

je telefoon-, glasvezel- en televisiekabels netjes in één goot bij elkaar legt, zodat een monteur er later makkelijk bij kan. Ook moeten we het gebruik van de bodem door de mens zo organiseren dat er voldoende ruimte is voor natuurlijke bodemprocessen zoals het zuiveren van grondwater, op een manier dat biologische en geochemische kringlopen niet ontregeld raken. In een land met een mestoverschot moet het toch lukken verlies van bodemvruchtbaarheid te voorkomen?

Langzaam maar zeker raakt de bodem zijn positie als zelfstandig onderwerp kwijt. De tijd dat we pure bodemvraagstukken oplossen met pure bodemkennis ligt binnenkort achter ons. Voor een deel hebben we dat te danken aan alle speciale aandacht die bodem de afgelopen decennia kreeg: de overheid zorgde voor wetten, regels en normen, ingenieurs namen bodemonsters en ontwikkelden saneringsmethoden en wetenschappers onderzochten oorzaken en effecten. Daardoor kon dit onderwerp in korte tijd volwassen worden. Door blijvende aandacht voor dit onderwerp krijgt het ook buiten de eigen sector de erkenning die het verdient.

Volwassen worden en erkenning krijgen gebeurt in een tijd dat maatschappelijke vraagstukken steeds complexer worden en met elkaar verweven

raken. Was waterbeheer lange tijd synoniem voor peilbeheer, tegenwoordig gaat het ook over veiligheid, ecologische kwaliteit en duurzaamheid en heeft water een sturende rol in de ruimtelijke ordening. Op dezelfde manier draagt de bodem steeds vaker bij aan de oplossing voor grotere maatschappelijke opgaven, zoals klimaatbestendige steden, behoud van biodiversiteit en voldoende voedsel voor een groeiende wereldbevolking. Naast bescheidenheid vraagt deze nieuwe rol ook om een gepaste dosis zelfvertrouwen. De bodem heeft namelijk veel te bieden en zonder de bodem lukt het meestal niet.

Bodemgebruik in de stad is daarvan een goed voorbeeld. De vraag die we ons moeten stellen luidt: wat kan de bodem allemaal bijdragen aan het stedelijk landschap, aan het welbevinden van de stadsbewoners? Het gaat niet om de bodem in de stad, maar de bodem én de stad. Stad en bodem vormen namelijk één samenhangend ecosysteem dat je ook zo kunt inrichten dat er stadsnatuur ontstaat met een grote soortenrijkdom.

De nieuwe omgangsvorm tussen mens en bodem: investeren in duurzaam bodemgebruik, rekening houdend met effecten op de lange termijn

Wat komen we brengen?

- Een handelingsperspectief en afwegingskader voor de bodem: wat zijn de nieuwe gebruiksmogelijkheden en hoe benut je die op een duurzame manier?
- Informatie over winbare voorraden drinkwater, olie, gas, aardwarmte en delfstoffen in de bodem en ondergrond
- Informatie over de eigenschappen van bodem en ondergrond, zodat deze ruimte toegankelijk wordt voor nieuwe toepassingen
- Inzicht in de werking van de bodem als bioreactor, zodat die beter is te gebruiken en te besturen, bijvoorbeeld voor het produceren van medicijnen en chemicaliën
- Realistische schattingen van de lange termijn effecten van ingrepen in de bodem, zoals warmte- en koudeopslag en geothermie
- Scenario's voor hergebruik van de bestaande gasinfrastructuur in de diepe ondergrond, bijv. voor opslag van CO₂
- Een verbinding tussen natuurwetenschappelijke bodemkennis en sociaalwetenschappelijke kennis over governance, participatie en waarderingsvraagstukken
- Systeem voor bodemkwaliteitszorg, gericht op permanent onderhoud van milieuechemische, geotechnische, bouwkundige en landbouwkundige kwaliteiten
- Bodemonderzoek naar nieuwe verontreinigingen, zoals medicijnresten
- Een sterkere kennisinfrastructuur, inclusief kennisuitwisseling tussen disciplines, koppeling tussen publiek en privaat onderzoek, koppeling tussen onderzoek en uitvoeringspraktijk en kennisoverdracht naar stakeholders.

Wat komen we halen?

- Betrokkenheid in beginstadium van grote projecten en planningscycli, inclusief aandacht voor lange termijn gevolgen
- Meer vraagsturing en maatschappelijk betrokkenheid bij wetenschappelijk bodemonderzoek
- Voldoende kritische massa (o.a. tijd, ruimte, menskracht en geld) voor fundamenteel bodemonderzoek, gericht op het doorgronden van het bodem-watersysteem
- Bereidheid van ondernemers om praktijkkennis over bv. toepassing geothermie te delen, zodat de techniek zich sneller kan ontwikkelen.
- Duidelijkheid over de eisen aan een duurzaam ingerichte leefomgeving, ook voor meervoudig ruimtegebruik
- Onderzoeksvragen uit de praktijk, aangedragen door beleidsmakers, bodem-professionals en bodemgebruikers.

Zo bezien zou de bodem een sleutelrol moeten vervullen in discussies over de toekomst van Nederland. Ontwikkelen we bijvoorbeeld West-Nederland tot een ring van verdichte steden rondom het Groene Hart of betrekken we het buitengebied juist bij een verlichte, Groene Stad, met veel ruimte voor stadsnatuur? Bodemkennis moet bestuurders helpen hierover betere afwegingen te maken.

Vanuit de wetenschap willen we een bijdrage leveren aan het duurzaam gebruiken van de bodem. Zó hebben we onze kennisagenda voor de komende jaren opgesteld, zó hebben we onze onderzoeksthema's geselecteerd. Daarbij hebben we gezocht naar een goede balans tussen toegepast onderzoek op de korte termijn, gericht op

urgente problemen, en fundamenteel onderzoek op de lange termijn, gericht op belangrijke vragen. Die lange termijn is onder andere nodig voor tijdrovend en complex onderzoek naar de nog grotendeels onbegrepen werking van de bodem als bioreactor. Maar de processen in de bodem zélf vragen ook om zo'n lange termijn, zo traag als ze soms verlopen en zo lang als het duurt voordat effecten merkbaar zijn. Misschien is dat wel een les die we de afgelopen tijd hebben geleerd: de bodem duurzaam gebruiken lukt het best als je met de bodem meebeweegt, in zijn eigen, natuurlijke tempo.

Bodemkennis moet bestuurders helpen betere afwegingen te maken over de toekomstige inrichting van Nederland



Ongekende mogelijkheden

De bodem is van vitaal belang voor de mens. Sinds jaar en dag gebruiken we de bodem om voedsel en drinkwater te produceren. We halen energie en delfstoffen uit de ondergrond en bergen er kabels, leidingen en afvalstoffen in op. De bodem is ook een essentiële schakel in natuurlijke kringlopen van water, koolstof en voedingsstoffen. Het bodem-water-systeem bevat bacteriën die verontreinigingen onschadelijk maken, het helpt planten om CO₂ uit de lucht in organische stof om te zetten en het voorziet de plantenwereld van mineralen en nutriënten.

Nederland kent een lange traditie van toonaangevend bodemonderzoek. We blinken uit in fundamenteel onderzoek naar bodemeigenschappen en bodemecosystemen. Ons toegepast onderzoek – landbouwkundig, geotechnisch en mijnbouwkundig – heeft internationale faam. De afgelopen decennia liepen we voorop in het onderzoek naar de aanpak van bodemverontreinigingen, een maatschappelijk vraagstuk dat daardoor is teruggebracht tot beheersbare proporties.

Actuele maatschappelijke ontwikkelingen zoals verstedelijking, klimaatverandering en het streven naar een duurzame energievoorziening doen een beroep op geheel andere potenties van de bodem: als bron van gevarieerde stadsnatuur, als bergingsbassin voor overtollig hemelwater en als buffer van zomerwarmte en winterkoude.

bieden bodemwetenschappers de bodemgebruikers een handelingsperspectief en een afwegings-instrumentarium: wat zijn de nieuwe gebruiksmogelijkheden van de bodem en hoe benut je die op een duurzame manier?

Om de daarvoor benodigde kennis te verwerven stelden bodemonderzoekers, kennis-makelaars en overheden de afgelopen jaren een onderzoeksagenda op. Hier presenteren we de belangrijkste thema's en accenten en lichten we toe waarom we ze belangrijk vinden. Binnenkort gaan we ermee aan de slag, liefst samen met professionals uit het beleid en de praktijk.

Wie de bodem ziet als een bron van gezond voedsel, als een gebruiksruimte onder de grond of als vertrekpunt voor gevarieerde natuur, boekt zijn uitgaven niet als kosten, maar als

De hamvraag is wat de bodem nu al voor ons kan betekenen, zoals een lagere energierekening, een prettige leefomgeving en klimaatbestendige steden

Zulke toepassingen vragen om nieuwe kennis over de bodem, zowel fundamenteel als toegepast, zowel in natuurwetenschappelijke als in sociaal-wetenschappelijke domeinen. Hamvraag daarbij is wat de bodem nu al voor ons kan betekenen, zoals een lagere energierekening, een prettige, groene leefomgeving en klimaatbestendige steden. Maar ook wat daar, dankzij meer begrip en bijsturing van bodemprocessen, allemaal nog bij kan komen, zoals energiezuinige waterzuiveringen en de productie van medicijnen en chemicaliën. Bodemonderzoek zal zich de komende jaren richten op deze gekende en ongekende mogelijkheden van het bodem-water-systeem en de effecten ervan op de korte en lange termijn. Daarmee

investeringen. En voor wie welvaart meer is dan snel veel geld verdienen – denk bijvoorbeeld aan de generatie die nu studeert – zijn duurzame oplossingen voor het energievraagstuk belangrijker dan goedkope. Niet voor niets willen jonge bodemonderzoekers ook weten wat het effect is van warmte- en koudeopslag over dertig jaar, als het grondwater enkele graden is opgewarmd. Na enkele decennia van beschermen en schoonmaken luidt de nieuwe omgangsvorm tussen mens en bodem ongeveer zo: investeren in duurzaam bodemgebruik, rekening houdend met effecten op de lange termijn.

Net zoals voor een kantoorgebouw, zou je ook voor een intensief gebruikte bodem een systeem van kwaliteitszorg moeten opzetten. Gebruiken en beschermen gaan dan hand in hand. Dit betekent niet alleen dat je tijdens het gebruik regelmatig alle rommel opruimt, maar ook dat

Beloften van de bodem

SKB | SIKB | BODEM+

VERRASSENDE BODEM

VERSTEDELIJKING

MILIEU EN GEZONDHEID

KLIMAATVERANDERING

ENERGIEVOORZIENING

VOEDSELPRODUCTIE

NATUUR EN LANDSCHAP

GOVERNANCE

Deze uitgave is mogelijk gemaakt door:



SKB
SKB is hét innovatieplatform voor duurzame ontwikkeling van de ondergrond. SKB verbindt en innoveert.



SIKB
In de SIKB maken overheid en bedrijfsleven samen praktijkgerichte kwaliteitsrichtlijnen voor bodem en ondergrond. Kwaliteitsrichtlijnen scheppen duidelijkheid voor opdrachtgever, opdrachtnemer en toezichthouder. Kwaliteit inspireert en vernieuwt.



BODEM+
Bodem+ ondersteunt de bodemwereld met kennis over bodemsanering, -bescherming en -beheer voor een duurzaam gebruik van de bodem en de ondergrond. Daarnaast ondersteunt Bodem+ bij de uitvoering van financiële regelingen en het implementeren van nieuw beleid.

Bodemwetenschappers en kennisontwikkelaars beschrijven in deze uitgave een verrassende bodem. Een bodem die bijdraagt aan een prettige leefomgeving, klimaatbestendige steden en duurzame energie. Hier in Nederland, maar ook elders in de wereld. Een bodem die inspireert en motiveert en daarom het beschermen waard is. SKB, SIKB en Bodem+ willen die inspiratie en motivatie doorgeven, zodat die kan worden omgezet in nieuwe ontdekkingen en bijdragen aan onze leefomgeving.

Wij danken de volgende personen voor hun inhoudelijke inbreng: Frank Agterberg, Christy van Beek, Sandra Boekhold, Jaap Breunese, Ton Breure, Cees Buijs, Margot de Cleen, Mike Duijn, Wim Dijkman, Jasper Griffioen, Tim Grotenhuis, Jurgen van der Heijden, Timo Heimovaara, Sytze Keuning, Peter Kuikman, Walter de Koning, Corné Nijburg, Auke Oostra, Peter de Ruiter, Huub Rijnaarts, Saskia Visser, Annemarie van Wezel

Samenstelling: Han de Wit, Tauw
Concept en eindredactie: Lijn43, Utrecht
Tekst: Henk Leenaers en René Didde
Vormgeving: Ontwerpstudio Spanjaard, Maartensdijk
Foto: Hollandsche Hoogte, Amsterdam
Druk: Drukkerij Badoux, Houten

De schone slaapster wakker kussen

De bodem wordt niet voor niets *‘poor man’s tropical forest’* genoemd. Er is meer biodiversiteit aanwezig dan in het Amazone-regenwoud. En dan kennen we nog slechts luttele procenten van die diversiteit aan micro-organismen. Zoals negentig jaar geleden ineens de bodemschimmel penicilline opdook, zo staat nu vast dat de bodem meer van dergelijke ongekende schatten voor ons in petto heeft.

Deze aangename verrassingen in de bodem kunnen we met moderne gereedschappen als DNA-screening steeds sneller in kaart brengen. In de bodem is een continue chemische oorlogsvoering aan de gang tussen bacteriën en schimmels. Daar zijn mooie toepassingen voor te vinden waardoor de micro-organismen de motoren kunnen worden voor een nieuwe farmaceutische en chemische industrie. Ze kunnen als biokatalysatoren naar de fabriek worden gebracht en dus vanuit de bodem de basis vormen voor de *biobased economy*. Door beter inzicht in de bodem kunnen we bijvoorbeeld het kunstje afkijken van de vorming van zandsteen. Nu al kunnen we met aan bodemdeeltjes plakende bacteriën lekken dichten en ook cementloos beton maken. De bodem is kortom een ongekende *smart-soil*. Door fysische, chemische en biologische bodemprocessen goed te doorgronden, kunnen wetenschappers de schone slaapster wakker kussen.



‘Substraat gaat de grond in en ter plekke maken micro-organismen een kant en klare muur van zandsteen.’

Een gezonde stad op een gezonde bodem

Ondanks de economische crisis is de dynamiek in steden bijzonder groot. Er gaat nog altijd veel op de schop. Als bij dergelijke herstructurering waterberging en groenvoorziening structureel aandacht krijgen, ontstaan er meer klimaatrobuste steden. Een gezonde bodem draagt bij aan een gezonde stad, waar minder hittestress heerst en minder luchtverontreiniging is.



De continue zorg voor bodemkwaliteit is een publieke dienst voor de stad. We moeten dat anders gaan doen. Ingrepen moeten we zoveel mogelijk synchroniseren met het trage systeem van de bodem. Verbetering van de bodemkwaliteit kan in langzame stappen plaatsvinden. Daardoor is het mogelijk om met een andere bril naar kosten en financiering te kijken. Ook voor de opslag van goederen en oliën chemieterminals biedt de bodem van de stad uitgelezen kansen. Het is er koeler en veiliger dan boven de grond. Bovendien liggen er nieuwe verdienmodellen in het verschiet, bijvoorbeeld in het buitenland. Steeds meer mensen in de wereld leven immers in steden. Door de Nederlandse expertise op gebied van waterbouw en dijken aan te vullen met groene stadsvernieuwing werken we aan een betere wereld.

‘Groen in de stad dempt geluid, vangt luchtverontreiniging in en trekt vogels aan. Groen zorgt voor schaduw en verkoeling en vocht. Een groene bodem maakt de stad mooier, veiliger, schoner en gezonder.’

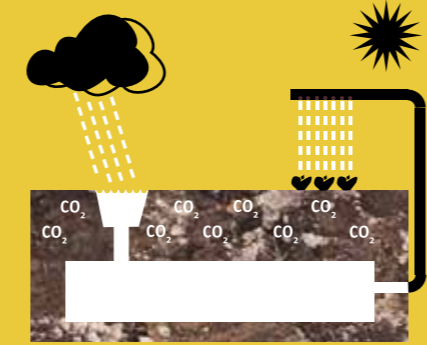


De bodem als drinkwaterleverancier

Soms lijkt het dat de eenzijdige aandacht voor bodemverontreiniging de bodemagenda gedurende meer dan dertig jaar heeft gegijzeld. De verdiensten van de bodem kwamen nauwelijks aan bod. Toch blijft bodemkwaliteitszorg essentieel, ook nu de saneringsoperatie nagenoeg is afgerond. De bodem speelt een grote rol in onze gezondheid. Alleen al door de levering van voldoende drinkwater van topkwaliteit. Drinkwater is een primaire levensbehoefte. Bierbrouwers moeten er niet aan denken dat via het grondwater vervuiling terecht komt in de bronnen die zij gebruiken voor hun productie. Bodemexperts kunnen nieuwe diensten ontwikkelen voor hen en andere bedrijven in de voedingsmiddelenindustrie. We moeten voorkomen dat door activiteiten in de bodem verontreinigende stoffen vrijkomen, zoals bij warmte- en koude-opslag. Soms zijn risico's onverwacht. Zo wordt onderzoek gedaan naar de milieuchemische risico's van de Zandmotor, een studie met voorspellingen over een periode van een tiental jaren. Door de verandering van het anaerobe naar het aerobe milieu van zeezand kunnen nutriënten vrijkomen met daarbij sporenelementen als arseen door de oxidatie van pyriet. Dat kan consequenties hebben voor de biodiversiteit in de duinen.

‘Nederlander exporteert wel kennis over dijken en stormvloedkeringen, maar wat we weten over waterkwaliteit en bodem blijft vaak onbenut.’

De bodem als buffer voor temperatuurstijging



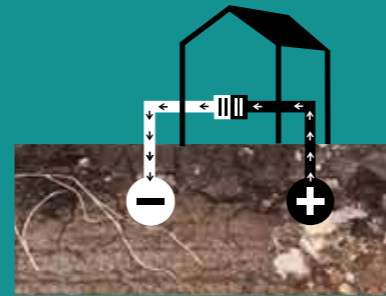
De bodem heeft meer met klimaatverandering te maken dan het lijkt. Door extra koolstof in de bodem te ploegen, kan de bodem, net als de oceanen, een sink worden. De koolstof komt van organische landbouwresten zoals bietenloof of maïsstengels. Door boeren hiervoor te belonen, beschikken die over een extra inkomstenbron. En ze krijgen een meer levendige en actieve bodem. Momenteel wordt ook onderzocht om met bodemvormende processen bagger tot leven te wekken, waarmee bodemdaling kan worden tegengegaan.

De zomers worden droger en de verzilting neemt toe. In natere jaargetijden zullen we vooral in Oost-Nederland vaker water onder de grond opslaan. We proberen in de grond het zoute water met het zoete water weg te drukken. In tijden van droogte is dan water beschikbaar voor irrigatie in de land- en tuinbouw. Deze ondergrondse opslag kost minder ruimte dan boven de grond en is ook minder kwetsbaar voor verontreiniging dan de grote, vaak landschapsontsienderende waterbakken. Minder verharding en een groenere bodem zorgen in de stad voor infiltratie van water tijdens plensbuien en dus voor een betere waterkringloop en verkoeling.

‘Door vervuuld baggerslib schoon te maken en er met organische stof bodemvormende processen in op gang te brengen, ontstaat nieuwe bodem die we op dalende veenweidegrond kunnen brengen’

Nieuwe energiebronnen uit de bodem

De bodem heeft de wereld jarenlang fossiele vormen van energie geschonken zoals steenkool, aardolie en aardgas. Ook als we langzaam maar zeker omschakelen naar een hernieuwbare energievoorziening, blijft de bodem van cruciaal belang. De bodem moet immers de oogstbare biomassa leveren voor vergisting of ingenieuze biobased brandstof. Aardwarmte (of geothermie) uit de diepe bodemlagen kunnen een nieuwe energiebron vormen. Dichterbij speelt warmte- en koude-opslag een steeds grotere rol. Hierbij is grondwater het medium waar we dat naar believen overschotten aan koude of warmte in opslaan; het bodemsysteem maakt het mogelijk om deze later weer te onttrekken.



Deze nieuwe vormen van energievoorziening uit de bodem vergen een secure afweging voor welke vorm waar in de bodem wordt gekozen. In warme en koude zones kan bijvoorbeeld geen grondwater meer worden gewonnen. Bij warmte- en koude-opslag zijn ook de nazorg en eventuele emissies naar het grondwater een belangrijk aandachtspunt. Niet in de laatste plaats kan de kostbare aardgasinfrastructuur inclusief de boorputten een tweede leven beginnen als opslag en transportmedium voor groen (bio)gas. Er kan ook gas worden opgeslagen dat als LNG over zee wordt aangevoerd.

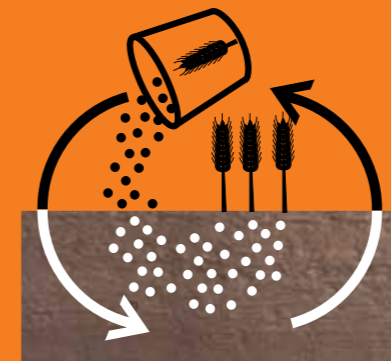
‘Als de hoeveelheid wind- en zonne-energie toeneemt, kunnen gasvelden worden ingezet bij een piek vraag of als het niet waait. Ook in een duurzame energievoorziening blijft de ondergrond een betrouwbare partner’

Kennis van de kringloop

De groei in voedselproductie daalt de laatste jaren wereldwijd van twee procent per jaar tot één procent. Veel te weinig om de groeiende behoefte aan plantaardig voedsel in de wereld op te vangen. Daarvoor is namelijk een verdubbeling van de groei tot het jaar 2050 nodig.

De landbouw maakt gebruik van de kringloop van nutriënten en organische stof in de bodem. Het is zaak deze kringloop in stand te houden en te herstellen op plekken waar de cyclus verstoord is geraakt. Het werken aan deze balans raakt aan internationale ontwikkelingen. We importeren koolstof en nutriënten uit Zuid-Amerika en zitten daardoor hier met een mestoverschot opgescheept.

Meer kennis van de bodemkringlopen kan zowel nationaal als internationaal leiden tot innovaties die een beter management van de stofstromen mogelijk maken. Daardoor krijgen we de beschikking over meer voedsel van een betere kwaliteit zonder dat bodem, grond- en oppervlaktewater schade wordt berokkend. Precisie landbouw waarbij satellietbeelden in de ruimte en sensoren in de bodem een belangrijke rol spelen, helpen boeren secuur te beoordelen of ze moeten bemesten, besproeien of bestrijden.



‘We hebben een integrale aanpak nodig. Goed zaad, goede mest, goede grond, goede arbeid en goede opleiding.’

Vergroening van Nederland

Ondanks alle drukte in het als ‘vol’ ervaren Nederland, is nog steeds negentig procent groen. Er zijn akkers, weilanden en bossen en veel mensen hebben een tuin met groen. Het is een uitdaging om de ‘Deltse’ civieltechnische benadering en de ‘Wageningse’ groene benadering bij elkaar te brengen in een onderzoeksconsortium, bijvoorbeeld rond een project als ‘Randstad 2040’.



We moeten de natuur meer *engineeren* en factoren zoeken die meer natuur mogelijk maken. Er liggen prachtige kennisvragen. Hoe maken we de stedelijke bodem geschikt voor kleinschalige natuur met een hoge natuurwaarde en soortenrijkdom? Hoe komt het dat de natuurontwikkeling van veel natuurterreinen stagneert? Kunnen we de processen naar onze hand kunnen zetten om ze sneller, selectiever en duurzamer te laten verlopen? We moeten plannen maken voor de natuur waar het ook werkelijk kan werken. We moeten boeren en natuurorganisaties meer uitdagen tot een uitruil. Kies slimme plekken om landbouwgrond om te zetten in natuur. Niet zelden kan dat op plekken die voor de boer al tot de minder productieve delen behoren, zoals drassige percelen. Naast natuurontwikkeling ligt hier een interessante combinatie met waterberging voor de hand.

‘Je bent aangewezen op goed ondernemerschap. We proberen de voorlopers onder de boeren op sleeptouw te nemen’



Meer bestuurskracht ontwikkelen

De bodem kent veel prille potenties. Om deze kansen te ontwikkelen, moeten bodemexperts meer leren denken vanuit business cases en nieuwe verdienmodellen. Waterberging en waterzuivering, bijdragen aan groen en gezondheid worden daarmee niet alleen interessante maatschappelijke onderwerpen, er valt ook geld mee te verdienen. Hoe de nieuwe functies in de praktijk te realiseren, is niet alleen een kwestie van natuurwetenschappelijk onderzoek en economische belangen. Minstens zo belangrijk is het om de ‘governance’ goed te organiseren. Meer bestuurskracht ontwikkelen, soms dwars door instellingen heen. Nu nog vaak gescheiden afdelingen van Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen moeten meer samenwerken in de nieuwe thema's. Niet in de laatste plaats zijn bewoners en ngo's belangrijke stakeholders in het governanceproces. Proefboringen naar schaliegas moeten goed worden gecommuniceerd met omwonenden. Daarbij spelen niet alleen technische argumenten, maar ook gevoelens als angst, veiligheid en gezondheid. Wie daar geen rekening mee houdt, organiseert automatisch weerstand, net als enkele jaren geleden met de CO₂-opslag in Barendrecht.

‘De strijd om de ruimte in de ondergrond wordt een belangrijk thema. Doe de juiste dingen op de juiste plek. Het gaat om bodembeleid zonder spijt.’