learning by doing"). Ook Healey (1997) benadrukt het belang van interactie tussen de belanghebbenden en leerprocessen waarmee nieuwe kennis vergaard en gezamenlijke oplossingen gecreëerd kunnen worden. Op deze wijze kunnen ruimtelijke vraagstukken, die vanwege de derde dimensie ingewikkelder zijn dan 'doorsnee' vraagstukken, zinvol en met succes ter hand genomen worden.

### 4.3 Ontwikkelingsgericht plannen

De ontwikkelingen in het naoorlogse Europa hebben invloed gehad op de wijze waarop ruimtelijke vraagstukken benaderd en opgelost werden. In de periode van wederopbouw (jaren vijftig en zestig) was er een grote behoefte aan zekerheid en controle zodat op basis van alle relevante informatie het gewenste eindbeeld bereikt kan worden. Dit wordt ook wel blauwdrukplanning genoemd. Healey (1997) geeft aan dat planningssystemen in de meeste westerse landen tot stand zijn gekomen op basis van de veronderstelling dat economieën en samenlevingen gesloten en lokaal zijn en dat de ruimtelijke organisatie en de locatie van ontwikkeling door de overheid gecontroleerd, beheerst en naar believen gevormd kan worden. De overheid nam dan ook een bovengeschiedte positie in (figuur 4.1). In deze technisch-rationele benadering worden direct-oorzakelijke relaties als uitgangspunt genomen voor het verwerven van kennis (De Roo, 2001). Ruimtelijke vraagstukken worden vooral als inhoudelijke vraagstukken gezien dat primair door deskundigen kan worden opgelost. Ondanks dat Voogd (2001) constateert dat de huidige ruimtelijke plannen minder pretentief, flexibeler en meer op de korte termijn gericht zijn dan in de jaren zestig en zeventig (bijvoorbeeld in de vorm van scenarioplanning en communicatieve benaderingen); in de Nederlandse praktijk van ruimtelijke planning blijkt de invloed van deze periode nog sterk uit de ver doorgevoerde regulering. Bijvoorbeeld in de vorm van bestemmingsplannen en generieke milieuregelgeving waarin nauwkeurig is vastgelegd waar welke ontwikkelingen wel en niet mogen plaatsvinden en welke waarden beschermd dienen te worden.



Figuur 4.1 De bovengeschiedte en nevengeschiedte overheid (Bron: De Roo en Voogd, 2004)

Dit staat in schril contrast met de huidige situatie van een dynamische en globale samenleving met grote onzekerheden en complexe interacties waardoor het steeds moeilijker wordt om succesvol in te grijpen in de fysieke leefomgeving. Dammers et al. (2004) stelt dat als gevolg van economische, technische en sociaal-culturele veranderingen de ruimtebehoefte verandert en de ruimte- en milieudruk steeds meer toeneemt. De overheid krijgt steeds meer een nevengeschiedte positie (figuur 4.1). Traditioneel ruimtelijk beleid en regelgeving – dat aangeduid kan worden als toelatingsplanologie – kan hier echter steeds slechter op anticiperen en daarom zijn nieuwe planningspraktijken noodzakelijk om de fysieke omgeving met succes te beïnvloeden. Strakke planningschema's en gedetailleerde modelmatige blauwdrukplannen blijken hiervoor niet meer afdoende (Teunissen, 2002).

De WRR (1998) constateert dat door het generieke en imperatieve karakter de traditionele toelatingsplanologie een geringe effectiviteit heeft. Dammers et al. (2004) benadrukt het statische karakter en

noemt vier aspecten waaruit blijkt dat onvoldoende aangesloten wordt aan de hoge maatschappelijke dynamiek:

- Er wordt vaak minder gerealiseerd dan gepland;
- Beperkt aantal sturingsinstrumenten;
- Het systeem wordt rigide en inflexibel;
- De handhaving schiet tekort.

Hierdoor ontstaat er een steeds grotere kloof tussen planinhoud en feitelijke ruimtelijke ontwikkelingen. In de toekomst zal de dynamiek van de samenleving ongetwijfeld toenemen en daarmee zal de effectiviteit van toelatingsplanologie evenredig afnemen. Ook Teunissen (2002) constateert dat toelatingsplanologie door het defensief karakter en fixatie op beheersing, ordening en controle moeite heeft om dynamiek, groei en verandering als iets positiefs te benaderen. Hij noemt twee generieke concepten uit het recente verleden als voorbeelden van ruimtelijk beleid dat niet of nauwelijks aan de gestelde doelen heeft beantwoord, namelijk de reductie van de automobilititeit door het ABC locatiebeleid en de doelen van het Vinexbeleid.

In reactie op het onvermogen van toelatingsplanologie om tegemoet te komen aan de huidige maatschappelijke dynamiek pleiten auteurs als Dammers et al. (2004), Teunissen (2002) en WRR (1998) voor een benadering met als uitgangspunt dat dynamiek een wezenlijk kenmerk van de huidige (post) moderne samenleving is.

Ook wordt vaak gewezen op het grote belang van innovaties: in ruimtelijk beleid moet niet naar bestaande, maar juist naar innovatieve oplossingen worden gezocht. Dammers et al. (2004) noemt dit systeeminnovaties (tabel 4.4): "...een kwalitatieve vernieuwing die het niveau van een bepaalde sector of een deelgebied overstijgt en die door een grote hoeveelheid en verscheidenheid aan betrokkenen wordt gerealiseerd". Sectoroverstijgend – oftewel integratie – en een veelheid aan actoren en belangen zijn hierbij dus de centrale aspecten. Zoals gebleken in hoofdstuk 2 zijn dit aspecten die van belang zijn bij ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond is betrokken. Het ligt dus in de rede dat de wijze waarop dit soort vraagstukken benaderd kunnen worden overeenkomt met wat Dammers et al. (2004) omschrijft als de "realisering van systeeminnovaties". Dit komt sterk overeen met wat door Tjallingii (1996) en Healey (1997) omschreven wordt als leerprocessen.

*Tabel 4.4 Vormen van systeeminnovaties (bron: Dammers et al., 2004)*

<b>Fysieke innovaties</b>	<b>Procesmatige innovaties</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geografische vernieuwing: vernieuwing van de fysieke kwaliteiten van een gebied;</li> <li>• Functie-integratie: een meer sectoroverstijgende en gebiedsgerichte aanpak van problemen en uitdagingen;</li> <li>• Technologische vernieuwing: toepassing van nieuwe technieken.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesvernieuwing: vernieuwende beleidsprocessen en werkwijzen;</li> <li>• Organisatievernieuwing: nieuwe organisatie- en samenwerkingsvormen;</li> <li>• Cultuurverandering: verandering van waarden en opvattingen, meer openheid</li> </ul>

Het aspect van kennisdeling is ook relevant vanuit het duurzaamheidsconcept. In §3.4 is geconstateerd dat de kennis over de ondergrond vaak ontoereikend of versnipperd is. Als duurzaamheidsvoorwaarde is geformuleerd dat er voldoende kennis aanwezig is bij de beslissers door kennisuitwisseling tussen relevante actoren en beleidssectoren. Omdat dit soort vraagstukken vaak technologische vernieuwing betreffen is het van belang om ze te benaderen als de realisatie van systeeminnovaties door leerprocessen. Kennisdeling tussen actoren en beleidssectoren is hierbij van groot belang (§4.2)

De WRR (1998) pleit voor een heroriëntatie van het ruimtelijk beleid door een meer actieve en ontwikkelingsgerichte overheidsbenadering voorop te stellen. Specifiek worden de volgende punten genoemd:

- Generiek en nationale ruimtelijke concepten (bijvoorbeeld compacte stad) worden vervangen door open planconcepten die vragen om een gebiedsspecifieke invulling.
- Het nationale beleid krijgt het karakter van strategisch beleid op hoofdlijnen en is kaderstellend voor lagere overheden. Regionaal beleid krijgt het karakter van integrerend ontwerpen door tijdelijke samenwerkingsverbanden.
- Overheden moeten zoeken naar actieve en brede maatschappelijke coalities over concrete ontwikkelingsvoorstellen
- Ruimtelijke planvorming is direct gekoppeld aan ruimtelijke investeringen.

Dammers et al. (2004) noemt de volgende kenmerken van ontwikkelingsgericht plannen:

- Gebiedsgerichte beleidspraktijk;
- Gerichtheid op toekomstige maatschappelijke dynamiek;
- Open, uitnodigende en belangenverenigende planconcepten;
- Open planproces als een innovatieproces;
- Uitvoeringsgerichtheid.

Van belang voor deze studie is dat de noodzaak van systeeminnovaties en een ontwikkelingsgerichte vorm van planning een geheel andere rol van de overheid vraagt. In figuur 4.1 is de verschuiving van de positie van de overheid aangegeven. Juist voor innovatieve vraagstukken waarbij de ondergrond is betrokken is het van belang te erkennen dat de overheid niet langer meer altijd de initiatiefnemer is van het planproces, maar soms de meer bescheiden rol van ondersteuner, stimulator of bemiddelaar speelt. Vooral marktpartijen blijken in staat om de rol van initiatiefnemer over te nemen. Kort maar krachtig zou de veranderende rol van de overheid in dit soort complexe vraagstukken weergegeven kunnen worden als: 'van toetsend naar stimulerend'<sup>16</sup>.

#### 4.4 Ondergrond in de ruimtelijke ordening: lagenbenadering

In hoofdstuk 2 is ingegaan op de groeiende aandacht voor de draagkracht en kwetsbaarheid van natuurlijke systemen, zowel bovengronds als ondergronds. Zorg voor het milieu en de bescherming van natuurlijke systemen is een relatief nieuw fenomeen. In de afgelopen twee decennia heeft het zijn uitwerking gekregen in natuur- en milieuwetgeving. In de vorm van bijvoorbeeld milieueffectrapportages en flora- en faunatoetsen heeft het een aanzienlijke invloed op de dagelijkse praktijk van de ruimtelijke planning. In het licht van de opkomst van het duurzaamheidsconcept is met betrekking tot de ondergrond geconcludeerd dat voldoende kennis van essentieel belang is vanwege de relatieve onbekendheid en het gevaar van onomkeerbare ingrepen. Daarnaast is geconstateerd dat de dynamiek van de ondergrond van een geheel andere orde is dan die van de samenleving en terug te voeren is tot de in hoofdstuk 2 genoemde tegenstelling tussen ontwikkelen en beschermen. Rekening houden met deze dynamiekverschillen is van essentieel belang voor een duurzame ruimtelijke planning met de ondergrond. De lagenbenadering is een relatief nieuw planconcept waarin het dynamiekverschil tussen ondergrond en samenleving een belangrijk uitgangspunt is.

Ontleding van de fysieke werkelijkheid in afzonderlijke lagen met een eigen dynamiek is geen nieuw idee. Ondanks dat de lagenbenadering als planningsconcept nog maar in de kinderschoenen staat,

---

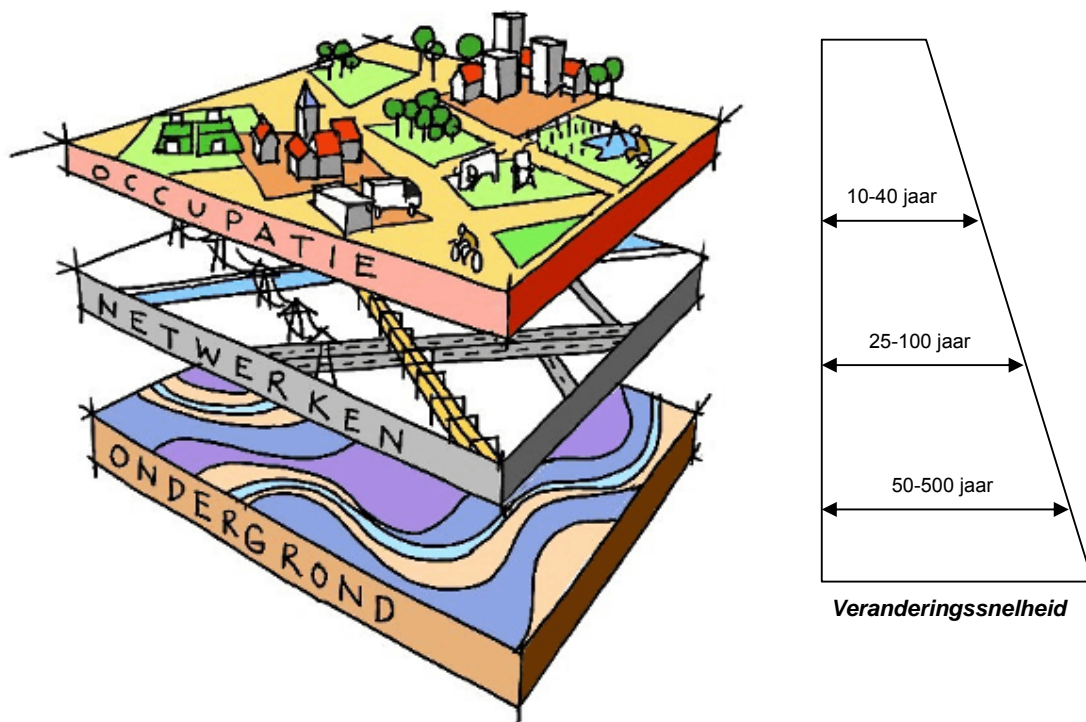
<sup>16</sup> Hiermee is overigens niet gezegd dat toelatingsplanologie volledig heeft afgedaan. Eenvoudige vraagstukken zijn juist gebaat bij generieke en sectorale planning. Idealiter zullen toelatingsplanologie en ontwikkelingsplanologie naast elkaar bestaan.



vindt het zijn oorsprong in een aloude discussie in de geografie: op welke wijze beïnvloedt de mens zijn fysieke omgeving en vice versa en welke richting is het sterkst conditionierend. De lagenbenadering kan worden teruggevoerd op het werk van de Franse geograaf Vidal de la Blache en historicus Braudel en de Duitse vakgenoten Ritter en Von Humboldt (VROM, 2001). In de negentiende eeuw ontwikkelde de geografie zich tot een gevestigde academische discipline, waarin de bestudering van de samenhang tussen ruimtelijke verschijnselen centraal staat. In het possibilisme<sup>17</sup> van Vidal de la Blache staat centraal hoe de natuurlijke ondergrond en de menselijke activiteiten elkaar wederzijds beïnvloeden, en hoe door die wisselwerking in de loop van de geschiedenis verschillende regio's zijn ontstaan (De Pater en Van der Wusten, 1996). Braudel beschouwt het landschap als een zeer traag veranderend draagvlak waarop de geschiedenis van de mensheid zich afspeelt. De menselijke eenheid omvatte in zijn visie de rondreizende mensen, het geheel van verbindingen en netwerken.

### Methodiek

Als planconcept is de lagenbenadering relatief jong. De methodiek van de lagenbenadering zoals die in de afgelopen jaren is gebruikt in de ruimtelijke planning kan gekenschetst worden aan de hand van twee aspecten. Ten eerste wordt de fysieke werkelijkheid ontrafeld in een aantal lagen die aan elkaar gerelateerd zijn aan de hand van de ruimtelijke dimensies lengte, breedte en hoogte/diepte. Elke laag heeft een specifieke bijdrage aan de fysieke leefomgeving. In de tweede plaats staat de tijd als extra vierde dimensie centraal door rekening te houden met verschillen in veranderingssnelheid of dynamiek tussen de lagen (Werksma, 2003). Meestal worden de volgende drie lagen onderscheiden (figuur 4.2): de (onder)grondlaag, de netwerklaag en de occupatielaag (Linden en Voogd, 2004; Priemus, 2002; VROM, 2001).



Figuur 4.2 Fysieke werkelijkheid in drie dynamische lagen (bron: [www.ruimtexitmilieu.nl](http://www.ruimtexitmilieu.nl))

<sup>17</sup> Het possibilisme geeft de mens als vrij handelend wezen een belangrijkere plaats in het beschouwen van de relatie tussen mens en fysieke omgeving. Deze denkwijze kan tegenover het fysisch-determinisme geplaatst worden, waarin de 'almachtige' natuur min of meer het handelen van de mens reguleert.

De eerste laag is de *grondlaag* of de *ondergrond*. Deze laag omvat de bodem, het watersysteem en het biotisch systeem en wordt gezien als de meest stabiele. Daarnaast wordt de bodem wel gezien als een historisch archief en een soort drager van regionale identiteit. De processen die leiden tot veranderingen in de grondlaag nemen al gauw vele generaties in beslag, bijvoorbeeld zeespiegelstijging, erosie en afzetting en de uitbreiding en inkrimping van landijs. De *netwerklaag* omvat het geheel van fysieke infrastructuur als verkeers-, spoor- en vaarwegen, buizen, zee- en vluchthavens en buizenstelsels; maar ook de non-fysieke infrastructuur als lucht- en zeeroutes en ICT verbindingen. Kortom, alle faciliteiten dat het raamwerk vormt voor de ontwikkeling van een bepaald gebied. Wat betreft de dynamiek wordt vaak gesteld dat grote veranderingen in deze laag een halve eeuw tot een mensenleven in beslag nemen. Met de *occupatielaag* worden de ruimtelijke patronen of mozaïeken aangeduid die door menselijk gebruik tot stand is gekomen. Dit omvat het geheel van parken, woonwijken, industrieterreinen, landbouwgrond, enzovoort. Deze laag is het meest dynamisch, veranderingen vinden niet zelden plaats binnen een generatie. De levensduur van bepaalde woningtypes haalt soms de halve eeuw niet (en soms zelfs nog veel korter), bedrijventerreinen die in de jaren zestig in volle bloei waren, worden getransformeerd in kantorenparken, leisureparks en binnenstedelijke woonlocaties.

Uitgangspunt van de lagenbenadering is dat deze drie lagen nauw met elkaar samen hangen. VROM (2005) gaat in de Nota Ruimte uit van een *hiërarchie* tussen de drie lagen: de grondlaag is conditione- rend voor de netwerken en deze op hun beurt conditioneren de occupatielaag. Deze hiërarchische verhoudingen zouden duidelijke richtlijnen op kunnen leveren voor de praktijk van de ruimtelijke plan- ning. Zo kan geredeneerd worden dat de fysieke en non-fysieke infrastructuur de dragers zijn van de stedelijke netwerken. Infrastructuur en met name belangrijke knooppunten van infrastructuur worden dan gezien als determinant van de locaties waar toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen plaats dienen te vinden. Bereikbaarheid is hierbij de verbindende factor tussen de netwerklaag en de occupatielaag.

Volgens deze redenering heeft de grondlaag vanwege de lage dynamiek de hoogste plaats in de hië- rarchie. Belangrijke redenen daarvoor zijn de kwetsbaarheid van de in de ondergrond voorkomende systemen en de onomkeerbaarheid en de onvoorspelbaarheid van ingrepen. Daarnaast nemen ver- anderingen in deze laag vaak vele eeuwen in beslag, waardoor het vaak beschouwd wordt als een relatief stabiele basis waarop de samenleving zich afspeelt. Vanwege de stabiliteit én de kwetsbaar- heid is de grondlaag de meest conditionerende laag en stelt allerlei randvoorwaarden aan vormen van infrastructuur en occupatie.

Er zijn echter kanttekeningen te plaatsen bij de voorgestelde hiërarchie tussen de lagen. Men kan zich bijvoorbeeld afvragen of de grondlaag altijd stabiel en laagdynamischer is dan de andere lagen. Gedacht kan worden aan bijvoorbeeld aardbevingen en vulkaanuitbarstingen of gronddaling in veen- weidegebieden dat al binnen enkele jaren kan leiden tot negatieve effecten. Ook wat de netwerklaag betreft is de dynamiek verre van eenduidig. Voor de fysieke infrastructuur lijkt een veranderingssnel- heid van een halve eeuw tot een mensenleven (op basis van de enorme investeringen en de inflexibili- teit) een redelijk uitgangspunt. Voor de non-fysieke infrastructuur kan deze dynamiek echter moeilijk volgehouden worden. Lucht- en scheepvaartroutes en met name draadloze ICT-netwerken zijn vaak veel flexibeler en dynamischer dan bijvoorbeeld occupatiepatronen. Van de occupatielaag wordt al- gemeen verondersteld dat het de meest dynamische laag is. Dit is waarschijnlijk maar zeer ten dele waar. De meeste occupatiepatronen (bijvoorbeeld historische binnensteden) zijn minstens zo robuust als infrastructuurnetwerken en delen van de grondlaag (Priemus, 2002). De in omvang toenemende erfgoedlijsten geeft aan dat men het de moeite waard om bepaalde vormen van grondgebruik te con- serveren voor het nageslacht op een soortgelijke wijze als bijvoorbeeld natuurgebieden.

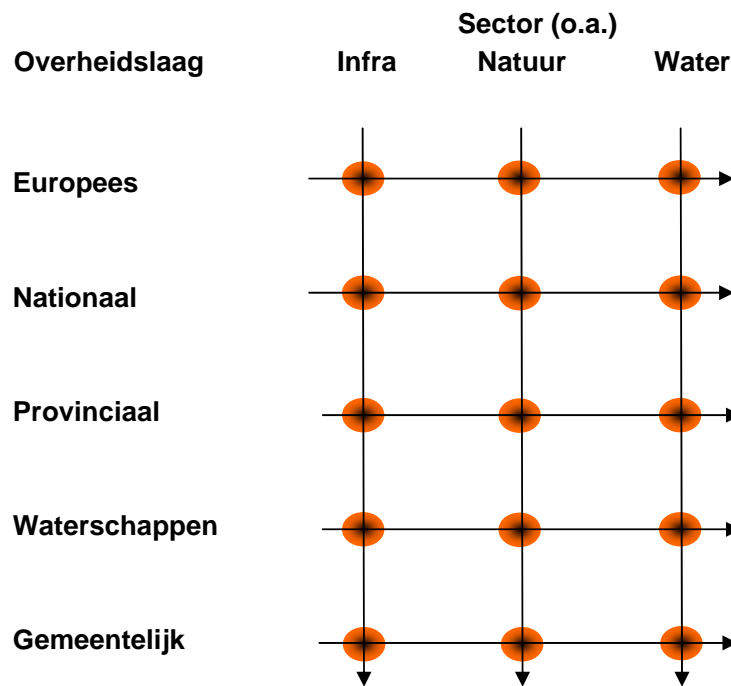
De verschillen in dynamiek van de drie lagen sluiten dus niet één-op-één op elkaar aan. Zoals uit de genoemde voorbeelden blijkt is er eerder sprake van een grote overlap van veranderingstijden (figuur 4.2) waarbij de minimale en maximale veranderingstijd per laag eerder een bepaalde standaardafwijking aangeeft dan een buitengrens. Het kan zijn dat het verschil in gemiddelde veranderingstijd een duidelijk onderscheid maakt tussen de drie lagen, de overlap is echter groot. Wat betreft de dynamiek van de afzonderlijke lagen kan geconstateerd worden dat het beeld diffuser is dan het in eerste instantie lijkt.

De fysieke werkelijkheid is dus complexer dan een voorstelling in drie lagen die elkaar in hiërarchie conditioneren. De ondergrond conditioneert niet alleen de netwerken, maar tot op zekere hoogte conditioneren de netwerken de gewenste ondergrond. Nederland heeft een naam hoog te houden op het gebied van technische mogelijkheden om de bodemgesteldheid en de waterhuishouding van een bepaald gebied zodanig aan te passen dat het voor welhaast elk denkbaar gebruik in aanmerking kan komen. Zoals al eerder gezegd zijn met name de laatste jaren de mogelijkheden voor ontwikkelingen van infrastructuur in veen- en kleibodems fors toegenomen door technische ontwikkelingen. Ook locaties voor wonen en werken (occupatie) worden niet alleen bepaald door ondergrond en netwerken maar zijn bepalend voor de gewenste ondergrond en aan te leggen netwerken. Priemus (2002) stelt dan ook terecht dat een hiërarchische benadering van de relaties tussen lagen te beperkt is en geen recht doet aan de complexe fysieke werkelijkheid. Volgens hem is het beter om uit te gaan van een *wisselwerking* tussen lagen, waarbij elke laag condities kan stellen aan de andere lagen (Goedman, 2003). En daarmee is elke laag van belang bij de planning en inrichting van de leefomgeving en de daarbij te maken afwegingen en keuzes (Provincie Drenthe, 2006).

De kracht van de lagenbenadering zit hem dan ook in het centraal stellen van de wisselwerking tussen de lagen en de bijdrage die het daardoor kan leveren aan integratie van beleidsvelden en sectoren bij bepaalde ruimtelijke vraagstukken. Tjallingii (1996) gaat hier op in door te constateren dat beheersing van de totaliteit niet mogelijk is vanuit één sector. Voorop staat het ontwikkelen van dragende randvoorwaarden die alleen in een interdisciplinaire inspanning ontwikkeld kunnen worden. Door de wisselwerking tussen lagen als uitgangspunt te nemen kan bijvoorbeeld gekozen worden voor de waterhuishouding als dragende voorwaarde bij de planning van infrastructuur en nieuwe stadsuitbreidingen. Dat deze benadering zijn weerklank heeft gevonden bij de overheden blijkt onder meer uit de adviezen van de Commissie Waterbeheer 21<sup>e</sup> eeuw na de overstromingen in de jaren negentig. Kern van het nieuwe waterbeleid is dat er meer ruimte moet zijn voor water. Naast technische maatregelen als het vasthouden van water in het neerslaggebied, werd ook een verplichte watertoets bij het opstellen van bestemmingsplannen ingevoerd. Doel van deze toets is het beter op elkaar afstemmen van de sectoren ruimtelijke ordening en waterhuishouding, zodat water reeds in een vroeg stadium een randvoorwaarde is in ruimtelijke plannen (Linden en Voogd, 2004). Door Verbers en Swinkels, (2003) wordt bijvoorbeeld gepleit om de aardkundige waarden – als intrinsieke waarde van de ondergrond – meer als sturende factor van de ruimtelijke planning te beschouwen. Ook gaan er stemmen op om naar analogie van de watertoets een verplichte bodemtoets in te voeren al lijkt VROM (2003) hiervan af te zien om de (sectorale) regeldruk niet te verzwaren. Het ministerie ziet meer muziek in een integrale grondlagentoets waardoor alle relevante aspecten van de grondlaag in ruimtelijke planprocessen wordt betrokken.

Bovenstaande voorbeelden geven aan dat het inzichtelijk maken van conditionerende relaties tussen lagen kan leiden tot het slechten van barrières tussen de verschillende beleidssectoren, oftewel de ontkokering van de sectoren die relevant zijn voor de ruimtelijke inrichting (horizontale integratie in figuur 4.3). In hoofdstuk 2 is geconcludeerd dat een sectoroverstijgende benadering voor ruimtegebruik op maaiveldniveau steeds meer gemeengoed is geworden. In de ondergrond gebeurt nog echter vaak waar bovengronds steeds meer afscheid van wordt genomen: beleidsontwikkeling via sectoren.

De afweging van ondergrondse potenties in ruimtelijke vraagstukken zou echter ook integraal gemaakt moeten worden om onderlinge relaties en verschillende belangen – en daarmee mogelijke conflicten en win-winsituaties – zo goed mogelijk zichtbaar te maken. Voldoende kennis voor een goede ruimtelijke afweging is daarbij van essentieel belang. Belangrijk aandachtspunt is daarom ook de wijze waarop de uitwisseling van kennis tussen de verschillende specialismen en actoren plaatsvindt (COB, 2004; VROM, 2003). De lagenbenadering kan hierbij een belangrijke rol spelen als integrerend plan-concept waarin de verschillende en tegenstrijdige ruimtebehoeftes met elkaar verenigd kunnen worden (Dammers et al., 2004).



Figuur 4.3 Horizontale en verticale integratie

Een interessante variant op de lagenbenadering is de netwerkbenadering (Priemus, 2002). Priemus geeft aan dat de lagenbenadering door uit te gaan van lagen te statisch is met het oog op de huidige netwerksamenleving. Hij stelt voor om uit te gaan van netwerken en stromen en onderscheidt vijf netwerken die overeenkomen met één of twee lagen uit de lagenbenadering.

- groene netwerken;
- blauwe netwerken;
- verkeersnetwerken;
- ICT-netwerken;
- stedelijke netwerken.

Door op een bepaalde locatie de netwerken en hun onderlinge relatie te onderzoeken en eventuele kortsluitingen en missing links te identificeren, vindt men volgens Priemus (2002) al gauw aanknopingspunten voor een aantrekkelijk plan. Ook brengt het deels met elkaar samenhangende en deels met elkaar conflicterende netwerken in beeld. Daar waar de lagenbenadering vooral een klassieke benadering is gericht op plaats en gebied is er – in lijn met de ecologische-condities strategie van Tjallingii (1996) – in de netwerkbenadering meer aandacht voor stromen en relaties tussen gebieden.

### De (onder)grondlaag

In de lagenbenadering zijn de ondergrondse functies en waarden terug te vinden in een aparte laag: de grondlaag<sup>18</sup>. Hiermee is de lagenbenadering een kansrijk concept voor explicietere betrekking van de samenstelling en de functies en waarden van de ondergrond in de afwegingen van de ruimtelijke planning. De ondergrond wordt dan als het ware verknoopt met de veelal bovengronds liggende occupatiepatronen en netwerken. Het verschil met traditionele benaderingen is dat niet primair gekeken wordt naar occupatiepatronen en netwerken, maar dat eerst de aandacht uitgaat naar de onderliggende lagen. Uit de nadere uitwerking en eerste toepassingen van de afgelopen jaren blijkt echter dat er een aantal haken en ogen zit aan de betrekking van ondergrond in de ruimtelijke planning. Zoals vermeld in hoofdstuk 2 kent de ondergrond een groot scala aan potenties, namelijk transport en verblijven, dragen, berging, productie, regulatie, archief en informatie. In de toepassing van de lagenbenadering in de praktijk blijkt dat een aantal van deze potenties onderbelicht blijven.

Voor de Deltametropool is door TNO (2003) onderzocht wat de onderlinge invloed is tussen de bovengrondse ruimteclaims en de ondergrondse functies en waarden. Geconstateerd wordt dat de draagfunctie, de regulatiefunctie en waterberging opgenomen zijn in de ondergrondlaag en gekoppeld zijn met de bovengrondse ruimteclaims. Daarnaast is bekeken welke ondergrondse potenties niet zijn opgenomen in de ondergrondlaag en waarmee dus geen rekening gehouden is in de ruimtelijke planvorming. Het gaat hier om de productiefunctie, een aantal bergfuncties en de archief- en informatiefunctie van de ondergrond. Ook uit een aantal andere praktische toepassingen (Gebiedsuitwerking Leiden-Haarlem-Amsterdam (1998), Meerstad Groningen en Stadsrandzone Assen (zie kaartbeelden §5.3 en bijlage 4)) blijkt dat de grondlaag meestal niet meer omvat dan het biotisch, abiotisch en hydrologisch systeem, soms aangevuld met archeologische en cultuurhistorische waarden (zie ook De Nijs en Kuiper, 2006). De productie- en bergingsfuncties ontbreken grotendeels of alleen de bovengrondse occupatie is opgenomen, bijvoorbeeld de installaties voor gaswinning<sup>19</sup> (tabel 4.5).

Bij de lagenbenadering voor Meerstad Groningen wordt bijvoorbeeld alleen gesproken over het blauwgroen raamwerk. De sturende elementen uit de grondlaag voor de beoogde ruimtelijke ingrepen blijven dus beperkt tot het wateraspect en ecologie. Daarnaast wordt de fysieke werkelijkheid niet ontleedt in over elkaar heen liggende lagen met verschillende dieptes, maar in lagen die op min of meer hetzelfde niveau (namelijk op en nabij de oppervlakte) met elkaar vervlochten zijn. In wezen wordt de lagenbenadering op deze manier niet als een planconcept gebruikt voor ruimtelijke planning in drie dimensies. De elementen van de grondlaag bevatten immers lang niet alle relevantie ondergrondse functies en waarden én men gaat er niet echt de diepte mee in.

Bij de netwerk- en occupatielaag is het nog voor de hand liggend om aan de oppervlakte te blijven, maar dit gebeurt ook vaak voor groene en blauwe netwerken in de grondlaag. Deze gerichtheid op twee dimensies blijkt bijvoorbeeld als Leenaers et al. (2002) ingaan op de sturende werking van het beleidsconcept ecologische hoofdstructuur (EHS) op de ruimtelijke planvorming. Ze stellen dat bij de realisatie van de EHS meer rekening gehouden zou moeten worden met de condities in de ondergrond vanwege de verknoping van land, lucht, water en leven via allerlei cycli en evenwichten. Niet

<sup>18</sup> Ook een deel van de netwerk- en occupatielaag heeft betrekking op de ondergrond, namelijk ondergrondse bouwwerken en infrastructuur.

<sup>19</sup> Overigens lijkt het ook af te hangen van het ruimtelijk schaalniveau en de concreetheid van planvorming welke ondergrondse functies en waarden wel en niet meegenomen hoeven te worden. Wat betreft de drie genoemde voorbeelden is de planvorming omtrent de Deltametropool van een veel globaler en abstracter niveau dan de planvorming omtrent de stadsrandzone van Assen en Meerstad Groningen.

alleen aan de oppervlakte zijn de gunstige condities voor de EHS van belang, ook in de ondergrond. Gecombineerd met het belang om het ondergrondse archief te beschermen (archeologie, geologie en geomorfologie) wordt gepleit voor het ontwikkelen van een geologische hoofdstructuur als basis van de EHS (zie ook de Mulder et al., 2003).

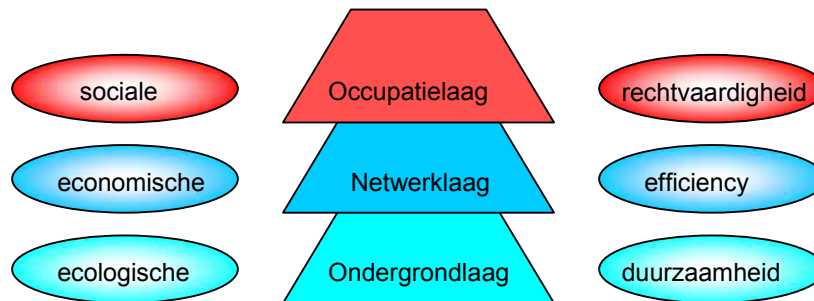
<i>Tabel 4.5 Ondergrondlaag opgenomen in de lagenbenadering in drie planprocessen</i>				
Categorie	Potenties	Opname in lagenbenadering		
		Deltametropool	Assen	Meerstad
Transport en verblijven	Hogedruk transportleidingen, kabels en leidingen	Netwerklaag		
	Tunnels voor personen- en goederenvervoer			
	Parkeergarages, ondergrondse stations, bioscopen, kantoren, winkelcentra, woningbouw	Occupatielaag		
Dragen	Constructies en funderingen voor wegen en gebouwen	Grondlaag	Grondlaag	Grondlaag
Berging	Waterberging	Ontbreekt	Ontbreekt	Occupatielaag
	Opslag van afvalstoffen / gevaarlijke stoffen			
	Gasopslag en CO <sub>2</sub> -opslag			
	Energieopslag, warmte en koude opslag			
Productie	Winning aardwarmte	Ontbreekt	Grondlaag	Occupatielaag
	Winning drink, proces- en koelwater			
	Winning industriële grondstoffen (steenzout)			
	Winning bouwstoffen (zand, grind, klei en kalk)			
	Olie- en gaswinning			
Regulatie (natuurlijk systeem)	Fundament voor natuur, landbouw, stedelijk groen	Grondlaag	Grondlaag	Grondlaag
	Sanering en afbraak van verontreinigingen (in relatie met bodem en grondwater)			
	Regulatie van ziekten en plagen			
	(Bodem)biodiversiteit			
Archief en informatie	Cultuurhistorie en archeologie	Ontbreekt	Ontbreekt	Ontbreekt
	Geomorfologie en aardkundige waarden			

Er zou geconstateerd kunnen worden dat de grondlaag van de lagenbenadering incompleet is als een aantal potenties van de ondergrond niet wordt meegewogen in het ruimtelijk planproces. Zoals gezegd is het gevaar dat bij ruimtelijke planvorming alleen gekeken wordt naar een bepaald aspect van de ondergrond door de bril van een bepaalde sector, bijvoorbeeld het hydrologisch aspect door middel van de watertoets. Door middel van een integrale ondergrondtoets kan met alle functies en waarden van de ondergrond in onderling verband rekening gehouden worden. Dit kan in samenhang met de al bestaande archeologie- en ecologietoets, maar ook met economische potenties als aardwarmtepotentieel, opslagmogelijkheden, ruimtepotentieel. Kortom, alle potenties die de ondergrond kan hebben zouden betrokken moeten worden in ruimtelijke vraagstukken. Hierdoor kunnen mogelijke conflict- en synergiesituaties die anders verborgen zouden blijven beter meegewogen worden in het planvormingsproces.

Aan de andere kant is de nadruk op ecologische duurzaamheid een logische consequentie van het argument waarmee de lagenbenadering de afgelopen jaren is geïntroduceerd. Namelijk dat een belangrijke oorspronkelijke gedachte weer zijn intrede doet in de ruimtelijke planning: een duurzame ruimtelijke ontwikkeling zal moeten aansluiten op het natuurlijk systeem dat zijn eigen dynamiek kent (TNO, 2003). In die zin is de lagenbenadering een nadere invulling van het duurzaamheidsconcept voor ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond is betrokken. In §3.4 is al aangegeven dat bescherming van zwakke, laagdynamische functies een belangrijke voorwaarde voor duurzaamheid is. Met de lagenbenadering krijgt de bescherming van economisch zwakkere functies in de ondergrond een zwaardere plaats in ruimtelijke planprocessen. Ontwikkeling dient zodanig plaats te vinden dat de continuïteit van zwakkere functies gewaarborgd is. Zo kan de door vele overheden zo vurig gewenste

implementatie van het duurzaamheidsconcept niet alleen beperkt blijven tot papieren afspraken, maar ook een concrete uitwerking krijgen in de ruimtelijke planning door middel van de lagenbenadering.

Deze nadruk op duurzaamheid komt ook naar voren bij Goedman (2003) en Minderhout (2003). Ze maken een koppeling tussen de lagen van de lagenbenadering en de criteria voor de afweging van zorgvuldig ruimtegebruik van de VROM-raad (overeenkomend met een ruime definitie van duurzaamheid). Volgens hen heeft de ondergrond een nauwe verwantschap met ecologische duurzaamheid; de netwerklaag met economische doelmatigheid en de occupatielaag met sociale rechtvaardigheid en de strijd om de ruimte (figuur 4.4). Hiermee is de grondlaag van de lagenbenadering echter wel eenzijdig gericht op het ecologische aspect van duurzaamheid. Het is immers gebleken dat bij ruimtelijke vraagstukken waar de ondergrond bij betrokken is ook argumenten met betrekking tot economische doelmatigheid (grondstoffen) en sociale rechtvaardigheid (ondergronds ruimtegebruik) van belang zijn.



Figuur 4.4 Lagenbenadering en criteria zorgvuldig ruimtegebruik

## 4.5 Conclusie

Aan het begin van dit hoofdstuk is aangegeven dat ruimtelijk vraagstukken vaker niet dan wel gelijk zijn aan andere. Het ligt in de rede dat dit nog eens extra zal gelden voor de ondergrond vanwege bijvoorbeeld de inherente complexiteit. Een afzonderlijke en op maat gesneden planningstrategie is dan ook een logische consequentie. In dit hoofdstuk zijn enkele strategieën behandeld die geschikt zijn voor toepassing al naar gelang de specifieke kenmerken. Gebleken is dat vanuit de verschillende benaderingen ten aanzien van natuur en ondergrond de normatieve functie van consensus planning van belang, terwijl vanuit het relatieve gebrek aan kennis over de ondergrond en de verspreiding daarvan over verschillende disciplines de instrumentele functie van belang is. Een interactieve planingsstrategie als leerproces is daarbij het meest kansrijk om de inherente onzekerheden ten aanzien van proces, actoren en ondergrond het hoofd te bieden en zicht te hebben op een succesvolle uitkomst.

In §4.3 is aandacht besteed aan het falen van toelatingsplanologie als gevolg van een complexer en dynamischer wordende wereld. Ontwikkelingsgericht plannen en het realiseren van systeeminnovaties in zo'n wereld is van groot belang willen ruimtelijke ingrepen nog resultaat hebben. Geconcludeerd is dat het benaderen van ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond betrokken is overeenkomt met het realiseren van systeeminnovaties via een leerproces. Het vormgeven van het planproces als ontwikkelingsgericht is dan ook van belang als invulling van de duurzaamheidsvoorwaarde dat er voldoende kennis is bij de beslissers door kennisuitwisseling om zorgvuldige besluiten te kunnen nemen.

Tenslotte is in §4.4 de lagenbenadering behandeld als een concrete methode waarmee invulling gegeven kan worden aan het duurzaamheidsconcept. Door expliciet rekening te houden met de lage dynamiek en kwetsbaarheid krijgt de ondergrond een zwaardere plaats in de planvorming. Dit zou nog extra bevorderd kunnen worden door expliciet uit te gaan van stromen en relaties tussen gebieden door middel van de netwerkbenadering. Daarnaast is de lagenbenadering een werkbare methode gebleken voor het betrekken van alle potenties van de ondergrond in ruimtelijke vraagstukken. Voor een voldoende inzicht in de mogelijke conflictsituaties en synergiemogelijkheden is het immers van belang dat alle potenties daadwerkelijk in beeld zijn. Op deze manier kan de lagenbenadering een belangrijke rol spelen in het ontwikkelen van integraal omgevingsbeleid of een ondergrondtoets bij ruimtelijke vraagstukken. In het verlengde hiervan zou de lagenbenadering als kader kunnen fungeren bij de uitwisseling van kennis tussen relevante sectoren en actoren in een planproces als leerproces.

In dit hoofdstuk is besproken op welke wijze ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies benaderd kunnen worden. Het blijkt dat de conclusies over specifieke eigenschappen van de ondergrond (hoofdstuk 2) en duurzaamheidsvoorwaarden (hoofdstuk 3) uitgewerkt kunnen worden tot een aantal concrete benaderingswijzen die borg staan voor zorgvuldige en duurzame ruimtelijke afwegingen. In tabel 4.6 worden deze samengevat.

<b>Kenmerk ondergrond</b>	<b>Duurzaamheidsvoorwaarde</b>	<b>Duurzaam planproces</b>
Levende en laagdynamische ondergrond.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lage dynamiek van ondergrondse processen zwaardere plaats geven in planvorming;</li> <li>• Aandacht voor afwenteling via de ondergrond naar andere gebieden;</li> <li>• Onomkeerbare ingrepen in de kwetsbare ondergrond zo veel mogelijk vermijden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toepassing lagen- c.q. netwerkbenadering</li> <li>• 'Nee-tenzij' principe; besluit pas nemen als er onomstotelijk geen negatieve gevolgen zijn.</li> </ul>
Ondergrond als multifunctioneel en samenhangend systeem.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondergrond holistisch benaderen:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Als samenhangend systeem;</li> <li>◦ Alle potenties in beeld;</li> </ul> </li> <li>• Mogelijke conflicten en synergiemogelijkheden in de ondergrond in beeld hebben en zoveel mogelijk vermijden c.q. benutten;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integraal en samenhangend omgevingsbeleid;</li> <li>• Integrale ondergrondtoets;</li> <li>• Alle potenties van de ondergrond in de grondlaag van de lagenbenadering.</li> </ul>
Kennis ondergrond is ontoreikend en/of versnipperd terwijl door innovatie de gebruiksmogelijkheden toenemen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voldoende kennis bij de beslissers om zorgvuldige besluiten te kunnen nemen door kennisuitwisseling tussen relevante actoren en beleidssectoren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consensusplanning in de vorm van sectoroverstijgende leerprocessen;</li> <li>• Kennisdeling en innovatie centraal;</li> <li>• Andere rol overheid: ontwikkelingsgericht;</li> <li>• lagenbenadering als integratiekader.</li> </ul>
Ondergrond is inherent complex en complex vanwege de derde dimensie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondergrond beschouwen als een complex geheel;</li> <li>• Ruimtelijke vraagstukken in 3D beschouwen als (zeer) complexe vraagstukken.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Communicatieve, bottom-up strategie;</li> <li>• Veel aandacht voor onzekerheid in planproces.</li> </ul>



## 5 STADSUITBREIDING EN AARDWARMTE: STADSRANDZONE ASSEN

### 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zal aan de hand van een praktijkvoorbeeld ingegaan worden op de betekenis van ondergrondse potenties voor de ruimtelijke planvorming. Als praktijkvoorbeeld van benutting van ondergrondse potenties staat de provincie Drenthe en daarbinnen de gemeente Assen centraal. Ook wordt beoordeeld in hoeverre planningtheoretische overwegingen gebruikt kunnen worden in de beleidspraktijk. De bespreking van de case zal gebeuren op basis van de conclusies die in de vorige hoofdstukken getrokken zijn. Zoals gebleken is uit hoofdstuk 2 biedt de ondergrond een grote hoeveelheid te ontwikkelen functies die nuttig gebruikt kunnen worden door de samenleving. Het belang van de ondergrond voor de samenleving neemt steeds meer toe. Daarnaast is in hoofdstuk 3 gebleken dat de ondergrond de nodige bescherming behoeft omdat er heel wat van de functionaliteit van de grond onherstelbaar beschadigd kan worden. Vervolgens is in hoofdstuk 4 op basis van duurzaamheidsvoorwaarden een aanzet gegeven voor de wijze waarop een zorgvuldige en duurzame afweging van ondergronds ruimtegebruik gemaakt kan worden.

In §5.2 wordt ingezoomd op een specifieke potentie, namelijk het aardwarmtepotentieel in de diepe ondergrond en warmte-koude opslag (WKO) in de ondiepe ondergrond. In deze paragraaf wordt aandacht besteed aan technische randvoorwaarden, aan relevante wet- en regelgeving en op welke manier aardwarmte en WKO raakvlakken kan hebben met de inrichting van de bovengronds leefomgeving en de ruimtelijke planvorming daarover. In §5.3 komt het planproces met betrekking tot de stedelijke uitbreiding aan de orde. In §5.4 wordt de case verbonden met de planningtheoretische overwegingen uit de vorige hoofdstukken.

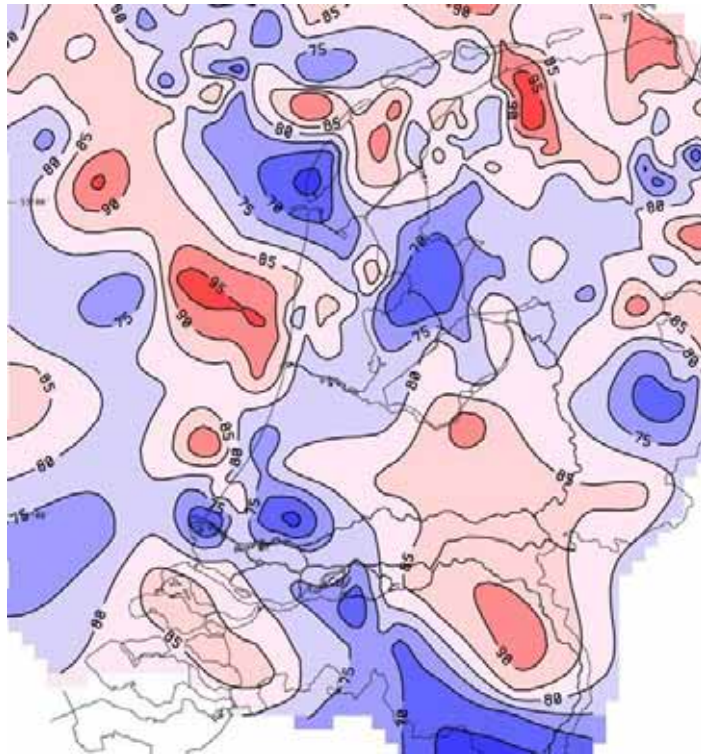
### 5.2 Aardwarmte en warmte-/koudeopslag

Aardwarmte – of geothermie – is het energiepotentieel dat de aardkorst bevat. Aardwarmte kan van groot belang zijn als aanvulling op de winning en besparing van energie. Omdat het een hernieuwbare energiebron is én er bij productie van aardwarmte nauwelijks schadelijke broeikasgassen als CO<sub>2</sub> worden uitgestoten, komt het steeds meer in de aandacht te staan als een duurzaam alternatief voor fossiele brandstoffen. Een andere belangrijke eigenschap is de stabiliteit van winning van aardwarmte, oftewel de leveringszekerheid. Dit is een groot voordeel ten opzichte van andere duurzame energiebronnen als wind- en zonne-energie die vanwege hun fluctuerende productie sterk aangewezen zijn op buffer- en opslagtechnieken (EU, 2005). Winning van aardwarmte komt zo tegemoet aan een aantal hoofdpunten van het Nederlandse energiebeleid, namelijk gebruik van hernieuwbare energiebronnen, reductie van CO<sub>2</sub> emissie en de voorzieningszekerheid (De Mulder et al., 2003).

In Nederland is de benutting van aardwarmte een relatief nieuw fenomeen, terwijl in landen als Italië, Oostenrijk en IJsland al jarenlang op deze manier energie wordt gewonnen (TNO, 2006). Ook in Duitsland wordt vanwege gunstige subsidievoorwaarden op grote schaal toepassing gegeven aan duurzame energiebronnen als aardwarmte (Menzel, et al., 2000). Dit heeft te maken met de aardwarmtepotentie die in Nederland pas op grotere diepten groot genoeg is om rendabel gewonnen te kunnen worden (figuur 5.1). Terwijl de temperatuur in de eerste meters van de aardkorst sterk beïnvloed wordt door de temperatuur van de buitenlucht is deze invloed vanaf ongeveer tien meter diepte niet meer aanwezig. De temperatuur neemt vervolgens steeds verder toe met de diepte van de ondergrond. De omvang van deze toename wordt aangeduid als de geothermische gradiënt (in graden Celsius per 100 meter). Van plaats tot plaats varieert de gradiënt vanwege verschillen in de

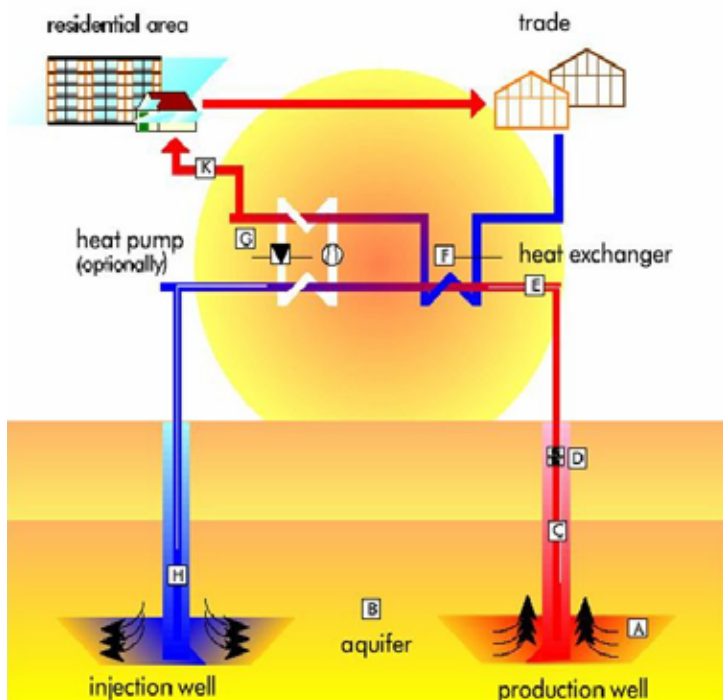
bodemgesteldheid. In de Nederlandse ondergrond met zijn relatief dikke sedimentpakketten is de gemiddelde gradiënt ongeveer 30 graden Celsius per duizend meter diepte, terwijl bijvoorbeeld op IJsland met zijn oude gesteenten en vulkanische activiteit de temperatuur op duizend meter diepte meer dan 300 graden Celsius kan bedragen (De Mulder et al., 2003).

Aardwarmte kan worden gewonnen door deze via warmtewisselaars om te zetten in elektriciteit of door grondwater dat opgeslagen ligt in watervoerende lagen (aquifers) in de diepe ondergrond op te pompen en na warmte-uitwisseling terug te pompen. Dit gebeurt door middel van een zogenaamd puttendoublet dat bestaat uit twee boorputten: een productie- en injectieput die door-



Figuur 5.1 Temperatuur op 2000 meter diepte (bron: TNO, 2006)

gaans op ongeveer 1500 meter van elkaar worden geboord. Bovengronds wordt een aardwarmtecentrale gebouwd waarin de warmtewisselaar ondergebracht wordt (figuur 5.2) (De Mulder et al., 2003).



Figuur 5.2 Het principe van aardwarmtewinning (bron: TNO, 2006)

Een qua principe hierop gelijkende methode om de warmtepotentie van de aardkorst te benutten is warmte-/koudeopslag (WKO) in de ondiepere ondergrond (Royal Haskoning, 2002). WKO stoeit op het principe dat de ondiepe ondergrond(se) (waterstromen) een constante temperatuur van 10 à 12 graden Celsius heeft. Zo kan in de zomer warmte opgeslagen worden in ondergrondse waterlagen om het vervolgens in de winter te gebruiken als verwarming. En omgekeerd kan ondergronds opgeslagen water in de zomer gebruikt worden voor koeling. In feite wordt het grondwater op deze manier gebruikt als een buffer voor energie. De al eerder genoemde holle funderingspalen is een voorbeeld van een toepassing waarbij gebruik gemaakt kan

worden van de constante temperatuur van de ondiepe ondergrond. Voor WKO worden watervoerende lagen in Pleistocene sedimentpakketten gebruikt (De Mulder et al., 2003).

### Technische randvoorwaarden

In nagenoeg het gehele deel van de diepe ondergrond van Nederland zijn watervoerende lagen aanwezig, echter niet alle lagen zijn even geschikt. Voor het bepalen van de geschiktheid is een aantal technische randvoorwaarden van belang die verband houden met de fysieke eigenschappen van de watervoerende laag gekoppeld aan de rentabiliteit van de winning.

Een eerste belangrijke randvoorwaarde is de afweging tussen de kosten die benodigd zijn voor het winnen van aardwarmte en de baten die het oplevert in termen van energiepotentie en vermindering van uitstoot van broeikasgassen. De energiebaten van aardwarmte kan worden weergegeven als het thermisch vermogen van een doublet. Dit vermogen ( $W_{th}$ ) is het product van het waterdebiet ( $q$ ), de warmtecapaciteit van de watervoerende laag – wat weer het product is van de soortelijke warmte ( $c_v$ ) en de dichtheid ( $\rho$ ) – en de afkoeling van het water ( $\Delta T$ ) (TNO, 2006):

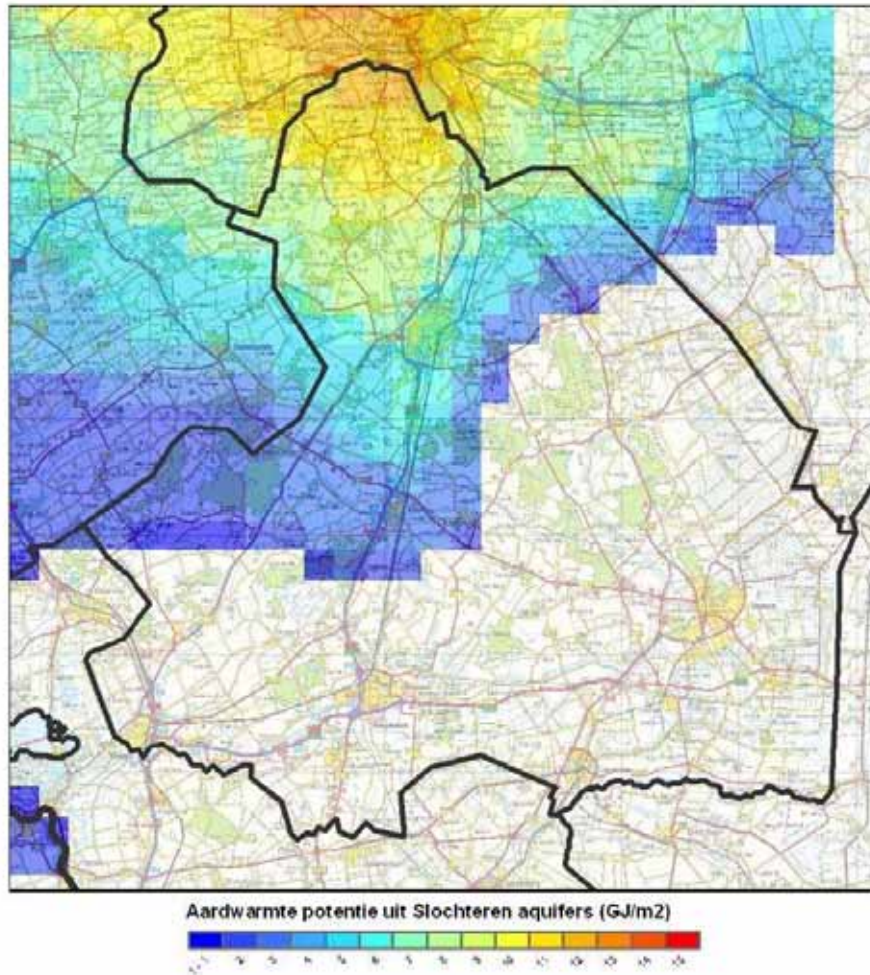
$$W_{th} = q * \rho * c_v * \Delta T$$

(met  $W_{th}$  in W,  $q$  in  $m^3/s$ ,  $\rho$  in  $kg/m^3$ ,  $c_v$  in  $J/kgK$  en  $\Delta T$  in K)

Door de Mulder et al. wordt in 2003 nog gesteld dat als gevolg van de hoge kosten van diepe boringen een commerciële toepassing nog niet haalbaar is, tenzij in de toekomst sprake is van subsidies op schone energie of een hogere aardgasprijs. Drie jaar later constateert TNO (2006) echter al dat de kosten van olie en gas in de afgelopen jaren sterk zijn toegenomen waardoor aardwarmte relatief een steeds goedkopere energiebron wordt. Ook wordt geconstateerd dat er door de EU een richtlijn opgesteld wordt waardoor de productie van aardwarmte in aanmerking kan komen voor extra subsidies (EU, 2005).

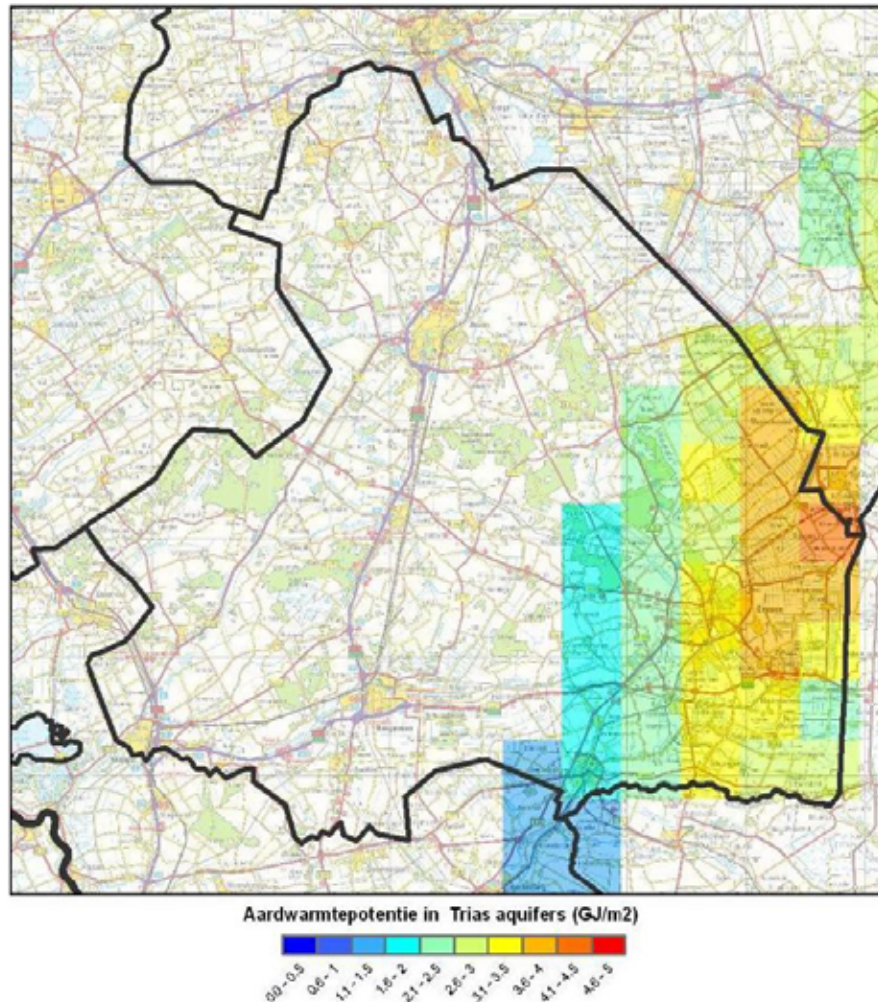
In de tweede plaats is de productiviteit (en dus ook de rendabiliteit) van een watervoerende laag sterk afhankelijk van een voldoende doorstroming wat weer afhankelijk is van de doorlatendheid (permeabiliteit; weergegeven in Darcy) en de dikte van de laag. Een te lage permeabiliteit en een te geringe dikte hebben een nadelige invloed op de doorstroming waardoor een te grote hoeveelheid pompenergie benodigd is voor het omhoog pompen en injecteren van het grondwater. Door deze factoren zijn niet alle in Nederland aanwezige watervoerende lagen geschikt voor het winnen van aardwarmte. TNO (2006) noemt voor Drenthe een drietal watervoerende lagen die in principe geschikt zijn voor winning van aardwarmte:

- Slochteren zandstenen op een diepte rondom de 3000 meter;
- Zandstenen uit de Trias groep op een diepte van ongeveer 2000 tot 4000 meter;
- Zandstenen uit de Rijnland groep op een diepte van ongeveer 1500 tot 2500 meter.



*Figuur 5.3 Aardwarmte potentie van de Slochteren zandsteen aquifer (bron: TNO, 2006)*

Op basis van bovengenoemde technische randvoorwaarden heeft TNO onderzocht in welke delen van de provincie de drie watervoerende lagen qua permeabiliteit in aanmerking komen voor winning van aardwarmte. Vervolgens is een berekening gemaakt van het thermisch vermogen c.q. de warmte-inhoud van deze lagen. Hieruit blijkt dat met name de Slochteren zandstenen meer dan voldoende potentie bezitten voor het toepassen van aardwarmtewinning in het noordelijk deel van Drenthe (figuur 5.3). De Trias zandstenen bieden mogelijkheden in het zuidoostelijk deel van Drenthe, al is de potentie een stuk lager dan in de Slochteren zandstenen (figuur 5.4). De potentie van de Rijnland zandstenen is beduidend lager, komen verspreid voor en is daardoor niet geschikt voor aardwarmtewinning.



Figuur 5.4 Aardwarmte potentie van de Trias zandsteen aquifer (bron: TNO, 2006)

### Ruimtelijke afstemming en inrichting

Aan de hand van bovengenoemde technische randvoorwaarden kan aangegeven worden welke wervoerende lagen in beginsel geschikt zijn voor de winning van aardwarmte. Hiermee wordt inzicht verkregen in de aardwarmtepotentie van de Drentse ondergrond. Voor het vervolgens daadwerkelijk succesvol benutten van deze potentie zijn echter nog een aantal andere factoren van belang, namelijk factoren met betrekking tot de ruimtelijke afstemming van aardwarmte met andere functies, zowel ondergrond als bovengronds. In het geval van aardwarmte kunnen in ieder geval twee essentiële afstemmingsaspecten worden onderscheiden, namelijk interferentie met andere ondergrondse functies en afstemming van de (bovengrondse) energievraag met het (ondergrondse) aanbod

Zowel TNO (2006) als Royal Haskoning (2002) gaan in op mogelijke interferenties bij het benutten van warmtepotentieel van de aardkorst. Wat betreft aardwarmte in de diepe ondergrond kan het voorkomen van olie en gas problematisch zijn. Een deel van de Slochteren en Trias zandsteenlagen is namelijk niet met water gevuld, maar met olie en gas, waardoor aardwarmtewinning niet voor de hand ligt. Ook kan de winning van olie en gas en de aardwarmte elkaar onderling beïnvloeden, bijvoorbeeld door drukdaling en daarmee samenhangende hogere pompkosten (TNO, 2006).

Benutting van aardwarmte in de ondiepe ondergrond door opslag van warmte en koude ligt veel dichterbij de oppervlakte waardoor een groter aantal interferenties kan optreden. In het onderzoek van

Royal Haskoning (2002) naar de mogelijkheden voor WKO in Drenthe wordt rekening gehouden met aanzienlijk aantal functies en waarden die mogelijkwerwijs beïnvloed kunnen worden door een WKO installatie (tabel 5.1). Er wordt dan ook geconcludeerd dat ruim 80% van het grondgebied van Drenthe reeds één of meerdere functies heeft die mogelijk kunnen worden beïnvloed indien er een WKO installatie wordt geplaatst.

*Tabel 5.1 WKO en interferentie met functies en waarden (bron: Royal Haskoning, 2002)*

<b>Functie c.q. waarde</b>	<b>Interferentie</b>
Militair object of oefenterrein	Geen interferentie
Aardgaswingebied	Geen interferentie
Bos en natuurgebied	Mogelijk interferentie met belangrijke waarde
Abiotisch waardevol gebied	Mogelijk interferentie met belangrijke waarde
Essen	Mogelijk interferentie met belangrijke waarde
Natura 2000 gebied	Mogelijk interferentie met belangrijke waarde
Waterwingebied	WKO bij voorbaat uitgesloten
Belangrijk archeologisch object	WKO bij voorbaat uitgesloten
Macrogradiënt en gradiëntrijke overgang	WKO bij voorbaat uitgesloten
Grondwaterbeschermingsgebied	WKO bij voorbaat uitgesloten

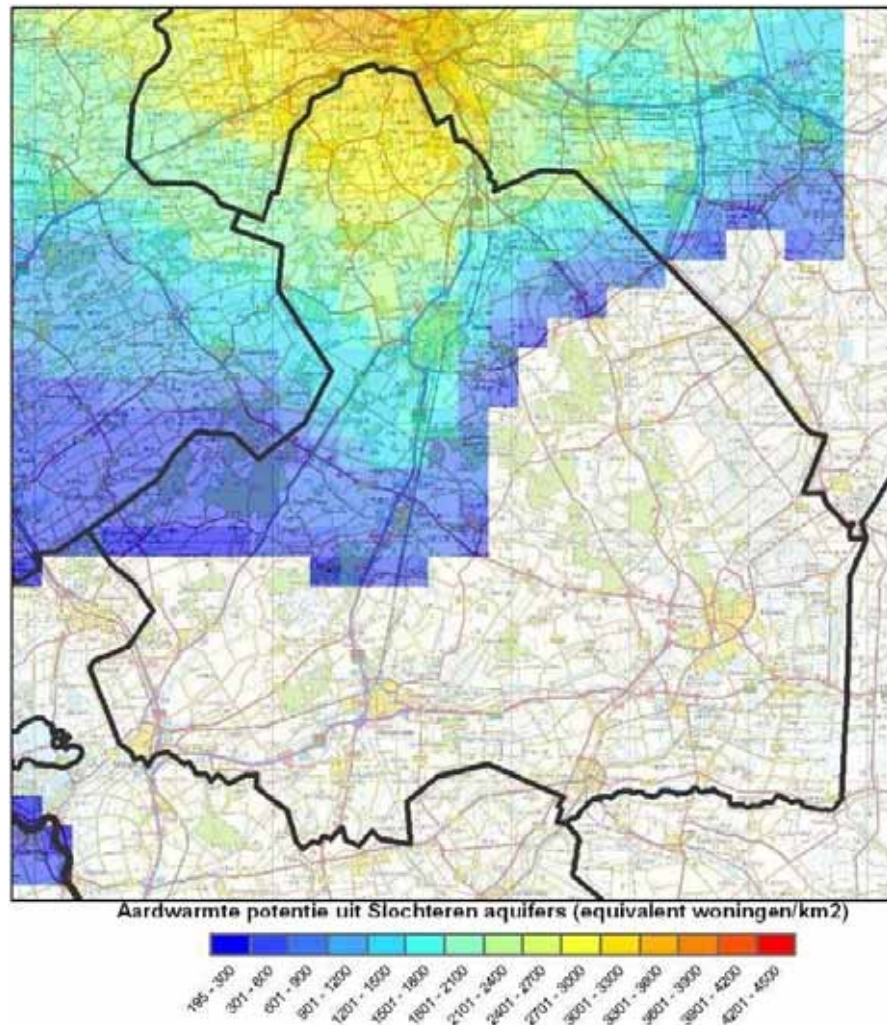
Het tweede afstemmingsaspect is de verhouding tussen energievraag en –aanbod. TNO (2006) stelt dat de initiële investeringskosten voor de winning van aardwarmte relatief hoog zijn en nauwelijks afhankelijk van de productieomvang. Voor een rendabele winning van aardwarmte is er per jaar een minimale warmtevraag van 100000 Gigajoule (GJ) per jaar nodig. In de tweede plaats mag de afstand tussen de warmtevraag en –aanbod niet al te groot zijn omdat het warmteverlies en de kosten voor het aanleggen van infrastructuur over grotere afstanden groot zijn. Naast het bepalen van het aanbod van warmte uit ondergrondse lagen is het dus van belang dat er bovengronds een voldoende omvang aan warmtevraag bestaat en dan ook nog in de directe nabijheid. Met andere woorden: locatie en omvang van de warmtevraag zijn essentiële aspecten voor een succesvolle benutting van het aardwarmtepotentieel.

Belangrijke warmtevragers zijn individuele huishoudens en bedrijven. Vanwege de hoge aanloopkosten van aardwarmte-installaties en de ruimte die de tijdelijke boorlocatie in beslag neemt, ligt het voor de hand om het warmteaanbod in eerste instantie te benutten voor de warmtevraag van nieuw te bouwen woningen en bedrijven in stedelijke uitbreidingsgebieden. Zoals hierboven al aangegeven zijn dan zowel locatie als minimale omvang van nieuw te bouwen woonwijken en bedrijfsterreinen harde randvoorwaarden voor een rendabele winning van aardwarmte. TNO (2006) beveelt dan ook aan om bij de ontwikkeling van plannen op het gebied van woningbouw en bedrijfsterreinen rekening te houden met de aardwarmtepotentie. In de voorbereidende fase – in ieder geval bij de voorbereiding van besluiten over locatie, de hoeveelheid woningen en oppervlakte bedrijfsterrein – zou de aardwarmtepotentie als randvoorwaardenstellend aspect meegenomen moeten worden.

We zijn hier op het punt aanbeland dat benutting van een ondergrondse potentie – winning van aardwarmte – een directe relatie heeft met de bovengrondse afstemming van functies in een ruimtelijk planproces, in dit geval in het kader van stedelijke uitbreiding. Afhankelijk van de algemene doelstellingen van een planproces – bijvoorbeeld als de duurzaamheid van stedelijke uitbreidingen belangrijk geacht wordt – kan de aardwarmtepotentie in de ondergrond in theorie een belangrijk ordenend principe zijn bij het bepalen van locatie en omvang van stedelijke uitbreidingen. De afstemming van de energievraag met het –aanbod en de betekenis daarvan voor locatie en omvang van stedelijke ontwikkeling is een vraagstuk dat zich met name op het strategisch en tactisch beleidsniveau afspeelt. In het eerste stadium van een planproces voor stedelijke uitbreiding worden vaak de locatieafwegingen

gemaakt en de totale opgave of omvang bepaald. Dit soort aspecten worden vaak neergelegd in een visie.

In het operationele stadium van het planproces – wanneer de inrichting van wijken en bedrijfsterreinen wordt vastgelegd in bestemmingsplannen en stedenbouwkundigen en architecten hun ontwerpen maken – komen de inrichtingsafwegingen aan bod. Het gaat hier om aspecten als de concrete omvang van een locatie, de dichtheden waarin gebouwd wordt en uiteindelijk de vormgeving van gebouwen en bouwwerken. Ook deze fase van het planproces is van belang voor afstemming van vraag en aanbod van aardwarmte. TNO (2006) heeft de warmte-inhoud



Figuur 5.5 Aardwarmte potentie van de Slochteren zandsteen aquifer (bron: TNO, 2006)<sup>20</sup>

van de Drentse ondergrond in eerste instantie bepaald in GJ per vierkante meter (figuur 5.3 en 5.4). Op basis van een vuistregel met betrekking tot het gemiddeld warmteverbruik per woning kan voor een concrete locatie bepaald worden hoeveel woningen per vierkante meter (of een meer gangbare maat als aantal woningen per hectare) maximaal aangesloten kan worden op aardwarmte (figuur 5.5). Hiermee kan een indicatie worden verkregen wat voor soort uitbreidingswijk (qua woningdichtheid) in zijn geheel gebruik kan maken van de aardwarmtepotentie in de ondergrond ter plekke.

Ten slotte is de laatste fase voor de uitvoering van belang als de woningontwerpen en uitvoeringsbestekken worden gemaakt. Ook in deze meest concrete fase van de voorbereiding zal rekening gehouden moeten worden met specifieke eisen die benutting van aardwarmte stelt aan het ontwerp van woningen en bedrijfspanden. Een gasleiding kan bijvoorbeeld overbodig zijn en vloerverwarming is

<sup>20</sup> De eenheid waarmee in dit figuur de aardwarmtepotentie wordt weergegeven is woningen/ km<sup>2</sup>. 2000 woningen/km<sup>2</sup> komt overeen met 20 woningen/ha.

vaak de meest aangewezen vorm om een woning te verwarmen met aardwarmte. Uiteraard is het inefficiënt en onrendabel om gebouwen naderhand aan te passen op dit soort specifieke eisen.

### 5.3 Aardwarmte en stedelijke uitbreiding van Assen

In het onderzoek van TNO (2006) wordt geconcludeerd dat de toepassing van aardwarmte een belangrijke factor kan zijn in ruimtelijke planvorming voor stedelijke ontwikkeling. In deze paragraaf zal beschouwd worden waar in de provincie Drenthe aardwarmte en stedelijke uitbreiding in samenhang met elkaar ontwikkeld kunnen worden. Vanwege de concrete acties die al ondernomen zijn door de gemeente Assen in samenwerking met de provincie Drenthe zal hierbij specifiek ingegaan worden op de uitbreidingsmogelijkheden van het stedelijk gebied van Assen en het planvormingsproces daarover.

Het omgevingsbeleid van Drenthe is er op gericht om grootschalige stedelijke ontwikkeling te concentreren rond de stedelijke kernen Assen, Roden, Hoogeveen, Coevorden, Emmen en Meppel (Provincie Drenthe, 2004). In de provincie is een aantal meer of minder concrete uitbreidingslocaties waar in de toekomst mogelijk woningbouw en/of bedrijfsterreinen gerealiseerd gaan worden (tabel 5.2). De genoemde locaties zijn van een zodanige omvang – en beschikken dus over een potentiële warmtevraag van minimaal 100000 GJ (zie §5.2) – dat ze in principe geschikt zijn voor een rendabele benutting van aardwarmte. Niet alle locaties hebben echter geschikte aardwarmtelagen in de ondergrond. Zoals uit figuur 5.3 en 5.4 blijkt bevatten de onderzochte lagen in de ondergrond rond Meppel en Hoogeveen geen aardwarmtepotentie, terwijl in de ondergrond rond Assen, Roden en Emmen voldoende potentie aanwezig lijkt te zijn voor een rendabele benutting.

*Tabel 5.2 Mogelijke toekomstige stedelijke uitbreiding in Drenthe en warmtevraag*

Uitbreidingslocatie	Geschatte aardwarmtepotentie op locatie <sup>21</sup> (MJ/m <sup>2</sup> )	Aantal woningen <sup>22</sup>	Oppervlakte bedrijfsterrein (ha) <sup>4</sup>	Geschatte warmtevraag (GJ/jaar) <sup>23</sup>
<i>Assen</i>				
Messchenveld 2	5600	2500	50	147500
Assen Zuid	7500	n.v.t.	100	120000
<i>Hoogeveen</i>				
Buitenvaart 2	Geen	n.v.t.	100	120000
<i>Emmen</i>				
Delftlanden	3800	3650	n.v.t.	127750
<i>Meppel</i>				
Nieuwveense Landen	Geen	4500	n.v.t.	157500
<i>Roden/Leek</i>				
Diverse locaties	10500	5300	n.v.t.	185500

<sup>21</sup> Zie figuren 5.3 en 5.4

<sup>22</sup> De aantallen woningen en oppervlaktes bedrijfsterrein zijn indicatief. Deze kunnen nog aangepast worden in de loop van het betreffende planproces.

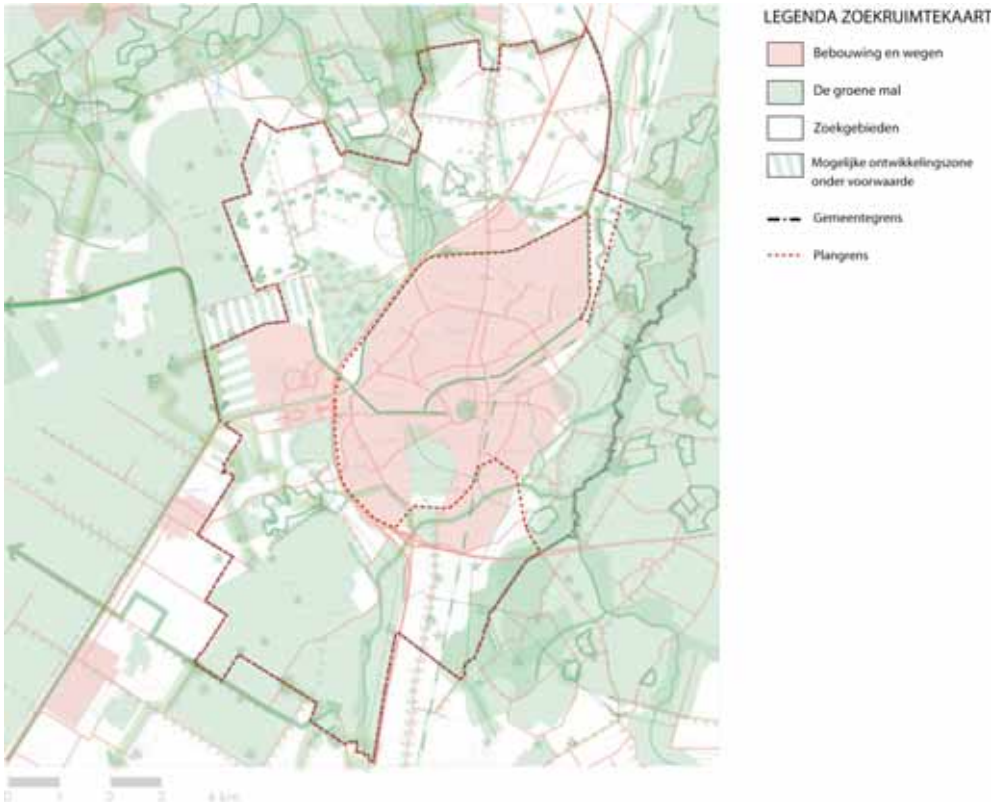
<sup>23</sup> TNO (2006) hanteert hiervoor de volgende schattingen: een huishouden verbruikt per jaar 35 GJ warmte en de bedrijven op een hectare bedrijventerrein 1200 GJ.



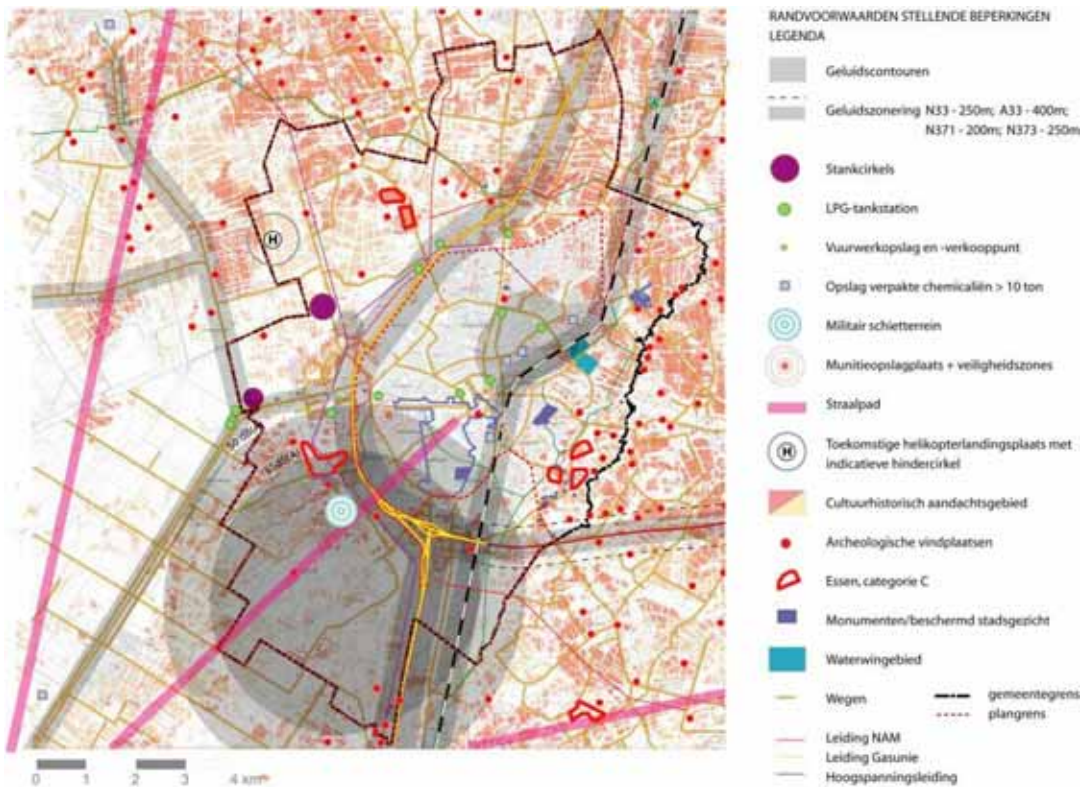
In 2002 is de gemeente Assen in samenwerking met de provincie Drenthe begonnen met het ontwikkelen van een visie op de ruimtelijke ontwikkeling van de stadsrandzone van Assen. De stadsrandzone omvat grofweg het gebied ten noorden, ten westen en ten zuiden van het bestaand stedelijk gebied van Assen. De oostkant is van tevoren gevrijwaard van ontwikkeling vanwege het waardevolle beekdal van de Drentse Aa (zie figuur 5.6 voor de ligging van het plangebied). Het planproces heeft als centrale doelstelling het opvangen van de toekomstige ruimteclaims van woningbouw en bedrijvigheid (in het kader van de Regiovisie Groningen-Assen) in het buitengebied zonder dat de natuur, cultuur en landschap in het gebied worden aangetast. Aan de basis van deze doelstelling ligt de wens van een duurzame ontwikkeling van de stad uit de Milieuvisie 2005-2008 (Gemeente Assen, 2004a). Uitgangspunt daarbij is dat voorkomen moet worden dat de harde economische functies (in dit geval wonen en werken) de zachte groene functies gaan overschaduwen. Ook wordt bekeken in hoeverre stedelijke ontwikkeling en landschap elkaar niet bestrijden maar juist versterken (Gemeente Assen, 2004b). Om deze doelen te behalen is er voor gekozen om in het planvormingsproces gebruik te maken van de lagenbenadering.

Geheel in lijn met de lagenbenadering bestond de eerste fase uit een inventarisatie van te beschermen aspecten uit de grondlaag en diverse randvoorwaarden. Hierdoor ontstaat een helder beeld van mogelijke knelpunten én aanknopingspunten voor nieuwe stedelijke ontwikkelingen. Zo wordt ingegaan op de bodem, waterhuishouding, cultuurhistorie, landschap en ecologie, verkeer en vervoer en milieutechnische randvoorwaarden. Een aantal aspecten (landschap, ecologie en cultuurhistorie) uit deze inventarisatie is samengevoegd in een kaartbeeld, de zogenaamde groene mal (figuur 5.6 en bijlage 4). Volgens de visie wordt de basis voor de toekomst van de stadsrandzone gevormd door deze drie aspecten uit de grondlaag. De gebieden buiten de groene mal worden beschouwd als zoekruimte (figuur 5.6) voor mogelijke stedelijke ontwikkelingen tot 2030 (lange termijn) en 2015 (korte termijn).

Naast het geheel van ecologische, cultuurhistorische en landschappelijke waarden als ordenend principe is ook een aantal randvoorwaarden onderzocht die beperkingen kunnen opleggen aan zowel de locatie als inrichting van stedelijke uitbreiding. Ontwikkeling in de zoekruimte wordt geconditioneerd door onder andere bodemaspecten (waterkansenkaart, waterwingebieden, archeologische vindplaatsen) en vormen van infrastructuur (onder andere geluidszones rond de snelwegen, buizen van de NAM en Gasunie, hoogspanningsleidingen en een helikopterlandingsplaats) (figuur 5.7 en bijlage 4). Zo blijkt bijvoorbeeld dat woningbouw aan de zuidkant van Assen op voorhand uitgesloten moet worden vanwege de geluidscontouren van rijkswegen, spoorlijn en TT-circuit.

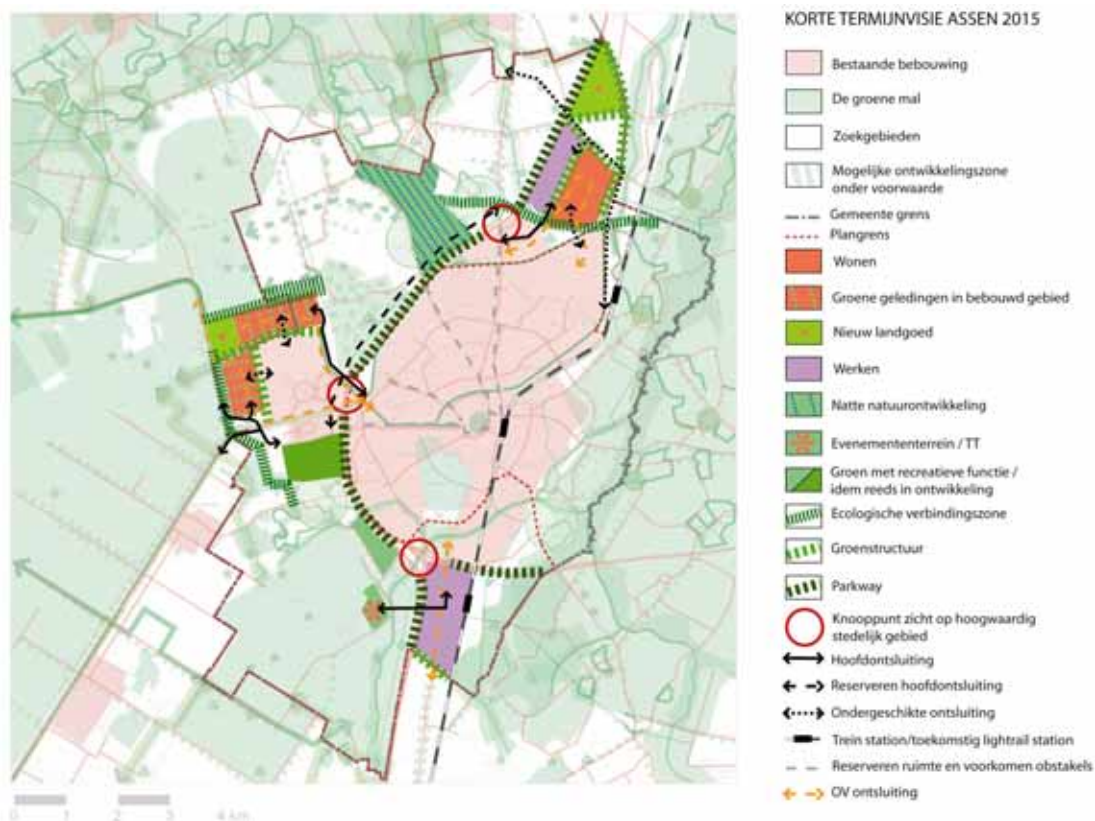


Figuur 5.6 Groene mal en zoekruimte (bron: Gemeente Assen en Arcadis, 2004)



Figuur 5.7 Randvoorwaarden (bron: Gemeente Assen en Arcadis, 2004)

De tweede fase van het proces startte in 2003 met het opstellen van een lange termijnvisie tot 2030. Op basis van een aantal geschetste ontwikkelingsmodellen is een model voor de lange termijn gevormd. Dit model is een kader voor ontwikkelingen tot 2030 en biedt de nodige flexibiliteit om in te springen op sociale en economische ontwikkelingen. Het belangrijkste aspect van de lange termijnvisie is dat de groene mal gevrijwaard blijft van verstedelijking. Tevens dienen nieuwe woon- en werkgebieden direct aan de bestaande stad ontwikkeld te worden en goed ontsloten door openbaar vervoer. Eind 2004 is deze lange termijnvisie uitgewerkt in een korte termijnvisie tot 2015. In deze fase zijn een vijftal potentiële locaties op een aantal aspecten onderzocht (onder andere waterhuishouding, ontsluiting, aantasting van het landschap). Op basis van dit onderzoek is gekozen voor drie woon- en werklocaties voor de korte termijn: Messchenveld (noord), Kloosterveen 3 (west) en Assen Zuid (figuur 5.8). Op dit moment is het planproces in het stadium van de afwegingen met betrekking tot de inrichting van de drie zogeheten voorkeurslocaties. Er is inmiddels gestart met het opstellen van een inrichtings-MER dat als basis moet dienen voor concrete bestemmingsplannen waarmee de uitbreiding juridisch mogelijk wordt gemaakt.

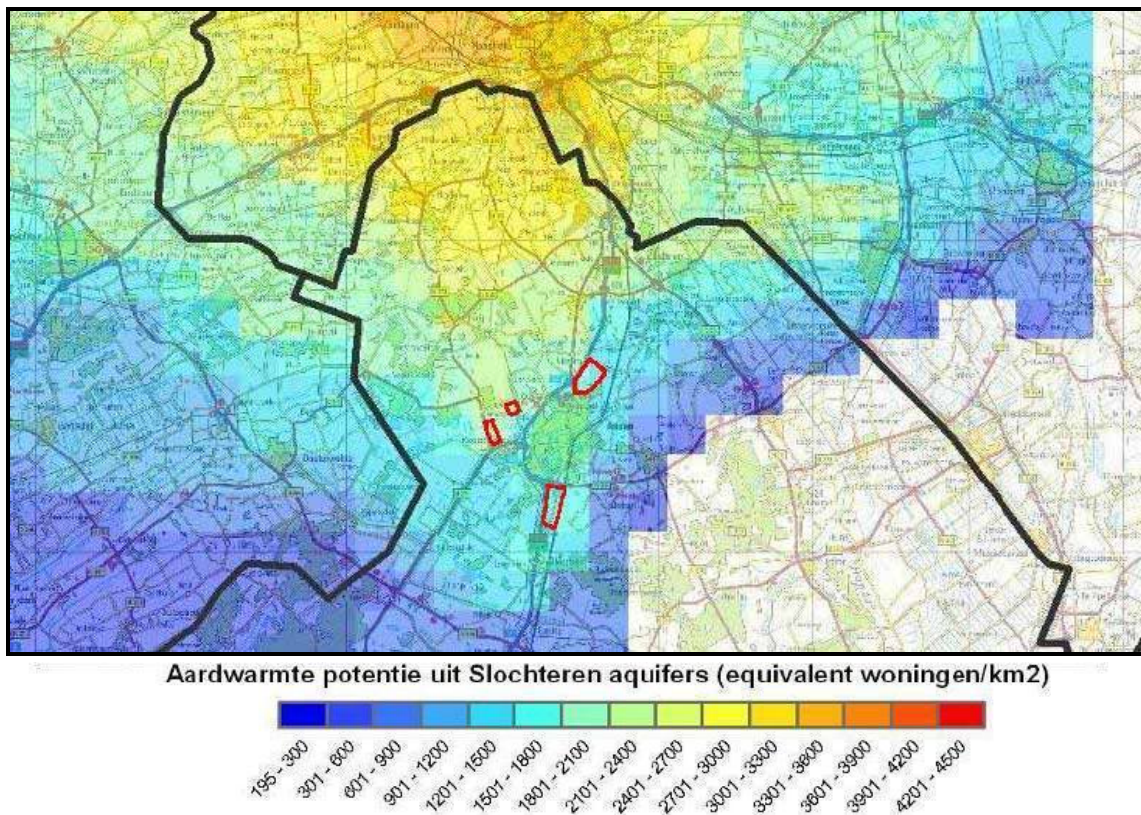


Figuur 5.8 Korte termijnvisie 2015 (bron: Gemeente Assen en Arcadis, 2004)

Zoals hierboven beschreven staan de groene mal – samenvoeging van ecologie, cultuurhistorie en landschap – en een groot aantal randvoorwaarden aan de basis voor de locatiekeuze en –inrichting van de stadsrandzone. In meer of mindere mate zijn deze aspecten ordenende principes bij het afwegen van locatie en inrichting van nieuwe woonwijken en bedrijventerreinen. In §5.2 is beschreven dat voor een succesvolle en rendabele benutting van het aardwarmtepotentieel in de ondergrond dit aspect een belangrijke rol kan spelen in ruimtelijke afwegingen. Gebleken is dat het uitgangspunt van aardwarmtebenutting<sup>24</sup> randvoorwaarden kan stellen aan zowel de locatie en omvang als de inrichting

<sup>24</sup> Dit uitgangspunt sluit naadloos aan bij de doelstelling van een duurzame stedelijke ontwikkeling van Assen.

van woonwijken en bedrijventerreinen. In het geval van Assen zou het aardwarmtepotentieel kunnen fungeren als één van de ordenende principes voor de afwegingen omtrent de ontwikkeling van de stadsrandzone<sup>25</sup>.



Figuur 5.9 Stedelijke uitbreidingen rond Assen en aardwarmtepotentie (bewerking van TNO, 2006)

Een gecombineerde ontwikkeling van aardwarmtebenutting en stedelijke uitbreiding van Assen brengt een aantal extra randvoorwaarden in de ruimtelijke afwegingen en zou kunnen leiden tot andere keuzes dan het geval was zonder deze randvoorwaarden. Zoals aangegeven stelt de ligging van het aardwarmtepotentieel in de ondergrond voorwaarden aan de locatie van de warmtevragers, in dit geval nieuwe woningen en bedrijven. In figuur 5.9 is de ligging van de voorkeurslocaties uit de korte termijnvisie aangegeven op de grafische weergave van de aardwarmtepotentie uit de Slochteren aquifer (figuur 5.5 en 5.8). Hieruit kan worden afgeleid wat de aardwarmtepotentie is van de ondergrondse lagen onder de drie uitbreidingslocaties. Geconstateerd kan worden dat de potentie ten noordwesten van bestaand stedelijk gebied voldoende is voor benutting, maar ten oosten van de stad als snel onvoldoende is. Voor de locatiekeuze van woonwijken en daarmee de uitbreidingsrichting van de stad zou dit vanuit duurzaamheidsoverwegingen een zwaarwegend argument kunnen zijn om vooral in noordwestelijke richting uit te breiden<sup>26</sup>. Dit wordt nog versterkt door het feit dat de geschiktheid van

<sup>25</sup> Hierbij moet het voorbehoud worden gemaakt dat de daadwerkelijke mogelijkheden voor winning van aardwarmtepotentieel afhankelijk is van specifiek en gedetailleerd onderzoek op locatie. De in deze studie gebruikte kaarten uit TNO (2006) zijn indicatieve kaarten.

<sup>26</sup> In werkelijkheid is op het moment van schrijven de fase van het planproces waarin de locatiekeuze gemaakt wordt al afgesloten met een bestuurlijk besluit over de drie voorkeurslocaties voor de korte termijn (zie figuur 5.8). Het doorslaggevend argument om zowel op korte als lange termijn niet in oos-

de randen van aquifers betrekkelijk is (TNO, 2006). De waarschijnlijke richting van de stedelijke uitbreiding van Assen is hier deels mee in overeenstemming: Kloosterveen in het westen en Messchenveld in het Noorden. De ondergrond onder Assen Zuid zal mogelijk een iets lager aardwarmtepotentieel bevatten.

Een tweede randvoorwaarde die van belang is voor de gecombineerde ontwikkeling van aardwarmte en stedelijke uitbreiding is de omvang van uitbreidingsgebieden. In tabel 5.2 zijn de locaties opgenomen die een voldoende omvang hebben, namelijk een potentiële warmtevraag van minimaal 100000 GJ, wat neerkomt op een omvang van ongeveer 3000 woningen, 80 hectare bedrijventerrein of een bepaalde combinatie van beide. Dit kan een argument zijn om stedelijke uitbreiding vorm te geven in een klein aantal grotere wijken of bedrijfsterrinen in plaats van in een groter aantal kleinere wijken of bedrijfsterrinen. Zoals blijkt uit het voorgaande wordt voor de stedelijke ontwikkeling van Assen gekozen voor grotere eenheden. Hiermee wordt aan een belangrijke randvoorwaarde voldaan.

Zowel de uitbreidingsrichting als de omvang van de stedelijke uitbreiding is gunstig voor het tegelijkertijd ontwikkelen van stedelijke uitbreiding en aardwarmtewinning. Gelet op het voorgaande kan geconcludeerd worden dat de uitbreidingslocatie Messchenveld het meest kansrijk is voor een ontwikkeling in combinatie met aardwarmtewinning. De gemeente Assen en de provincie Drenthe hebben dan ook opdracht gegeven voor nader onderzoek van de betreffende locatie. Hierbij is nog een andere essentiële randvoorwaarde voor een succesvolle combinatie van stedelijke ontwikkeling en aardwarmtewinning naar voren gekomen, namelijk de grondposities die de gemeente inneemt op de beoogde uitbreidingslocaties. Juist op de locatie Messchenveld heeft de gemeente een gunstige grondpositie en zijn er weinig particuliere grondeigenaren of projectontwikkelaars met grondposities. Met het oog op het zelfrealisatiebeginsel is het aannemelijk dat gecombineerde realisatie van stedelijke ontwikkeling en aardwarmtewinning eerder succesvol is op locaties waar de gemeente veel grond in eigendom heeft. Realisatie van stedelijke ontwikkeling in combinatie met duurzame (energie)maatregelen is immers niet in het directe belang van projectontwikkelaars. Een voor de gemeente gunstige eigendomssituatie is echter een steeds zeldzamer wordende situatie.

#### 5.4 Aardwarmte in een duurzaam ruimtelijk planproces: synthese

In het voorgaande is een beschrijving gegeven van aardwarmtewinning en bijkomende randvoorwaarden. Ook is beschouwd in hoeverre de stedelijke uitbreidingslocaties van Assen geschikt zijn voor een gecombineerd ontwikkeling met aardwarmtewinning. In deze paragraaf wordt een en ander in het licht geplaatst van de bevindingen uit de voorgaande hoofdstukken. Beschreven wordt op welke wijze aardwarmte onderdeel kan uitmaken van een duurzaam planproces voor stedelijke uitbreiding en op welke punten het planproces wezenlijk anders wordt.

##### **Conflicten en synergie**

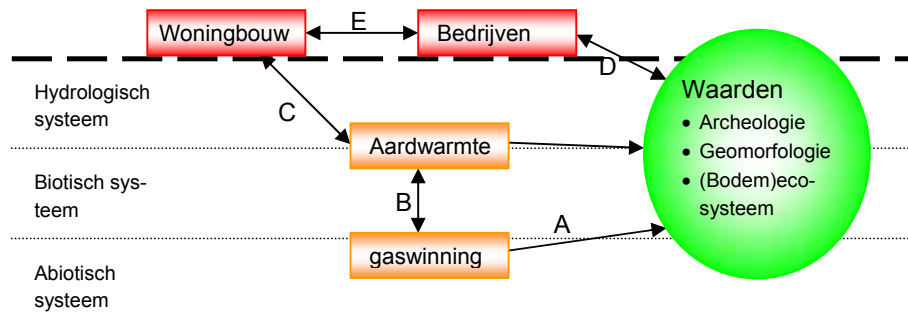
In hoofdstuk 2 is ingegaan op de potenties die de ondergrond heeft en de relatie daarvan met andere functies en waarden, zowel ondergronds als bovengronds (tabel 2.5 en figuur 2.5). Geconcludeerd is dat deze relaties zowel positief (synergie) als negatief (conflict) kunnen zijn. In deze case is sprake van een aantal ingewikkelde relaties tussen ondergrondse potenties, bovengrondse ruimtegebruiken en bepaalde waarden. De situatie is schematisch weergegeven in figuur 5.10. De 'traditionele' afwegingen die gemaakt worden in het kader van de structuurvisie Stadsrandzone worden aangeduid met D en E: concurrentie tussen bovengrondse ruimtegebruiken en aandacht voor waarden (de zogenaamde groene mal, zie figuur 5.6). De extra aandacht voor de ondergrondse aardwarmtepotentie

---

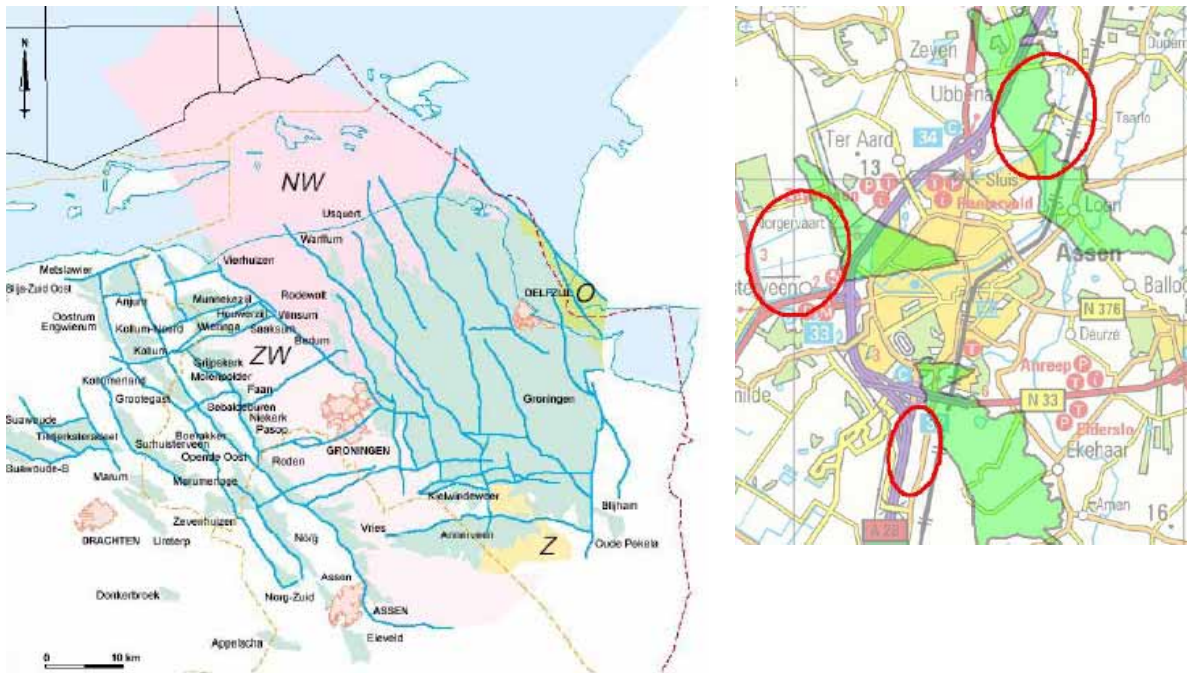
telijke richting uit te breiden is de ligging van de Drentse Aa. Toevalligerwijs valt dit samen met het in deze studie genoemde argument van aardwarmtepotentie.

leidt er echter toe dat er extra relaties – en ook nog in drie dimensies – betrokken moeten worden in het planproces:

- De afstemming tussen het aardwarmteaanbod en bovengrondse warmtevragende functies (aangeduid met C).
- De afstemming met andere ondergrondse potenties (B), bijvoorbeeld in het geval van interferentie met aardgaswinning in dezelfde zandsteenlagen (figuur 5.11);
- De afstemming tussen aardwarmtewinning en ondergrondse waarden als archeologie, geomorfologie en het bodemecosysteem (A).



Figuur 5.10 Relaties tussen functies en waarden in ondergrond en met bovengrondse functies



Figuur 5.11 Aardgasvelden in Noord Nederland (links) en rond Assen (rechts) (bron: TNO, 2006)

In de bovengenoemde voorbeelden komt duurzaamheid enerzijds tot uiting in het zoeken naar mogelijkheden van synergie, namelijk het tegelijkertijd ontwikkelen van aardwarmtebenutting en stedelijke uitbreiding. Anderzijds komt het tot uiting in het vermijden van conflicten tussen ondergrondse functies en waarden.

### Belangen

Naast de toegenomen mogelijke relaties die aan de orde zijn kan geconcludeerd worden dat het aantal actoren en belangen die betrokken zijn bij dit planproces. In tabel 5.3 zijn deze weergegeven voor het ruimtelijke planproces van stedelijke uitbreiding van Assen als daarbij het aardwarmtepotentieel bij wordt betrokken. Duidelijk blijkt dat er een veelheid aan actoren met diverse belangen betrokken zijn bij dit proces. Maar ook dat er met aardwarmte een aantal belangrijke nieuwe actoren in het spel komen met zwaarwegende belangen en mogelijk afwijkende doelstellingen.

*Tabel 5.3 Betrokken actoren in het planproces structuurvisie Stadsrandzone*

Activiteit	Betrokken actoren	Belangen	
Woningbouw	Gemeente Assen/ provincie Drenthe	Voldoende woningen	Sociaal-maatschappelijk
	Projectontwikkelaars	Winstgevende realisering	Economisch-maatschappelijk
Aanleg bedrijven-terrein	Gemeente Assen; provincie Drenthe	Voldoende werkgelegenheid	Sociaal-maatschappelijk
	Bedrijven	Goed investeringsklimaat	Economisch-maatschappelijk
Benutting potentieel aardwarmte	Consumenten	Voorzieningszekerheid	Sociaal-maatschappelijk
	Gemeente Assen; provincie Drenthe	Duurzame energie	Ecologisch
	NAM	interferentie met gaswinning	Economisch-maatschappelijk
	Onderzoeksinstituten (RuG, TNO)	Kennisontwikkeling over aardwarmte	Economisch- en sociaal-maatschappelijk
	Ontwikkelaar aardwarmte installatie	Ontwikkeling product	Economisch-maatschappelijk
Bescherming waarden	Gemeente Assen; provincie Drenthe	Instandhouding natuurlijke systemen (biotisch, abiotisch en hydrologisch)	Ecologisch
	Gemeente Assen; provincie Drenthe	Instandhouding aardkundige waarden en archeologie	Sociaal-maatschappelijk

### Complexiteit

In hoofdstuk 2 is de verwachting uitgesproken dat ruimtelijke vraagstukken waarbij ondergrondse potenties betrokken worden complexer van karakter zullen zijn. Voor deze case blijkt dat ook op te gaan. In het algemeen kan geconcludeerd worden dat de in dit hoofdstuk beschreven case een met name organisatorisch complex ruimtelijke vraagstuk is.

Vanwege de specifieke geologische condities is aardwarmtewinning in Nederland een relatief nieuwe en innovatieve techniek. Het is een goed voorbeeld van een nieuwe ondergrondse potentie die pas sinds enkele jaren serieuze aandacht krijgt voor toepassing. Omdat het een nieuwe techniek is met specifieke randvoorwaarden stelt het ook bijzondere eisen aan het planproces, bijvoorbeeld ten aanzien van stedenbouwkundig ontwerp of de omvang van een wijk. Ook moet er rekening gehouden worden met potentiële conflict- en synergiesituaties tussen verschillende functies die in eerdere planprocessen niet bestonden. Daarnaast moet de overheid rekening houden met het feit dat ze voor succesvolle realisatie sterk afhankelijk is van actoren en met (sterk) afwijkende belangen en doelstellingen waarmee men anders geen rekening hoefde te houden. In deze case gaat het bijvoorbeeld om de NAM of de ontwikkelaar van de techniek van aardwarmtewinning. Een extra complicerende factor is dat op veel uitbreidingslocaties in Nederland de grond in handen is van particulieren en projectontwik-

kelaars die meer gericht zijn op economische dan maatschappelijke belangen. Het ligt dan ook voor de hand dat het planproces hierdoor met grotere onzekerheden te maken krijgt ten aanzien van de loop van het proces en de uiteindelijke uitkomst. De benadering die in §4.2 is besproken – een communicatieve op integratie gerichte planningsstrategie van leerprocessen waarin wordt gestreefd naar het vergaren en uitwisselen van kennis – is daarom meer geschikt dan een generieke en sectorale benadering. Een duurzaam planproces betekent in dit verband: een ruimtelijke vraagstuk waarbij de ondergrond betrokken is beschouwen als een (zeer) complex vraagstuk.

### **Ontwikkelingsgerichte overheid**

Juist vanwege het innovatieve karakter van de techniek van aardwarmtewinning en het belang van kennisdeling in het hier beschreven planproces is het belangrijk dat de overheid een ontwikkelingsgerichte en stimulerende houding aanneemt en de toetsende rol van de toelatingsplanologie loslaat. Uit deze case blijkt bijvoorbeeld dat de provincie Drenthe een geheel andere rol aanneemt richting de gemeente Assen dan de traditionele toetsende rol, namelijk die van een stimulerende, initiërende en adviserende partij. Gezamenlijk wordt er in samenwerking met partijen als de NAM en TNO vanuit verschillende doelstellingen gezocht naar het succesvol combineren van aardwarmtewinning en stedelijke uitbreiding, oftewel de realisering van een systeeminnovatie via een leerproces. Duurzaamheid komt hier tot uiting in de voorwaarde dat er voldoende kennis is bij de beslissers door kennisuitwisseling tussen relevante actoren en beleidssectoren zodat er zorgvuldige besluiten genomen kunnen worden.

### **Lagenbenadering**

In hoofdstuk 4 is de lagenbenadering aan de orde gekomen als een geschikte methode om de ondergrond op een duurzame wijze te integreren in de ruimtelijke ordening. In het planproces van de structuurvisie Stadsrandzone is de lagenbenadering gebruikt als hulpmiddel in de inventarisatiefase van het planproces. Het leverde een aantal waarden op die van belang zijn bij het ontwikkelen van een duurzame visie voor stedelijke uitbreiding. In §4.4 is de wijze waarop de lagenbenadering hierbij is toegepast al aan de orde geweest. Daar werd geconstateerd dat niet alle potenties van de ondergrond zijn meegenomen. Met name de bergings- en de productiefunctie ontbraken (tabel 5.4), waaronder de aardwarmtepotentie. De aandacht voor aardwarmte in dit planproces is dus niet ontstaan in de inventarisatiefase door middel van de lagenbenadering, maar in een latere fase: de technische mogelijkheid kwam pas in de loop van het planproces in beeld bij beleidsmakers en politici. In de inventarisatiefase was de mogelijkheid van aardwarmtewinning eenvoudigweg te onbekend. Het gevolg is dat er vanaf de eerste fase van het planproces geen rekening gehouden is met een ondergrondse potentie als aardwarmte. Dit is echter wel van groot belang voor een succesvolle toepassing van aardwarmte en – meer in het algemeen – voor het positioneren van duurzame (energie)maatregelen als een sturend principe voor ruimtelijke ontwikkeling. Door keuzes gemaakt in een vroeg stadium – bijvoorbeeld locatiekeuze – kunnen dit soort potenties van de ondergrond uiteindelijk onbenut blijven. Duurzaamheid komt hier tot uiting in de voorwaarde: de ondergrond holistisch benaderen door alle potenties van de ondergrond te betrekken in het planproces.

Zoals gebleken is aardwarmtewinning qua techniek voldoende kansrijk voor ontwikkeling in combinatie met nieuwe stedelijke uitleg als woonwijken en bedrijventerreinen. Het alsnog betrekken van aardwarmte in het planproces van structuurvisie Stadsrandzone – ingegeven door de wens om het duurzaamheidsconcept concreet te maken – kan er toe leiden dat dit een belangrijk aspect wordt in de afwegingen die nog resten (met name omvang en inrichting). De kans is echter aanwezig dat de late aandacht voor aardwarmtewinning een faalfactor is voor een succesvolle toepassing in de stedelijke uitbreiding van Assen, bijvoorbeeld ten aanzien van wilsvorming onder betrokken actoren als projectontwikkelaars en gebruikers.



<i>Tabel 5.4 Ondergrondlaag opgenomen in de lagenbenadering in structuurvisie Stadsrandzone</i>		
<b>Categorie</b>	<b>Potenties</b>	<b>Opname in lagenbenadering</b>
Transport en verblijven	Hogedruk transportleidingen, kabels en leidingen	Netwerklaag
	Tunnels voor personen- en goederenvervoer	
	Parkeergarages, ondergrondse stations, bioscopen, kantoren, winkelcentra, woningbouw	Occupatielaag
Dragen	Constructies en funderingen voor wegen en gebouwen	Grondlaag
Berging	Waterberging	Ontbreekt
	Opslag van afvalstoffen / gevaarlijke stoffen	
	Gasopslag en CO2-opslag	
	Energieopslag, warmte en koude opslag	
Productie	Winning aardwarmte	Grondlaag
	Winning drink, proces- en koelwater	Grondlaag
	Winning industriële grondstoffen (steenzout)	Ontbreekt
	Winning bouwstoffen (zand, grind, klei en kalk)	Ontbreekt
	Olie- en gaswinning	Occupatielaag
Regulatie (natuurlijk systeem)	Fundament voor natuur, landbouw, stedelijk groen	Grondlaag
	Sanering en afbraak van verontreinigingen (in relatie met bodem en grondwater)	
	Regulatie van ziekten en plagen	
(Bodem)biodiversiteit		
Archief en informatie	Cultuurhistorie en archeologie	Grondlaag
	Geomorfologie en aardkundige waarden	



## 6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies beschreven en aanbevelingen gedaan voor ruimtelijk beleid voor de leefomgeving en concrete ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond is betrokken. De doelstelling van deze studie is ten eerste het onderzoeken wat het specifieke karakter is van ruimtelijke vraagstukken met een ondergrondse component en ten tweede hoe dit soort vraagstukken op een duurzame en zorgvuldige wijze aangepakt kan worden. In de vorige hoofdstukken is ingegaan op de verschillende deelvragen die van belang zijn voor het beantwoorden van de centrale vraagstelling, die als volgt luidt:

*Wat is het specifieke karakter van ruimtelijke vraagstukken in drie dimensies en hoe kunnen ruimtelijke vraagstukken waarbij de ondergrond betrokken is op een duurzame en zorgvuldige wijze aangepakt worden?*

Controle en beheersing van de leefomgeving en de negatieve effecten daarop kent steeds meer zijn grenzen. Het is dan ook weinig zinvol om steeds meer specifiek en gedetailleerd – en vaak sectoraal – beleid te ontwikkelen en het planningsproces daaraan te onderwerpen. Dit leidt tot stroperigheid en bureaucratie en is ineffectief en spoort niet met de breed gewenste verlichting van regeldruk. Het is zinvoller om vooraf een aantal randvoorwaarden aan het planproces te stellen en per ruimtelijk vraagstuk daar invulling aan te geven. Deze benadering is ook gevolgd in deze studie in de vorm van de duurzaamheidsvoorwaarden die in hoofdstuk 3 aan de orde zijn gekomen. Analoog aan Tjallingii's ecologische-condities strategie is niet geredeneerd vanuit negatieve beperkingen maar vanuit positieve condities waarmee de ondergrond een duurzame plaats kan innemen in de ruimtelijke ordening. Op basis van karakteristieken van de ondergrond en ruimtelijke vraagstukken die daarmee rechtstreeks verband houden is het duurzaamheidsconcept geconcretiseerd in een aantal voorwaarden. Aan de hand van deze randvoorwaarden is vervolgens onderzocht op welke wijze vraagstukken met een ondergrondse component benaderd kunnen worden.

### **Complexiteit**

Wat in deze studie duidelijk naar voren is gekomen is dat vraagstukken met een ondergrondse component over het algemeen (zeer) complex van karakter zullen zijn. Het zijn unieke gevallen waardoor een routinematige aanpak weinig kans van slagen heeft. Er zal op een integrale wijze met alle relevante actoren gezamenlijk gezocht moeten worden naar innovatieve en creatieve oplossingen. In plaats van specialistische beleidsvelden – letterlijk – uit te diepen, zou er juist gezocht moeten worden naar dwarsverbanden tussen beleidsvelden. Voor de bovengrond begint dit al steeds meer gewoon te worden, maar voor de ondergrond is integraal beleid nog meer noodzakelijk vanwege de karakteristieken van de ondergrond: de lage dynamiek, de kwetsbaarheid, effecten die afgewenteld worden op andere plaatsen en op de langere termijn. Maar ook de sterke verspreiding van kennis over processen en effecten van de ondergrond over verschillende sectoren en de moeizame uitwisseling daartussen geeft de noodzaak van integraal beleid aan. Tenslotte moet genoemd worden dat er bij complexe ruimtelijke vraagstukken vaak sprake is van divergerende doelstellingen en belangen waardoor conflicten, maar ook mogelijkheden voor synergie onzichtbaar kunnen blijven. Het is dus aan te bevelen om ruimtelijke vraagstukken met een ondergrondse component te benaderen via een communicatieve bottom-up planningsstrategie.

### **Ontwikkelingsgericht plannen**

Het belang van kennisdeling met betrekking tot de ondergrond en de vraagstukken die daar betrekking op hebben kan niet genoeg benadrukt worden. Zoals gebleken is de ondergrond relatief onbekend en de aanwezige kennis is veelal verspreid over actoren en beleidsectoren die vaak elkaars taal

en jargon niet verstaan. Een planningsstrategie zal dus gericht moeten zijn op kennisdeling en zodat er voldoende kennis is bij de beslissers voor duurzame en zorgvuldige beslissingen. De rol van de overheid – in deze studie in het bijzonder de provinciale overheid – in zo'n planproces is dus ook geheel anders dan in de traditie van toelatingsplanologie (toetsende en bovengeschiedte overheid). In dit soort vraagstukken is het van belang dat de overheid optreedt als een min of meer gelijkwaardige partner met meer de nadruk op het actief stimuleren van bepaalde ontwikkelingen. Het is dan ook aan te bevelen om volgens de beginselen van ontwikkelingsplanologie het planproces vorm te geven.

### Lagenbenadering

In deze studie is gebleken dat de lagenbenadering van belang is voor enerzijds het concretiseren van duurzaamheid en anderzijds voor een volwaardige plaats van de ondergrond in al zijn facetten in de ruimtelijke ordening. De lagenbenadering is een stap voorwaarts in de implementatie van het duurzaamheidsconcept in de ruimtelijke ordening en heeft zo een positieve invloed op de duurzaamheid van ruimtelijke ingrepen. In de lagenbenadering wordt een onderscheid gemaakt tussen de hoogdynamische en laagdynamische functies. Hiermee wordt een spanningsveld aangeduid tussen enerzijds een functie als bedrijvigheid die afhankelijk is van onzekere factoren als de markt en anderzijds een functie als natuurgebied die juist gebaat is bij continuïteit. Juist in Nederland – waar de beschikbare ruimte steeds schaarser wordt – zal de bescherming van zwakke functies een prioriteit in het planningsproces moeten zijn. Daarnaast is geconstateerd dat de levende en laagdynamische ondergrond als zodanig een zwaardere plaats in de ruimtelijke ordening verdient. De lagenbenadering kan hierin een rol spelen omdat het inzichtelijk maakt welke conditionerende relaties er bestaan tussen de verschillende (hoog- en laagdynamische) lagen. Dit zou nog extra bevorderd kunnen worden door expliciet uit te gaan van stromen en relaties tussen gebieden. Op deze manier stimuleert de lagenbenadering de duurzaamheid van ruimtelijke ingrepen.

Zowel vanuit een ruime duurzaamheidsdefinitie als ook vanuit de noodzaak om conflict- en synergiesituaties in de ondergrond zichtbaar te maken ligt het voor de hand om alle ondergrondse potenties mee te nemen in de inventarisatie van de grondlaag en niet alleen de nadruk te leggen op ecologische aspecten van de ondergrond<sup>27</sup>. De lagenbenadering zou completer en meer driedimensionaal kunnen worden door in de ondergrondlaag meer aandacht te besteden aan de – vaak ontbrekende – productie- en bergingsfuncties van de ondergrond. Resultaat is dat ook deze functies verknoopt kunnen worden met de bovengrondse inrichting en een plaats krijgen in ruimtelijke planprocessen. Hierdoor kan inzichtelijker worden welke relaties er bestaan en wat voor conflict- en synergiesituaties (bedreigingen en kansen) er tussen functies kunnen spelen. Zeker met het oog op de snel toenemende mogelijkheden voor benutting van de ondergrond voor allerlei doeleinden is het van belang om de ondergrondlaag driedimensionaal en niet te eng te definiëren wat betreft functies en waarden. De casestudy over aardwarmte en stedelijke uitbreiding spreekt wat dat betreft voor zich. Geconcludeerd kan worden dat met behulp van de lagenbenadering de ondergrond beter in het planproces geïntegreerd kan worden, mits alle in de ondergrond voorkomende potenties (met name de productie- en bergingsfuncties) worden meegenomen. Het is dan ook aan te bevelen om bij ruimtelijke vraagstukken met een ondergrondse component de lagenbenadering toe te passen en de ondergrond te inventariseren zodat recht gedaan wordt aan de eigenschappen en de multifunctionaliteit van de ondergrond.

Overigens kan afgevraagd worden of de ondergrond in al zijn facetten niet in álle ruimtelijke vraagstukken vroegtijdig een belangrijke plaats moet hebben in het planproces. Hier valt wel wat voor te

---

<sup>27</sup> Er zou zelfs gesteld kunnen worden dat er bij een beperkte invulling van de grondlaag met alleen aandacht voor ecologische duurzaamheid kansen op een duurzamere samenleving gemist kunnen worden, bijvoorbeeld de mogelijkheid om aardwarmtewinning te combineren met nieuwbouw (zie hoofdstuk 5).

zeggen. Uit deze studie blijkt immers dat te weinig en te late aandacht voor de ondergrondse potenties tot gevolg kan hebben dat bepaalde kansen op synergie mogelijk gemist kunnen worden. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de casestudy aardwarmte en stedelijke uitbreiding. Ook is het niet ondenkbaar dat conflicten voorkomen hadden kunnen worden indien de ondergrond vroegtijdig meegewogen was in het planproces. Het Ministerie van VROM heeft in haar Beleidsbrief Bodem afgezien van een verplichte bodemtoets met het oog op de toch al omvangrijke regeldruk in de ruimtelijke ordening en in het bijzonder voor wat betreft de bestemmingsplanprocedure. Met het oog op de wens om bij complexere vraagstukken in te zetten op ontwikkelingsgericht plannen – en het beperken van toelatingsplanologie tot de eenvoudige vraagstukken – is dat een gerechtvaardigde conclusie

Mocht het in de toekomst toch nog komen van een ondergrondtoets in de ruimtelijke ordening dan is de aanbeveling op basis van deze studie dat zo'n toets op een integrale wijze wordt vormgegeven. Er moet dus niet gekeken worden naar een bepaald aspect van de ondergrond door de bril van een bepaalde sector, bijvoorbeeld het hydrologisch aspect door middel van de watertoets. Gepleit wordt voor een integrale ondergrondtoets waarbij met alle potenties en eigenschappen van de ondergrond rekening gehouden wordt met als doel tot een zo optimaal mogelijk kennisniveau te komen voor een zorgvuldige en duurzame beslissing. Het verdient aanbeveling om dit in samenhang te doen met de al bestaande archeologie-, water- en natuurtoets, maar ook de economische potenties als aardwarmtepotentieel, opslagmogelijkheden, ruimtepotentieel moeten aan de orde komen. Kortom, alle potenties die de ondergrond kan hebben zouden betrokken moeten worden in ruimtelijke vraagstukken. Uit hoofdstuk 4 is gebleken dat de lagenbenadering een prima rol kan vervullen als instrumenteel kader om zo'n toets handen en voeten te geven, mits de ondergrondlaag alle potenties van de ondergrond vertegenwoordigt.



## LITERATUURLIJST

- Achterberg, W. (1994), *Samenleving, natuur en duurzaamheid; Een inleiding in de milieufilosofie*. Assen: Van Gorcum.
- Al, N. (2004) *Water biedt kansen*. In: Rooilijn, jaargang 37 (10), pag. 504-508.
- Berendsen, H.J.A. (2000), *Landschap in delen. Overzicht van de geofactoren*. Assen: Van Gorcum.
- Bus, A. G. (2001), *Duurzame vernieuwing in naoorlogse wijken*. Groningen: Geo Pers.
- Dammers, E., F. Verwest, B. Staffhorst, W. Verschoor (2004), *Ontwikkelingsplanologie. Lessen uit en voor de praktijk*. Rotterdam: NAI Uitgevers.
- Deelstra, Y., S.G. Nootboom, H.R. Kohlmann, J. van den Berg, S. Innanen (2003), *Using knowledge for decision-making purposes in the context of large projects in The Netherlands*. In: Environmental Impact Assessment Review, jaargang 23, pag. 517-541.
- Engelsdorp-Gastelaars, R. van, W.G.M. Salet (1996), *Strategische keuzen voor ruimtelijke ontwikkeling*. Amsterdam: AME.
- EU (2005), *Advies van het Europees Economisch en Sociaal Comité over gebruik van geothermische energie – warmte uit de aarde*. Brussel: EU (Publicatieblad EU C221/05).
- Gemeente Assen (2004), *Milieu op koers. Milieuvisie 2005-2008*. Gemeente Assen: Assen
- Gemeente Assen, Arcadis (2004), *Structuurvisie Stadsrandzone Assen; korte termijnvisie 2015*. Assen: Arcadis.
- Goedman, J. (2003) *Jammen op de lagenblues! Drie improvisaties op een thema*. In: VROM, *Raakvlakken, inspiratie voor kwaliteit*. Den Haag: VROM.
- Healey, P. (1997), *Collaborative planning; Shaping places in fragmented societies*. Basingstoke: Palgrave.
- Hooimeijer, P., H. Kroon, J. Luttik (2001), *Kwaliteit in meervoud; Conceptualisering en operationalisering van ruimtelijke kwaliteit voor meervoudig ruimtegebruik*. Gouda: Habiforum.
- Horvat, E., R. van der Krogt (red.) (1997), *Strategische studie ondergronds bouwen*. Gouda: CUR/COB.
- Ike, P. (2000), *De planning van ontgroningen*. Groningen: Geo Pers.
- Ike, P., G. Linden, H. Voogd (2004), *Issues in infrastructure en environmental planning*. In: Linden, G. H. Voogd (eds), *Environmental and infrastructure planning*. Groningen: GeoPress.
- Kaiser, E.J., D.R. Godschalk, F.S. Chapin (1995), *Urban land use planning*. Urbana and Chicago: University of Illinois Press.

- Leenaers, H., C. Bremmer, R. van der Krogt (2003), *Hoog tijd voor een ruimtelijke ordening van de ondergrond*. In: *Geografie*; jaargang 12 (7), 26.
- Leenaers, H., et al. (2002), *Pleidooi voor een geologische hoofdstructuur*. Utrecht: TNO-NITG.
- Menzel, H., P. Seibt, T. Kellner (2000), *Five years of experience in the operation of the Neustadt-Glewe geothermal project*.
- Minderhout, W. (2003), *Lagen en Listen, waarom ruimtelijke ordening alsnog gepolitiseerd moet worden*. In: *Socialisme & Democratie*; jaargang 60 (12), 75-82.
- Ministerie VWS (1998) *Raamwerk integrale beleidsvorming hoofdinfrastructuur*. Den Haag: Ministerie V&W.
- Ministerie VROM (2001), *Ruimtelijke verkenningen: het belang van een goede ondergrond*. Den Haag: SDU.
- Ministerie VROM (2003), *Beleidsbrief Bodem*. Den Haag: VROM (vergaderjaar 2003/04, 28199, nr. 13).
- Ministerie VROM (2004), *Beleidsbrief ruimtelijke ordening ondergrond*. Den Haag: VROM (vergaderjaar 2004/05, 29387, nr. 7).
- Ministerie VROM (2006), *Nota Ruimte: ruimte voor ontwikkeling*. Den Haag: VROM.
- Mulder, E.F.J. de, et al. (red.) (2003), *De ondergrond van Nederland*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Nijs, A.C.M. de, R. Kuiper (2006), *De locatiezoeker, uitwerking lagenbenadering voor bepalen zoekruimte verstedelijking*. Bilthoven: MNP
- Pater, B. de, H. van der Wusten (1996), *Het geografisch huis; de opbouw van een wetenschap*. Bussum: Coutinho.
- Paul, T., F. Chow, O. Kjekstad (2002), *Hidden aspects of urban planning; surface and underground development*. London: Thomas Telford.
- Priemus, H. (2002), *Netwerkbenadering alternatief voor lagenbenadering*. In: *Geografie*, jaargang 11 (5), 18-23.
- Provincie Drenthe (2004), *Provinciaal omgevingsplan II*. Assen: provincie Drenthe.
- Provincie Drenthe (2006), *Nota Energiebeleid 2006-2010: Energiek Drenthe*. Assen: provincie Drenthe.
- Provincie Drenthe (2006), *Naar een duurzame Drentse bodem (concept)*. Assen: provincie Drenthe.
- Roo, G. de (2001), *Planning per se, planning per saldo. Over conflicten, complexiteit en besluitvorming in milieuplanning*. Den Haag: SDU.



- Roo, G. de, Voogd, H. (2004), *Methodologie van planning. Over processen ter beïnvloeding van de fysieke leefomgeving*. Bussum: Coutinho.
- Roo, G. de (red.) (1996), *Milieu planning in vierstromenland*. Alphen a/d Rijn: Samsom HD Tjeenk Wilink.
- Royal Haskoning (2002), *Mogelijkheden voor ondergrondse energieopslag in de provincie Drenthe*. Groningen: Royal Haskoning.
- Stichting COB (2004), *Ondergrondse ordening; naar een meerdimensionale benadering van bestaande praktijken*. Gouda: Stichting COB.
- Susskind, L., J. Cruikshank (1987), *Breaking the impasse: consensual approaches to resolving public disputes*. New York: Basic Books.
- Teisman, G.R. (1992) *Complexe besluitvorming: een pluricentrisch perspectief op besluitvorming over ruimtelijke investeringen*. 's-Gravenhage: VUGA.
- Tjallingii (1996), *Ecological conditions; strategies en structures in environmental planning*. Wageningen: IBN-DLO.
- TNO (2002), *Kansen voor de ondergrond*. Apeldoorn: TNO-MEP.
- TNO (2003), *De ondergrond in een lagenbenadering voor RO: een grondslag voor de Deltametropool*. Delft: TNO-INRO.
- TNO (2006), *Verkenning naar de mogelijkheden voor de opslag van CO<sub>2</sub> en het gebruik van aardwarmte in de provincie Drenthe*. Utrecht: TNO-NITG.
- Vlasman, A., I. Dankelman (2002), *Denkraam voor duurzame ontwikkeling*. Nijmegen: DHO.
- Vlist, M. van der (1998), *Duurzaamheid als planningsopgave*. Wageningen: WUR.
- Voogd, H. (2001), *Facetten van de planologie*. Alphen a/d Rijn: Kluwer.
- VROM-raad (2001), *Verscheidenheid in samenhang: stedelijke ontwikkeling als meervoudige opgave*. Den Haag: VROM-raad.
- Werksma, H. (2001) *Het bestemmingsplan uitgediept*. RuG: afstudeerscriptie FRW.
- Werksma, H. (2003) *Statische en dynamische ruimtelijke kwaliteit*. In: Rooilijn, jaargang 36 (10), 496-502.
- Wolsink, M (2003), Reshaping the Dutch planning system: a learning process? In: Environment and Planning A, jaargang 35, pag. 705-723.
- Woltjer, J. (2004), *Consensus planning in infrastructure and environmental development*. In: Linden, G. H. Voogd (eds), *Environmental and infrastructure planning*. Groningen: GeoPress.



## BIJLAGEN

