



EEA SIGNALEN 2019

Land en bodem in Europa

Waarom een duurzaam gebruik van deze onmisbare, eindige hulpbronnen nodig is

Grafisch ontwerp: Formato Verde
Layout: Formato Verde

Waarschuwing aan de lezer

De inhoud van deze publicatie geeft niet per definitie het officiële standpunt van de Europese Commissie of van andere communautaire instellingen weer. Noch het Europees Milieuagentschap, noch andere personen of ondernemingen die namens het agentschap handelen, zijn verantwoordelijk voor het gebruik dat kan worden gemaakt van de hier gepubliceerde informatie.

Verklaring inzake auteursrecht

© EEA, Kopenhagen, 2019

Reproductie is toegestaan op voorwaarde van vermelding van de bron, tenzij anders vermeld.

Luxemburg: Bureau voor publicaties van de Europese Unie, 2019

ISBN: 978-92-9480-180-7

ISSN: 2443-7581

doi: 10.2800/41140

U kunt op de volgende manieren contact met ons opnemen:

via e-mail: signals@eea.europa.eu

via de EMA-website: www.eea.europa.eu/signals

via Facebook: www.facebook.com/European.Environment.Agency

via Twitter: [@EUEnvironment](https://twitter.com/EUEnvironment)

via LinkedIn: www.linkedin.com/company/european-environment-agency/

U kunt Signalen gratis bestellen bij de EU Boekhandel: www.bookshop.europa.eu



Inhoud

Hoofdartikel — Land en bodem: naar een duurzaam gebruik en beheer van deze onmisbare hulpbronnen	04
Land en bodem in Europa — steeds verder oprukkend stadsbeton?	13
Bodem, land en klimaatverandering	21
Interview — De bodem: de levende schat onder onze voeten	26
Copernicus: observatie van de aarde vanuit de ruimte en op de grond	33
Ander voedingspatroon, andere landschappen — Landbouw en voedsel in Europa	37
Interview — Bodemverontreiniging: de verontrustende erfenis van de industrialisatie	44
Governance — samenwerken voor duurzaam bodembeheer	49
Belangrijke bronnen	56



Hoofdartikel



Hans Bruyninckx
Uitvoerend directeur EEA





Land en bodem: naar een duurzaam gebruik en beheer van deze onmisbare hulpbronnen

Zonder gezond land en een gezonde bodem kunnen we niet leven. Het grootste deel van ons voedsel wordt op land verbouwd en we bouwen er onze huizen op. Land is van levensbelang voor alle soorten dieren en planten – of ze nu op het land of in het water leven. De bodem, een van de essentiële onderdelen van land, is een zeer complex en vaak ondergewaardeerd element, dat bruist van het leven. Helaas is [ons land- en bodemgebruik in Europa en de rest van de wereld](#)¹ op dit moment niet duurzaam. En dat heeft een grote [impact op het leven op het land](#)².

Door de eeuwen heen zijn landschappen steeds aan verandering onderhevig geweest, door invloeden van de natuur maar ook door activiteiten van de mens. Gebergten worden omhooggeduwd en zakken omlaag, gesteente erodeert, rivieren drogen op of krijgen een andere loop, overstromingsgebieden ontstaan en verdwijnen. De mens heeft heuvels vlak gemaakt, kustlijnen gewijzigd, moerasgebieden drooggelegd, bergtoppen afgegraven voor mijnbouw, kunstmatige meren en dammen aangelegd, bossen gekapt voor akkers en weidegrond en nieuwe landschappen aangelegd. Een steeds groter deel van het landschap en de bodembedekking op aarde is op de een of andere manier door menselijke activiteiten beïnvloed. Op dit moment is zo'n 80% van het oppervlak van Europa gevormd door steden en land- en bosbouw.

De druk op land en bodem neemt toe

Stedelijke gebieden in Europa groeien, vaak ten koste van vruchtbare landbouwgrond. Beton en asfalt **dekken de bodem af**, met als gevolg dat deze zijn oorspronkelijke functies niet kan uitoefenen. Denk bijvoorbeeld aan het opslaan van water, het produceren van voedsel en biomassa,

klimaatregulering, werking als buffer voor gevaarlijke chemische stoffen en het creëren van biotopen.

Regen die op afgedekte oppervlakken valt, stroomt weg in plaats van langzaam in de bodem te zakken, waar het water kan worden gefilterd en het grondwater kan aanvullen. Wegen, spoorwegen, kanalen en steden **versnipperen het landschap**, waardoor diersoorten tot steeds kleinere gebieden worden beperkt. En dat is schadelijk voor de biodiversiteit. De manier waarop we in Europa het land gebruiken, is een van de redenen waarom de EU niet op koers ligt voor het behalen van de doelstelling om verder biodiversiteitsverlies te voorkomen.

Ook ligt Europa niet op koers om het beleidsdoel 'geen netto-ruimtebeslag in 2050' te bereiken. Landbouwgebieden en semi-natuurlijke gebieden moeten steeds meer plaats maken voor uitdijende steden, bedrijventerreinen en industrieterreinen. Bovendien komen er vanuit veel sectoren – industrie, landbouw, huishoudens en zelfs afvalwaterbehandeling – **verontreinigende stoffen op het land en in de bodem** terecht. Deze verontreinigende stoffen kunnen zich in de bodem ophopen en vervolgens terechtkomen in het grondwater, rivieren en zeeën. Zelfs verontreinigende stoffen die in

De termen 'land' en 'bodem' in het kort

In algemene zin bedoelen we met 'land' het aardoppervlak dat niet bedekt wordt door zeeën, meren of rivieren. Hieronder valt de hele landmassa, met continenten en eilanden. In het dagelijkse en juridische taalgebruik verwijst 'land' vaak naar een specifiek stuk land. Zo'n stuk land bestaat uit rotsen, stenen, grond, vegetatie, dieren, poelen, gebouwen, etc.

Land kan bedekt zijn met verschillende soorten vegetatie (bijv. natuurlijk of beheerd grasland, akkerland en wetlands) en bebouwde oppervlakken (bijv. wegen en gebouwen).

De bodem is een essentieel onderdeel van het land. Hij bestaat uit steen-, zand- en kleideeltjes en organisch materiaal zoals plantenresten, in de bodem levende dieren en organismen zoals bacteriën en schimmels, en lucht en water in de bodemporiën. De eigenschappen van de bodem (zoals textuur, kleur en koolstofgehalte) kunnen per gebied en zelfs op één plaats per laag verschillen. De bodem speelt een cruciale rol in de natuurlijke kringlopen, met name de waterkringloop en de voedingsstoffenkringloop (koolstof, stikstof en fosfor).

De teellaag is de laag die het dichtst aan de oppervlakte ligt (meestal de dichte wortelzone of ploeglaag, tot 20 à 30 cm diep). Hij bevat het hoogste gehalte aan organische koolstof en is hiermee de meest productieve laag. De vorming van één centimeter teellaag kan enkele honderden tot duizenden jaren in beslag nemen. Vandaar dat we deze laag als een niet-hernieuwbare hulpbron beschouwen.

Diepere lagen van de aardkorst kunnen andere natuurlijke hulpbronnen bevatten, waaronder grondwater, mineralen en fossiele brandstoffen.

eerste instantie worden uitgestoten in de lucht, kunnen later neerslaan op landoppervlakken. Op dit moment worden tot in de meest afgelegen delen van ons continent sporen van verschillende verontreinigende stoffen aangetroffen.

In de afgelopen decennia heeft Europa het totale voor landbouw gebruikte oppervlak verkleind en tegelijk de opbrengst vergroot. Door intensivering van de landbouw kunnen we voedsel produceren voor een groeiende wereldbevolking. Maar **intensieve landbouw**, waarbij gebruik wordt gemaakt van kunstmest en gewasbeschermingsmaatregelen, legt ook extra druk op de hulpbron die deze landbouw in stand houdt: een gezonde en productieve bodem. Aan de andere kant zien we dat in afgelegen regio's **landbouwgrond wordt opgegeven**. Dit treft vooral plattelandsgemeenschappen waar de lokale economie grotendeels afhankelijk is van kleine landbouwbedrijven met beperkte economische vooruitzichten en een lage productiviteit, waardoor jongere generaties wegtrekken naar stedelijk gebied.

Mondiale consumptie en mondiale invloeden vereisen een mondiale aanpak

Landgebruik heeft een mondiale dimensie. Veel van de activiteiten die verband houden met land en de bijbehorende hulpbronnen, in het bijzonder voedselproductie en grondstoffenwinning, worden beïnvloed door de mondiale marktwerking. De **wereldwijde vraag** naar voedings- en voedermiddelen en bio-energie is bijvoorbeeld van invloed op de lokale landbouwproductie in veel delen van de wereld, ook in Europa. Droogte en productietekorten in exporterende landen beïnvloeden de prijzen op de wereldmarkt van bijvoorbeeld rijst – het hoofdvoedsel voor miljarden mensen. En multinationals kopen soms



productieve landbouwgrond in Afrika en Zuid-Amerika om hun producten vervolgens over de hele wereld te verkopen.

Er is ook een direct verband tussen de manier waarop we het land en de bodem gebruiken en **de klimaatverandering**. De bodem bevat aanzienlijke hoeveelheden koolstof en stikstof, die afhankelijk van ons landgebruik in de atmosfeer terecht kunnen komen. Het kappen van tropische bossen om weidegrond vrij te maken voor vee, of het aanplanten van bossen in Europa kunnen de balans van de wereldwijde emissie van broeikasgassen in de ene of de andere richting laten doorslaan. Door het smelten van de permafrost als gevolg van de stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde, kunnen er aanzienlijke hoeveelheden broeikasgassen vrijkomen, in het bijzonder methaan, waardoor de temperatuurstijging nog sneller gaat. Klimaatverandering kan ook zorgen voor grote veranderingen in wat [Europese boeren](#)³ kunnen verbouwen en waar.

Daarom zijn veel mondiale beleidskaders, waaronder de **doelstellingen voor duurzame ontwikkeling** van de Verenigde Naties, direct en indirect gericht op land en bodem. Europees beleid richt zich op de aanpak van het ruimtebeslag, minder versnippering van het landschap, lagere uitstoot van verontreinigende stoffen en broeikasgassen, en bescherming van de biodiversiteit en de bodem. Op een aantal van deze beleidsterreinen, met name bescherming van de bodemconditie, schieten Europees en mondiaal beleid tekort als het gaat om het stellen van doelen en het maken van afspraken – laat staan dat er sprake is van bindende afspraken. Op andere gebieden, waar wel doelen zijn gesteld, inclusief doelen voor natuurbescherming en biodiversiteit, worden de gestelde beleidsdoelen niet gehaald.

Voor concrete maatregelen is kennis noodzakelijk

Een van de uitdagingen bij het stellen en halen van doelen is het invullen van **ontbrekende kennis**. Om de vorderingen in het behalen van een specifiek doel te kunnen bijhouden, zijn kennis en gezamenlijk overeengekomen methodes en instrumenten nodig. Dankzij **Copernicus⁴** – het aardobservatieprogramma van de EU – hebben we nu een veel nauwkeuriger en gedetailleerder beeld van de bodembedekking in Europa en de hierin optredende veranderingen. We kunnen dit beeld nu uitbreiden met verschillende informatielagen om te bepalen wat de potentiële impact van klimaatverandering is op bodemvocht en daarmee op de productiviteit van de landbouw. Deze uitgebreidere kennis biedt nieuwe mogelijkheden om in de praktijk meer gerichte maatregelen te nemen.

Tegelijkertijd zijn er veel aspecten van land en bodem die we nog beter moeten begrijpen om specifieke problemen te kunnen aanpakken, met name op het gebied van biodiversiteit. Maatregelen zijn pas effectief als ook rekening wordt gehouden met informatie over bijvoorbeeld de samenstelling van de bodem en hoeveel koolstof en nutriënten er in een specifiek gebied in de bodem aanwezig zijn. Voor dit soort informatie is er een **beter opvolgingsysteem nodig**.

Stappen naar duurzaam landbeheer

Wat er moet gebeuren is duidelijk: er moet dringend verandering komen in de manier waarop we het land en de hulpbronnen die het biedt, gebruiken en beheren. Hierbij moeten we kijken naar het landschap als geheel, met alle bijbehorende activiteiten en elementen.

Bij het bouwen van steden en het aanleggen van verbindingen, moeten we niet de omgeving bedekken met beton en asfalt, maar uitgaan van **hergebruik en herbestemming** van reeds ingenomen land. Een **rapport van het IPBES⁵** (intergouvernamenteel platform voor wetenschap en beleid inzake biodiversiteit en ecosysteemdiensten) stelt zelfs dat het goedkoper is om land- en bodemrijdommen te beschermen dan om ze te herstellen of saneren (bijv. door vervuilde grond op oude fabrieksterreinen schoon te maken). Bovendien bieden compacte steden met een goede mobiliteit en verbindingen vaak de beste stedelijke levenskwaliteit en hebben ze minder directe milieueffecten. In het cohesie- en regionaal beleid van de EU wordt niet alleen gestreefd naar bevordering van de economische en sociale cohesie, maar ook van de **territoriale cohesie⁶**, om zo bij te dragen aan een evenwichtige ontwikkeling van de EU als geheel.

We moeten ook meer doen om landecosystemen beter te beschermen. We kunnen bijvoorbeeld natuurgebieden met elkaar verbinden en ecologische doorgangen creëren door te investeren in **groene infrastructuur**. Gezonde, veerkrachtige bodemecosystemen spelen bovendien een essentiële rol in de beperking van de gevolgen van en aanpassing aan klimaatverandering.

Voor een duurzaam beheer van bodemrijdommen moeten we **de druk van economische activiteiten**, en in het bijzonder de landbouw, aanzienlijk verlagen. Om een duurzame, productieve landbouw te waarborgen, moeten we verontreiniging aanpakken en nieuwe oplossingen zoeken voor een efficiënt landgebruik. Daarbij moeten we ook rekening houden met het levensonderhoud en de levenskwaliteit van plattelandsgemeenschappen. Inzet van en samenwerking met landbouwers zijn nodig om

het land en de biodiversiteit van het platteland te beschermen. Duurzame landbouw is niet mogelijk zonder aanzienlijke **veranderingen in voedingspatronen** en **een vermindering van voedselverspilling** in Europa en de rest van de wereld.

Landbeheer is een complexe zaak, maar we zijn allemaal gebaat bij wat gezond land en een gezonde bodem te bieden hebben: voedsel en schoon water, bescherming tegen ziekten of bouwmaterialen. Als we willen dat generaties na ons ook nog van dit alles kunnen genieten, moeten we nu in actie komen. We zijn met ons allen verantwoordelijk voor de bescherming van deze onmisbare hulpbronnen – van consumenten tot landbouwers en van lokale tot Europese en mondiale beleidsmakers. Het lukt alleen als we nú eensgezind in actie komen voor een gezamenlijk doel.

Hans Bruyninckx

Uitvoerend directeur EEA



Naar een duurzaam beheer van land en bodem

Het land en de bodem in Europa staan onder druk door verschillende problemen, waaronder de groei van steden, verontreiniging door landbouw en industrie, bodemafdichting, versnippering van landschappen, geringe gewasdiversiteit, bodemerrosie en extreem weer door klimaatverandering.



Bron: EEA Signalen 2019.

Groenere steden met schonere energie- en vervoerssystemen, een groene infrastructuur die groengebieden met elkaar verbindt, en minder intensieve duurzame landbouwpraktijken kunnen bijdragen aan een duurzamer landgebruik en een gezondere bodem in Europa.

OPLOSSINGEN





Land en bodem in Europa — steeds verder oprukkend stadsbeton?

Het Europese landschap is aan het veranderen. Steden en de bijbehorende infrastructuur breiden zich uit naar productieve landbouwgrond en versnipperen het landschap tot kleinere oppervlakken, met nadelige gevolgen voor ecosystemen. Naast versnippering zijn er nog andere factoren die bodem en land bedreigen: verontreiniging, erosie, verdichting, afdekking, aantasting en zelfs leegloop. Zou het niet beter zijn als we land dat al door steden en stedelijke infrastructuur is ingenomen, opnieuw kunnen gebruiken, in plaats van landbouwgrond op te slokken?

In 2018 heeft het aardobservatieprogramma van de EU, Copernicus, een nieuwe Europabrede inventarisatieronde afgerond. Deze vormde de basis voor een gedetailleerde analyse van bodembedekking en, deels, landgebruik in de [EEA-lidstaten en meewerkende landen](#)⁷ die door het Europees Milieuagentschap is uitgevoerd. Volgens deze Corine (COoRdination of INformation on the Environment, coördinatie van informatie over het milieu) [monitoringresultaten](#)⁸, is de **bodembedekking** in Europa sinds 2000 relatief stabiel gebleven, met ongeveer 25 % bouwland en permanente teelt, 17 % weidegrond en 34 % bos. Bij nadere beschouwing van recente veranderingen in bodembedekking, vallen echter twee opmerkelijke ontwikkelingen op.

Ten eerste blijven steden en infrastructuur zich verder uitbreiden. Hoewel **bebouwde oppervlakken** minder dan 5% van het bredere grondgebied van de EEA-landen bedekken, is er tussen 2000 en 2018 nog altijd een aanzienlijk gebied – iets kleiner dan Slovenië – afgedekt geraakt (bedekt door beton of asfalt). Het goede nieuws is dat de totale hoeveelheid aan bebouwde oppervlakken wel minder snel groeit: van 1 086 km² per jaar tussen 2000 en 2006 naar 711 km² per jaar tussen 2012 en 2018.

Ten tweede waren de grootste afnames te zien bij **landbouwgrond**, hoofdzakelijk door stadsuitbreiding

en beëindiging van landbouwactiviteiten. Het totale oppervlak aan bosgebied bleef stabiel. De hoeveelheid verloren akkerland, weiland en natuurlijk grasland was vergelijkbaar met de toename aan bebouwde oppervlakken. En, aangezien de meeste Europese steden gebouwd zijn op en omringd worden door vruchtbaar land, is het vaak productieve landbouwgrond die wordt ingenomen en bedekt met bebouwing. Gelukkig lijkt het verlies van landbouwgrond aanzienlijk te zijn vertraagd; in de periode 2012-2018 leek dit zelfs bijna tot stilstand te zijn gekomen.

Stedelijke bevolking en steden blijven groeien

Op dit moment woont bijna driekwart van de Europeanen in stedelijk gebied. De verwachting is dat de stedelijke bevolking van Europa tegen 2050 met nog eens **30 miljoen mensen zal toenemen**⁹. Er zullen meer huizen en meer infrastructuur moeten worden gebouwd en aangelegd (zoals wegen, scholen, waterzuiveringsnetwerken en afvalvoorzieningen) om te voorzien in de behoeften van de groeiende totale en stedelijke bevolking van Europa.

Bevolkingsgroei is niet de enige drijvende kracht achter stadsuitbreiding en het **ruimtebeslag** en de bodemaantasting die daarmee samenhangen.

Ook stijgende inkomensniveaus spelen een rol. Een hoger inkomen vertaalt zich tenslotte vaak in grotere woningen, meer vakantiehuisen en -parken langs de kust en meer commerciële en industriële voorzieningen om te voorzien in de stijgende consumentenbehoeften. In veel opzichten gaan de uitbreiding van stedelijke gebieden en de bijbehorende infrastructuur hand in hand met het toenemende aantal sociaaleconomische voordelen waarvan veel Europeanen in recente decennia hebben kunnen profiteren. Een aantal van deze veranderingen in levensstijl hebben echter langdurige negatieve gevolgen, niet alleen voor het platteland en natuurlijke landschappen, maar ook voor stedelijke landschappen.

Steeds verder versnipperde landschappen

Hoewel de **versnippering van landschappen** tussen 2012 en 2015 vertraagde, [neemt deze in de 39 EEA-landen nog altijd toe](#)¹⁰, met vooral gevolgen voor plattelandsgebieden en dunbevolkte gebieden.

Wegen en spoorwegen zorgen voor verbinding tussen mensen en stedelijke- en plattelandsgebieden, maar voor de verspreiding van wilde dieren en planten vormen ze vaak een groot obstakel. Naarmate stedelijke gebieden en de ondersteunende infrastructuur zich uitbreiden in het landschap, raken leefgebieden in steeds kleinere stukjes versnipperd. Voor soorten die in deze steeds verder krimpende gebieden leven, kan dit betekenen dat er minder voedsel beschikbaar is en dat de genenpool kleiner wordt. Wanneer de populatieomvang afneemt tot onder een kritisch niveau kunnen soorten in zo'n specifiek gebied uitsterven. Dat is de reden dat veel soorten alleen voorkomen in plattelandsgebieden of beschermde gebieden. Ook zijn er veel wilde dieren die gewond raken of omkomen bij pogingen om obstakels als autosnelwegen over te steken.

Versnippering van landschap wordt aangepakt met EU-beleid, waaronder de overkoepelende [biodiversiteitsstrategie van de EU voor de periode tot 2020](#)¹¹ gericht op het voorkomen van verder biodiversiteitsverlies. In de praktijk wordt deze strategie ondersteund door concrete maatregelen, zoals de vaststelling van een [groene infrastructuur](#)¹² – een strategisch gepland **netwerk van natuurlijke en semi-natuurlijke gebieden** om soorten te helpen zich door het landschap te bewegen en te verspreiden. In deze context leggen veel Europese landen wildoversteekplaatsen aan – tunnels of bruggen waarlangs diersoorten wegen en kanalen kunnen oversteken. Afhankelijk van de locatie waarop ze worden aangelegd en de soorten die in het gebied leven, kunnen deze oversteekplaatsen lokaal een belangrijk verschil maken. Ook heggen en bomenrijen in open landschappen kunnen de onderlinge verbinding van leefgebieden bevorderen en tegelijk andere bedreigingen, zoals bodemerosie door wind, verminderen.

Zelfs in beschermde gebieden komt versnippering voor. Toch blijkt de toename van de versnippering in **beschermde gebieden** die deel uitmaken van het Natura 2000-netwerk van de EU aanmerkelijk lager te liggen dan in onbeschermde gebieden. Dit wijst erop dat goed uitgevoerde natuurbeschermingsmaatregelen een positieve impact hebben.

Uit productie nemen van landbouwgrond

Zoals zoveel milieubeleidskwesties stelt versnippering van landschap ons voor een dilemma. Aan de ene kant leidt de uitbreiding van vervoersnetwerken tot versnippering van het landschap en extra druk op ecosystemen, bijvoorbeeld door vervuiling. Aan de andere kant leveren vervoersnetwerken ook economische kansen



(bijv. banen in het toerisme, de industrie of de bio-economie) op voor plattelandsgemeenschappen, die vaak sterk afhankelijk zijn van de landbouw en kampen met leegloop.

In sommige plattelandsgemeenschappen is **het uit productie nemen van landbouwgrond** een relevant probleem. Het speelt vooral in afgelegen regio's waar de lokale economie sterk afhankelijk is van de landbouwactiviteiten van vaak kleinschalige boerenbedrijven met een lage landbouwproductiviteit. In deze gemeenschappen trekken jongere generaties naar de steden en heeft de kleinschalige landbouw moeite om te concurreren met een meer gestructureerde, meer intensieve landbouwmarkt. De verwachting is dat de komende 20 tot 30 jaar in delen van Europa aanzienlijke oppervlakken landbouwgrond uit productie zullen [worden genomen](#)¹³.

Wanneer grond onbebouwd wordt gelaten, begint er vegetatie – inclusief bos – op te groeien die het verlaten gebied uiteindelijk zal overnemen. Maar na eeuwenlang extensief landgebruik, bijvoorbeeld begrazing door schapen of geiten, resulteert die **natuurlijke hervegetatie** vaak in ecosystemen met minder verschillende soorten. Voor het behoud van leefgebieden en soorten in de EU is het daarom vaak beter om landbouwers te ondersteunen bij het bedrijven van extensieve landbouw met een hoge natuurwaarde. Nieuwe stimuleringsmaatregelen, zoals diversificatie van inkomstenbronnen (bijv. toerisme) of hogere prijzen voor voedselproducten van hoge kwaliteit, kunnen helpen om deze trends om te buigen.

Intensief landgebruik heeft een negatieve invloed op de bodem en de bijbehorende functies

Verstedelijking, een groeiende bevolking en een groeiende economie aan de ene kant en leegloop van het platteland aan de andere kant hebben ertoe geleid dat er in Europa meer mensen op een kleiner oppervlak leven. Terwijl sommige gebieden kampen met een wegtrekkende bevolking en een afname van economische en landbouwactiviteiten, worden andere gebieden – zowel stedelijke als landbouwgebieden – juist steeds intensiever gebruikt.

In de bodem speelt zich een vrijwel onzichtbare interactie af tussen een enorme verscheidenheid aan in de bodem levende organismen, organisch materiaal van planten en wortels, en materiaal van verweerd gesteente en sedimenten. Deze gevoelige biominerale laag bovenop de aardkorst kan worden gezien als een ecosysteem op zich. Intensief landgebruik kan behoorlijk en op verschillende manieren schadelijk zijn voor de bodem en zijn functies, bijvoorbeeld door afdekking van de bodem, erosie, verdichting en verontreiniging.

Als de bodem wordt **afgedekt** – bedekt met gebouwen, asfalt of beton – verliest hij zijn vermogen om water te absorberen en vast te houden of om voedsel te produceren. Het gebruik van zware machines kan de bodemstructuur veranderen en **compact** maken. Hierdoor is er minder lucht en water aanwezig in delen van de bodem waar plantenwortels water en voedingsstoffen opnemen en waar bodemdieren en micro-organismen organisch materiaal verteren. Afgedekte of sterk verdichte bodems absorberen minder regenwater, wat weer leidt tot een toename van bovengrondse afwatering, bodemerosie en het risico op overstromingen.

Voor een hogere productiviteit wordt vaak gebruikgemaakt van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen, evenals van bepaalde landbouwpraktijken, die kunnen leiden tot **erosie** en **verontreiniging**. Als bijvoorbeeld uitsluitend maïs wordt verbouwd, neemt het risico op erosie toe. Erosie van de teellaag leidt tot lagere opbrengsten en daarmee lagere inkomsten voor de landbouwer. Erosie kan ook een negatieve invloed hebben op de biodiversiteit, aangezien in de teellaag de grootste diversiteit en dichtheid aan bodemorganismen voorkomt. Volgens [sommige ramingen](#)¹⁴ ligt de huidige gemiddelde snelheid van bodemerosie door water 1,6 keer hoger dan de gemiddelde snelheid van bodemvorming in de EU. Ook wind- en oogstverliezen zijn belangrijke oorzaken van bodemerosie.

Verder kan overmatig gebruik van minerale **meststoffen** de bodem verontreinigen met cadmium (zie Interview – Bodemverontreiniging: de verontrustende erfenis van de industrialisatie) en de werking van bodemecosystemen aantasten (zie Interview – De bodem: de levende schat onder onze voeten). Door bodemerosie of overstromingen kunnen verontreinigende stoffen terechtkomen in het oppervlaktewater, uitspoelen naar het grondwater en zich verder verspreiden. Ook kunnen bepaalde praktijken van afvalbeheer – zoals het storten van afval of het verspreiden van afvalwater op land – **verontreinigende stoffen in de bodem brengen**, inclusief kleine plasticdeeltjes. In Europa is verontreiniging door de industrie gereguleerd in EU-wetgeving, met als gevolg dat ze aanzienlijk is afgenomen. Desondanks komt ook een deel van de verontreiniging van industriële installaties in de bodem terecht. Voor de 30 000 installaties en 91 verontreinigende stoffen die in wetgeving zijn opgenomen, wordt alle informatie over hoeveel en welke verontreinigende stoffen elke installatie uitstoot, openbaar gemaakt via een webportal (het [Europees register inzake de uitstoot en overbrenging](#)

van verontreinigende stoffen¹⁵) beheerd door het Europees Milieuagentschap en de Europese Commissie. Naast de bekende en gereguleerde verontreinigende stoffen, is er in recente jaren een aantal nieuwe verontreinigende stoffen bijgekomen waarover de zorgen groeien. Een voorbeeld zijn persistente organische verontreinigende stoffen gebruikt voor gewasbescherming, die de bodem in Europa verontreinigen. Afhankelijk van hun potentiële impact zijn er zeer waarschijnlijk nieuwe maatregelen nodig om het milieu en de volksgezondheid te beschermen.

Verontreiniging is niet altijd toe te schrijven aan lokale vervuilingbronnen. Wind en regen kunnen **luchtverontreiniging** meevoeren en afzetten in zelfs de meest afgelegen delen van de wereld. Op dezelfde manier als gebeurt in meren en oceanen, kunnen verontreinigende stoffen die in de bodem terechtkomen zich in de loop van de tijd ophopen en deze ecosystemen aantasten.

Natuurgebieden beschermen en verbinden, stedelijke gebieden hergebruiken en herbestemmen

Bij hulpbronnen die zo kostbaar en beperkt beschikbaar zijn als land en bodem, is de enige haalbare optie een duurzaam gebruik en het voorkomen van aantasting.

De EU streeft naar '**geen netto-ruimtebeslag in 2050**' in lijn met de wereldwijde doelstellingen voor duurzame ontwikkeling. Een duidelijke manier om stedelijke uitbreiding te beperken, is om beter gebruik te maken van de bestaande stedelijke ruimte. Op dit moment zijn **hergebruik** en ruimtelijke verdichting, bijvoorbeeld een oud industrieterrein gebruiken voor infrastructuur of stadsuitbreiding, nog slechts goed voor een fractie (13 %) van de nieuwe ontwikkelingen

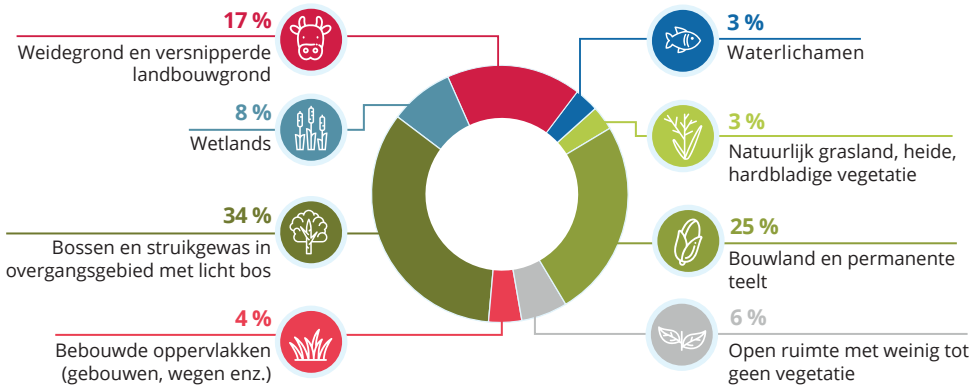
(zie EEA-indicator¹⁶ en **viewer landrecycling**¹⁷), en blijft ruimtebeslag een probleem (zie de **viewer ruimtebeslag**¹⁸). Europese planologen, en in het bijzonder stedenbouwkundigen, zullen een belangrijke rol moeten gaan spelen in de beperking van stadsuitbreiding. Dit kunnen ze doen door het ontwerpen van compacte, maar groene steden, met belangrijke voorzieningen op loopafstand, of mobiliteitssystemen die zijn ontworpen om reisafstanden en -tijden te beperken, of een uitgebreid groene-infrastructuurnetwerk dat alle natuurgebieden op het continent met elkaar verbindt.

Het in de praktijk brengen van dit soort plannen vraagt betrokkenheid van een breed scala aan stakeholders en beantwoording van belangrijke bestuurlijke vraagstukken (zie Governance – samenwerking voor duurzaam landbeheer).

De huidige stand van zaken

De bodembedekking in Europa is sinds 2000 relatief stabiel gebleven, met ongeveer 25 % landbouwland en permanente teelt, 17 % weidegrond en 34 % bos. Ondertussen blijven steden en betonnen infrastructuren zich uitbreiden en is het totale landbouwareaal kleiner geworden.

Bodembedekking in Europa ⁽¹⁾

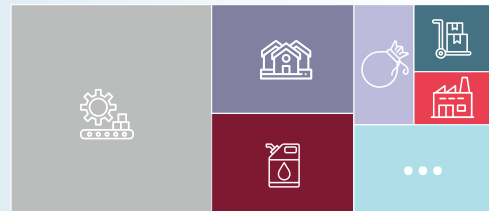


Bodemverontreiniging

Lokale verontreiniging

Verontreinigende activiteiten ⁽²⁾

- Industriële productie en commerciële diensten
- Elektriciteitscentrales
- Opslag van verontreinigende stoffen
- Behandeling en verwerking van gemeentelijk afval
- Behandeling en verwerking van industrieel afval
- Olie-industrie
- Overig, waaronder vervoerslozingen, mijnbouw en krijgsmacht



Diffuse verontreiniging



Landbouw



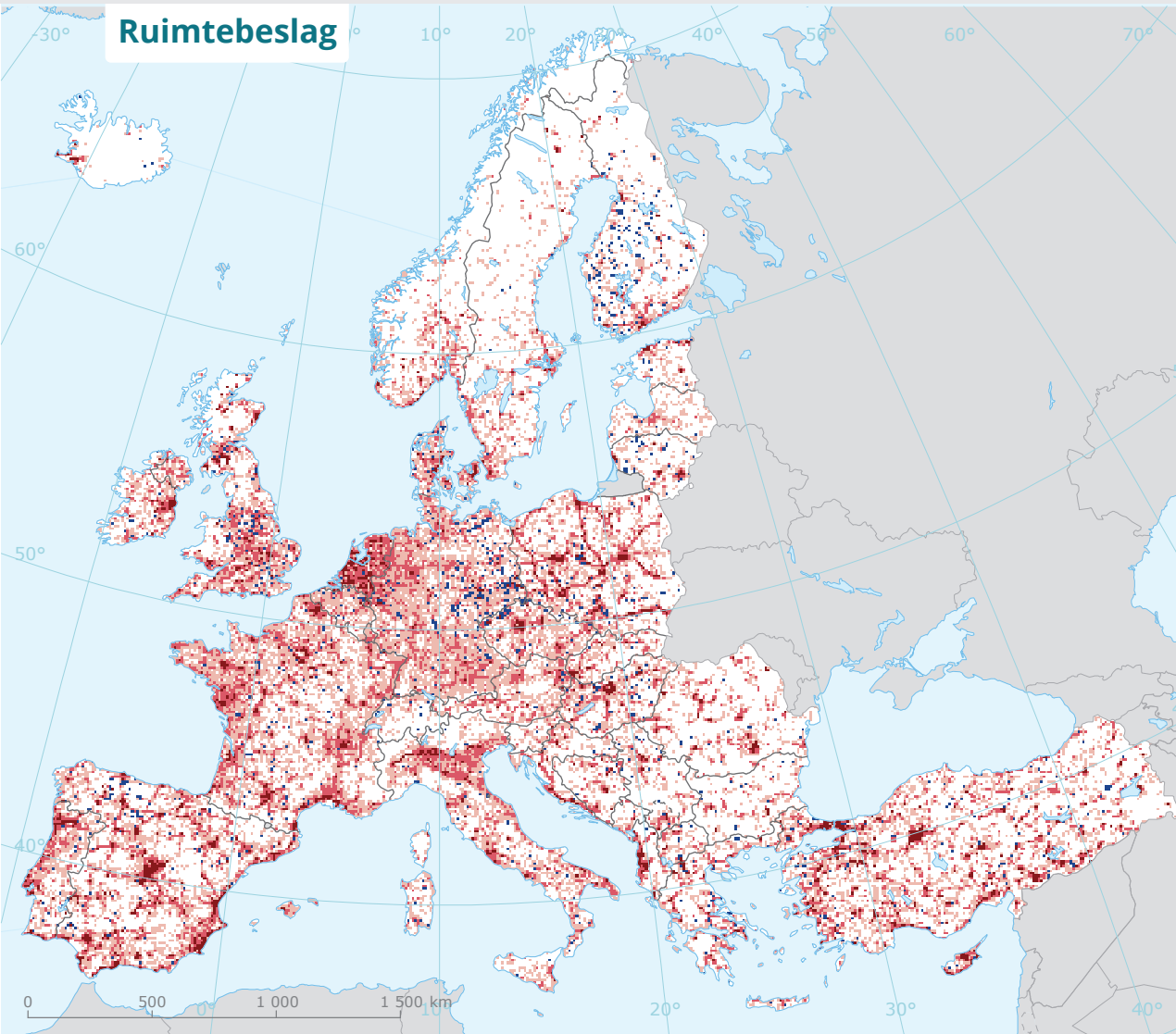
Vervoer



Industrie

Opmerking: 1) Volgens de indeling van Copernicus Corine Land Cover; 2) Op basis van 2,8 miljoen potentieel verontreinigde locaties in de EU-28. Het formaat van de vakken is evenredig aan het belang van lokale bronnen. (Geschat door nationale referentiecentra voor bodem van Eionet, 2006); 3) m.b.v. indicatoren voor ruimtebeslag wordt gemonitord hoeveel land er voor stedelijke en andere bebouwing wordt afgenomen van landbouw-, bos- en natuurgebied.

Hoewel bebouwde oppervlakken minder dan 5 % van het EEA grondgebied bedekken, is er tussen 2000 en 2018 nog altijd een aanzienlijk gebied bebouwd (bedekt door beton of asfalt). Het goede nieuws is dat de totale hoeveelheid aan bebouwde oppervlakte de afgelopen jaren wel minder snel groeit.



Ruimtelijk patroon van het netruimtebeslag₍₃₎ in de EEA-39 in 2000-2018 (km²)

● < 0 ● 0 ● 0,0001-0,5 ● 0,5-2 ● > 2 ● Buiten het onderzochte gebied



Bodem, land en klimaatverandering

Klimaatverandering heeft een enorme impact op de bodem en veranderingen in landgebruik en bodem kunnen de klimaatverandering versnellen of juist vertragen. Als we niet zorgen voor gezondere bodems en een duurzaam beheer van land en bodem, dan kunnen we onmogelijk de klimaatcrisis aanpakken, voldoende voedsel produceren en ons aanpassen aan een veranderend klimaat. De oplossing zou kunnen liggen in het behoud en herstel van belangrijke ecosystemen en het door de natuur laten vastleggen van koolstof uit de atmosfeer.

De Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties (FAO) heeft recent [een kaart gepubliceerd](#)¹⁹ waarop te zien is dat de bovenste 30 cm van de aardbodem ongeveer twee keer zoveel koolstof bevat als de hele atmosfeer. Na de oceanen is de bodem de grootste natuurlijke **koolstofput**, waarmee hij bossen en andere vegetatie voorbijstreeft als het gaat om de capaciteit om CO₂ uit de atmosfeer vast te leggen. Deze feiten onderstrepen nog eens hoe belangrijk een gezonde bodem is, niet alleen voor onze voedselproductie, maar ook voor onze inspanningen om de meest ingrijpende effecten van klimaatverandering te voorkomen.

Klimaatverandering heeft gevolgen voor de bodem

Onderzoekers zien nu al de gevolgen van klimaatverandering, wereldwijd en in de Europese bodem. Zo is, volgens het meest recente rapport van het Europees Milieuagentschap over [klimaatverandering, gevolgen en kwetsbaarheid in Europa](#)²⁰, sinds de jaren vijftig de hoeveelheid **bodemvocht** in de Middellandse Zeeregio aanzienlijk afgenomen en in delen van Noord-Europa juist toegenomen. Voor de komende decennia, naarmate de stijging van de gemiddelde temperatuur doorzet en regenpatronen veranderen, voorspelt het rapport vergelijkbare effecten.

Een verdere afname van de hoeveelheid bodemvocht kan de irrigatiebehoefte in de landbouw vergroten en leiden tot lagere opbrengsten en zelfs woestijnvorming, met mogelijk dramatische gevolgen voor de voedselproductie. In totaal 13 EU-lidstaten melden problemen met **woestijnvorming**. Hoewel het probleem dus bekend is, concludeerde de Europese Rekenkamer in een recent [rapport](#)²¹ dat Europa geen duidelijk beeld heeft van de problemen die samenhangen met woestijnvorming en bodemdegradatie en dat er een gebrek aan samenhang is tussen de verschillende maatregelen tegen woestijnvorming.

Veranderingen in seizoenstemperaturen kunnen ook zorgen voor verschuivingen in de jaarcyclus van planten en dieren, met lagere opbrengsten tot gevolg. De lente kan eerder komen waardoor bomen kunnen gaan bloeien voordat hun bestuivers zijn uitgekomen. Gezien de verwachte bevolkingsgroei moet de wereldwijde voedselproductie juist toenemen in plaats van afnemen. Dit is vooral afhankelijk van het behoud van een gezonde bodem en het duurzaam beheren van landbouwgebieden. Tegelijkertijd groeit de vraag naar biobrandstoffen en andere producten op plantaardige basis, nu men dringend op zoek is naar alternatieven voor fossiele brandstoffen en mogelijkheden om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen.

Het rapport van het Europees Milieuagentschap over effecten en kwetsbaarheid benadrukt ook andere aan klimaatverandering toegeschreven effecten op de bodem. Een voorbeeld hiervan is erosie, een verschijnsel dat nog kan worden versterkt door extreme klimaatgebeurtenissen, zoals intensieve regenval, droogte, hittegolven en stormen. Een **stijgende zeespiegel** leidt niet alleen tot landverlies, maar kan ook de bodem in kustgebieden veranderen of verontreinigende stoffen vanuit de zee meenemen, zoals zout. Kijken we naar landgebruik, dan kan klimaatverandering bepaalde landbouwgebieden, met name in het zuiden, onbruikbaar of minder productief maken maar verder naar het noorden nieuwe mogelijkheden binnen bereik brengen. En in de bosbouw kan de afname van economisch waardevolle boomsoorten de waarde van bosland in Europa aan het einde van deze eeuw met 14 tot 50 % doen afnemen. In een [recent rapport van het Europees Milieuagentschap](#)²² over aanpassing aan klimaatverandering en de landbouw wordt benadrukt dat de algehele effecten van klimaatverandering kunnen leiden tot een aanzienlijk verlies voor de Europese landbouwsector: een verlies tot 16% in het landbouwinkomen in de EU in 2050, met grote regionale verschillen.

Maar de grootste zorg die klimaatverandering op bodemgebied met zich meebrengt, zit hem in de voorraden kooldioxide en methaan die liggen opgeslagen in de permafrost in arctische gebieden, voornamelijk in Siberië. Naarmate de temperatuur op aarde stijgt, smelt de permafrost. Doordat de bodem ontdooit, begint het organische materiaal dat erin ligt opgesloten uiteen te vallen. Hierdoor kunnen er enorme hoeveelheden broeikasgassen vrijkomen in de atmosfeer, wat ertoe kan leiden dat de aarde dermate snel opwarmt dat de mens niets meer kan uitrichten.



Bestrijd de klimaatcrisis met behulp van de bodem

In april 2019 riep een groep zeer invloedrijke [wetenschappers en activisten](#)²³ op tot 'bescherming, herstel en herplanting van bossen, veengebieden, mangrovebossen, schorren, natuurlijke zeebodems en andere cruciale ecosystemen' om kooldioxide door de natuur uit te laten verwijderen en opslaan. Het herstellen van ecosystemen zou bovendien de biodiversiteit ondersteunen en een breed scala aan ecosystemendiensten verbeteren, zoals zuivering van lucht en water. Ook zou er aangename recreatieruimte voor mensen bijkomen.

Uit bestudering van beschikbare informatie over de onderlinge relaties tussen bodem en klimaatverandering ([Climsoil-rapport](#)²⁴), blijkt dat er zo'n 75 miljard ton organische koolstof ligt opgeslagen in de Europese bodem. Ongeveer de helft van deze bodemvoorraden bevindt zich in Zweden, Finland en het Verenigd Koninkrijk, aangezien deze landen over meer bosbodems beschikken, en in het bijzonder natte organische bodems als veen, dan de andere landen. Ter vergelijking: volgens de [meest recente schattingen van het Europees Milieuagentschap](#)²⁵ lag de totale CO₂-uitstoot van de EU in 2017 rond de 4,5 miljard ton.

De hoeveelheid **organische koolstof** in Europese bodems neemt langzaam toe, maar schattingen over de snelheid van deze verandering zijn zeer onzeker. Om het nog ingewikkelder te maken, verandert de voorraad organische koolstof ook voortdurend, aangezien planten kooldioxide uit de lucht opnemen, voordat ze worden afgebroken en de gassen teruggeven aan de atmosfeer. Een [rapport](#)²⁶ van het Intergouvernementele Panel inzake klimaatverandering (IPCC) bevestigt dat de uitstoot van broeikasgassen uit alle sectoren,

inclusief land en voedsel, moet worden verminderd om de doelstelling om ruim onder de 2 graden Celsius opwarming te blijven, te kunnen halen.

Ondanks de onzekerheden die er zijn, zou het herstellen van ecosystemen en verbeteren van de bodemkwaliteit een zeer kosteneffectieve maatregel op het vlak van **klimaatactie** zijn, met een drievoudige impact. Ten eerste verwijderen groeiende planten kooldioxide uit de atmosfeer. Volgens voedsel- en landbouworganisatie [FAO](#)²⁷ zou door het herstellen van aangetaste bodems 63 miljard ton koolstof kunnen worden verwijderd, wat een klein maar belangrijk deel van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen zou kunnen compenseren. Ten tweede houden gezonde bodems de koolstof ondergronds vast. En ten derde werken natuurlijke en semi-natuurlijke gebieden als een krachtige buffer tegen de effecten van klimaatverandering.

Voorbeelden van deze voordelen zijn er in overvloed. Gebieden langs rivieren (oeverstroken) en groene ruimten in steden kunnen dienen als kosteneffectieve **beschermingsoplossingen tegen overstromingen en hittegolven**. Gezond land en gezonde bodems kunnen overtollig water opnemen en opslaan en zo de ernst van overstromingen verminderen. Parken en andere natuurlijke ruimtes in steden kunnen bovendien zorgen voor verkoeling tijdens een hittegolf, deels door het in de bodem aanwezige water. In droge seizoenen kunnen gezonde ecosystemen het ondergronds opgeslagen water langzaam vrijgeven, zodat de ergste effecten van droogte worden verminderd.

Haal CO₂ uit de lucht

Er zijn ook verschillende methodes die ervoor zorgen dat het land meer **kooldioxide uit de lucht kan opnemen**. Een recent Europees

onderzoeksproject ([Caprese-onderzoek](#)²⁸) heeft aangetoond dat het omzetten van akkerland in grasland de snelste manier is om de hoeveelheid koolstof in de bodem te vergroten. Voor akkerland bleek het gebruik van bodembeschermende gewassen, zoals klaver, die tussen het oogsten en inzaaien van het nieuwe gewas wordt geteeld om de bodem vruchtbaarder te maken en erosie te voorkomen, de meest effectieve manier om de koolstofvoorraad in de bodem te vergroten.

Daartegenover kunnen beslissingen om land anders te gaan gebruiken er ook voor zorgen dat gebieden juist veranderen in bronnen van uitstoot. Bekende voorbeelden hiervan zijn het droogleggen van **veengebieden**, het verbranden van veen uit moerassen voor verwarming, en het omploegen van grasland en akkerland, waarbij eerder opgeslagen koolstof vrijkomt. Voor **bossen** is de dynamiek hetzelfde, maar met een ander tijdsverloop. Net als bodems zijn bossen zowel koolstofvoorraden als koolstofputten, wat betekent dat ze zowel CO₂ opslaan als uit de lucht halen. In veel gevallen halen jonge, groeiende bossen koolstof veel sneller uit de lucht dan oude bossen, maar door het oogsten van oude bossen wordt de koolstofvoorraad uit het bos gehaald. Afhankelijk van hoe het hout wordt gebruikt, kan de koolstof snel vrijkomen, bijvoorbeeld wanneer het hout als brandstof wordt gebruikt voor verwarming, of veel later, wanneer het hout bijvoorbeeld wordt gebruikt voor het bouwen van huizen.

Gezondere bodems en landecosystemen zouden meer kooldioxide uit de atmosfeer kunnen halen en opslaan dan ze nu doen. Groene ruimtes en natuurgebieden kunnen mens en natuur ook helpen zich aan te passen aan de onvermijdelijke veranderingen in ons klimaat. De bodem is niet hét middel om klimaatverandering tegen te houden, maar wel een krachtige bondgenoot die in onze inspanningen zeker moet worden meegenomen.

Maatregelen van de EU en activiteiten van het Europees Milieuagentschap op het gebied van bodem en klimaatverandering

De thematische strategie voor bodembescherming van de EU en het bijbehorende [uitvoeringsverslag](#)²⁹ benadrukken het belang van een gezonde bodem voor zowel klimaatmitigatie als -aanpassing. In de [Klimaatovereenkomst van Parijs](#)³⁰ wordt de nadruk gelegd op de kritische rol van ruimtelijke ordening als onderdeel van klimaatactie.

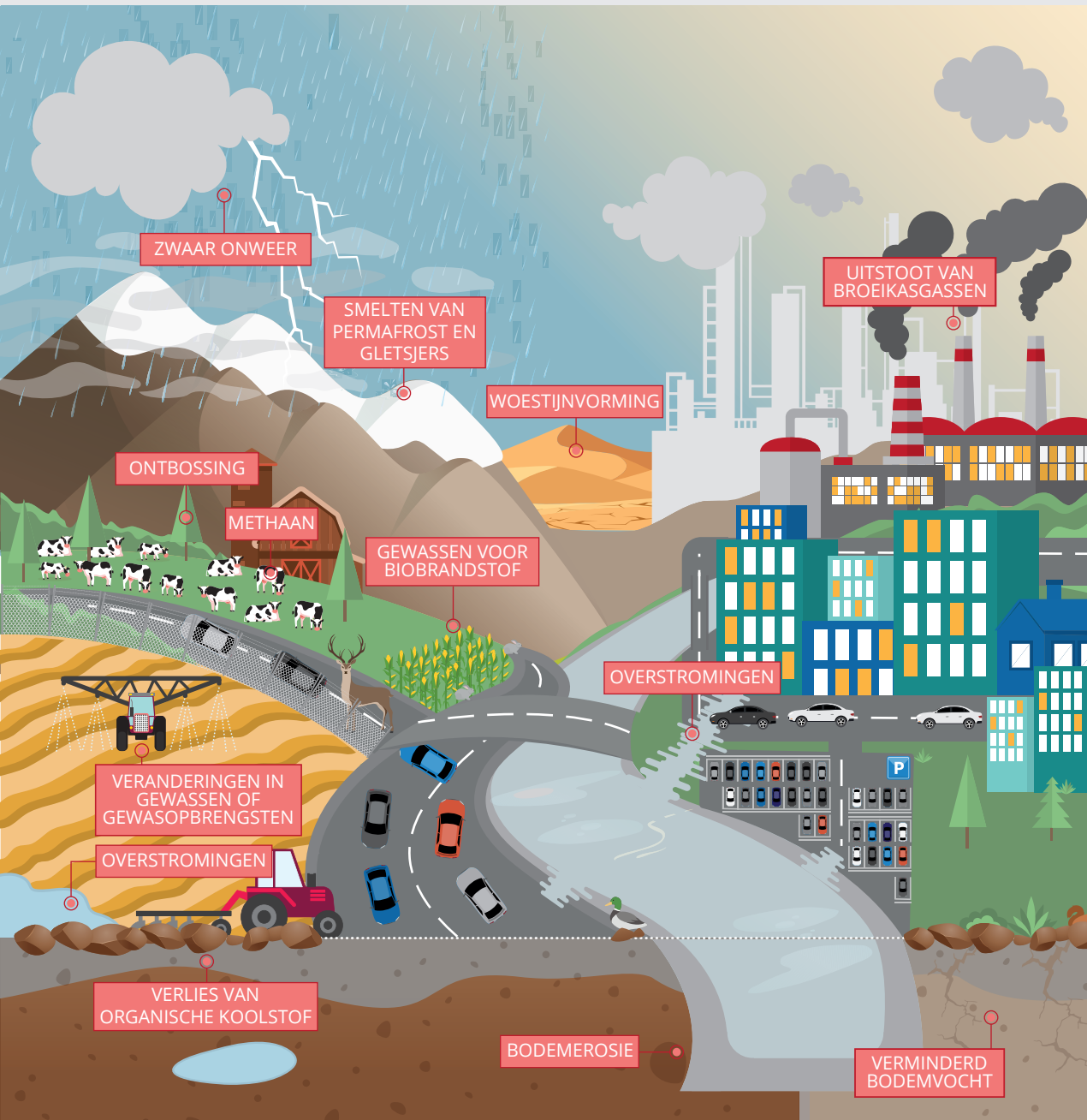
In het kielzog daarvan verplicht een [nieuwe EU-verordening](#)³¹ inzake landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw, de lidstaten om de uitstoot van broeikasgassen door de sector in de periode 2021-2030 op zijn minst volledig te compenseren.

Om de nieuwe verordening goed te kunnen uitvoeren, zijn **rapportage en monitoring** nodig, waarbij het Europees Milieuagentschap ondersteuning zal bieden. Daarnaast gaat het agentschap door met het ontwikkelen van kennis over de milieuproblemen gerelateerd aan landgebruik en bosbouw en hiermee samenhangende methoden voor landbeheer. Hierbij wordt onder meer gebruikgemaakt van aardobservatiegegevens van de [landmonitoringdienst van Copernicus](#)³². Veel van de door het Europees Milieuagentschap afgegeven beoordelingen, indicatoren en gegevens over bodem, land, ecosystemen, landbouw, bosbouw, groene infrastructuur en andere onderwerpen hangen nauw samen met klimaatverandering.

Er is nog veel onbekend, maar hoe beter we de dynamiek tussen bodem, land en klimaat begrijpen, hoe groter onze kans om duurzame oplossingen te ontwikkelen en door te voeren.

Bodem, land en klimaatverandering

De bodem bevat grote hoeveelheden koolstof en stikstof, die afhankelijk van ons landgebruik in de atmosfeer terecht kunnen komen. Door het kappen of aanplanten van bossen en het smelten van de permafrost kan de balans van de emissie van broeikasgassen in een van beide richtingen doorslaan. Klimaatverandering kan ook zorgen voor grote veranderingen in wat boeren kunnen verbouwen en waar.



Interview



David Russell
Natuurhistorisch museum
Senckenberg, Görlitz,
Duitsland





De bodem: de levende schat onder onze voeten

De bodem is veel meer dan een laag levenloos zand en slib. De bodem zit vol leven, van microscopisch kleine organismen tot grotere zoogdieren, die allemaal onderling verbonden leven in een al even rijke verscheidenheid aan micromilieus. Die onderlinge interactie levert ons voedsel en vezels, schoon water, schone lucht en industriële processen zonder synthetische chemische stoffen op, en kan zelfs een remedie bieden voor een groot aantal ziekten. We spraken met dr. David Russell van Natuurhistorisch museum Senckenberg in Duitsland over bodembiodiversiteit en de betekenis daarvan voor onze planeet.

Wat is de bodem?

De bodem is een complex, dynamisch, levend geheel, dat kan worden gezien als de levende huid van de aarde. Hij bestaat uit minerale en organische componenten, evenals lucht en water. Heel algemeen gesteld, bestaan minerale componenten uit deeltjes zoals zand, slib en klei die zijn samengesteld uit verschillende chemische componenten. Organische componenten zijn afkomstig van levende organismen, zoals planten, bacteriën, schimmels, dieren en resten daarvan.

Bodems zijn belangrijke reservoirs van biodiversiteit. Ongeveer een kwart tot een derde van alle organismen leeft in de bodem. De biodiversiteit van een bodem kan uiteenlopende organismen bevatten, variërend van microscopisch kleine bacteriën en aaltjes, tot springstaarten, mijten, miljoenpoten, regenwormen, mollen en muizen. Elk van deze groepen is rijk aan soorten. Zo zijn er alleen al in Duitsland 50 verschillende bekende soorten regenwormen. De diversiteit van het bodemleven is vaak zelfs aanzienlijk groter dan die van het bovengrondse leven op dezelfde plaats. Een veelgenoemd cijfer is dat één kubieke meter bosgrond tot wel 2 000 soorten ongewervelden kan bevatten.

Wat gebeurt er in een bodemecosysteem?

Bodemecosystemen kunnen aanzienlijk van elkaar verschillen, vooral op micromilieuniveau. Eén blok grond bevat zeer uiteenlopende leefmilieus – het bodemoppervlak, de ondergrondse bulkbodem en open ruimte (poriën) – elk met hun eigen organismen. De meeste in de bodem levende organismen leven in de bodemporiën en zijn daar sterk afhankelijk van. Deze poriën zijn gevuld met lucht of water en in elk van beide leven verschillende groepen organismen.

Er zijn ook nog andere manieren om naar bodemhabitats te kijken. Zo bevat de bodem microscopische grenslagen tussen bodemdeeltjes en biologische hotspots, zoals in de **rhizosfeer** rond plantenwortels of in de **drilosfeer** nabij gangen van wormen. Ook de ruimtelijke schaal is heel belangrijk.

Al deze soorten in al deze microhabitats leven samen en beïnvloeden elkaar onderling in wat we het **bodembioom** noemen. Bijvoorbeeld doordat ze elkaar eten, of doordat de uitwerpselen van de ene soort voedingsstoffen leveren voor andere. Deze interactie in het bodembioom is essentieel voor de bodemfuncties, die op hun beurt weer ecosysteemdiensten leveren.

Welke diensten levert de bodem?

De bodemstructuur en organisch materiaal in de bodem zijn twee van de bekendste voorbeelden van elementen die belangrijk zijn voor ecosysteemdiensten. Onder **bodemstructuur**³³ verstaan we de manier waarop de bodemdeeltjes in de bodemmatrix met elkaar samenhangen. De bodem is een combinatie van grote en kleine aggregaten van bodemdeeltjes, met lucht of water gevulde poriën, etc. In de bodem levende soorten kunnen de bodemstructuur rechtstreeks beïnvloeden. Aardwormen brengen bijvoorbeeld veranderingen aan in de bodemstructuur doordat ze bij het graven van hun gangen materiaal verplaatsen. Die veranderingen zijn bijvoorbeeld de vorming van nieuwe poriën of het sluiten van andere, het dichter maken van delen van de bodem of het beschikbaar maken van nieuwe voedselbronnen voor bodemorganismen. Aardwormen worden beschouwd als ecosysteembouwers, aangezien ze de bodem flink kunnen omwoelen.

De structuur van de bodem speelt ook een belangrijke rol in de **waterkringloop**. Hij bepaalt mede hoeveel water de bodem kan opnemen en vasthouden, hoe hij het water zuivert en hoe dit water planten kan voeden enzovoort. Als de bodem niet in staat zou zijn om water op te nemen of te zuiveren, zou dit grote gevolgen hebben voor de landbouw, bij overstromingen en voor onze gezondheid.

Ook voor de **voedingsstoffenkringloop** is de bodemstructuur van belang. Daarbij draait het om de vraag hoeveel **organisch bodemmateriaal** – d.w.z. koolstof, stikstof en fosfor – de bodem kan opnemen en opslaan. Alle koolstof die in de bodem wordt opgenomen, is organisch en staat aan de basis van het bodemvoedselweb. Organische verbindingen, zoals bladeren en worteltoppen, moeten door in de bodem levende organismen worden afgebroken

tot eenvoudiger verbindingen voordat ze door planten kunnen worden gebruikt. In een behoorlijk complex proces breken verschillende organismen dode bladeren en takken in opeenvolgende stappen steeds verder af tot er anorganische verbindingen overblijven die door planten kunnen worden opgenomen/gebruikt. Zo'n 90% van het gevallen blad in een bos wordt verwerkt door duizendpoten, aardwormen en houtluizen. Zonder deze organismen zouden we omkomen in afgevalen bladeren.

Er zijn bodembacteriën die atmosferische **stikstof** omzetten in minerale stikstof, dat onmisbaar is voor plantengroei. Schimmels brengen voedingsstoffen via de bodem van de ene naar de andere locatie. Al deze microbiële processen worden gereguleerd door grotere grazers die zich met deze microben voeden. We moeten deze **rijke, complexe interacties** zien als de kern van een goed functionerend systeem, dat ons de bovengenoemde ecosysteemdiensten levert.

Gezonde bodems bieden ons een enorm scala aan voordelen. De voedingsstoffenkringloop is bijvoorbeeld essentieel voor de productie van voedsel en vezels. Ook is er een duidelijk verband tussen de conditie van de bodem en de waterkringloop. Wanneer de bodemstructuur wordt veranderd of verwoest, is de bodem minder goed in staat om water te zuiveren, op te nemen en vast te houden. Verdichting of afdekking van de bodem kan bijvoorbeeld leiden tot meer overstromingen.

In laboratoria worden microbiële enzymen uit de bodem geïsoleerd om te onderzoeken hoe ze voor industriële toepassingen kunnen worden gebruikt. Deze enzymen kunnen bijvoorbeeld chemische stoffen vervangen in de papierindustrie. Op dezelfde manier worden in de farmaceutische industrie bodembacteriën gebruikt voor de ontwikkeling van geneesmiddelen, zoals **penicilline**³⁴ en **streptomycine**³⁵.





Weten we genoeg over bodembiodiversiteit?

Bodembioologie is nog een vrij jong onderzoeksgebied. Bovendien is de bodem een verborgen omgeving die moeilijk te onderzoeken is. Toch weten we al meer dan we vaak denken. In Europa hebben we een goede algemene kennis van de groepen organismen in de bodem en wat de meest voorkomende bodemsoorten zijn. We hebben een redelijke kennis van wat de biodiversiteit stimuleert en een basiskennis van hoe het bodemgebruik door de mens de bodembiodiversiteit kan aantasten. Over de bodem zijn veel informatiebronnen beschikbaar, zoals de [Europese Atlas voor Bodembiodiversiteit](#)³⁶ van het Gemeenschappelijk Centrum voor onderzoek en de [Franse Atlas van bodembacteriën](#)³⁷.

Maar om veranderingen over langere tijd te kunnen volgen, zijn tijdreeksen van bodembiodiversiteit nodig. De tijdreeksen die we hebben, hebben vaak betrekking op beschermde natuurgebieden. Daar zien we dat de bodembiodiversiteit meestal wordt beschermd en in stand blijft. Daar komt bij dat bij de huidige bodemmonitoring vaak alleen wordt gekeken naar chemische verbindingen. Maar naast verontreinigende stoffen moeten we ook andere parameters volgen. Verder is het belangrijk dat we begrijpen welke invloed klimaatverandering en verschillende landbouwmethoden hebben op de bodembiodiversiteit en de verschillende bodemfuncties. Er is in Europa al veel onderzoek gedaan, maar de verzamelde kennis is niet zodanig gebundeld dat we voor heel Europa referentiescenario's kunnen bepalen.

De bodem in het algemeen en de bodembiodiversiteit in het bijzonder zijn heel locatiespecifiek. Om effectieve maatregelen te kunnen nemen, is vaak meer gedetailleerde en locatiespecifieke informatie nodig. Niet alleen

over biodiversiteit en verspreiding van soorten en hun interactie op een bepaalde locatie, maar ook over de impact van de activiteiten van de mens en klimaatverandering op de betreffende locatie.

Wat zijn op dit moment de grootste bedreigingen voor de bodembiodiversiteit?

Er zijn veel bedreigingen. Eén ervan is de bodemverontreiniging veroorzaakt door ons bodemgebruik. Pesticiden, herbiciden en andere chemische stoffen die in de intensieve landbouw worden gebruikt, zijn schadelijk voor de verspreiding van soorten en de bodembiodiversiteit. Andere bedreigingen zijn fysieke veranderingen als verdichting en afdekking van de bodem — het bedekken van de bodem met kunstmatige oppervlakken als beton of asfalt. Door verdichting neemt de poriënruimte af, met negatieve gevolgen voor de soorten die in die poriën leven. Afdekking van de bodem belemmert de opname van koolstof en water in de bodem en beperkt de verspreiding van soorten.

Omdat het zich op zo'n kleine schaal afspeelt en het proces relatief langzaam verloopt, is er vaak geen aandacht voor de verspreiding van bodemsoorten. Maar over langere tijdsperiodes vindt er een zeer actieve verspreiding over het landschap plaats, waardoor een zeer grote bodembiodiversiteit mogelijk is. Als we bovengronds de biodiversiteit op landschapsniveau verkleinen door monocultuur en homogenisering van het landschap, lopen we ook het risico biodiversiteit in de bodem te verliezen.

De gevolgen van klimaatverandering, zoals significante veranderingen in neerslag (droogte of overstromingen), kunnen ook van invloed zijn op de bodembiodiversiteit. 2018 was zo warm en droog dat we op sommige van onze veldlocaties het aantal ongewervelden in de bodem met 90-95%



zagen afnemen. Als we de soortendiversiteit consequent blijven verkleinen, kan dit van invloed zijn op al deze bodemactiviteiten.

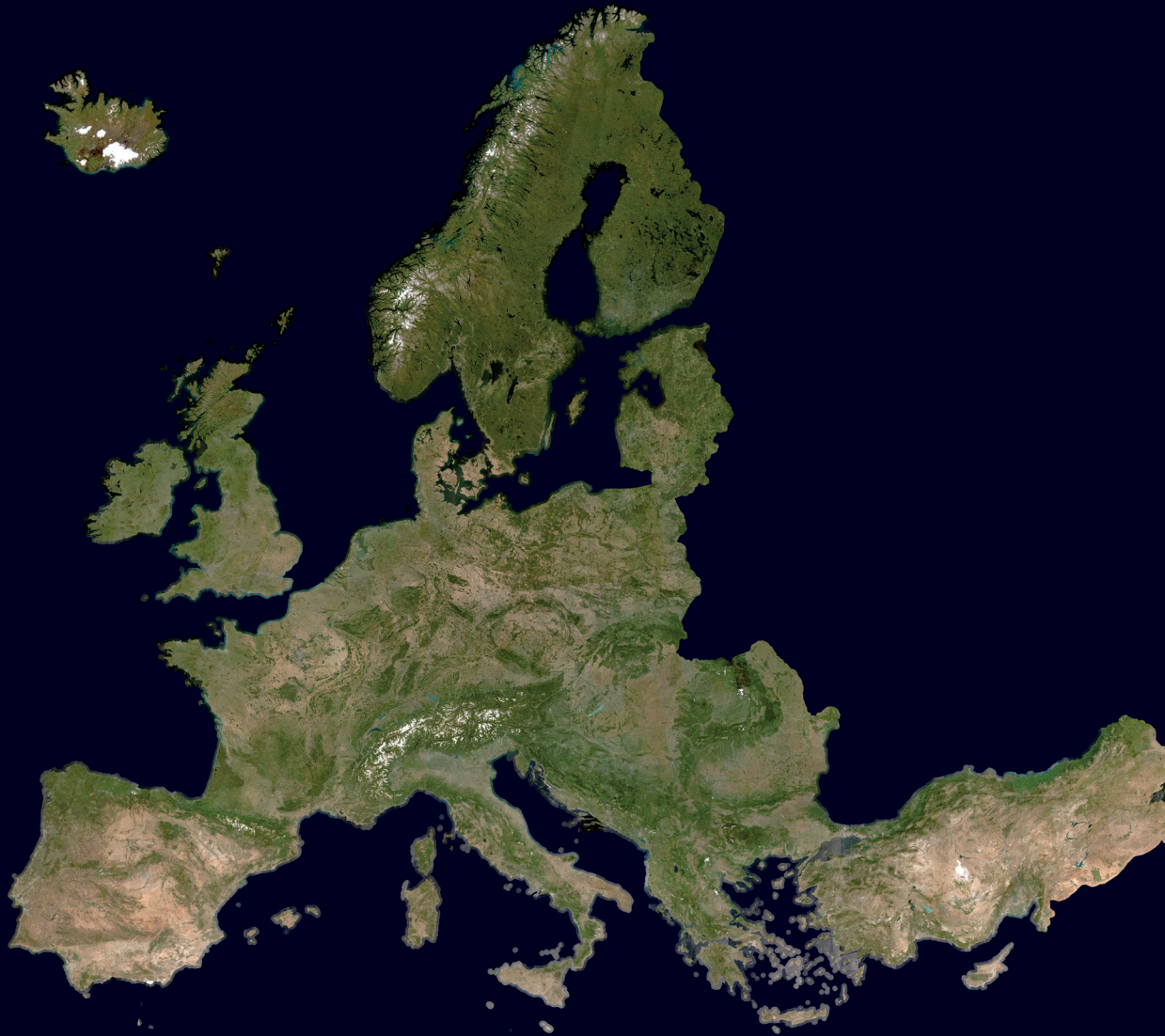
Wat wordt er gedaan om de Europese bodem te beschermen?

Op mondiaal en Europees niveau zijn er inspanningen en initiatieven voor bescherming van de bodem, zoals het [Global Soil Partnership](#)³⁸. Ook heeft de EU op dit vlak beleid en richtlijnen (minstens 18 meen ik), waaronder het gemeenschappelijk landbouwbeleid. Hiermee wordt een breed scala aan gebieden aangepakt, van een vermindering van de uitstoot van verontreinigende stoffen en duurzaam bodemgebruik, tot voorlichting. Een betere uitvoering van dit beleid en deze richtlijnen zou zeker ook een stap in de goede richting zijn voor de bodembiodiversiteit. In de praktijk zijn er veel concrete maatregelen mogelijk, zoals minder meststoffen en bestrijdingsmiddelen gebruiken en precisielandbouw toepassen op landbouwgrond.

Bijna de helft van de doelstellingen voor duurzame ontwikkeling (Sustainable Development Goals - SDG's) houdt verband met de bodem – van schoon water en klimaatactie tot alle honger de wereld uit. Zonder een gezonde bodem kunnen deze SDG's onmogelijk worden gehaald.

David Russell

Afdeling Bodemzoölogie, Sectie Mesofauna
Natuurhistorisch museum Senckenberg, Görlitz,
Duitsland



Copernicus: observatie van de aarde vanuit de ruimte en vanop de grond

Copernicus, het aardobservatieprogramma van de EU, wordt ook wel Europa's ogen in de ruimte genoemd. Het heeft een revolutie op gang gebracht in de manier waarop we denken over en plannen maken voor een duurzamer gebruik van de waardevolle hulpbronnen land en bodem. Copernicus levert gedetailleerde en tijdige landmonitoring-informatie die kan worden gebruikt voor besluitvorming in verschillende domeinen – van stedenbouwkundige planning, vervoersroutes en groene ruimte, tot precisielandbouw en bosbeheer.

Europa is een van de meest intensief gebruikte landmassa's ter wereld, met de hoogste landschapsfragmentatie veroorzaakt door nederzettingen en infrastructuur, zoals snelwegen en spoorwegen. De manier waarop we land gebruiken heeft grote gevolgen voor het milieu – voor soorten, ecosystemen en leefgebieden. De druk op de Europese bodemrijksdommen neemt bovendien verder toe door klimaatverandering, waardoor bijvoorbeeld extreem weer, bosbranden, droogte en overstromingen vaker voorkomen.

Van vlekkerige luchtfoto's naar hoogesolutiebeelden

Door de nationale autoriteiten in Europa wordt al sinds lange tijd op lokaal, regionaal en nationaal niveau informatie verzameld over bodembedekking en landgebruik. Toen de vraag naar bodemrijksdommen en de rivaliteit erover in de tweede helft van de 20e eeuw toenamen, werd duidelijk dat een beter en breder begrip van de relatie ervan tot het landgebruik essentieel was om land- en bodemrijksdommen beter te kunnen beschermen. Daarom besloot de EU midden jaren tachtig, in samenwerking met nationale

autoriteiten, de toezicht- en observatie-activiteiten omtrent bodembedekking en landgebruik grensoverschrijdend te gaan coördineren.

In 1985 startten EU-lidstaten met het [Corine](#)³⁹-programma (Coordination of information on the environment), een eerste gezamenlijk initiatief van de lidstaten om de bodembedekking in Europa in kaart te brengen. In de begindagen gebruikten deskundigen op het gebied van landbeheer een combinatie van metingen op de grond en luchtfoto's, aangevuld met vaak dure lageresolutiebeelden van slechts een handvol satellieten. Door de versnipperde gegevens was het moeilijk om een vergelijkbaar beeld voor gans Europa te krijgen van de bedreigingen voor de Europese bodemrijksdommen. De eerste inventarisatie nam tien jaar in beslag.

Hoog in de lucht en beneden op de grond

Het idee achter het [Copernicus-programma](#)⁴⁰ werd eind jaren negentig ontwikkeld (!), waarna in 2014 de eerste satelliet van het programma werd gelanceerd. Het programma wordt geleid door de

(i) Het Copernicus-programma is gestart in 2014. Vóór 2014 heette het programma GMES (wereldwijde monitoring voor milieu en veiligheid).

Europese Commissie, in nauwe samenwerking met het Europees Ruimtevaartagentschap, en wordt ondersteund door de lidstaten en diverse Europese organisaties en agentschappen. Copernicus is actief in zes thema's: de atmosfeer, het mariene milieu, klimaatverandering, veiligheid, beheer van noodsituaties, en land.

Twee van de zeven satellieten van Copernicus die in een baan rond de aarde cirkelen – Sentinel 2A en 2B – hebben specifiek de taak om het land te observeren. Ze sturen om de vijf dagen beelden met een hoge ruimtelijke en temporele resolutie door, die het volledige grondgebied van de EEA-39 ⁽ⁱⁱ⁾ en daarbuiten, bestrijken. De beelden worden gebruikt voor het observeren van landbouw, bosbouw, bodemgebruik en veranderingen in landbedekking, en kust- en binnenwateren. Ze leveren zelfs biofysische gegevens, bijvoorbeeld over het bladgroen- en watergehalte in bladeren.

De gegevens afkomstig van deze twee satellieten worden aangevuld door gegevens die zijn verzameld tijdens meer dan honderd commerciële én publieke vluchten, plus gegevens van een groot aantal bestaande monitoringstations en sensoren op de grond en in de lucht. Dankzij Copernicus duurt het nu nog maar een jaar om de landrijdommen van Europa volledig en gedetailleerd in kaart te brengen.

Landmonitoring door Copernicus

Het Europees Milieuagentschap beheert de pan-Europese en lokale componenten van de landmonitoringdienst van Copernicus. Concreet betekent dit dat het agentschap ervoor zorgt dat de

beelden en afgeleide gegevens eenvoudig en gratis toegankelijk zijn voor het publiek. Deze dienst wordt steeds belangrijker als essentieel kennisinstrument voor nationale milieuagentschappen, stedenbouwkundigen en anderen die, van Europees tot lokaal niveau, betrokken zijn bij het beheer, het gebruik en de bescherming van bodemrijdommen.

Het Europees Milieuagentschap gebruikt gegevens van Copernicus om een aantal aspecten van de gezondheid van Europese ecosystemen te beoordelen en te bepalen op welke manier land wordt gebruikt. De resultaten worden gepresenteerd in verschillende evaluaties van het agentschap, zoals rapporten over de toestand van het milieu en kernindicatoren. Een eerste indicator, over [ruimtebeslag](#)⁴¹, geeft informatie over hoeveel land er voor stedelijke en andere bebouwde ontwikkeling wordt weggenomen van landbouw-, bos- en natuurgebied ([zie de viewer ruimtebeslag](#)⁴²). De tweede indicator van het milieuagentschap geeft de mate van [bodemafdichting en -ondoorlatendheid](#)⁴³ in Europa weer, waarbij wordt gekeken in hoeverre de bodem wordt bedekt door gebouwen, beton, wegen of andere bouwwerken ([zie de dataviewer ondoorlatendheid](#)⁴⁴).

Het Europees Milieuagentschap en andere instellingen kunnen deze bevindingen en gegevens gebruiken in een breed scala aan thematische of systemische beoordelingen. Landbeheerders kunnen bijvoorbeeld op basis van data en producten van Copernicus gebieden aanwijzen waar stadsuitbreiding, landbouw, snelwegen en bouwwerken belangrijke leefgebieden doorsnijden en locatiespecifieke oplossingen voorstellen. Op dezelfde manier kunnen beelden van Copernicus worden gebruikt voor het monitoren

(ii) De 28 EU-lidstaten plus Albanië, Bosnië en Herzegovina, IJsland, Kosovo (op grond van resolutie 1244/99 van de VN-Veiligheidsraad), Liechtenstein, Montenegro, Noord-Macedonië, Noorwegen, Servië, Zwitserland en Turkije.

van habitatverandering en veranderingen in bodembedekking binnen het Europees netwerk van beschermde natuurgebieden [Natura 2000](#)⁴⁵, dat ruim 18% van het landoppervlak en 7% van het zeeterritorium van de EU beslaat (zie de [Natura 2000 dataviewer](#)⁴⁶).

De door Copernicus verzamelde ruimtelijke gegevens vormen tevens de basis voor de zogenaamde [Stedelijke Atlas](#)⁴⁷. Hierin kunnen deskundigen de samenstelling van bijna 800 stedelijke gebieden in Europa met meer dan 50 000 inwoners tot in detail bestuderen en vergelijken. Gedetailleerde informatielagen laten zien waar zich industriële, commerciële en residentiële gebieden en parken bevinden. Daarnaast is ook informatie beschikbaar over populatiedichtheid, gebouwhoogte en transportcorridors, en weidegrond, wetlands en bossen in of nabij deze stedelijke gebieden.

Op weg naar meer kennis en duurzamere keuzes

Een speciale reeks satellieten en technologische vooruitgang zullen ervoor zorgen dat de kwaliteit van landmonitoringsgegevens en kennis over het Europese landschap de komende jaren verder verbeteren. Met verwachte verbeteringen in resolutie, inclusief op zode millimeter nauwkeurige bodembewegingen, en thematische details, zoals fenologie en productiviteit van vegetatie, bieden de beelden tal van potentiële gebruiksmogelijkheden. De huidige plannen voor Copernicus voorzien in de lancering van bijna twintig extra satellieten vóór 2030, zodat het niveau en het detail van de verzamelde informatie nog verder zullen toenemen.

Gegevens afkomstig van Copernicus en [Galileo](#)⁴⁸, het satellietnavigatieprogramma van de EU, helpen landbouwers nu al bij de introductie van precisielandbouwtechnieken bij het verbouwen

van gewassen, waardoor tijdens het teeltseizoen minder irrigatie en bestrijdingsmiddelen nodig zijn. Stedenbouwkundigen gebruiken de toenemende hoeveelheid beschikbare gegevens over stedelijke landschappen om de huisvestingsdynamiek in kaart te brengen. Die informatie is nuttig bij het beheren en verbeteren van de toegang tot openbaar vervoer.

Eveneens nuttig voor stedenbouwkundigen is informatie over stedelijke hitte-eilanden en de toegang van stadsbewoners tot groene ruimten zoals parken, tuinen en bossen. Met die kennis kunnen ze het welzijn in de stad verbeteren en ervoor zorgen dat steden beter op klimaatverandering voorbereid zijn.

In een recent rapport van het Europees Milieuagentschap over [de boekhouding van natuurlijk kapitaal ter ondersteuning van de beleidsvorming](#)⁴⁹ wordt besproken welke manieren er zijn om betere kennis over duurzaam gebruik van onze natuurlijke hulpbronnen, inclusief land en bodem, op te bouwen. De satellietgegevens van Copernicus zullen hierbij een belangrijke rol spelen, in combinatie met directe observatie van biodiversiteit en ecosystemen via andere programma's.



Ander voedingspatroon, andere landschappen — Landbouw en voedsel in Europa

Het grootste deel van ons voedsel wordt geproduceerd op land en in de bodem. Wat we eten en hoe we het produceren, zijn in de afgelopen eeuw ingrijpend veranderd, net als het Europese landschap en de samenleving. Door intensivering van de landbouw kan Europa meer voedsel produceren tegen lagere prijzen, maar wel ten koste van het milieu en de traditionele landbouw. Het is hoog tijd dat we anders gaan kijken naar onze relatie met het voedsel op ons bord en met het land, en met de gemeenschappen die het produceren.

Landbouw is van oudsher meer dan alleen het produceren van voedsel. Eeuwenlang heeft de landbouw vormgegeven aan het Europese landschap, lokale gemeenschappen, economieën en culturen. Honderd jaar geleden telde het platteland talrijke kleine boerderijen en hadden veel huizen in stedelijke gebieden een kleine moestuin. Op de markt werden lokaal verbouwde seizoensproducten aangeboden en voor de meeste Europeanen was vlees een bijzondere traktatie. De afgelopen zeventig jaar heeft de voor voedselproductie bestemde landbouw zich echter steeds meer ontwikkeld van een lokale activiteit naar een wereldwijde industrie. Een industrie die in Europa en de rest van de wereld een groeiende bevolking met geglobaliseerde smaken van voedsel moet voorzien. De moderne Europeaan kan genieten van een maaltijd van lamsvlees uit Nieuw-Zeeland met rijst uit India, begeleid door een glas Californische wijn en afgesloten met Braziliaanse koffie. Verse tomaten uit Nederlandse of Spaanse kassen zijn het hele jaar door te koop.

In een steeds verder verstedelijkte, geglobaliseerde wereld moeten landbouwers steeds grotere hoeveelheden voedsel kunnen produceren. Toenemende concurrentie heeft geleid tot

schaalvergroting – intensieve landbouw – met een sterkere positie voor grotere bedrijven. Die bedrijven zijn vaak gespecialiseerd in de teelt van slechts enkele soorten gewassen of in veeteelt op een groter oppervlak, met gewaarborgde toegang tot markten over de hele wereld. De Europese landbouw vormt op die regel geen uitzondering..

Landbouw in Europa: focus op hogere productie

Samen met lucht en water behoort voedsel tot de eerste levensbehoeften van de mens. Als toegang tot voldoende voedsel door een natuurramp of slecht beleid ontbreekt, kan dit ertoe leiden dat hele gemeenschappen verhongeren. Daarom is de voedselproductie altijd gezien als meer dan alleen een activiteit die door individuele landbouwers wordt uitgevoerd. We beschouwen het ook als een zaak van nationaal beleid en veiligheid, inclusief economische zekerheid. In de 19e eeuw was het merendeel van de Europeanen werkzaam in de landbouw. Sindsdien is het aandeel van landbouwers in de totale beroepsbevolking echter alleen maar afgenomen, vooral door het toenemende gebruik van landbouwmachines en hogere inkomens voor banen in de stad.

Deze ontwikkelingen waren voor de EU-lidstaten aanleiding om afspraken te maken over een **gemeenschappelijk landbouwbeleid**⁵⁰. Doel was in eerste instantie waarborgen dat er in Europa voldoende voedsel beschikbaar was tegen betaalbare prijzen. Voorwaarde was dat er voldoende landbouwers actief zouden blijven om het land te bewerken. Wereldwijde concurrentie kan de prijzen omlaag brengen en slechts een fractie van de uiteindelijke verkoopprijs komt daadwerkelijk bij de landbouwer terecht. In de loop van de tijd werden er in het gemeenschappelijk landbouwbeleid ook maatregelen opgenomen voor ondersteuning van de plattelandseconomie in het algemeen, beperking van de milieu-impact van de landbouw, en **bescherming van de bodem**⁵¹.

De afgelopen decennia is het landbouwareaal in Europa geslonken door uitbreiding van stedelijke gebieden en, in mindere mate, uitbreiding van bossen en bosgebied. Op dit moment is ruim 40% van het landoppervlak van Europa in gebruik voor landbouwactiviteiten. In 2016 telde de EU meer dan **10 miljoen boerderijen**⁵² (landbouwbedrijven) en ongeveer **3% daarvan gebruikte meer dan de helft van de landbouwgrond**⁵³. In feite is ongeveer twee derde van de Europese boerderijen kleiner dan 5 hectare (50 000 m², ongeveer even groot

als zeven voetbalvelden). Het merendeel daarvan is een hobby- of zelfvoorzienend bedrijf, dat meer dan de helft consumeert van wat het produceert. Veel landbouwgemeenschappen, met name in gebieden met een lage landbouwproductiviteit, kampen met leegloop en een krimpende, vergrijzende bevolking, waardoor de druk op kleine landbouwbedrijven toeneemt.

Het Europese agrarische landschap wordt steeds meer gekenmerkt door een **lage gewasdiversiteit**, met uitgestrekte gebieden en steeds grotere akkers waar slechts enkele gewassen zoals tarwe en maïs worden verbouwd. In dergelijke gebieden met intensieve landbouw ligt de biodiversiteit significant lager dan in landschappen die worden gekenmerkt door kleinere akkers met verschillende gewassen, afgescheiden door hagen en bosjes.

Intensieve landbouw: hogere opbrengsten maar grotere impact

Een hogere productiviteit is ook deels bereikt dankzij een toenemend gebruik van synthetische chemische stoffen, zoals kunstmest en bestrijdingsmiddelen. Vroeger gebruikten landbouwers mest of mineralen om de bodem vruchtbaarder te maken en de productiviteit te

Stikstof: de sleutel tot plantengroei

Een plant bestaat hoofdzakelijk uit waterstof, zuurstof, koolstof en stikstof. Koolstof, waterstof en zuurstof kunnen planten eenvoudig uit water halen en kooldioxide uit de lucht, maar voor stikstof geldt dit niet. Na een aantal oogsten kan de voorraad stikstof in de bodem uitgeput zijn.

Onze atmosfeer bestaat voor meer dan 70% uit stikstof, maar planten kunnen stikstof in de vorm waarin deze in de lucht voorkomt, niet gebruiken. Alleen bepaalde vrij levende en plant-symbiotische bacteriën (met name symbionten van peulgewassen) kunnen atmosferische stikstof omzetten in een voor planten bruikbare vorm. Om de bodem de kans te geven zijn stikstofvoorraden weer aan te vullen, laat men in de traditionele landbouw het land braak liggen of worden er tussen de oogst en het inzaaien van het volgende gewas peulgewassen geplant.

verhogen. Meststoffen voegen voor plantengroei essentiële voedingsstoffen toe aan de bodem.

Kunstmest werd al vroeg in de twintigste eeuw uitgevonden en vanaf de jaren vijftig op grote schaal gecommercialiseerd om het probleem van 'stikstofuitputting van de bodem' op te lossen en zo de productiviteit te verhogen. Kunstmest bestaat hoofdzakelijk uit stikstof, fosfor en kalium en in mindere mate uit andere elementen als calcium, magnesium, zwavel, koper en ijzer. Daarnaast wordt in de landbouw gebruikgemaakt van gewasbeschermingsproducten – een breed spectrum aan hoofdzakelijk chemische stoffen gericht op het verwijderen van ongewenst onkruid, insecten en schimmels die schadelijk zijn voor planten en de plantengroei belemmeren.

Eerzijds zorgden kunstmest en bestrijdingsmiddelen dat een akker een grotere opbrengst opleverde, zodat de groeiende bevolking in Europa en de rest van de wereld gevoed kon worden. En die hogere opbrengsten hebben voedsel ook betaalbaarder gemaakt.

Anderzijds wordt niet alle ingebrachte stikstof door planten opgenomen. Overmatig gebruik van synthetische chemische stoffen kan het land, rivieren, meren en grondwater in een groot gebied verontreinigen. Ze komen zelfs in de lucht terecht als stikstofoxide – na kooldioxide en methaan een van de belangrijkste broeikasgassen. Sommige bestrijdingsmiddelen zijn schadelijk voor bestuivers, zoals bijen. Zonder die bestuivers kunnen we simpelweg niet voldoende voedsel produceren.

Europese landen produceren aanzienlijk meer vlees dan in de jaren zestig. En voor de productie

van vlees, rundvlees in het bijzonder, is aanzienlijk meer land en water nodig dan voor plantaardige voedselproducten. Bovendien produceren veestapels [methaan](#)⁵⁴ en stikstofoxide, twee zeer krachtige broeikasgassen. De veestapel is naar schatting verantwoordelijk voor meer dan 10% van de totale uitstoot van broeikasgassen.

Niet-duurzaam gebruik is schadelijk voor de bodem en de productiviteit van het land

De landbouwproductiviteit van de bodem op lange termijn is afhankelijk van de algehele gezondheid van die bodem. Als we deze hulpbron blijven gebruiken zoals we nu doen, beperken we het vermogen van de bodem om voldoende diervoeders en voor menselijke consumptie geschikt voedsel te produceren.

Intensieve landbouw legt op veel manieren druk op land en bodem, onder meer door verontreiniging, erosie en verdichting veroorzaakt door zware landbouwmachines. Steeds meer onderzoeken benadrukken hoe wijdverbreid [residuen van chemische stoffen](#)⁵⁵ die in bestrijdingsmiddelen en meststoffen worden gebruikt, aanwezig zijn in Europa⁽ⁱⁱⁱ⁾. Er zijn gebieden waar bodemonsters kritisch hoge niveaus van bepaalde chemische stoffen, zoals koper en cadmium, bevatten. Een teveel aan voedingsstoffen (stikstof en fosfor) heeft het leven in meren, rivieren en zeeën veranderd en in recente evaluaties van het Europees Milieuagentschap^(iv) over water wordt opgeroepen de hoeveelheid voedingsstoffen onverwijld terug te dringen om verdere schade aan de ecosystemen te voorkomen.

(iii) Zie SOER 2020 (State and Outlook of the Environment Report – "Het milieu in Europa: toestand en vooruitzichten 2020"), hoofdstuk over bodem- en landgebruik (in voorbereiding).

(iv) EEA-rapporten nr. 7/2018, 11/2018, 18/2018, 23/2018; zie Belangrijke EEA-bronnen.

De hogere voedselproductie is niet alleen van invloed op bodemrijkdommen en bodembiodiversiteit, maar heeft ook onvoorziene gevolgen gehad voor ons voedingspatroon.

Veranderende eetgewoonten leveren nieuwe problemen op

Vijf van de zeven hoofdrisicofactoren voor de gezondheid die leiden tot vroegtijdig overlijden (hoge bloeddruk, hoog cholesterolniveau, overgewicht, alcoholmisbruik en het eten van onvoldoende groenten en fruit), houden verband met wat we eten en drinken. Meer dan de helft van de [volwassen bevolking van Europa](#)⁵⁶ is te zwaar en ruim 20% lijdt aan vetzucht (obesitas). Ook obesitas onder kinderen is een groeiende zorg.

Vergeleken met vijftig jaar geleden consumeren Europeanen meer voedsel per persoon. De inname van dierlijke eiwitten, hoofdzakelijk vlees en zuivelproducten, is in deze periode verdubbeld en ligt op dit moment op twee keer het wereldwijde gemiddelde. Volwassen Europeanen eten jaarlijks gemiddeld 101 kg graan en 64 kg vlees per persoon – deze hoeveelheid is in recente jaren iets afgenomen, maar ligt nog altijd ruim boven het wereldwijde gemiddelde. Ook consumeren we meer suiker en suikerproducten (13 kg) dan vis en zeevruchten (10 kg).

Tegelijkertijd wordt er in Europa jaarlijks 88 miljoen ton [voedsel verspild](#)⁵⁷, wat gelijk staat aan 178 kg per persoon. Voedselverspilling betekent tevens verspilling van alle middelen die zijn gebruikt om dat voedsel te produceren: water, bodem en energie. Bovendien dragen de verontreinigende stoffen en broeikasgassen die vrijkomen tijdens productie, transport en marketing ervan bij aan de aantasting van het milieu en klimaatverandering.



Tegelijkertijd zijn er miljoenen mensen in de wereld die lijden aan ondervoeding. Volgens de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties (FAO) waren in 2017 meer dan **820 miljoen mensen**⁵⁸ ondervoed. Volgens Eurostat kon in 2017 12% van de Europeanen zich om de dag geen maaltijd van goede kwaliteit **veroorloven**⁵⁹.

Het is duidelijk dat een hogere voedselproductie niet automatisch betere voeding voor iedereen betekent. Dit is een breed erkend probleem en er zijn Europese en internationale maatregelen in het leven geroepen om **voedselverspilling**⁶⁰ en ondervoeding aan te pakken. Voorbeelden zijn **SDG 2: Geen honger**⁶¹ en **SDG 12: Verantwoorde consumptie en productie**⁶².

Een gezonder voedingspatroon en beperking van voedselverspilling, onder meer door een gelijkmatiger verdeling van gezonde, voedzame voeding over de samenleving en de wereld, zou een aantal negatieve gevolgen van op land geproduceerd voedsel voor de gezondheid, het milieu en het klimaat, kunnen tegengaan.

Concurrerende behoeften ten aanzien van landbouwgrond

Het gemeenschappelijk landbouwbeleid van de EU en de eengemaakte markt hebben ervoor gezorgd dat voedselproducten die binnen de EU worden geproduceerd, voldoen aan strenge veiligheidsnormen. De EU handelt niet alleen intern in voedselproducten, maar **importeert en exporteert**⁶³ ook landbouwproducten van en naar de rest van de wereld. Deze producten waren in 2018 goed voor 7% van de totale handel buiten de EU. De EU is een grote importeur van vers fruit en verse groenten, en exporteert (gedistilleerde) dranken en vlees. Indirect betekent de handel in voedsel dat de EU bodemrijkdommen importeert en exporteert. Naast de productie van palmolie

is de stijgende wereldwijde vleesconsumptie een van de drijvende krachten achter de ontbossing in tropische bossen, die vaak moeten wijken voor weidegrond voor vee of palmplantages.

Maar land wordt niet alleen in cultuur gebracht voor de productie van voedsel en diervoeders. Een steeds groter deel van de Europese landbouwgrond wordt gebruikt voor het verbouwen van gewassen als koolzaad, suikerbiet en maïs voor de productie van biobrandstoffen. Bij het verbouwen van **gewassen voor biobrandstof** leggen concurrerende behoeften extra druk op land in het algemeen en op landbouwgrond in het bijzonder. Biobrandstoffen worden gezien als een middel om broeikasgassen te beperken, maar dit is afhankelijk van de manier waarop ze worden geproduceerd en welk plantenmateriaal ervoor wordt gebruikt. Er zijn meerdere biobrandstoffen die onbedoelde negatieve gevolgen hebben voor het milieu. Om dit soort negatieve gevolgen te voorkomen, heeft de EU een aantal **duurzaamheidscriteria**⁶⁴ vastgesteld om de schadelijke impact van biobrandstoffen op het milieu, inclusief bodemrijkdommen, te beperken.

De milieu-impact van de EU op land en bodem beperkt zich niet tot het grondgebied van de EU. Europeanen consumeren landbouwproducten die worden geïmporteerd uit de rest van de wereld. In de landen die naar Europa exporteren, worden land en bodem, en andere hulpbronnen als water en energie, aangetast door de hoge consumptieniveaus van Europa. Ook zijn er multinationals die in derdewereldlanden grote stukken land opkopen om verzekerd te zijn van een regelmatige aanvoer, zodat in de behoeften van de Europese consument kan worden voorzien.

Volgens een **recent rapport**⁶⁵ van het intergouvernementeel platform voor

wetenschap en beleid inzake biodiversiteit en ecosysteemdiensten (IPBES), is de productiviteit van ongeveer een kwart van het wereldwijde landoppervlak verminderd door bodemaantasting. Teruglopende populaties van bestuivers kunnen resulteren in oogstverliezen ter waarde van 500 miljard euro per jaar.

Vooruitzichten voor de toekomst

Volgens [voorspellingen van de Verenigde Naties](#)⁵⁶ neemt de wereldbevolking in de komende dertig jaar met 2 miljard toe, om in 2050 uit te komen op 9,7 miljard. Deze groei op zichzelf betekent al dat we verandering moeten brengen in de manier waarop we ons voedsel verbouwen, produceren en consumeren. De voedselproductie moet omhoog en daar komen de gevolgen van de klimaatverandering nog bovenop.

De bodem is echter een eindige hulpbron, die nu al onder te grote druk staat door de manier waarop we voedsel produceren. Als we aan de ene kant in Europa minder voedsel gaan produceren en aan de andere kant de import verder opvoeren om toch aan de interne vraag te kunnen blijven voldoen, dan kan dit een grote impact hebben op de wereldwijde voedselmarkt. De voedselprijzen kunnen gaan stijgen en het risico van kwetsbare bevolkingsgroepen op ondervoeding kan verder oplopen.

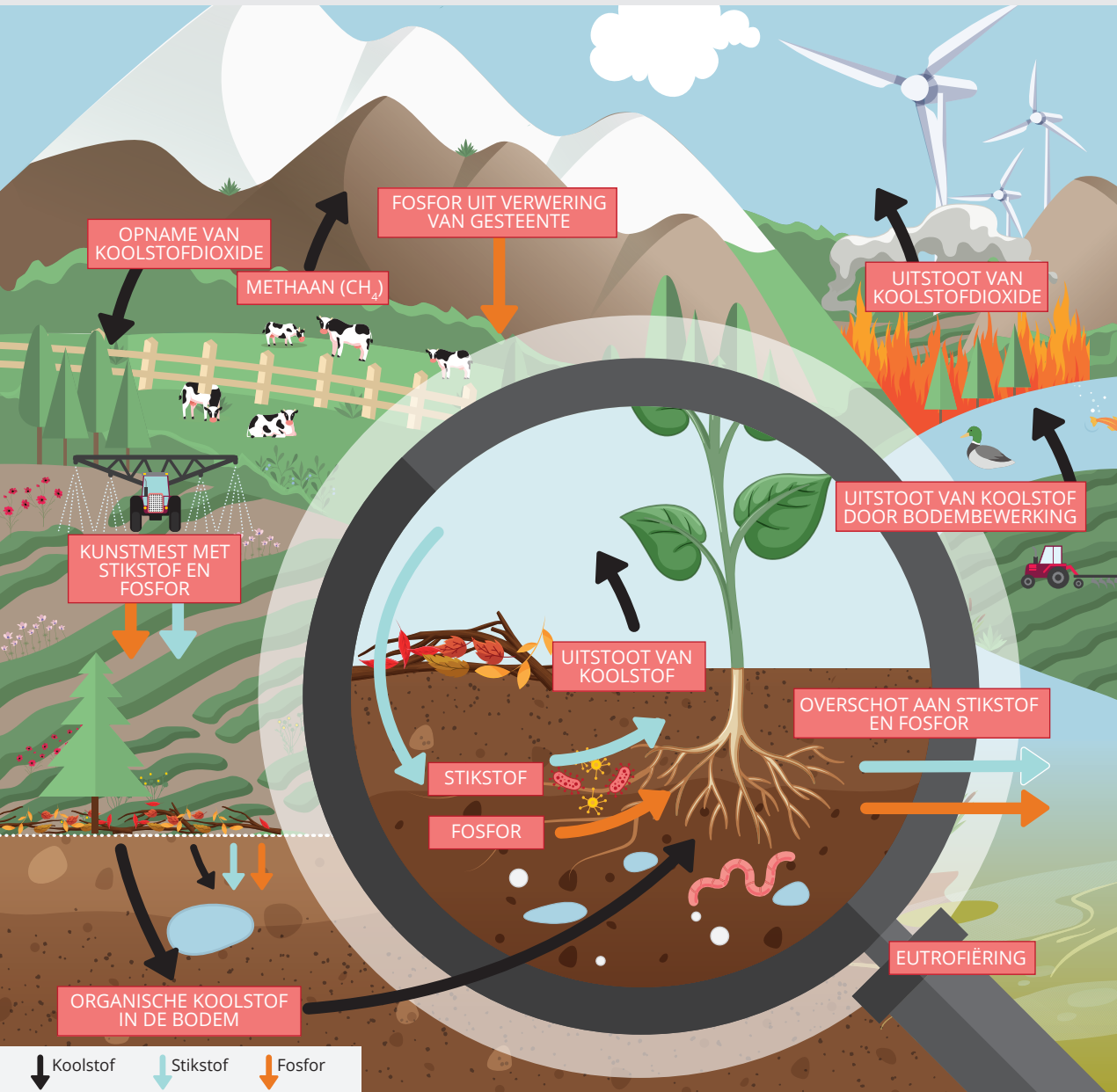
De urgentie van deze situatie dwingt ons tot een volledig andere relatie met voedsel: we moeten anders gaan eten én anders gaan produceren. Waarschijnlijk betekent het dat we minder vlees en zuivelproducten moeten eten en meer seizoensgroenten en -fruit. Er worden plantaardige vlees- en zuivelvervangers ontwikkeld en op de markt gebracht, evenals andere voedselproducten met een gelijkwaardige voedingswaarde maar een aanzienlijk lagere input (zoals land, water en

energie). De vraag is of deze alternatieven zich in ons boodschappenmandje gaan ontwikkelen van uitzondering tot norm.

Het betekent ook dat we **voedselverspilling** tot een minimum moeten beperken, in het veld, op de markt en in huishoudens. Om aan de groeiende vraag naar voedsel te voldoen en verdere ontbossing te voorkomen, moet intensieve productie in sommige gebieden doorgaan, maar we moeten een einde maken aan de bijbehorende verontreiniging. Voor een duurzame voedselproductie moet ook in bepaalde gebieden iets worden gedaan aan het wegtrekken van de bevolking. Meer mensen moeten gestimuleerd worden om te blijven en voor het land te zorgen, de lokale biodiversiteit te beschermen en kwalitatief hoogwaardige producten te produceren.

De voedingsstoffenkringloop in de natuur

De bodem speelt een cruciale rol in de kringlopen van de natuur, waaronder die van de voedingsstoffen, waarbij het draait om de vraag hoeveel organisch bodemmateriaal – d.w.z. koolstof, stikstof en fosfor – de bodem kan opnemen en opslaan. Organische stoffen, zoals bladeren en worteltoppen, worden door in de bodem levende organismen afgebroken tot eenvoudigere stoffen voordat ze door planten kunnen worden gebruikt. Sommige bodembacteriën zetten atmosferische stikstof om in minerale stikstof, die onmisbaar is voor plantengroei. Kunstmest bevat stikstof en fosfaten om de plantengroei te stimuleren, maar deze worden niet volledig door planten opgenomen. Het overschot kan in rivieren en meren terecht komen en het leven in die waterecosystemen beïnvloeden.



Bron: EEA Signalen 2019.

Interview



Mark Kibblewhite
Cranfield University,
Bedford, Verenigd Koninkrijk



Bodemverontreiniging: de verontrustende erfenis van de industrialisatie

Bodemverontreiniging is een probleem dat nauw verbonden is met onze gezamenlijke geschiedenis, en vormt een deel van het verhaal over de ontwikkeling van Europa tot koploper in de wereld, eerst op industrieel gebied, later op milieugebied. We spraken met Mark Kibblewhite, emeritus hoogleraar aan de Cranfield University in het Verenigd Koninkrijk, en een van Europa's toonaangevende bodemdeskundigen, om meer inzicht te krijgen in het probleem bodemverontreiniging.

Wat is bodemverontreiniging precies?

In principe is een verontreinigde bodem een bodem waaraan door menselijke activiteiten stoffen zijn toegevoegd. Dit kan direct of indirect gebeuren en de verontreiniging kan heel lang geleden hebben plaatsgevonden, of juist nu op dit moment plaatsvinden. Bodemverontreiniging is een serieus probleem als land ergens voor wordt gebruikt waarbij mensen een risico lopen op blootstelling aan de verontreinigende stoffen. Sanering van de grond is moeilijk en vaak erg duur. Het is voor één generatie een enorme last om alle vervuiling van vele eerdere generaties te moeten opruimen.

Wat zijn de belangrijkste bronnen van bodemverontreiniging? Wat kan eraan gedaan worden?

Verontreinigende stoffen kunnen afkomstig zijn van verschillende bronnen, maar voormalige industriële activiteiten zijn waarschijnlijk wel de belangrijkste bronnen. Aan die activiteiten hebben we zwaar verontreinigde gebieden overgehouden, met vooral metalen, teer en andere verwante stoffen in de bodem. Een andere belangrijke vervuilingbron is militaire

activiteit, bijvoorbeeld oefenterreinen. Een van de ernstigste voorbeelden van bodemverontreiniging in Europa is bijvoorbeeld te vinden in voormalig Joegoslavië. Hier zijn antipersoonsmijnen gebruikt, die een extreme vorm van bodemverontreiniging veroorzaken.

De verscheidenheid aan verontreinigende stoffen is enorm. Het gaat niet alleen om metalen, maar ook om een scala aan organische moleculen, pathogenen, biologisch actieve materialen, radioactieve stoffen, enzovoort. Allemaal zijn ze afkomstig uit een andere bron.

In de afgelopen dertig tot veertig jaar zijn met toenemend succes voorschriften en normen ingesteld om bodemverontreiniging te voorkomen. Inmiddels is de situatie op veel zwaar verontreinigde terreinen veiliger geworden, maar op veel andere locaties zijn de omstandigheden onverminderd slecht. Er is een breed scala aan technologieën die kunnen worden ingezet om het risico van bodemverontreiniging te beperken, door verwijdering óf insluiting van de verontreiniging. De kritische vraag hierbij is hoeveel restrisico we bereid zijn te accepteren in verhouding tot de saneringskosten.

Hoeveel verontreiniging uit het verleden kunnen we schoonmaken? Hoe bepalen we welke locaties worden schoongemaakt?

De twee belangrijkste drijfveren om bodemverontreiniging op te ruimen, zijn risico's voor de volksgezondheid en risico's voor de kwaliteit van oppervlaktewater en grondwater. Om aan de doelstellingen van de Europese Kaderrichtlijn Water⁶⁷ te kunnen voldoen, is soms bodemsanering nodig om de aquatische ecologie te beschermen. Een derde drijfveer is de landbouwproductie en waarborging van de plantengezondheid en voedselveiligheid.

Veel hangt af van het eindgebruik van het land en over hoeveel middelen ontwikkelaars beschikken. In steden met een lange industriële geschiedenis is in stadsdelen met een hoge waarde, zoals zakendistricten of grote bouwprojecten aan het water, de bodemverontreiniging inmiddels grotendeels aangepakt. Hier zijn de risico's beperkt. Een stap in de goede richting, maar voor de sanering van gebieden zonder hoge economische waarde ontbreekt vaak het geld.

Dus, hoewel er in Europa al veel vooruitgang is geboekt met het saneren van de bodem, zijn we er nog niet. Er zijn nog altijd veel plaatsen in Europa waar de economische prikkels en motivatie om bodemverontreiniging op te ruimen, nog ontbreken. Uiteindelijk draait het allemaal om de vraag hoeveel risico we bereid zijn te accepteren en wat we eraan doen als dat niveau wordt overschreden.

Wat is het verband tussen landbouw en bodemverontreiniging?

Bij het beantwoorden van deze vraag spelen twee metalen een belangrijke rol: cadmium en koper.

Cadmium is een onzuiverheid in fosfaatmeststoffen. Bodems waarop deze meststoffen worden gebruikt, bevatten altijd wat extra cadmium. Het gaat om geringe hoeveelheden, maar ze hopen zich naar verloop van tijd op. En aangezien cadmium kankerverwekkend is, moeten we de hoeveelheden van deze stof goed in de gaten houden. Er is en wordt veel gedaan om de omvang van dit probleem in kaart te brengen en te onderzoeken hoe de hoeveelheid cadmium in meststoffen kan worden verlaagd. Koper wordt aangetroffen in gebieden met wijngaarden, waar het metaal van oudsher werd gebruikt als schimmelwerend middel. Helaas heeft dit koper zich in de bodem opgehoopt. Als deze en andere metaalsoorten eenmaal aan de bodem zijn toegevoegd, blijven ze aanwezig en er zijn weinig realistische mogelijkheden om ze te verwijderen.

Een ander probleem dat verband houdt met de landbouw zijn bestrijdingsmiddelen. We weten bijvoorbeeld dat organochloorhoudende bestrijdingsmiddelen, die al lange tijd verboden zijn, nog altijd in heel Europa in de bodem aanwezig zijn. Bij de huidige bestrijdingsmiddelen is de aandacht voor de impact op de bodembiota nog vrij beperkt. Ze kunnen problemen veroorzaken waarvan we ons nu nog niet bewust zijn. Bovendien is onze regelgeving wat betreft de impact van landbouwchemicaliën op de bodem in mijn ogen vrij zwak.

Welke invloed heeft bodemverontreiniging op de biodiversiteit?

We weten nog relatief weinig over de impact van bodemverontreiniging op bodembiota en bodemfuncties. Er is al een aantal complicaties dat in verband wordt gebracht met bodemverontreiniging en de bovengrondse biodiversiteit. Europa telt

veel locaties die al tientallen jaren aan hun lot zijn overgelaten en die zich na natuurlijk herstel hebben ontwikkeld tot belangrijke verzamelplaatsen voor soorten en biodiversiteit. Als we deze locaties gaan schoonmaken, zouden we daarmee deze biodiversiteit kunnen schaden.

Vanuit mondiaal perspectief moeten we ons realiseren dat vooral onze uitstoot via de lucht tot op grote afstand kan zorgen voor verontreiniging van bodems en aantasting van de biodiversiteit. Het is dan ook onze verantwoordelijkheid om deze uitstoot tot een minimum te beperken. Zelfs in de poolgebieden en andere zeer afgelegen gebieden worden verontreinigende stoffen aangetroffen die volledig toe te schrijven zijn aan de mens.

Welke kennis missen we nog meer over bodemverontreiniging? Welke problemen ontstaan er op dit moment?

Radioactiviteit zou weleens een onderschat probleem kunnen zijn. Lagere niveaus komen op grote schaal voor, maar er is ook een aantal zorgwekkende locaties, bijvoorbeeld in steden met terreinen waar vroeger sieraden of horloges werden gemaakt. Op deze terreinen kunnen verhoogde niveaus van radioactieve bodemverontreiniging voorkomen, veroorzaakt door luminescerende en andere stoffen die zijn gebruikt in kleinschalige werkplaatsen.

Door nieuwe ruimtelijke gegevens en bodeminformatie te combineren, krijgen we een veel duidelijker beeld van waar verontreiniging aanwezig is. Daarnaast worden epidemiologische onderzoeken steeds geavanceerder en beschikken we over steeds meer informatie over ziekten die in specifieke gebieden voorkomen. Als we deze twee zaken combineren, komen we wellicht tot de ontdekking dat bepaalde, algemeen voorkomende

ziekten duidelijk met bodemverontreiniging in verband kunnen worden gebracht. Iets dat tot nu toe moeilijk kon worden aangetoond.

Welke positieve vooruitgang verwacht u voor de toekomst?

Het beste voor de toekomst zou zijn om verdere bodemverontreiniging te voorkomen. We kunnen voortbouwen op bestaande regelgeving die bodemverontreiniging door de industrie aan banden legt, en inzetten op meer rechtstreekse betrokkenheid van de burgers. Neem bijvoorbeeld plastic. Er is al een burgerbeweging op gang gekomen die het gebruik van plastic wil beperken. Ik heb goede hoop dat mensen hun gedrag zullen veranderen naarmate ze zich beter bewust worden van de impact van hun eigen keuzes. En die verandering zal een positieve uitwerking hebben op de manier waarop we met onze bodem omgaan en dus ook op de verontreiniging van die bodem.

Mark Kibblewhite

Emeritus hoogleraar, Cranfield University, Bedford, Verenigd Koninkrijk





Governance — samenwerken voor duurzaam bodembeheer

Van wie zijn het land en de bijbehorende rijkdommen? Wie mag bepalen hoe ze worden benut? Land is soms privébezit, dat kan worden gekocht en verkocht en alleen mag worden gebruikt door de eigenaar. Vaak is grondgebruik onderworpen aan landelijke of plaatselijke regelgeving, bijvoorbeeld als het gaat om de instandhouding van bosgebieden. Er zijn ook gebieden die uitsluitend bestemd zijn voor openbaar gebruik. Maar land is meer dan alleen ruimte of grondgebied. Als we land en de bijbehorende bodemrijkdommen met ons allen duurzaam willen gebruiken, moeten eigenaren, regelgevers en gebruikers, van lokaal tot mondiaal niveau, met elkaar samenwerken.

'Land' kan in ons dagelijkse taalgebruik heel veel verschillende betekenissen hebben. Soms bedoelen we er een gebied mee op het oppervlak van de landmassa van onze planeet. Maar het begrip kan ook de bodem, gesteente, zand of waterlichamen op het oppervlak en in de bovenste lagen van de aarde aanduiden. In weer andere gevallen bedoelen we er ook alle mineralen en andere rijkdommen in een gebied mee - zoals grondwater, olie en edelstenen - die zich dieper in de bodem bevinden. En voor plattelandsgemeenschappen of hobbytuiniers in de stad kan land zelfs staan voor een persoonlijke, culturele band met de landelijke manier van leven, of een band met de natuur.

Land: handelswaar of publiek bezit?

De marktwaarde van land (een bepaald gebied) kan sterk verschillen, afhankelijk van het gebruik, de locatie en de rijkdommen die het te bieden heeft. De geschiedenis telt vele verhalen over afgelegen of weinig geliefde gebieden waar na de vondst van olie of goud de grondprijzen omhoogschoten. Even talrijk zijn de voorbeelden van stadsdelen die zich van marginale wijken plotseling tot hotspots ontwikkelden, met stijgende grond- en vastgoedprijzen als gevolg - zoals Kreuzberg

in Berlijn, oorspronkelijk een buitenwijk langs de Berlijnse muur. Productieve grond kan ook een internationaal handelsgoed of investering zijn voor multinationals die overal in de wereld zijn voor grote stukken land opkopen, vaak ten koste van kleinschalige lokale productie.

Het aanmerken van land als privébezit (als een handelsgoed dat kan worden gekocht en verkocht) is een concept dat per cultuur en per tijdsperiode verschilt. In traditioneel nomadische culturen, zoals de Sami in Noord-Finland en Zweden, is seizoensmigratie altijd de norm geweest, ook nu nog, zij het in mindere mate. Men legt er uitgestrekte afstanden af en leeft onderweg van de rijkdommen die de natuur te bieden heeft. Deze manier van leven vereist onbelemmerde toegang tot het landschap en de bijbehorende hulpbronnen. Het land wordt door de gemeenschap als geheel gebruikt en verzorgd. Daarbij zijn het land en de boven- en ondergrondse rijkdommen gemeenschappelijk bezit.

Land kan ook **een gedeelde ruimte en een gedeeld goed** zijn dat is aangewezen voor gebruik door een specifieke gemeenschap. In veel Turkse dorpen hebben de inwoners toegang tot duidelijk gemarkeerde weidegrond waarop de kudden van



het betreffende dorp mogen grazen. Het wettelijke eigendom van het land kan berusten bij de staat of het dorp als gemeenschap, maar het dorp heeft het recht om de ruimte te gebruiken en te beslissen over hoe deze wordt gedeeld.

In sommige opzichten is deze manier van gebruik vergelijkbaar met die van andere openbare ruimtes. In stedelijke gebieden kunnen de autoriteiten bepaalde gebieden, zoals parken, openbare pleinen of voetgangerszones, aanwijzen voor gezamenlijk gebruik voor iedereen. Openbare ruimten kunnen land zijn dat eigendom is van de staat of van een overheidsinstantie.

Europa kent naast gemeenschappelijke **openbare ruimten** ook gebieden die duidelijk en wettelijk zijn aangemerkt als **privébezit**, en eigendom zijn van individuen of rechtspersonen, zoals bedrijven of organisaties. De grenzen van dit soort gebieden zijn duidelijk afgebakend, vaak met een hek of een muur, en vastgelegd en erkend door een officiële instantie, zoals het kadaster of de gemeente. Ongeacht het type landeigendom kunnen overheidsinstanties, via ruimtelijke-orderingswetgeving, beslissen over de bestemming van specifieke gebieden, bijvoorbeeld wonen, bedrijvigheid, industrie of landbouw.

Bossen: openbaar of privébezit?

Het beheer van land en de bijbehorende hulpbronnen is nooit zwart-wit. Een gebied dat is aangemerkt als privébezit onder particulier beheer kan tegelijk fungeren als openbare ruimte met openbaar nut. Het komt voor dat een gebied wordt beschouwd als een openbare ruimte met openbaar nut, terwijl de hulpbronnen die het gebied oplevert handelsgoederen zijn die eigendom zijn van de wettelijke eigenaar. Een goed voorbeeld zijn de bossen in Finland.

Finland is voor meer dan 70% bedekt met bos en zo'n 60% van de Finse bossen⁶⁸, ondergebracht in zo'n 440 000 holdings, is eigendom van bijna 1 miljoen privépersonen of families. Deze relatief kleine bospercelen (gemiddeld 23 hectare per holding, ongeveer gelijk aan 32 voetbalvelden) worden van generatie op generatie doorgegeven. In de loop der tijd is het aantal landbouwers/boseigenaren aanzienlijk afgenomen, deels door vergrijzing van de bevolking en het wegtrekken van jonge mensen naar de stad. Het merendeel van de bouseigenaren bestaat tegenwoordig uit gepensioneerden en het praktische beheer van de meeste gebieden is in handen van een groot netwerk van eigenarenverenigingen, verspreid over Finland. Aan de andere kant zijn deze privébossen opengesteld voor alle Finnen, zodat iedereen ervan profiteert.

Maar liefst meer dan 60% van de bossen in Europa⁶⁹ is privébezit. Dit percentage verschilt wel per land en varieert van 75% in Zweden en Frankrijk tot minder dan 25% in Griekenland en Turkije. Bosbeheer en bosbouwactiviteiten kunnen onder beheer van publieke instanties vallen, of in handen zijn van particuliere bosbouwbedrijven.

Bij wie ligt de zorgplicht?

Om land en bodemrijkdommen te beschermen en het gebruik ervan te regelen, hebben verschillende beleidsniveaus regelgeving uitgewerkt en maatregelen doorgevoerd. In Europa kunnen deze variëren van lokale bestemmingsplannen tot Europese wetgeving voor een beperking van industriële bodemverontreiniging. En van het verbinden van groene gebieden tot het beperken van fragmentatie en het uitbreiden van beschermde gebieden voor behoud van de natuurlijke diversiteit. Een aantal van deze maatregelen is nauw verbonden met economische

sectoren of specifieke beleidsdomeinen. Zo zijn landbouwers onder het [gemeenschappelijk landbouwbeleid](#)⁷⁰ van de EU verplicht een aantal praktijken toe te passen om een 'goede landbouw- en milieueconditie' te bereiken. Een ander voorbeeld is het [zevende milieuctieprogramma](#)⁷¹, dat richtinggevend is voor het Europees milieubeleid tot 2020. Hierin is de niet-bindende doelstelling 'geen netto ruimtebeslag tegen 2050' opgenomen, die de uitbreiding van stedelijke gebieden ten koste van vaak vruchtbare landbouwgrond en bosgebieden een halt moet toeroepen. Ondanks dit soort maatregelen ontbreekt een samenhangende en alomvattende reeks beleidslijnen voor land en bodem. In een recent [rapport](#)⁷² van de Europese Rekenkamer wordt benadrukt dat de risico's verbonden aan woestijnvorming en bodemdegradatie toenemen en dat er onvoldoende samenhang is tussen de beleidsmaatregelen. Het advies van de rekenkamer is onder meer dat er een methodologie wordt ontwikkeld voor vaststelling van de mate van woestijnvorming en landdegradatie in de EU. Ook adviseert zij dat er voor lidstaten richtsnoeren worden ontwikkeld voor bodembescherming en om een halt toe te roepen aan bodemdegradatie.

De verantwoordelijkheid voor de praktische uitvoering van dit soort beleidsdoelen ligt niet alleen bij individuele betrokkenen, zoals landbouwers, consumenten of stedenbouwkundigen. Het is waar dat onze consumptiekeuzes, zoals het niet kopen van verzorgingsproducten met microplastics, ons eetpatroon en onze landbouwpraktijken van invloed zijn op de gezondheid van land en bodem, maar er zijn nog veel meer factoren en stakeholders die een rol spelen. Landbouwers kiezen soms onder druk van factoren als marktprijzen voor voedsel en grond, de productiviteit van land, klimaatverandering en

druk van stadsuitbreiding noodgedwongen voor monocultuur of intensieve landbouwpraktijken om economisch levensvatbaar te blijven. Met het oog daarop is het niet vreemd dat veel landbouwgemeenschappen in Europa kampen met het uit productie nemen van landbouwgrond en naar de stad wegtrekkende jongeren, zeker in gebieden met een lage landbouwproductiviteit. En soms willen stedenbouwkundigen de stadsuitbreiding wel beperken door oude industrieterreinen om te vormen tot woonwijken, maar ontbreekt het de autoriteiten aan de benodigde middelen. In veel gevallen is de reiniging en sanering van de grond op industrieterreinen duurder dan de infrastructuur uitbreiden en op omliggende landbouwgrond bouwen.

Wie is verantwoordelijk?

Op sommige beleidsgebieden, zoals bodemverontreiniging, is de toekenning van verantwoordelijkheden een heel ingewikkelde zaak. Zo kan de verontreiniging op een akker bijvoorbeeld deels veroorzaakt zijn door overmatig gebruik van meststoffen en bestrijdingsmiddelen door de landbouwer. Daarnaast kunnen er nog andere verontreinigende stoffen in de bodem zitten die afkomstig zijn uit de transport-, industrie- of energiesector en door wind en regen of overstromingen zijn meegevoerd. En uiteindelijk profiteert de hele samenleving ervan dat er op de akker voedsel wordt verbouwd en naar de steden wordt vervoerd.

Een aantal bodemrijkdommen, zoals zand en grind, zijn wereldwijd verhandelde grondstoffen. Eindgebruikers kunnen zich op grote afstand van de winningslocatie bevinden. Volgens [een recent rapport van het Milieuprogramma van de Verenigde Naties](#)⁷³ (UNEP) is de wereldwijde

vraag naar zand de laatste twee decennia verdrievoudigd als gevolg van verstedelijking en infrastructuurontwikkelingen. Regelgeving en handhaving voor delfstoffenwinning kunnen van land tot land verschillen. Samen met een groeiende vraag en illegale zandwinning kunnen deze verschillen in regelgeving zorgen voor extra druk op toch al kwetsbare ecosystemen waar zand wordt gewonnen, zoals rivieren en kustgebieden. Op dezelfde manier kunnen ook andere mijnbouwactiviteiten – winning van kolen, kalksteen, edelmetalen of edelstenen – een grote impact hebben (bijv. verontreiniging of verwijdering van de teellaag) op ecosystemen in de nabijheid van de winningslocatie.

Een andere bestuurlijke uitdaging is het maken van afspraken over duidelijk meetbare doelen. We weten bijvoorbeeld dat organisch bodemmateriaal – zoals plantenresten – essentieel is voor een gezonde, productieve bodem en voor het temperen van de klimaatverandering. Met het oog hierop heeft de EU zich in haar [Stappenplan voor efficiënt hulpbronnengebruik in Europa](#)⁷⁴ ten doel gesteld om de hoeveelheid organisch bodemmateriaal te laten toenemen. Maar hoe kunnen we nauwkeurig meten hoe goed we daarin slagen, als we niet weten hoeveel organisch materiaal de Europese bodem op dit moment bevat? Dat is de reden dat het Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek van de Europese Commissie het initiatief heeft genomen voor een eerste [bodemonderzoek](#)⁷⁵ met zo'n 22 000 bodemonsters uit de hele EU.

Bodem en land worden steeds meer erkend als onmisbare, eindige hulpbronnen voor Europa en de wereld, die onder steeds grotere druk komen te staan, onder meer door klimaatverandering en biodiversiteitsverlies. Zo biedt een recent verschenen [speciaal rapport](#)⁷⁶





van het Intergouvernementele Panel inzake klimaatverandering een mondiaal perspectief op toekomstige uitdagingen, door in de context van klimaatverandering te kijken naar landdegradatie, duurzaam landbeheer, voedselveiligheid en fluxen van broeikasgassen in terrestrische ecosystemen. Een [rapport van het IPBES](#) (intergouvernementeel platform voor wetenschap en beleid inzake biodiversiteit en ecosysteemdiensten) benadrukt de omvang en gevolgen van landdegradatie in de wereld⁷⁷. Een meer [recente wereldwijde beoordeling](#)⁷⁸ van het IPBES wijst op de steeds snellere afname van de biodiversiteit, inclusief op het land levende soorten, die onder meer wordt veroorzaakt door veranderingen in landgebruik.

In recente jaren is deze erkenning geleidelijk vertaald naar overkoepelende doelen en structuren. De doelstellingen voor duurzame ontwikkeling van de Verenigde Naties – en in het bijzonder [SDG 15: Leven op het land](#)⁷⁹ en [SDG 2: Geen honger](#)⁸⁰ – zijn afhankelijk van een gezonde bodem en duurzaam landgebruik. Het [Global Soil Partnership](#)⁸¹ van de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties (FAO) streeft samen met regionale samenwerkingsverbanden naar beter bestuur en bevordering van een duurzaam beheer van de bodem, door alle belanghebbenden, van landgebruikers tot beleidsmakers, bijeen te brengen voor het bespreken van bodemkwesties. In veel Europese beleidsdocumenten, waaronder de [thematische strategie inzake bodembescherming](#)⁸² en de [biodiversiteitsstrategie](#)⁸³ van de EU, wordt opgeroepen tot bescherming van de bodem en waarborging van duurzaam gebruik van land en de bijbehorende rijkdommen.

Door de bestuurlijke complexiteit rond land en bodem zijn er ondanks deze wereldwijde

en Europese inspanningen nog nauwelijks bindende doelstellingen, stimuleringsmiddelen en maatregelen voor de bescherming van land- en bodemrijkdommen.

Wel wordt er op meerdere plaatsen in de samenleving gewerkt aan initiatieven voor een beter beheer van land en bodem. Voorbeelden zijn initiatieven voor beter milieutoezicht, voorstellen voor beleidshervormingen (bijv. op het gebied van landbouw), onderzoeksinitiatieven en organisaties die milieuvriendelijke landbouw promoten, maar ook consumenten die duurzame producten kopen. Uiteindelijk liggen de zorgplicht en de verantwoordelijkheid bij ons allemaal; wij zelf zijn de gebruikers, eigenaren, regelgevers, beheerders en consumenten van land en bodem.

Bodem en de doelstellingen voor duurzame ontwikkeling van de Verenigde Naties

Veel mondiale beleidskaders, waaronder de doelstellingen voor duurzame ontwikkeling (*Sustainable Development Goals*, SDG's) van de Verenigde Naties, zijn direct en indirect gericht op land en bodem. Zonder een gezonde bodem en een duurzaam landgebruik kunnen veel van deze SDG's onmogelijk worden gehaald. Hieronder volgt een overzicht van de SDG's die sterk verband houden met de bodem.



Belangrijke bronnen

Rapporten van het Europees Milieuagentschap

- EEA Report No 5/2016 European forest ecosystems
- EEA Report No 31/2016 Land recycling in Europe
- EEA Report No 10/2017 Landscapes in transition
- EEA Report No 16/2017 Food in a green light
- EEA Report No 7/2018 European waters — Assessment of status and pressures 2018
- EEA Report No 11/2018 Mercury in Europe's environment
- EEA Report No 16/2018 Trends and projections in Europe 2018
- EEA Report No 18/2018 Chemicals in European waters — Knowledge developments
- EEA Report No 23/2018 Industrial waste water treatment — Pressures on Europe's environment
- EEA Report No 26/2018 Natural capital accounting in support of policymaking in Europe
- EEA Report No 04/2019 Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe

Indicatoren van het Europees Milieuagentschap

- EEA indicator on Land take
- EEA indicator on Industrial pollution in Europe
- EEA indicator on Imperviousness and imperviousness change
- EEA indicator on Contaminated sites
- EEA indicator on Land recycling and densification
- EEA indicator on Landscape fragmentation pressure from urban and transport infrastructure expansion

Databases en viewers van het Europees Milieuagentschap

- Land take database and viewer
- Imperviousness database and viewer
- 20 years land cover and land use database and viewer
- Land cover country fact sheets
- Land recycling database and viewer
- Natura 2000 database and viewer
- Corine Land Cover data set
- Copernicus Urban Atlas

Overige bronnen

- European Commission — [Soil policy documents](#)
- European Commission Joint Research Centre — [JRC European Soil Datacentre](#)
- European Commission Joint Research Centre — [European Atlas of Soil Biodiversity](#)
- European Commission Joint Research Centre — [LUCAS 2018 Soil component: sampling instructions for surveyors](#)
- European Court of Auditors — [Special report n°33/2018: Combating desertification in the EU: a growing threat in need of more action](#)
- Food Agriculture Organization (FAO) — [Status of the World Soil Resources](#) report
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) — [The assessment report on Land Degradation and Restoration](#)
- IPBES — [The global assessment report on Biodiversity and Ecosystem Services](#)
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) — [Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems](#)



Eindnoten

- 1 www.ipbes.net/system/tdf/spm_3bi_ldr_digital.pdf?file=1&type=node&id=28335
- 2 www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment
- 3 <https://www.eea.europa.eu/publications/cc-adaptation-agriculture>
- 4 www.copernicus.eu/en
- 5 www.ipbes.net/assessment-reports/ldr
- 6 https://ec.europa.eu/regional_policy/en/policy/what/territorial-cohesion/
- 7 www.eea.europa.eu/about-us/who
- 8 <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/land-cover-and-change-statistics>
- 9 <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/european-cities-territorial-analysis-characteristics-and-trends-application-luisa-modelling-platform>
- 10 www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/mobility-and-urbanisation-pressure-on-ecosystems/assessment
- 11 https://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/strategy/index_en.htm
- 12 https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm
- 13 www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026483771200066X
- 14 www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901115300654
- 15 <https://prtr.eea.europa.eu/#/home>
- 16 www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-recycling-and-densification/assessment-1
- 17 <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/land-recycling>
- 18 www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/land-take-statistics
- 19 www.fao.org/news/story/en/item/1071012/icode/
- 20 www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016
- 21 www.eea.europa.eu/en/Pages/DocItem.aspx?did=48393
- 22 www.eea.europa.eu/publications/cc-adaptation-agriculture
- 23 www.theguardian.com/environment/2019/apr/03/a-natural-solution-to-the-climate-disaster
- 24 https://ec.europa.eu/environment/soil/review_en.htm
- 25 www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2018-climate-and-energy
- 26 www.ipcc.ch/report/srcc/
- 27 www.fao.org/documents/card/en/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/
- 28 <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/cd486e15-27c7-11e6-914b-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF>
- 29 https://ec.europa.eu/environment/soil/three_en.htm
- 30 https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_en
- 31 https://ec.europa.eu/clima/policies/forests/lulucf_en
- 32 <https://land.copernicus.eu/>
- 33 www.fao.org/tempref/Fl/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706e/x6706e07.htm
- 34 <https://phys.org/news/2018-03-soil-bacterium-penicillin-duty.html>
- 35 www.technologyreview.com/s/533966/from-a-pile-of-dirt-researchers-discover-new-antibiotic/
- 36 <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/atlas-soil-biodiversity>
- 37 www.nhbs.com/atlas-francais-des-bacteries-du-sol-atlas-of-french-soil-bacteria-book
- 38 www.fao.org/global-soil-partnership/en/
- 39 <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>
- 40 www.copernicus.eu/en
- 41 www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-take-2/assessment-1
- 42 www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/land-take-statistics
- 43 www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/imperviousness-change-1/assessment

- 44 www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/imperviousness-in-europe#tab-based-on-data
- 45 https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm
- 46 www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/natura-2000-data-viewer
- 47 <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas>
- 48 www.gsa.europa.eu/european-gnss/galileo/galileo-european-global-satellite-based-navigation-system
- 49 www.eea.europa.eu/publications/natural-capital-accounting-in-support
- 50 https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/cap-glance_en
- 51 https://ec.europa.eu/agriculture/envir/soil_en
- 52 https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farms_and_farmland_in_the_European_Union_-_statistics
- 53 www.eea.europa.eu/publications/food-in-a-green-light
- 54 www.globalcarbonproject.org/methanebudget/
- 55 https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-69163-3_4
- 56 www.eea.europa.eu/publications/food-in-a-green-light
- 57 https://ec.europa.eu/food/safety/food_waste_en
- 58 www.fao.org/state-of-food-security-nutrition/en/
- 59 http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=hlth_dm030&lang=en
- 60 https://ec.europa.eu/food/safety/food_waste/eu_actions_en
- 61 www.un.org/sustainabledevelopment/hunger/
- 62 www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/
- 63 https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Extra-EU_trade_in_agricultural_goods
- 64 <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biofuels/sustainability-criteria>
- 65 www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment
- 66 <https://news.un.org/en/story/2019/06/1040621>
- 67 https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html
- 68 www.fao.org/3/a1346e/a1346e12.htm
- 69 www.eea.europa.eu/publications/european-forest-ecosystems
- 70 https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/cap-glance_en
- 71 <https://ec.europa.eu/environment/action-programme/>
- 72 www.eca.europa.eu/en/Pages/DocItem.aspx?did=48393
- 73 www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/rising-demand-sand-calls-resource-governance
- 74 https://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/about/roadmap/index_en.htm
- 75 <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/43bd384b-0251-11e7-8a35-01aa75ed71a1>
- 76 www.ipcc.ch/report/srcc/
- 77 www.ipbes.net/assessment-reports/ldr
- 78 www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment
- 79 www.un.org/sustainabledevelopment/biodiversity/
- 80 www.un.org/sustainabledevelopment/hunger/
- 81 www.fao.org/global-soil-partnership/about/why-the-partnership/en/
- 82 https://ec.europa.eu/environment/soil/index_en.htm
- 83 https://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/strategy/index_en.htm

EEA Signalen 2019

Land en bodem in Europa

Zonder gezond land en een gezonde bodem kunnen we niet leven. Het grootste deel van ons voedsel wordt op land verbouwd en we bouwen er onze huizen op. Land is van levensbelang voor alle soorten dieren en planten – of ze nu op het land of in het water leven. De bodem, een van de essentiële onderdelen van land, is een zeer complex en vaak ondergewaardeerd element, dat bruist van het leven. Helaas is ons land- en bodemgebruik in Europa en de rest van de wereld op dit moment niet duurzaam. En dat heeft een grote impact op het leven op het land.

Europees Milieuagentschap

Kongens Nytorv 6
1050 Copenhagen K
Denemarken

Tel: +45 33 36 71 00
Internet: eea.europa.eu
Informatie: eea.europa.eu/enquiries



Bureau voor publicaties
van de Europese Unie

Europees Milieuagentschap



THAP-19-001-NL-N
10.2800/41140

© EEA

