

# De bodem als partner in duurzame ontwikkeling: Een onderzoeksagenda voor de toekomst

Dutch Soil Platform, december 2008



De ministeries van LNV, V&W, en VROM



Bodembeleid, ruimtelijke ordening, energiebeleid, natuurbeleid, landbouw, het is allemaal meer en meer met elkaar verweven geraakt. Dit vraagt om nieuwe kennis, om nieuwe samenwerkingsrelaties, om nieuwe beleidsconcepten en instrumenten.

Chris Kuijpers, DG Ruimte, ministerie van VROM

De uitdaging is een andere manier van werken, meer ontwikkelingsgericht, bij het verbinden van waterbeheer aan ruimtelijke ontwikkeling. We moeten leren werken met de initiatieven uit de samenleving. Niet kijken in hoeverre die bij onze kaders passen, maar of we onze kaders kunnen laten passen bij die initiatieven.

Annemieke Nijhof, DG Water, ministerie van V&W

De bodem is de grondlegger van ons landschap en de natuur om ons heen. Een gezonde bodem is de basis van een vitaal platteland. We moeten mensen meer bewust maken van het belang en de waarde van de bodem, gericht onderzoek doen, kennis ontwikkelen en innovatie bevorderen.

Anita Wouters DG, ministerie van LNV

Uitgesproken bij de opening van de week van de bodem, 26 november 2008, namens Gerda Verburg, minister van LNV.

**Deze onderzoeksagenda is opgesteld door:**

Margot de Cleen (VROM)

Jan Renger van de Veen (VROM)

Marian Hopman (LNV)

Jan Huinink (LNV)

Lucas van de Winckel (V&W)

Peter de Rooter (Centrum Bodem, WUR)

Oene Oenema (Alterra, WUR)

Huub Rijnaarts (Deltares)

Hilde Passier (Deltares)

Dick Bakker (Deltares)

Ton Breure (RIVM)

Sandra Boekhold (TCB)

Timo Heimovaara (namens SKB)

met ondersteuning door Riekje Wiersma (Royal Haskoning)

# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave .....	4
1. Inleiding .....	5
2. Duurzame ontwikkeling .....	7
2.1 Maatschappelijke ontwikkelingen .....	7
2.2 Economische waardering .....	8
2.3 Ecosysteemdiensten .....	9
2.4 Schaalniveaus.....	10
3. De maatschappelijke thema's .....	12
3.1 Verstedelijking in de groene delta .....	12
3.2 Klimaatverandering.....	16
3.3 Energievoorziening .....	18
3.4 Ruimte, milieu en ondergrond .....	21
3.5 Milieu en gezondheid.....	23
3.6 Wereldvoedselproductie .....	26
4. Organisatie en positionering .....	28
Geraadpleegde literatuur .....	32

# 1. Inleiding

Voor u ligt de Onderzoeksagenda Bodem. Deze agenda geeft handen en voeten aan de strategische kennis die nodig is om maatschappelijke vraagstukken te helpen oplossen. Het potentieel dat de bodem heeft om bij te dragen aan een duurzaam Nederland kan beter worden benut. Het bodem-en-watersysteem biedt veel kansen, denk bijvoorbeeld aan het opvangen van overtollig water of de vastlegging van broeikasgassen. Door rekening te houden met de bodem kunnen de nuttige eigenschappen van de bodem in stand worden gehouden. Duurzaam bodemgebruik houdt de bijdrage die het bodem-en-watersysteem kan leveren ook voor de toekomst in stand.

De onderzoekagenda is opgesteld door Dutch Soil Platform (DSP), in opdracht van het interdepartementale directeurenoverleg Bodem en Water. DSP is dan ook een gezamenlijk initiatief van de ministeries van LNV, VROM en V&W en de instituten Alterra, Deltares<sup>1</sup> en RIVM. De TCB en de Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem (SKB) ondersteunen het DSP. Het DSP wil met het opstellen van deze agenda de effectiviteit en efficiëntie van het strategische en beleidsondersteunende bodemonderzoek voor de middellange termijn vergroten. Dit wordt gerealiseerd door vanuit de maatschappelijke opgaven voor de toekomst de onderzoeksthema's en kennisvragen af te leiden. Vraag en aanbod van kennis kunnen zo beter op elkaar afgestemd worden en kennis zal daardoor nog beter toepasbaar worden. Dit is van belang voor overheden voor hun vorming en uitvoering van beleid en hun positionering in de internationale beleidscircuits. Het is ook essentieel voor de private sector: door innovatie van producten, diensten en technologie kan deze in samenwerking met de kennisinstituten zijn concurrentiepositie in de Nederlandse en internationale markt behouden en versterken.

Bij de identificatie van de belangrijke maatschappelijke ontwikkelingen heeft het DSP zich gebaseerd op de vragen vanuit de departementen, scenarioberekeningen van het PlanBureau voor de Leefomgeving (PBL, voorheen Milieu- en Natuurplanbureau), en Europese vraaggestuurde onderzoekprogramma's (het zesde en zevende kaderprogramma van de Europese commissie en verschillende ERANET initiatieven). Het doel van de onderzoeksagenda is een betere afstemming tussen beleid, onderzoek, en markt. Dat maakt de beleidsopgaven van de Ministeries van LNV, VROM en V&W voor de komende jaren tot één van de belangrijkste uitgangspunten.

Het Nederlandse bodemonderzoek heeft tot nu toe een schat aan informatie en inzichten opgeleverd. Veel van deze kennis is internationaal toonaangevend. Het onlangs opgerichte *Netherlands Soil Partnership* (NSP)<sup>2</sup> bouwt voort op deze kennis

---

<sup>1</sup>.Deltares is een nieuw onderzoeksinstituut opgericht per 1 januari 2008 ([www.deltares.nl](http://www.deltares.nl)). Het is gevormd uit de voormalige instituten WLDelft Hydraulics, GeoDelft, de Unit Bodem en Grondwater van TNO, en de voormalige kennisinstituten van Rijkswaterstaat, RIZA, RIKZ en het advies en kenniscentrum waterbodem (AKWA). Deltares telt 800 medewerkers en levert met kennis van bodem, water en ondergrond een belangrijke bijdrage aan de duurzame inrichting en het beheer van kwetsbare delta's, kusten, en riviergebieden, in Nederland, Europa en wereldwijd.

<sup>2</sup> Netherlands Soil Partnership ([www.nsp-soil.nl](http://www.nsp-soil.nl)), NSP is een netwerkorganisatie van bedrijven, kennisinstellingen en de overheid, gericht op publiek-private samenwerking voor internationaal ondernemen op het gebied van functiegericht bodembeheer en gebiedsontwikkeling.

met het doel deze nog beter in het buitenland op de markt te brengen en duurzaam bodemgebruik ook buiten Nederland te helpen ontwikkelen. De internationale marktactiviteiten van het Nederlandse adviserende en uitvoerende bedrijfsleven actief in de bodem en watersector vormen een belangrijke pijler van de Nederlandse economie. Het DSP richt zich op een verdere optimalisering van het strategische onderzoek van de komende jaren. Dat is dus ook een investering in die (inter)nationale sterke positie in beleid en markt en daarmee een borg om deze economische factor in de toekomst te kunnen bestendigen en uit te breiden.

De keuze voor de term “onderzoeksagenda” is bewust. De onderzoeksagenda geeft een overzicht van nieuwe strategische kennisvragen en zet de lijnen uit waarlangs onderzoek kan worden uitgevoerd. De agenda sluit af met een voorstel voor de organisatie en implementatie.

## 2. Duurzame ontwikkeling

### 2.1 Maatschappelijke ontwikkelingen

**Drijfveren.** Als gekeken wordt naar de ontwikkelingen die de komende tien jaar van belang zijn ziet het DSP drie drijfveren, namelijk demografische ontwikkelingen, klimaatverandering en de relatie Europa-Nederland.

**Demografische ontwikkelingen.** In een toekomststudie van het NMP, en de recent gereed gekomen structuurvisie Randstad 2040 van de ministeries van VROM en V&W, wordt uitgegaan van een toename van Nederlandse bevolking tot 20 miljoen mensen in 2040. Andere studies houden rekening met een bevolkingsdaling. In ieder geval zal de vergrijzing de komende jaren toenemen. Deze veranderingen hebben, elk op hun eigen manier, consequenties voor de ruimtelijke inrichting en het landgebruik, en daarmee voor de bodem.

**Klimaatverandering.** De klimaatverandering zal in Nederland leiden tot:

- Een stijging van de gemiddelde temperaturen met enkele graden.
- Een stijging van de zeespiegel, in één eeuw tot meer dan 1 meter. Daarbij moet ook beschouwd worden de maaiveldval van West-Nederland die op sommige plekken ook in de orde van 1 m per eeuw ligt. Deze twee factoren samen leiden tot een toename in overstromingsrisico's van kustgebieden en verhoogde verziltingsdruk op zoetwatersystemen.
- Overlast van water door heviger regenval lokaal, en regionaal in de stroomgebieden van de grote rivieren met daarbij een vergrote kans op sterk verhoogde piekafvoeren en een toename van het risico van overstroming.
- Langere droge periodes gepaard gaande met sterk verlaagde dal-afvoeren van de grote rivieren wat kan leiden tot een tekort aan drink- en proceswater en water voor koeling van installaties bij energiecentrales en de grote industrie.

Dit vraagt om grootschalige aanpassingen (Rapport Deltacommissie, "samen werken met water" 2008) in het bodem-watersysteem. Daarnaast is het tegengaan van de klimaatverandering zelf door de uitstoot van broeikasgassen te beperken een belangrijke drijfveer voor maatregelen en onderzoek.

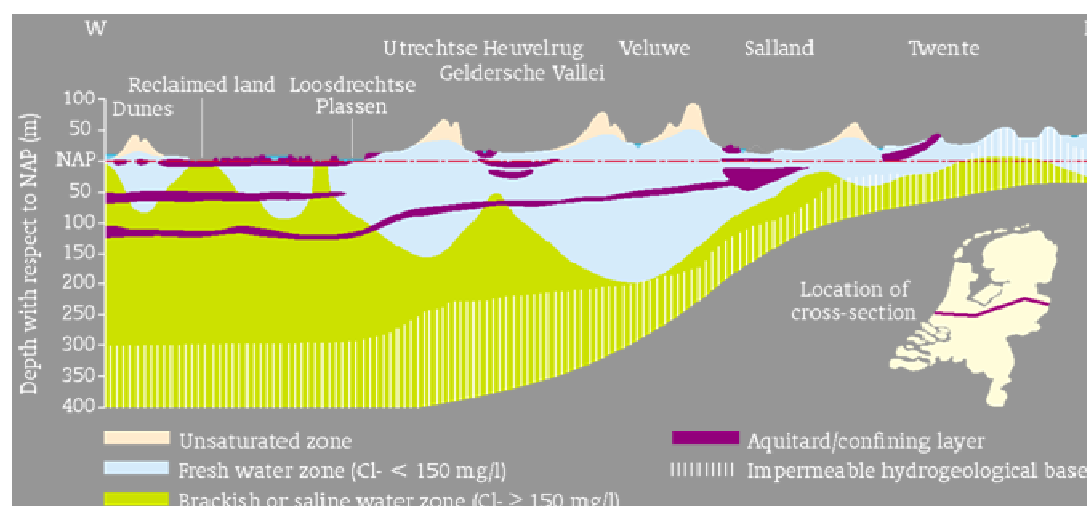
**Europa-Nederland.** Europa is van groot belang voor het Nederlandse beleid. Denk aan de Kaderrichtlijn water, de grondwaterrichtlijn, de Habitatrichtlijn, etcetera. Hoewel de Kaderrichtlijn Bodem voorlopig is uitgesteld, is de verwachting dat deze in 2009 toch door het Europese Parlement zal worden aangenomen en vervolgens in werking zal treden. Deze kaderrichtlijnen vragen kennis van de bodem en vormen daarmee een belangrijke drijfveer voor bodemonderzoek. Door de sterke Nederlandse kennis positie is Europa ook een markt waar het Nederlandse adviserende en uitvoerende bedrijfsleven goed kan concurreren.

Ook daar waar deze ontwikkelingen elkaar raken kan de bodem kansen bieden. Denk bijvoorbeeld aan de samenhang tussen vergrijzing en klimaatverandering. Warme en droge perioden in de zomer kunnen in de binnenstad voor gezondheidsproblemen zorgen voor ouderen. Dat betekent dat bij de inrichting van de binnenstad rekening moet worden gehouden met temperatuurdempende inrichting, door bijvoorbeeld meer groen. Dit vraagt ook wat van de bodem.

***Maatschappelijke thema's.*** Samenhangend met deze ontwikkelingen onderscheidt het DSP de volgende aan bodem gerelateerde thema's:

- Verstedelijking in de groene delta.
- Klimaatverandering.
- Energievoorziening.
- Ruimte en milieu
- Milieu en gezondheid.
- Wereldvoedselproductie.

Bodem- en watersystemen kunnen niet ontkoppeld beschouwd worden (Figuur 1). Voor het beantwoorden van vragen en het creëren van oplossingen voor problemen binnen de hierboven genoemde thema's is een geïntegreerde benadering nodig. De bodem en de bodemprocessen kunnen het best worden bestudeerd vanuit een systeemgerichte aanpak die bodem, water, atmosfeer, mens en ecologie verbindt. Die systeembenadering versterkt de kennisbasis die nodig is om te komen tot een duurzame integrale aanpak en gebiedsgerichte oplossingen die ook beleidsmatig steeds meer wordt voorgestaan.



*Figuur 1. Hydrogeologische dwarsdoorsnede van Nederland ter illustratie van bodem- en ondergrond-water interacties.*

## ***2.2 Economische waardering***

Duurzame ontwikkeling is een speerpunt van het kabinet zoals is beschreven in het coalitieakkoord. Oplossingen van maatschappelijke vraagstukken worden vanuit dit kader ontwikkeld. Met de bodem kan er een duurzame bijdrage worden geleverd aan diverse maatschappelijke thema's, bijvoorbeeld door het leveren van schoon en voldoende drink- en industriewater, het vastleggen van het broeikasgas CO<sub>2</sub> in de bodem, het benutten van bodemwarmte als duurzame energiebron of het benutten van het watervasthoudend vermogen van de bodem voor klimaatadaptatie. Het bodem- en watersysteem levert met deze bodemfuncties, ook wel ecosystemendiensten genoemd, een maatschappelijke waarde. Deze waarde komt nog beperkt terug in een economische waardering. Een nieuwe geïntegreerde benadering vanuit “*People, Planet and Profit*” geeft nu ook de bodem en ondergrond een economische betekenis.



### 2.3 Ecosysteemdiensten

Na de Tweede Wereldoorlog ontstond veel aandacht voor bodemvruchtbaarheid, gericht op productieverhoging in de landbouw. Na de eerste grootschalige bodemverontreiniging in Lekkerkerk is de bodem vaak geassocieerd met gevaar, vies, en een probleem. Dat beeld is inmiddels niet meer dekkend: we groeien in Nederland van “bodemonsters naar bodemschatten”. De bodem wordt steeds meer gezien als onze partner in een goed beheer van onze leefomgeving en voor een beleid gericht op omgaan met klimaatverandering. We zijn gaan inzien dat de bodem geen afvalvat is waar je alles in kunt gooien en waaruit je oneindig kunt putten, ondoordacht en puur vanuit economisch gewin op de korte termijn. De bodem levert immers onze voeding, is de basis voor onze gezondheid en voor schoon water, en levert een mooie, prettige, natuurlijke leefomgeving. De bodem is cultureel erfgoed. Het is ook een reservoir van genen, zaden en antibioticaproducerende bacteriën en schimmels.



*Figuur 2. De maatschappelijke perceptie van de bodem verschuift van “bodemonsters naar bodemschatten”.*

Ecosysteemdiensten<sup>3</sup> vormen het centrale concept in deze nieuwe benadering. Dit helpt om de hierboven genoemde economische waardering concreet te maken. Ecosysteemdiensten zijn onder andere gekoppeld aan de diversiteit en activiteit van bodemorganismen en het belang van bodembiodiversiteit wordt in toenemende mate erkend. De beleidsmatige verschuiving van bescherming van bodemkwaliteit naar duurzaam gebruik van de bodem maakt de ontwikkeling van kwalitatieve en kwantitatieve kennis van deze diensten noodzakelijk en mogelijk. Een van oudsher gebruikte ecosysteemdienst van de bodem is de eerder genoemde bodemvruchtbaarheid, maar daar komen voor de toekomst onder meer bij: zelfreinigend vermogen, rol in de klimaatvorming, vastlegging van broeikasgassen, bijdragen aan bodemstructuur, vorming en afbraak van organische stof, dynamiek van

<sup>3</sup> Onder ecosysteemdiensten verstaan we de voor de mens nuttige output van ecosystemen in termen van goederen en diensten. Een verwant begrip is ecosysteemfuncties. De *Millennium Ecosystem Assessment* onderscheidt productiediensten (bijv. voedsel, katoen, medicijnen, drinkwater), regulerende diensten (bijv. klimaatregulatie, waterzuivering, plaagonderdrukking, bodemvruchtbaarheid) en culturele diensten (bijv. ontspanning, recreatie, toerisme).

nutriënten, levering van schoon grondwater, levering van delfstoffen (zand, grind), levering van duurzame energie, en mogelijkheid voor natuurontwikkeling en bescherming van de biologische diversiteit.

## 2.4 Schaalniveaus

Maatschappelijke thema's spelen op verschillende schaalniveaus, van je eigen huis, tuin en buurt tot aan de klimaatverandering op wereldschaal. Dit weerspiegelt zich in de bestuurlijke organisatie, die varieert van gemeenten en provincies, nationale overheden en de Europese Unie, tot aan mondiale samenwerkingsverbanden zoals WTO en het Kyoto-protocol. De fysieke leefomgeving kent ook schalen in ruimte en tijd, die met elkaar zijn verbonden. Sommige ingrepen daarin hebben direct effect, zoals vermindering van emissies uit industrie en verkeer. Bodem, ondergrond en waterbodem hebben echter doorgaans een trage respons. De bodem is een langzame reus die echter wel -samen met zeeën, meren en oceanen- bepalend is voor interregionale klimaateffecten, waterhuishouding, voedselproductie en de condities voor biodiversiteit en menselijke gezondheid. Daarom is de bodem een onmisbare partner in het duurzaam beheer van onze leefomgeving, op lokaal, regionaal, Europees en mondiaal niveau. Begrip van het functioneren van de bodem in dit perspectief is dan ook van groot belang en dat wil het DSP uitdragen.



*Figuur 3. Klimaatverandering kan woestijnvorming in de zuidelijke EU-staten doen toenemen. Kennis van halfwoestijnen is belangrijk voor behoud van vegetatie en daarmee het levensonderhoud van miljoenen Europeanen.*

De EU-bodemstrategie geeft een kader voor de bescherming en het duurzaam gebruik van de bodem. Lidstaten moeten maatregelen gaan nemen om een zevental bedreigingen voor de bodem tegen te gaan: verontreiniging, erosie, verlies van organische stof, verdichting, verzilting, afdekking en aardverschuivingen. De EU bodemstrategie en de daar uit voortkomende EU Kaderrichtlijn bodem is geënt op bedreigingen, en nog niet op kansen. In Europa zullen beleidsmatig nog vele veranderingen gaan plaatsvinden. De verschillende lidstaten zullen de komende decennia, ieder op het voor hen geschikte moment, ook de sprong van “monster naar schat” en van “bedreiging naar kans” gaan nemen. Nederland kan hierin een voorbeeldfunctie vervullen. Het DSP en vooral ook het NSP hebben hierin een belangrijke rol.

Economische waardering, ecosysteemdiensten en schaalniveaus zijn aspecten die alle uitgewerkte thema's in hoofdstuk drie doorsnijden. Daarom zijn de kennisvragen onder dit hoofdstuk generiek geformuleerd.

#### Kennisvragen

- Communicatie duurzaam en bewust bodemgebruik:
  - Toepassingsmogelijkheden ecosysteemdiensten en communicatie.
  - Van monster naar schat, van bedreiging naar kans.
- Kosten-batenanalyses en waardering bodemfuncties en ecosysteemdiensten van bodem.
- Schaalniveaus en interacties tussen het fysieke en beleidsmatige systeem juist in relatie tot nieuw in te voeren gebiedsbenaderingen.
- Nederlandse bijdrage aan de doelstellingen van en ontwikkeling van de EU-bodemstrategie, zowel in Nederland zelf als in de rest van Europa.
- Identificatie en kwantificeren van relaties tussen ecosysteemdiensten en
  - Bodembiodiversiteit.
  - het genetisch-biologisch potentieel van de bodem (nieuwe antibiotica e.a. medicijnen, biotechnologische producten).
  - Duurzame landbouw.

### 3. De maatschappelijke thema's

De door het DSP benoemde maatschappelijke thema's worden hier verder toegelicht en de maatschappelijke problemen waar oplossingen voor nodig zijn worden genoemd. Daaruit zijn een aantal kennisvragen geformuleerd zonder enige vorm van prioritering of rangorde.



*Figuur 4. Winnende inzending van Remco van den Bos (VROM) voor de Landschapsprijs: Laat het landschap aan de voordeur van burgers beginnen.*

#### 3.1 Verstedelijking in de groene delta

De bebouwde omgeving zal zich sterk uitbreiden en dit zal leiden tot een grotere druk op de ruimte in West-Nederland (structuurvisie Randstad 2040). Recente scenario's laten de vorming van een megastad zien die een groot deel van de huidige Randstad zal beslaan. Binnensteden dreigen minder bewoners te krijgen (jonge gezinnen trekken weg en het aantal kinderen in binnensteden daalt), en het landelijk gebied zal te maken krijgen met een toename in het aantal bewoners. Dit zou ook kunnen leiden tot meer bebouwing en bedrijvigheid in vooral Oost- en Noordoost-Nederland. Deze twee trends in het ruimtegebruik kunnen fundamentele effecten hebben op de keuzes die we willen maken als het gaat om de ruimtelijke inrichting van Nederland. De grenzen tussen stad, agrarisch areaal en natuurgebied zullen minder scherp worden.

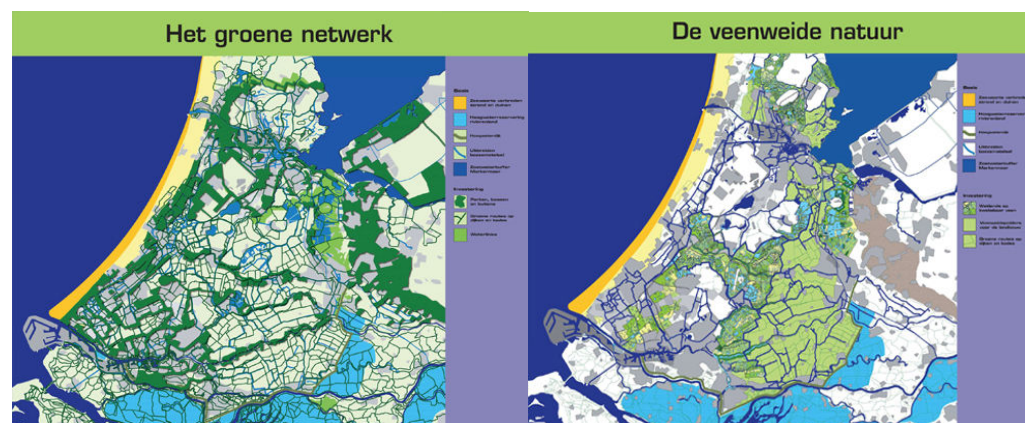
**Randstad.** In de Randstad zullen op relatief kleine ruimtelijke schaal combinaties van wonen, landbouw en natuur worden gevonden. De structuurvisie Randstad 2040 schetst de vorming van een stedelijk gebied met metropole allure en met een vergroot



ruimtegebruik door hoogbouw en ondergrondse infrastructuur met veel ruimte voor groen en water in directe nabijheid van de bewoners. Nieuwe concepten zijn daarbij nodig zoals:

- De bodem het dak op.
- Nieuwe ruimte onder de grond.
- Stedelijk groen als corridor tussen en naar de landelijke gebieden.
- Stedelijk groen voor een schone, gezonde prettige leefomgeving, met ruimte voor recreatie en temperatuurregulatie.
- Stedelijk groen voor klimaataanpassingen (waterberging) en duurzame energie.

Hiermee staat het huidige principe van bodemgebruik fundamenteel ter discussie. Door de kleinschalige combinaties van functies zal het onderscheid hierin en de hieraan gekoppelde kwaliteitseisen verdwijnen. Het begrip ecosystemendiensten kan een nieuwe manier bieden om de waarde van het bodem- en watersysteem op een juiste manier in te schatten en in de ruimtelijke inrichting mee te nemen. Hiermee krijgt ook het beheer van de ondergrond en het bodem- en watersysteem een andere dimensie.



*Figuur 5 In studies zoals Structuurvisie Randstad 2040 en Randstad urgent (V&W) worden verschillende ruimtelijke ontwerpen bestudeerd.*

De structuurvisie Randstad 2040 heeft als strategie om 300.000 woningen te bouwen. De kwaliteit van de ondergrond is mede leidend geweest in de strategiekeus. Via een stapsgewijze aanpak, verdichten in de stad, en vervolgens bouwen op relatief hoog gelegen gebieden grenzend aan de bestaande bebouwing wordt deze doelstelling gerealiseerd. Pas als laatste optie wordt in dieper gelegen gebieden met een slechtere grondslag gebouwd. In West-Nederland is sprake van een maaiveldzakking. In de daar gelegen steden zal daarom maaiveldverhoging worden toegepast: steden bestaan straks uit netwerken van gebieden met een hoog maaiveld (megaterpen).

**Stad en landelijk gebied.** De groene stad kan ook als motor fungeren voor behoud en creatie van mooie landschappen. Het tegengaan van de verrommeling van het landschap zal zich dan ook niet meer beperken tot het louter tegengaan van verspreide bebouwing in het landelijk gebied. De aanwezigheid van veel groen in hartje stad zal de druk om landelijk te gaan wonen deels kunnen tegengaan en de Nederlandse binnensteden jong en vitaal houden: natuur in en dichtbij de stad krijgt daarom een grote waarde. Het beleid zal zich ook richten op hoe bebouwing en gebruik duurzaam

en landschappelijk mooi kunnen worden gerealiseerd. Dit vraagt om ontwikkeling en bescherming van natuur in nieuwe landschappelijke contexten. Het huidige agrarische areaal in West-Nederland (deels het veenweide-gebied) heeft een grote natuurwaarde maar is voor een groot deel onderworpen aan maaiveldzakking, soms wel oplopend tot 1 cm per jaar. Behoud van voldoende groen landschap dicht bij steden is essentieel en nieuwe vormen van maaiveldmanagement in het landelijk gebied dichtbij steden is daarom nodig. Bodemvorming volgens het “cradle-to-cradle” principe dat materialen, zoals sediment uit sloten en kanalen, groen materiaal afkomstig van onderhoud van het landschap en stedelijke groenstroken, en organische afvalstromen van agrobédrijven, omvormt tot een waardevolle bodemgrondstof, is een perspectiefvolle nieuwe benadering.



*Figuur 6. Nieuwe natuur met een hoogwaardige biodiversiteit wordt met name in de nabijheid van de bewoonde omgeving van steeds grotere waarde*

**Natuur en groen.** De toenemende urbanisatie in de ruimtelijke ontwikkelingen in Nederland zal ertoe leiden dat de natuur, en met de name de natuur in de buurt steeds waardevoller wordt. Mensen hebben niet alleen behoefte aan natuur voor recreatie, maar ook gezondheid, geluk en ontwikkeling kunnen in belangrijke mate worden gestimuleerd door de aanwezigheid van natuur en natuurwaarden. Bovendien helpt groen in en dichtbij de stad mee aan het vasthouden van water.

Dit vraagt om een sterke ruimtelijke verweving van natuur in de stedelijke omgeving. De geschiktheid van de bodem voor natuur speelt een cruciale rol in de mate waarin succesvol natuur kan worden ontwikkeld. Het vraagt tevens om onderzoek naar de maakbaarheid van bodemkwaliteit voor natuur. Geavanceerde technische ontwikkel- en beheerstechnieken, variërend van ecologisch tot civieltechnisch, moeten in toenemende mate tot de mogelijkheden worden gerekend.

**Steden en infrastructuur.** In de Vijfde Nota Ruimtelijk Ordening is het concept van stedelijke netwerken geïntroduceerd, met daarin de opgave om de centra en subcentra goed met elkaar te verbinden, de vervoersnetwerken van afzonderlijke steden aan elkaar te schakelen, en het gehele systeem op een hoger prestatieniveau te brengen (Deltametropool). Er is een toenemende vraag naar mobiliteit van personen en

goederen, en dat vertaalt zich in nieuwe en aangepaste transportinfrastructuur om niet alleen capaciteitstekorten en congestie te voorkomen, maar ook de luchtkwaliteit op peil te houden. De maatschappelijke bereidheid om gedurende zowel de bouw- als exploitatiefase van de transportinfrastructuur hinder te accepteren neemt steeds verder af. Het gaat daarbij om fysieke inperking door langdurig afsluiten van weg- en spoordelen voor aanleg en onderhoud en om hinder door geluid, trillingen, en stof. De grondmechanische en geohydrologische eigenschappen van de grond ('grond als fundering') zijn hier in hoge mate bepalend. De focus van de huidige beleidlijnen en -kaders, ligt met name op de doorstroming van het verkeer. Bij spoorwegen gaat het daarbij om het terugdringen van storingen om een hogere capaciteit te kunnen garanderen – met als kanttekening dat wisselstoringen in hoge mate bepaald worden door het zettingsgedrag van de grond eronder. Bij wegen gaat het om nieuwe wegen, verbreding van bestaande wegen en onderhoud, waarbij de slappe grond een bron van zorg en kosten is. Nieuwe technieken en technologie ter ondersteuning van infrastructuur op en in slappe bodem zijn daarom dringend nodig.

Door de schaarse ruimte wordt momenteel de grens bereikt van wat bovengronds mogelijk/wenselijk is met als gevolg een toenemende noodzaak om de ondergrond in binnenstedelijke gebieden en bij transportinfrastructuur te benutten. Nadat recent een aantal grote projecten uitgevoerd is (Souterrain en Hubertustunnel in Den Haag, Statentunnel in Rotterdam, binnenstedelijke ontwikkelingen in Arnhem) komen steeds ambitieuzere projecten in beeld, zoals de Noord-Zuidlijn in Amsterdam, en de ontwikkeling van de Spoorzone Delft. De ondergrond wordt in toenemende mate gezien als deel van de derde dimensie bij vormgeving van stedelijke plannen en netwerken.

### ***Verstedelijking in de groene delta***

#### **Kennisvragen:**

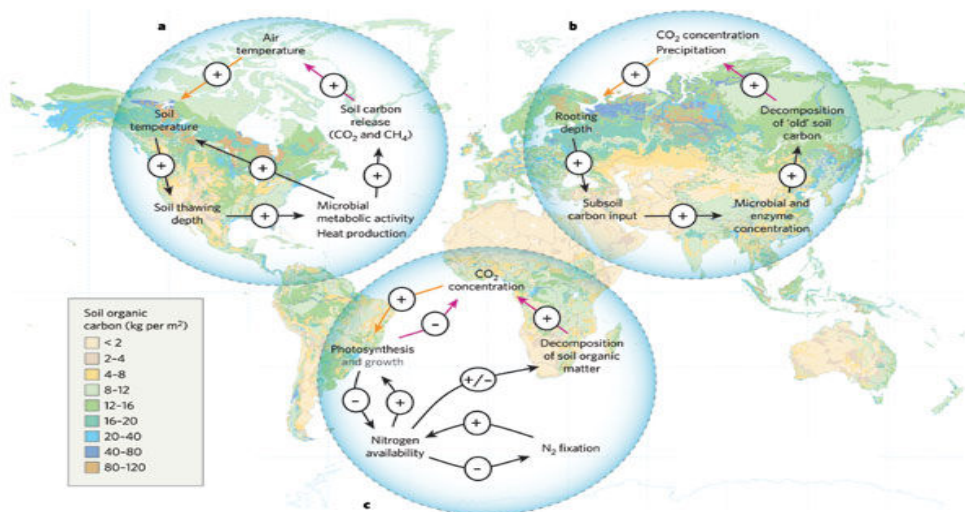
- Vloeiende overgangen tussen stedelijk en landelijk gebied bij grote metropool-ontwikkelingen en infrastructuur projecten door nieuwe concepten zoals groene corridors.
- Stadsontwikkeling en ruimtegebruik vormgeven vanuit een ecologische, naast een sociale dimensie.
- De derde dimensie (ondergrond en hoogbouw) vraagt om nieuwe kennis van ondergrond (tunnels, ondergrondsbouwen) en stadsbodems (bijvoorbeeld bodem op het dak)
- Nieuwe vormen van maaiveldmanagement in de stad en dichtbij steden gelegen landelijke gebieden.
- Nieuwe vormen van ondergrondbeheer en afstemming, kosten- en batenscenario's.
- Ecotechniek toepassen voor een maakbare ecologische en mensvriendelijke natuur?
- Natuur combineren met mobiliteit: groen in de buurt en stiller transport.
- Stadsontwikkeling mede laten vormgeven vanuit een ecologische dimensie?

### **3.2 Klimaatverandering**

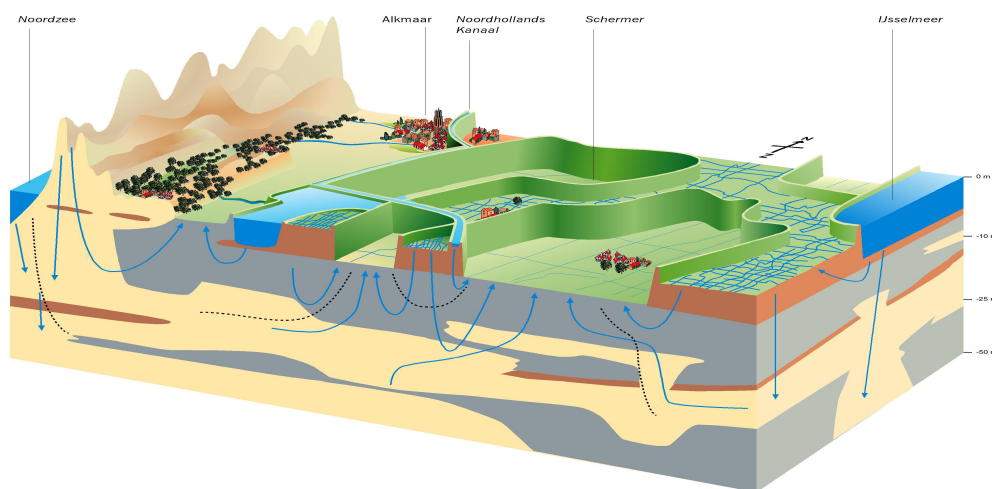
Veranderingen in klimaat zullen het land- en bodemgebruik wereldwijd sterk gaan beïnvloeden (Figuur 7). Temperatuurstijgingen, gewijzigde neerslagpatronen en hydrologische kringlopen zullen leiden tot fundamentele veranderingen in (de mogelijkheden van) landgebruik en biodiversiteit, inclusief het verdwijnen hiervan.

Klimaatverandering in Nederland zal betekenen dat waterberging en veiligheid belangrijk elementen zijn in de ruimtelijke ordening en inpassing van adaptatie maatregelen. Deze kunnen alleen duurzaam ontworpen worden op basis van goede geologische en geohydrologische modellen en kennis van bodem en ondergrond (Figuur 8). Tevens vraagt dit om onderzoek naar de mogelijkheden van klimaatneutraal bodemgebruik en hoe de bodem kan dienen als afvoer voor broeikasgassen in plaats van als bron. Nederland heeft ook een kans om een belangrijke bijdrage te leveren aan de afname van broeikasgasemissies (mitigatie). De Nederlandse bodem heeft net als die in andere delta's een hoog organische stofgehalte, onder meer in veengebieden. De hoeveelheden CO<sub>2</sub> die hierin zijn opgeslagen en methaan dat hieruit wordt gevormd, kunnen uit de atmosfeer gehouden worden door een vernieuwd bodem- en grondwaterbeheer, gericht op aangroei in plaats van oxidatie van organische stof. Een mondiale liaison met andere deltagebieden en landen met grote veengebieden biedt de mogelijkheid om een gezamenlijk beleid en kennis- en technologieprogramma te ontwikkelen.





*Figuur 7. De bodem is een van de belangrijkste mondiale compartimenten voor de opslag van koolstof. Bodembeheer is daarom onmisbaar in het tegengaan van klimaatverandering.*



*Figuur 8. De bodem en ondergrond zijn dragers van dijken en zijn transportroutes van water. Adaptatiemaatregelen maken het nodig om de bodem, de ondergrond en het water als één systeem te beschouwen.*

De ondergrond kan ook gebruikt worden voor actieve ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub> afkomstig van energiecentrales. Hoewel dit een toepassing in de diepe ondergrond is (enkele kilometers diep) heeft het wel een relatie met het bovengrondse en ondiepe bodemgebruik.

## ***Klimaatverandering***

### Kennisvragen

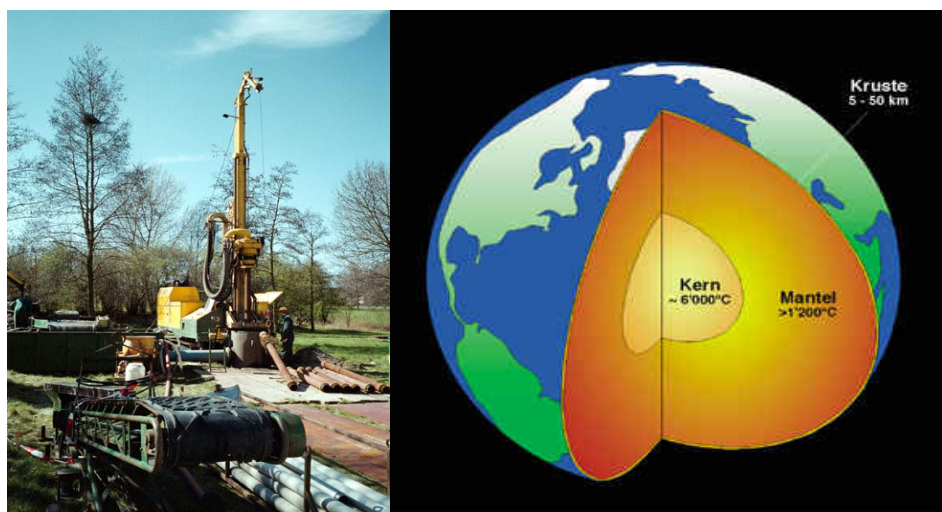
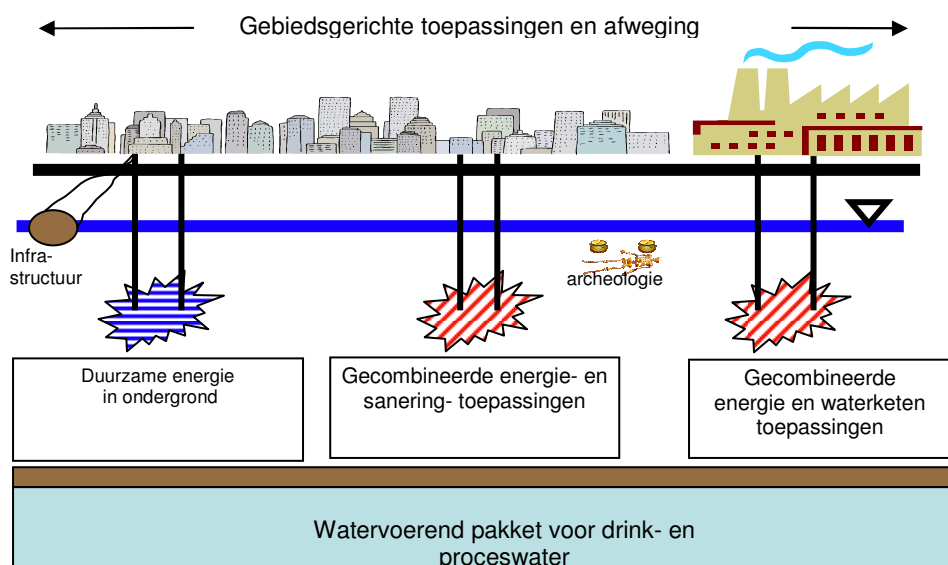
- Effecten van klimaatverandering op land- en bodemgebruik, in Nederland en internationaal; met veranderend land- en bodemgebruik adequaat op klimaateffecten in spelen.
- De bijdrage van bodem en ondergrond aan waterberging en veiligheid.
- De bodem gebruiken als afvoer voor broeikasgassen en in plaats van als bron.
- Bodems rijk aan organische stof behoeden voor oxidatie en laten groeien via nieuwe “cradle-to-cradle” concepten.

### ***3.3 Energievoorziening***

De Nederlandse regering heeft zich ten doel gesteld een duurzaam gebruik van energie en water te realiseren. Dit vertaalt zich naar een 20 procent lagere broeikasgasemissie dan in 1990, en 20 procent energiebesparing en 20 procent duurzame energie in 2020. Een belangrijk deel van deze doelstellingen kan worden gerealiseerd door het gebruik van bodem en ondergrond. Ondergrondse energieopslag is een bewezen techniek, is vrijwel overal in Nederland mogelijk en is snel terug te verdienen. Indien in 2020 is naar schatting 25 procent van de gebouwen uitgerust met energieopslag, en dit zal resulteren in een daling van het totale energieverbruik in Nederland met 2 procent (ambitieuw groeiscenario) en een afname van 4 Mt CO<sub>2</sub>. Voor na 2020 liggen er mogelijkheden dit percentage te verhogen naar 4 procent. Andere bodemfuncties, zoals de drinkwatervoorziening, moeten daarbij gewaarborgd worden. Ondergrondse energieopslag kan gelijktijd een belangrijke bijdrage leveren aan het veiligstellen van kostbare watervoorraden van voldoende kwaliteit. In watervoerende pakketten waarin het water oorspronkelijk een hoge kwaliteit heeft, komen op dit moment veel verontreinigingen voor. Dat zijn vaak industriële verontreinigingen in de vorm van pluimen met chloorkoolwaterstoffen of aromaten, maar ook diffuse verontreinigingen (met o.a. nitraat, fosfaat, metalen en bestrijdingsmiddelen).

Watervoerende pakketten met die belasting worden vaak afgeschreven als bron voor drink- of proceswater. Vaak wordt een sanering of andere maatregelen voorgeschreven en die monden dikwijls uit in oppompen en lozen van het water op het riool, wat absoluut geen duurzame energie- en waterbesparende oplossing is. Energietoepassingen in de ondergrond zouden een extra hulp kunnen zijn om de kwaliteit van grondwater in situ te verbeteren. Zo kunnen in specifieke situaties zowel in-situ grondwatersanering als duurzaam energiegebruik van de ondergrond worden gecombineerd en met wederzijdse positieve effecten toegepast (Figuur 9).

## Duurzame energie in en uit de ondergrond



*Figuur 9. Warmte-koudeopslag (Boven, linksonder) en geothermie (rechtsonder) kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan de doelstelling van duurzame energieopwekking.*

Energieopslag in de bodem bij energieproductie of industriële installaties kan thermische belasting van oppervlaktewater in warme zomerperiodes tegengaan en zo de reductie van oppervlaktewaterkwaliteit in die periodes beperken. Nieuw onderzoek is nodig om WKO-systemen duurzaam toe te kunnen passen. Bij grootschalige gebiedsgerichte aanpakken spelen vragen hoe we dit verantwoord kunnen combineren met andere gebruiksvormen zoals grondwater als drink- en proceswaterreservoir, bescherming van het archeologisch archief in de ondergrond, de combinatie met sanering van verontreinigingen in het grondwater.



*Figuur 10. Earth ship eco gîte in Normandië. Een earthship is ontworpen om samen te werken met de omgeving.*

Het energievraagstuk vraagt om innovatieve en creatieve oplossingen. Denk bijvoorbeeld aan de energienorm op huizen. Op dit moment is de oplossing om steeds betere isolatie toe te passen, met alle gevolgen voor het binnenhuisklimaat. Misschien moeten we inventiever zijn en kijken naar andere oplossingen, zoals half ondergronds bouwen.

Om het gebruik van fossiele brandstoffen terug te dringen wordt onder meer biomassa ingezet als bron van energie. De verwachte voordelen van biomassa zijn een netto neutrale koolstofbalans, en een effectieve en relatief schone manier om door middel van fotosynthese zonne-energie in te zetten voor de energievoorziening. De netto bijdrage van energieteelt aan de emissie van broeikasgassen hangt onder meer af van nieuwe emissies van broeikasgassen als gevolg van veranderend landgebruik. Er bestaan tegenstrijdige verwachtingen over de bijdrage die bio-energie kan leveren aan de totale energiebehoefte (TCB, 2007). Dit hangt samen met twijfels dan wel optimisme over de mogelijkheden om tot verdere technologische innovaties te komen.

De meeste biomassa op aarde bestaat in de vorm van leven in natuurlijke ecosystemen. Een tweede belangrijke bijdrage wordt geleverd door agrarische productiesystemen. Deze biomassa is vooral bedoeld voor voedsel, maar ook voor bijvoorbeeld energieproductie (hout) en grondstoffen. De kwantiteit en de kwaliteit van alle beschikbare biomassa wordt gelimiteerd door de beschikbaarheid van land, water, en nutriënten, vooral stikstof. Er is een grote toename te verwachten in de vraag naar biomassa. Enerzijds vanwege de groeiende wereldbevolking en een groeiend welvaartsniveau, waardoor een toenemend vraag ontstaat naar voedsel. Anderzijds door een groeiend gebruik van biomassa voor de energievoorziening. Aan deze vraag kan alleen tegemoet worden gekomen als het agrarische productieareaal toeneemt, wat ten koste gaat van natuurlijke ecosystemen, of als de agrarische productie intensiveert. Er is een aanzienlijk hogere productiviteit in de teelt nodig om het verlies aan natuurwaarden te keren.



*Figuur 11. Teelt van biobrandstoffen neemt mondiaal sterk toe, maar er zijn vragen over de bijdrage aan CO<sub>2</sub> reductie en het effect op de voedselvoorziening.*

Zolang de totale vraag naar biomassa groter is dan het aanbod, zal biomassa voor energie gaan concurreren met biomassa voor voedsel. Dit is gunstig voor boeren omdat dit leidt tot hogere prijzen voor hun producten en dus tot meer inkomen. Het is ongunstig voor mensen met een geringe koopkracht en leidt voor deze groep tot een verminderde beschikbaarheid van voedsel.

Terwijl de maatschappelijke discussie over nut en noodzaak van energie uit biomassa gaande is, is het inmiddels realiteit dat steeds meer agrarische (rest)producten worden ingezet als energiebron.

### ***Energievoorziening***

#### **Kennisvragen**

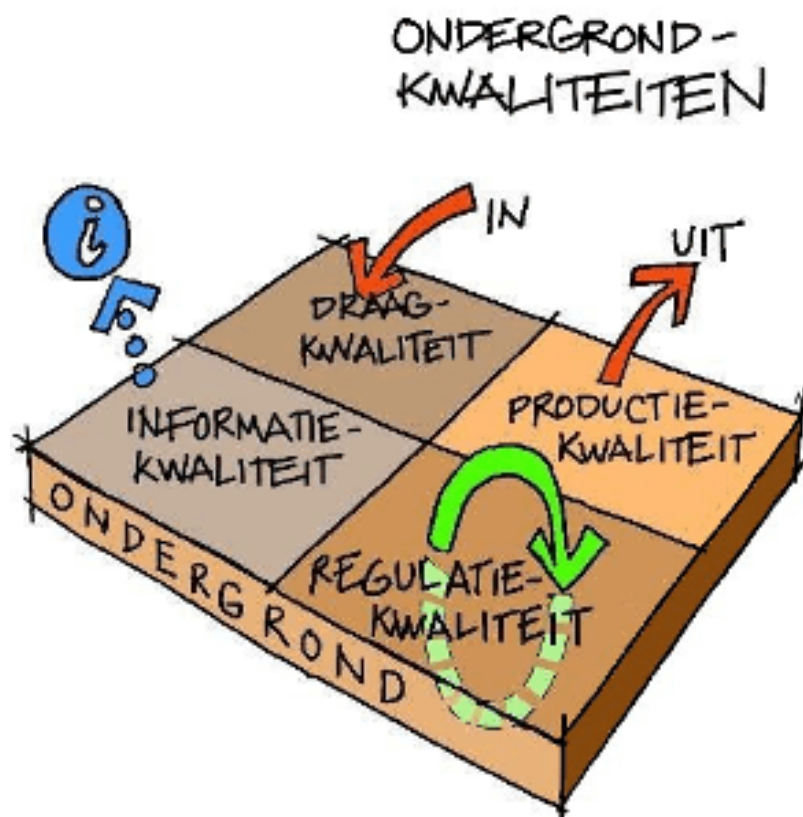
- Hoe kan ondergrondse energieopslag (WKO) worden gerealiseerd in de ruimtelijke inrichting van Nederland?
- Hoe kan ondergrondse energieopslag worden gecombineerd met andere ecosysteemdiensten zoals de aanpak van grondwaterverontreiniging?
- Duurzame toepassing van geothermie, effecten op ondergrondse temperatuur en thermische belasting van bodem en watersystemen aan oppervlak.
- Netto broeikasgasbalans voor diverse agrarische productiesystemen.

### ***3.4 Ruimte, milieu en ondergrond***

**Mondiale schaal.** De laatste decennia is het deel van het ijsvrije terrestrische aardoppervlak dat door de mens in gebruik is genomen, opgelopen tot boven 50 procent. Dit is vrijwel het gehele bruikbare oppervlak, de resterende 50 procent is te steil, te droog (woestijn) of anderszins ongeschikt voor menselijk gebruik. De ruimte voor natuur en biodiversiteit is sterk afgenomen, het klimaat is mogelijk sterker gaan veranderen dan volgens de normale geologische cyclus, en veel natuurlijke hulpbronnen zijn overgeëxploiteerd. Tegelijkertijd heeft dit niet kunnen voorkomen dat er binnen de gebruikte ruimte nog steeds een sterke concurrentie bestaat tussen de verschillende gebruiksfuncties, zoals voedselproductie, huisvesting, infrastructuur en



de exploitatie van delfstoffen. Recentelijk komt daar de toenemende vraag naar biobrandstoffen bij.



*Figuur 12. Verschillende vormen van gebruik van bodem en ondergrond vereisen verschillende kwaliteiten, die via het begrip ecosysteemdiensten uitgedrukt kunnen worden in economische waarde.*

**Nationale schaal.** Bij de ruimtelijke inrichting van Nederland is het van belang om naast strategische, sociaaleconomische, culturele en logistieke overwegingen ook bodemkundige overwegingen een rol te laten spelen. Deze overwegingen kunnen betrekking hebben op wat vanuit de bodemkwaliteit redenerend de beste verdeling is van de verschillende functies over de ruimte, maar ook op wat de mogelijke consequenties zijn van ruimtegebruik voor de bodemkwaliteit. Optimale toepassing van ecosysteemdiensten van de bodem draagt bij aan duurzaam bodemgebruik. Goede afwegingsmethoden zijn nodig omdat een eenmaal gekozen gebruik vaak niet is te wijzigen in een andere functie.

**De ondergrond als economische factor.** Bij de toenemende druk op ruimte wordt in steden, woonkernen en rondom transport- en industriële infrastructuur de duurzame invulling van ruimte niet alleen langs het bodemoppervlak maar juist in drie dimensies ingevuld. Voor een deel kan dit in de bovengrondse ruimte, waar een groen, landschappelijk verantwoord en mens- en natuurvriendelijke bebouwing een belangrijke doelstelling zal zijn. Een ander deel zal in de ondergrond gaan plaatsvinden<sup>4</sup>. Naast ondergrondse bouwwerken en infrastructuur, zijn ook functies

<sup>4</sup> De Mulder, Geluk, Ritsema, Westerhoff, en Wong, 2003. De ondergrond van Nederland. ISBN 90-5986-007-1. TNO

als de archeologische schatkamer, het geologisch archief, grondwaterwingebied, ruimte voor ondergrondse energieopslag en waterbuffering belangrijk. Juist die functies die in de stedelijke en infrastructurele omgeving met elkaar concurreren. De ondergrondse kubieke meters worden in die gebieden een schaars goed, waar economische wetten van toepassing zullen worden en waar het huidige beheer en beleidskader op aangepast zal worden. Hoe gaan we die economische belangen afstemmen op een duurzaam beheer van die ondergrond? De ruimtelijke ordening van de ondergrond, het geologisch, biologisch en ecologisch begrip van het systeem ondergrond, en het beheer van de verschillende functies van de ondergrond zullen in die nieuwe context geadresseerd moeten worden via nieuwe combinaties van natuurwetenschappelijk onderzoek en gammawetenschappen. Optimale toepassing van ecosysteemdiensten van de ondergrond draagt bij aan duurzaambeheer en gebruik van de ondergrond.

### ***Ruimte, milieu en ondergrond***

#### **Kennisvragen**

- Functiecombinaties in bodem en ondergrond.
- Effecten van het gebruik van de ondergrond op (de gebruiksmogelijkheden van) bodem en ondergrond.
- Herstelvermogen van de ondergrond.
- Ruimtelijke ordening van de ondergrond: afwegingskader.
- Plannen met de ondergrond: instrumenten, kosten-batenanalyses.

### ***3.5 Milieu en gezondheid***

**Groen in de stad.** Iemand die veertig minuten door de natuur loopt, voelt zich daarna minder gestrest dan iemand die veertig minuten door de stad loopt, of zich in die tijd thuis ontspant. Groen stelt ons gerust. Wie in een wijk rondloopt zonder of met weinig groen kan hier onrustig en gestrest van worden. Voor onze psychologische gezondheid zouden er dus voldoende bomen, struiken, planten en bloemen in onze woonomgeving moeten zijn. Niet alleen in nieuwe wijken, maar juist ook in oude wijken is het de uitdaging om groen dicht bij de burger te brengen. Bij het tegengaan en voorkomen van overgewicht is er steeds meer aandacht voor de rol die de leefomgeving kan spelen. De leefomgeving kan helpen, zowel bij opgroeiende kinderen als ook volwassenen, om de keuze voor een gezonde leefstijl te vergemakkelijken. De aanwezigheid van groen is daarbij een factor van belang.

Het klimaat verandert. Dit zal mogelijk leiden tot meer extreme weersomstandigheden. Eén van de meest voor de hand liggende veranderingen die tot problemen leidt, maar tot nu toe relatief onderbelicht is gebleven, is warmte. Extreme warmte (hitte) kan onder andere leiden tot een toename van gezondheidsproblemen zoals uitdroging, vermoeidheid, concentratie- en ademhalingsproblemen, slaapproblemen en allergieën. In steden kan de temperatuur 's nachts tot 10°C hoger zijn dan in de omliggende gebieden. Uit onderzoek blijkt dat groen in staat is om in stedelijke gebieden de temperatuurstijging te beperken. Groene steden in Europa zoals Berlijn staan daarom bekend om hun aangename stads- en vestigingsklimaat.

Een goede toepassing van bomen en struiken draagt zeker bij tot de bestrijding van de hoge concentraties fijn stof, stikstofdioxide en ozon op drukke locaties in het stedelijk gebied bij grote verkeersaders. De aanwezigheid van deze concentraties die de Europese normen te boven gaan, heeft grote gevolgen voor gezondheid en economie. Bomen en planten werken in het stedelijk gebied als een luchtfilter dat volautomatisch en voor niets fijn stof en andere verontreinigingen uit de lucht verwijdert.

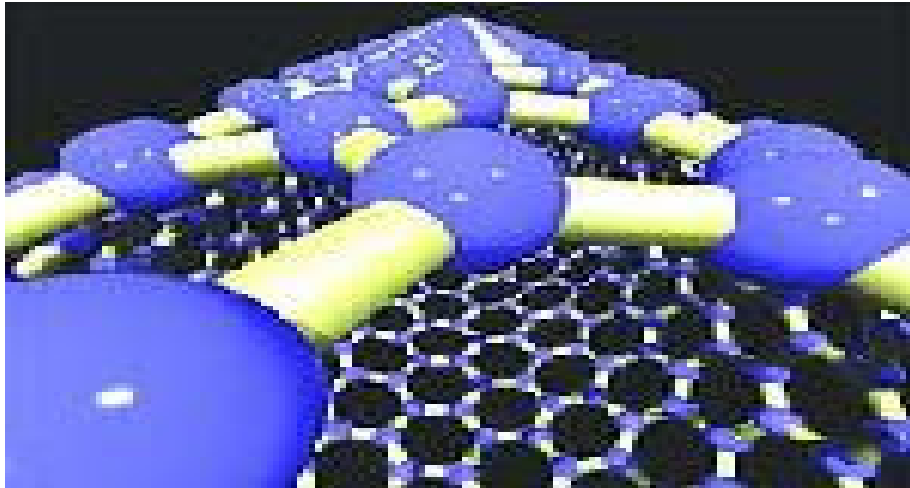
Meer groen in de stad vraagt ook iets van de bodem in de stad, qua kwantiteit maar vooral ook qua kwaliteit. Een ondergrond die een geschikte voedingsbodem en fysieke standplaats vormt voor groen in de stad draagt bij aan het in stand houden en floreren van de groenstructuren.

**Voedselkwaliteit.** Er bestaat maatschappelijke zorg over een mogelijke achteruitgang van de voedselkwaliteit in termen van verontreinigingen enerzijds en een afname van nuttige voedingsstoffen zoals macronutriënten en spore-elementen (ijzer, koper, calcium, kalium) anderzijds. Deze achteruitgang wordt onder meer toegeschreven aan een verminderde kwaliteit van landbouwgronden.

**Bestaande verontreinigingen.** De stedelijke bodem is zoals we weten niet spic en span, maar ook in het landelijk gebied zijn verontreinigingen aanwezig. Het beleid is erop gericht dat de bestaande bodemverontreiniging niet tot onaanvaardbare risico's leidt. De risicobeoordelingen gaan uit van de huidige situatie. Een belangrijk deel van de aanpak van de in de bodem aanwezige historische verontreiniging richt zich op het natuurlijk reinigend vermogen van bodem en grondwater. Gebiedsgerichte benaderingen voor het beheer en management van grondwaterkwaliteit in stedelijke, industriële, en agrarische gebieden blijft een belangrijk thema de komende twee tot drie decennia. Kennis over de lange termijn-effectiviteit van die natuurlijke processen en de monitoring die daar bij hoort is nodig. Door boven op komen mogelijk nog andere lange termijn effecten. Wat betekent het als door veranderingen in klimaat en klimaatmaatregelen delen van de bodem langer onder water staan? Zullen nu immobiele verontreinigingen zich dan verplaatsen en wat zijn hiervan de effecten?

**Nieuwe verontreinigingen.** Door technologische ontwikkelingen in de maatschappij komt er een breed scala aan vreemde stoffen op de bodem. Het gaat om medicijnen, antibiotica, hormonen, ingrediënten van wasmiddelen, weekmakers, herbiciden, insecticiden, brandvertragers, nanomaterialen en metalen, die via atmosferische depositie, mest, slib, riooloverstorten en overstromingen op de bodem terechtkomen. Hoewel het meestal om heel lage concentraties gaat, kunnen bepaalde stoffen toch endocriene verstoringen en abnormale ontwikkelingen in mens, dier en plant initiëren. Van sommige stoffen is nog heel weinig bekend over hun effecten in de bodem. De balans zoeken tussen duurzaam hergebruik en behoud van een gezonde bodem is een belangrijke opgave voor de toekomst.





*Figuur 13. Ook nanomaterialen komen in onze leefomgeving terecht met nog onbekende effecten voor mens en ecosystemen*

**Verspreiding stoffen en pathogenen.** Verhoogde temperaturen van bodem- en watersystemen vergroten de kans op verschuivingen in de biodiversiteit met ook consequenties voor humane gezondheid, bijvoorbeeld door het vaker voorkomen van pathogene micro-organismen, algen, en ziektes die overgedragen worden door muskieten. Veranderende hydrologische regimes kunnen een herverdeling van stoffen veroorzaken, ook in de bodem en waterbodem, met mogelijk onvoorziene toxicologische of ziekteverwekkende effecten bij plant en dier en bijvoorbeeld via de voedselketen ook bij de mens. Deze stoffen en microbiologische vectoren kunnen hun oorsprong in Nederland hebben maar ook in landen stroomopwaarts aan de grote rivieren Rijn, Maas, Schelde of Eems. Onderzoek naar potentie en preventie van mogelijke effecten en adequate maatregelen in internationale samenwerking is daarbij essentieel.

### ***Milieu en gezondheid***

#### **Kennisvragen**

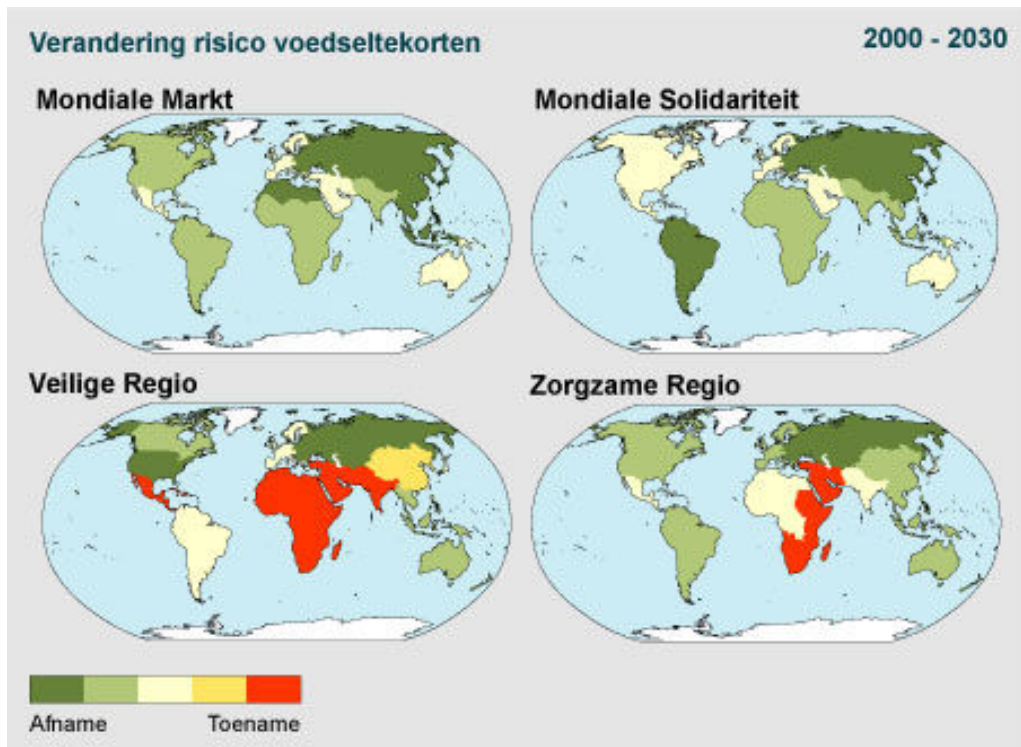
- Groen in de stad: kwaliteiten van de bodem.
- De bodem als luchtfilter.
- Voedselkwaliteit en bodemkwaliteit
- Effect van klimaatverandering op de bodemkwaliteit.
- Mogelijke effecten van medicijnen, antibiotica, hormonen, ingrediënten van wasmiddelen, weekmakers, herbiciden, insecticiden, brandvertragers, nanomaterialen en metalen voor de mens en de natuurlijke leefomgeving.
- Effect van klimaatverandering op invasies van bodemgebonden pathogenen.

### **3.6 Wereldvoedselproductie**

Er is sprake van een sterk toenemende vraag naar voedsel en water door de groeiende wereldbevolking (met ca. 50 procent tot 2030 à 2050). Door de toenemende welvaart van een groot deel van de bevolking zal vooral de vraag naar dierlijk voedsel snel groeien (melkproducten, vlees, eieren). Tegelijkertijd zal een toenemend areaal land nodig zijn voor wonen, werken, reizen, ontspannen en genieten. De prijs van voedsel, water en land neemt wereldwijd toe, en voedselzekerheid en watervoorziening krijgen een steeds hogere prioriteit op de politieke agenda.

De wereld wordt te klein om tegelijkertijd én voldoende voedsel voor iedereen te produceren én grootschalige biobrandstoffen in te zetten om te voldoen aan de toenemende vraag naar CO<sub>2</sub>-emissieneutrale energie. Het dreigende tekort aan zoet water in de wereld, ruimtelijke reserveringen voor rivierwaterafvoer ten behoeve van een klimaatbestendige inrichting, en ruimtelijke reserveringen voor robuuste natuur en regio's versterken de ruimtelijke claims.

Het uiterlijk van het platteland zal fors veranderen. Er zullen keuzes gemaakt moeten worden met betrekking tot waar, wat en hoeveel. Naast strategische, sociaaleconomische, culturele en logistieke overwegingen is het belangrijk ook bodemkundige randvoorwaarden in te brengen in de afwegingen over grondgebruik. Dit internationale vraagstuk kan ook betekenis hebben voor de Nederlandse landbouw. Omdat de Europese bevolking niet of nauwelijks toeneemt en de productiviteit van landbouwgronden in vooral Centraal-Europa nog fors kan toenemen, leeft de gedachte dat veel landbouwgrond uit productie moet of kan worden genomen. Uit de duurzaamheidsverkenningen blijkt dat de druk op het grondgebruik fors verschilt tussen scenario's. Het bodemonderzoek kan hiervoor relevante bodeminformatie identificeren, verzamelen en beschikbaar stellen, zodat via onder meer scenarioanalyses duurzame vormen van ruimtegebruik en mondiale voedselproductie kunnen worden ontwikkeld.



*Figuur 14. De mondiale voedselproductie is een van de meest urgente vraagstukken rond duurzame ontwikkeling. Belangrijk is om via scenario-analyses de ontwikkelingen in de mondiale voedselzekerheid te kunnen voorspellen.*

Het Nederlandse bodemonderzoek heeft een sterke reputatie opgebouwd op het terrein van een aantal van bodemfuncties onder druk. Landdegradatie, erosie en woestijnvorming hebben een bepalende invloed op de bestaansmogelijkheden, levensomstandigheden, welvaart en welzijn van miljarden mensen. Nog steeds begrijpen we onvoldoende hoe we water, vegetatie en bodemgebruik in balans kunnen brengen om degradatie en woestijnvorming te voorkomen. Ook is er grote behoefte aan waarschuwingssystemen om tijdig maatregelen te kunnen nemen. Dit is belangrijk omdat de gevolgen van deze landdegradatieprocessen vaak onomkeerbaar zijn. Het is daarom belangrijk dat bodemkundigen samenwerken met landbouwkundigen, economen en ecologen om de consequenties van de mondialisering te analyseren en te proberen er lessen uit te trekken.

### ***Mondiale voedselproductie***

#### Kennisvragen

- Hoe kunnen we via sociaaleconomische en ecologische analyses landgebruikvormen ontwikkelen die voldoende bestaansmogelijkheden bieden voor de plaatselijke bevolking, en tevens landdegradatie, erosie en woestijnvorming voorkomen?
- Welke bodeminformatie is relevant om in te brengen in (mondiale) landgebruikmodellen?
- Welke methodieken zijn nodig om belanghebbenden te betrekken bij ruimtelijke keuzes tussen ruraal en urbaan ruimtegebruik en tussen landbouw, milieu en natuur?

## 4. Organisatie en positionering

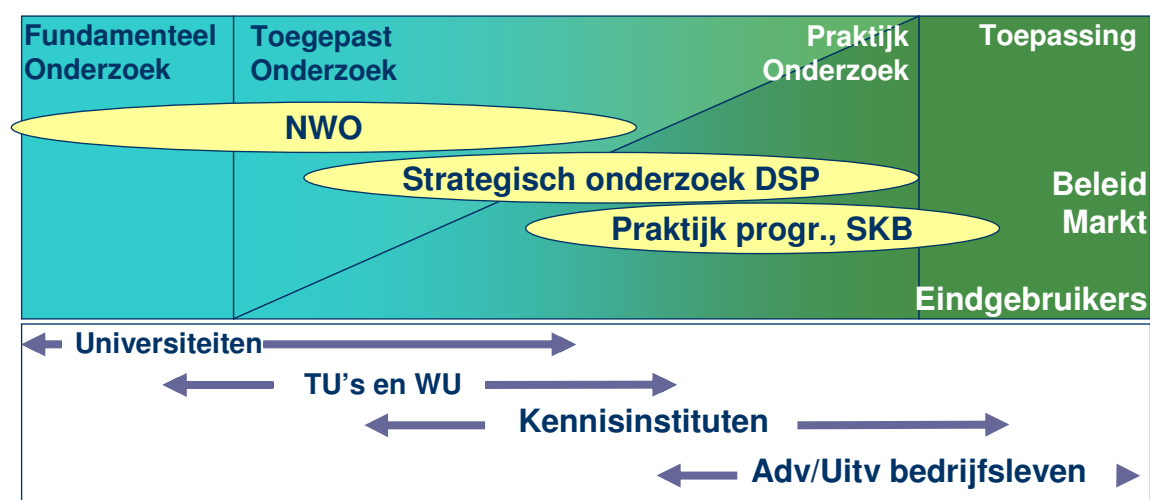
Het DSP is in 2006 gestart met haar verkenning in opdracht van DIRBOWA, een overleg van de directeuren bodem en water van de drie betrokken ministeries V&W, LNV en VROM. De opdracht aan het DSP was het Nederlandse strategische onderzoek van de drie betrokken kennisinstituten Alterra, RIVM, en Deltares (toen nog TNO bouw en ondergrond en AKWA) te plaatsen in relatie tot complexe maatschappelijke vraagstukken, waar bodem en water een rol in spelen en waar Nederland oplossingen voor zoekt. Door beleidslijnen verdeeld over departementen en kennis en onderzoeksinspanningen verdeeld over instituten bij elkaar te brengen, kan vanuit beide kanten (drie ministeries, drie kennisinstituten) gewerkt worden aan een systeemgerichte benadering die optimale oplossingen brengt, zoals in de bovenstaande hoofdstukken is gemotiveerd.

**Het proces van het DSP.** Het DSP is gestart met een zeer inspirerende workshop met inbreng van Annemieke Nijhof, de huidige DG Water in september 2006. Het proces dat het DSP vervolgens heeft doorlopen was niet eenvoudig. Het wordt hier beschreven omdat het leerzaam is en belangrijk voor de toekomst van het DSP. De kennisinstituten waren (nog) niet gewend om echt intensief samen te werken aan een gezamenlijke kennisagenda. De onderlinge rolverdeling is pas gaande de rit duidelijker geworden. Ook de inbreng vanuit de betrokken ministeries was niet automatisch en gemakkelijk te regelen. Communicatie en elkaar begrijpen, “vanuit welke positie denk je en redeneer je” vroeg veel tijd. De betrokkenen van de ministeries redeneren vanuit maatschappelijke beleidsopgaven. Het probleem is dat die niet zo gemakkelijk concreet te maken zijn en te vertalen naar onderzoek en kennisvragen. Inhoudelijke gedreven kennismensen van de instituten redeneren in termen van hun expertise, onderzoekspassie, zicht op vraag uit de markt of zicht op de beleidsuitvoering. De zes partijen namen daardoor een afwachtende houding aan ten opzichte van elkaar. Het DSP werd ondersteund door SKB (aansluiting met het praktijkonderzoek bodem) en TCB (belangrijke maatschappelijke vraagstellingen gerelateerd aan bodem). Deze inbreng is belangrijk maar maakte het proces nog complexer. Het gevolg was een zoekende en daardoor trage voortgang in 2006 en 2007. Begin 2008 werd besloten het roer om te gooien. Ervaren kenniswerkers van de kennisinstituten schetsten een beeld van de maatschappelijke problemen en de daar op aansluitende onderzoeksthema's en kennisvragen. Het resultaat was een nogal kennisaanbod gerichte notitie. Die werd ter discussie en met het verzoek om commentaar voorgelegd aan de drie ministeries, SKB en de TCB. De tekst is, gebruikmakend van dat commentaar, herschreven door een schrijversteam van enkele DSP-ers. Door discussies in dat schrijversteam werden bovendien de maatschappelijke vraagstukken, beleidsopgaven, onderzoeksthema's en een eerste glossary van kennisvragen aan elkaar gekoppeld. Het resultaat is deze onderzoeksagenda.

**Positionering van het DSP.** Het DSP plaatst haar strategisch onderzoek in de keten van onderzoek in Nederland: van fundamenteel via strategisch-toegepast onderzoek naar praktijkonderzoek naar uiteindelijk de toepassing in beleid en markt. Aan beide kanten wil het DSP synergie realiseren door haar strategisch onderzoek te combineren met:

1. Het academische onderzoek, zoals dat bijvoorbeeld plaatsvindt in NWO-programma's, via samenwerking met de Nederlandse Universiteiten.
2. Het praktijkonderzoek, zoals bijvoorbeeld wordt uitgevoerd in het SKB Programma.

Het onderzoek omvat op alle niveaus natuurwetenschappelijk, sociaaleconomisch en cultureel onderzoek. Deze multidisciplinaire aanpak is noodzakelijk om de genoemde thema's adequaat te kunnen adresseren.



*Figuur 15. Roadmap van onderzoek naar toepassing en de plaats van het strategische onderzoek van het DSP*

**Ambities.** Het DSP heeft de volgende ambities getypeerd met de volgende sleutelwoorden:

- Kenniskaart.
- Kennisprogramma's.
- Onderwijs-onderzoek-praktijk.

**Kenniskaart.** Het DSP wil een kaart van kennis van bodem en ondergrond maken. Deze kaart geeft een overzicht van de strategische onderzoekprogramma's van de kennisinstituten in Nederland. Naast de betrokken drie kennisinstellingen zullen ook instituten zoals ECN, KWR, TNO, etc. betrokken worden. Ook wordt een overzicht opgenomen van universitaire groepen die op relevante onderwerpen onderzoek verrichten en onderwijs geven en van de fundamenteel-toegepaste onderzoeksprogramma's die er in Nederland zijn. Efficiënt aanwenden van de kennispool in Nederland en het opheffen van witte vlekken en overlap is het uiteindelijke doel.

**Kennisprogramma's.** Ontwikkeling van kennisprogramma's op het grensvlak van academisch-strategisch-praktijk onderzoek, rekening houdend met het:

- Convenant ondergrond en gebiedsgericht beheer.

- Verkenning onder jonge veelbelovende onderzoekers bij verschillende universiteiten.
- Het initiatief bewust bodemgebruik.

Creatie nieuwe onderzoeksstructuren en samenwerkingsverbanden voor de belangrijke maatschappelijke thema's:

- Adoptie van deze ideeën door een aantal toonaangevende professoren, en voorstellen van een onderzoeksprogramma ondersteund door NWO, SKB en de zes leden van DSP.
- Onderzoeksprojecten in gemengde kennisconsortia.

**Onderzoek, onderwijs en praktijk.** Wereldwijd leeft ongeveer 50 procent van de bevolking in steden en dat percentage neemt snel toe. Sinds de Tweede Wereldoorlog is in Nederland het percentage van de beroepsbevolking, werkzaam in de landbouw, teruggelopen van ruim 40 procent naar minder dan 3 procent. Hierdoor beseffen we steeds minder waar de bodem toe dient terwijl rentmeesterschap en kennis van het optimaliseren van bodemfuncties meer dan ooit nodig zijn.



*Figuur 16. Bodemkundig onderwijs is noodzakelijk voor het behoud van hoogwaardige bodemkundige expertise. Dit vraagt om aandacht voor bodem in multidisciplinaire opleidingsprogramma's, eventueel georganiseerd op internationaal niveau.*

Voorheen was bodemkunde een zelfstandige discipline in onderwijs en onderzoek. Tegenwoordig komt de kennis van bodem pas tot waarde wanneer die wordt geplaatst in de context van de hierboven genoemde maatschappelijke thema's. De ambitie zal zijn om via het basisonderwijs, voortgezet onderwijs en hoger onderwijs, het besef van de waarde van de bodem levend te houden. Heroriëntatie is daarbij nodig naar multidisciplinair onderwijs en onderzoek aan de hier genoemde maatschappelijke thema's. Het DSP zal in overleg treden met de Nederlandse universiteiten en zomogelijk een vernieuwd onderwijsprogramma helpen opzetten dat gelieerd is aan de hier gepresenteerde onderzoeksagenda.

**Vervolg traject.** Het DSP gaat door met het realiseren van de bovengenoemde ambities.



## Geraadpleegde literatuur

- Bouma, J. & A.E. Hartemink, 2002. Soil science and society in the Dutch context. *NJAS* 50 (2): 133-140.
- Bouma, J., 2004. Implementing soil quality knowledge in land-use planning. In: P. Schønning, S. Elmholt & B.T. Christensen (eds.) 2004. *Managing soil quality; challenges in modern agriculture*. Wallingford (UK), CABI, pp. 283-295.
- Braungart, M and W. McDonough: *Cradle to cradle: Remaking the Way We Make Things* (2002).
- Coalitieakkoord Kabinet. 2007
- Deltacommissie, 2008. *Samen werken met water, een land dat leeft bouwt aan zijn toekomst. Bevindingen van de Deltacommissie*
- Doelman, P. & H.J.P. Eijsackers (Eds.), 2004. *Vital soil: function, value and properties. Developments in Soil Science Vol. 29*. Amsterdam, Elsevier, 340 pp.
- Hartemink, A.E., A.B. McBratney & J.A. Cattle, 2001. *Developments and trends in soil science: 100 volumes of Geoderma (1967-2001)*.
- Hartemink, A.E. (Ed.), 2002. *The future of soil science*. Wageningen, IUSS, 176 pp.
- Hopmans, J.W., 2007. A plea to reform soil science education. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71: 639-640.
- Joye, Y. en A. van den Berg. *Gelukkiger in een groene stad*. [www.kennislink.nl](http://www.kennislink.nl), 22-08-2008.
- McNeill, J.R. & V. Winiwater (Eds), 2006. *Soils and societies: perspectives from environmental history*. White Horse Press, 369 pp.
- Millenium Ecosystem Assessment
- Ministerie van VROM, *Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening*
- MNP, 2004. *Kwaliteit en toekomst; verkenning van duurzaamheid*. RIVM/SDU, 226 pp.
- MNP, 2007. *Nederland en een duurzame wereld; armoede, klimaat en biodiversiteit; tweede duurzaamheidsverkenning*. Bilthoven, MNP, 145 pp.
- Rabbinge R., & C.A. van Diepen, 2000. *Changes in agriculture and land use in Europa*. *Eur. J. Agron.* 13: 85-99.
- SKB, 2007. *De bodem is voor mij.... een stevige basis voor ruimtelijke ontwikkeling*. Gouda, SKB, 104 pp.



SKB, 2008. Plan voor vervolg SKB-programma, Drie samenhangende lijnen voor duurzame inzet van bodem en ondergrond in de praktijk.

Snellen, D., H. Farjon, R. Kuiper & N. Pieterse, (2006). Monitor Nota Ruimte; de opgave in beeld. Den Haag, NAI/MNP/RPB, 165 pp.

Structuurvisie Randstad 2040, naar een duurzame en concurrerende Europese topregio

TCB, 2007. Advies Effecten productie biomassa voor energie op bodemkwaliteit in Nederland. TCB S07(2007), 19 maart 2007.

TCB, 2008. Pre-advies duurzaam gebruik van de ondergrond. TCB A043(2008), 12 september 2008.

Veerman, C., 2006. Landbouw verbindend voor Europa? Essay.

Vereijken, P.H., C.M.L. Hermans & H.S.D. Naeff, 2005. Impact of liberalisation of food and land markets on agrarian land use in the EU. In: R.S. Bradley & J. Wiseman (Eds.), Yields of farmed species: constraints and opportunities in the 21st century. Nottingham (UK), Nottingham University Press, pp. 15-30.

Verheijen, L., H. Artz, P.C. de Ruiter & H. Vermeulen, 2007. Profiel van de moderne bodemadviseur. Bodem 6: 239-241.

Warkentin, B.P. (Ed.), 2006. Footprints in the soil. people and ideas in soil history. Amsterdam, Elsevier, 572 pp.

[www.degroenestad.nl](http://www.degroenestad.nl)

Wiskerke, J.S.C., 2007. Robuuste regio's: dynamiek, samenhang en diversiteit in het metropolitane landschap. Inaugurele rede Wageningen Universiteit, 15 november 2007.