

BODEM ALS NATUURLIJK KAPITAAL

KVAB denkersrapport 2020

Richard Bardgett
Joke Van Wensem



KVAB STANDPUNTEN

70

Koninklijke Vlaamse Academie van België
voor Wetenschappen en Kunsten - 2021

BODEM ALS NATUURLIJK KAPITAAL

KVAB DENKERSRAPPORT 2020



KVAB Press

KVAB STANDPUNTEN

70

Concept cover: Francis Strauven
Cover design: Charlotte Dua
Image: Shutterstock

The drawing of the Palace of the Academies is a reproduction of the original perspective made by Charles Vander Straeten in 1823. The logo of the KVAB was designed in 1947 by Jozef Cantré..

The KVAB Position Papers (Standpunten) are published by the Royal Flemish Academy of Belgium for Science and the Arts, Hertogsstraat 1, 1000 Brussel.
Tel. 00 32 2 550 23 23 – info@kvab.be – www.kvab.be

BODEM ALS NATUURLIJK KAPITAAL

KVAB DENKERSRAPPORT 2020

Richard Bardgett
Joke Van Wensem



BODEM ALS NATUURLIJK KAPITAAL

INHOUD

Dankbetuiging	7
Samenvatting	8
De Denkerscyclus.....	8
Aanbevelingen van de Denkers	8
Impact van dit programma	10
Executive summary	12
The Thinkers' Programme.....	12
Recommendations of the Thinkers	12
Impact of the Programme	14
1. Voorwoord	16
Reeks Standpunten	16
2. Denkerscyclus 'Bodem als natuurlijk kapitaal'.....	17
Leeswijzer.....	18
3. Waarom 'bodem als natuurlijk kapitaal'?	19
4. Internationale oproep tot actie.....	21
5. Gezonde bodems voor duurzaam landbeheer	23
5.1 Context.....	23
5.2 Risico's voor Vlaamse bodems	25
5.3 Kansen voor het beschermen en bevorderen van de bodemgezondheid.....	27
5.4 Kernboodschap	29
6. Het belang van bodems in een veranderend klimaat.....	31
6.1 Context.....	31
6.2 Risico's van klimaatverandering voor bodems in Vlaanderen	32
6.3 Opportuniteiten voor bodems in een veranderend klimaat.....	35
6.4 Kernboodschap	37
7. Toeëigening van bodems als natuurlijk kapitaal	38
7.1 Context.....	38
7.2 Beleidsinstrumenten om de bodemgezondheid in Vlaanderen te waarborgen	40
7.2.1 Naleving van internationaal en EU-beleid	40
7.2.2 Voorkomen van bodemdegradatie door intensieve landbouw .	41
7.2.3 Wetgeving om bodemafdrift te beperken	42
7.2.4 Monitoring van bodemgezondheid	43

7.2.5 Waardering van bodems als natuurlijk kapitaal	44
7.2.6 Culturele waarden	44
8. Conclusies en aanbevelingen	46
Bibliografie	48
Appendix: Lijst van activiteiten en vergaderingen met stakeholders.....	51

Dankbetuiging

De Denkers zijn de Academie zeer dankbaar, in het bijzonder Willy Verstraete, Kris Verheyen, Steven Sleutel, Anne Gobin, Erik Smolders en Inez Dua voor hun vertrouwen, discussies en steun tijdens de Denkerscyclus. We danken hen en Martine Swerts, Greet Ruyschaert, Griet van Gestel en Hans Leinfelder voor het verstrekken van nuttige commentaren op eerdere versies van het rapport, en ook alle presentatoren en deelnemers van de fact-finding sessies en de onsite visits voor het delen van hun kennis en meningen.

Samenvatting

De Denkerscyclus

Vanuit de Klasse Technische Wetenschappen werd in 2019 het initiatief gelanceerd om in 2020 een Denkerscyclus te organiseren rond uitdagingen en opportuniteiten voor het behoud en de versterking van ons natuurlijk bodemkapitaal in de 21ste eeuw. De coördinatie van de cyclus was in handen van een kernteam bestaande uit Kris Verheyen (UGent), Steven Sleutel (UGent), Anne Gobin (VITO) en Erik Smolders (KU Leuven), bijgestaan door een stuurgroep o.l.v. Willy Verstraete die bestond uit leden van de Academie.

Richard Bardgett, Brits bodemecoloog, professor aan Manchester University en voormalig voorzitter van de British Ecological Society stond in voor het academisch perspectief. Joke van Wensem, , adviseur van het ministerie voor Milieu in Nederland en voorzitter van de Nederlandse Bodemkundige Vereniging, verzorgde het beleidsmatig perspectief

Om de Denkers in contact te brengen met zo veel mogelijk Vlaamse relevante actoren werden drie 'fact finding'-sessies georganiseerd (7 november 2019, 13 februari 2020 en 7 oktober 2020). De sessies gingen over (1) gezonde bodems voor duurzaam landbeheer in de 21ste eeuw; (2) het belang van bodems in een veranderend klimaat; (3) toe-eigening van bodems als natuurlijk kapitaal. Deelnemers bezochten ook het Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO) en de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) om te leren over het onderzoek van experts en de bestaande overheidsprogramma's met betrekking tot bodem als natuurlijk kapitaal. Er werd een samenvatting gemaakt en een vergadering werd belegd met de kabinetten van de ministers Zuhair Demir (Omgeving) en Hilde Crevits (Landbouw). De conclusies van de Denkers werden gepresenteerd tijdens een online slotevent op 8 februari 2021.

Aanbevelingen van de Denkers

Gezonde bodems zijn een natuurlijk kapitaal, essentieel voor de voedselproductie en het behoud van biodiversiteit, en dus voor ons welzijn. Tijdens de discussies uitten de meeste wetenschappers en experts hun bezorgdheid over het verlies van dit natuurlijk bodemkapitaal in Vlaanderen. De redenen daar voor zijn talrijk, maar de belangrijkste oorzaken zijn bodemdegradatie door intensieve landbouwpraktijken, bodemafdichting (verharding) door gebouwen en infrastructuur, klimaatverandering en vervuiling.

De Denkers merkten op dat er in Vlaanderen een schaarste is aan informatie over bodembiodiversiteit, over de rol van bodems bij het ondersteunen van de multifunctionaliteit van ecosystemen en over de veerkracht van bodems in het licht van klimaatverandering.

Ze leerden ook dat Vlaanderen nog geen geïntegreerde actie onderneemt om de bodemgezondheid te monitoren en hierover te rapporteren, om bijvoorbeeld trends op te sporen op het vlak van organische koolstof in de bodem of in diffuse bodemverontreiniging. Dit is verrassend, aangezien Vlaanderen veranderingen in bodemkoolstof moet rapporteren als gevolg van het COP 21-akkoord van Parijs en men robuuste bodeminformatie over landgebruik nodig heeft om te voldoen aan het EU- en internationaal beleid.

De zorg voor bodemgezondheid is niet uniek voor Vlaanderen, hoewel de Denkers in Vlaanderen enkele punten van bijzondere zorg zien:

- Grondbezit zorgt voor bijzondere problemen voor de bodems van Vlaanderen, aangezien er momenteel geen langetermijnbeheer voor de bodem is, wat leidt tot een achteruitgang van de kwaliteit van landbouwbodems, inclusief koolstofverlies, erosie en verdichting in de bodem als gevolg van slecht landbeheer.
- De bodemafdichting door gebouwen en infrastructuur vormt een grote bedreiging voor de bodem als natuurlijk kapitaal. Die verharding vindt in Vlaanderen plaats met een snelheid van circa 6 hectare per dag, waarvan ongeveer de helft wordt afgedekt door ondoordringbaar materiaal. Daardoor wordt aan veel cruciale ecosysteemfuncties die bodems vervullen een halt toegeroepen.
- Het verlies van het natuurlijk bodemkapitaal in Vlaanderen vormt een bedreiging voor het menselijk welzijn en brengt het vermogen van Vlaanderen in gevaar om internationale overeenkomsten na te leven zoals de 'no debit'-regel van de EU-verordening over de balans broeikasgassen in relatie tot bodemgebruik (LULUCF), de Kaderrichtlijn Water en het Verdrag inzake Biologische Diversiteit.
- Het vermogen om de bodem in Vlaanderen te beschermen wordt belemmerd door de afwezigheid van een organisatie die de algemene verantwoordelijkheid draagt voor de monitoring en bescherming van het natuurlijk bodemkapitaal, en ook door de versnippering van taken voor bodembescherming over een brede waaier van politieke bevoegdheden.

Om het natuurlijk kapitaal van de bodems in Vlaanderen beter te beschermen en te herstellen en om te voldoen aan het EU- en internationaal beleid, bevelen de Denkers het volgende aan:

- Alle bodems, ongeacht wie hun eigenaar is, beschouwen als een algemeen goed dat zorgt voor welzijn voor iedereen in Vlaanderen en zo elke landeigenaar, van boer tot tuinier, verplichten de bodem te waarderen en te verzorgen. Men kan wetgevende opties en stimuli gebruiken om landbouwers

en andere landgebruikers te belonen voor het beschermen en herstellen van de bodemgezondheid, maar er is ook behoefte aan maatregelen om alle geledingen van de samenleving bewust te maken van het belang van natuurlijk bodemkapitaal.

- Een holistisch bodemmonitoringprogramma ontwikkelen op basis van meerdere dimensies van bodemgezondheid, inclusief chemische, fysische en biologische eigenschappen, en bodemfuncties. Zo kan men de huidige toestand en ontwikkeling meten van het natuurlijk kapitaal dat door bodems wordt verschaft bij alle vormen van landgebruik.
- Open land en bodems beschermen door compacter te bouwen en infrastructuur te bundelen en door ervoor te zorgen dat bij planningsbeslissingen ten volle rekening wordt gehouden met natuurlijk bodemkapitaal. Het recent gepubliceerde ruimtelijk beleidsplan moet gelden voor alle nog ongebruikte bouwgronden en er moeten financiële middelen beschikbaar worden gesteld aan gemeenten om met 'planschade' om te gaan. Het verwijderen van afdichting moet worden beschouwd als een compensatiemethode voor nieuwe gebouwen en infrastructuur.
- Beperken van beheerpraktijken in de landbouw die het natuurlijk kapitaal van de bodem aantasten. Dit kan met methoden die zijn ontwikkeld voor duurzaam landbouwgrondgebruik, waaronder compensatie voor de maatschappelijke dienstverlening van landbouwgrond (de 'prijzij'), en door betere pachtcontracten aan te gaan, m.a.w. door de Pachtwet te wijzigen, waardoor grondeigenaars niet langer hun toevlucht gaan zoeken in vaak destructieve seizoenpacht.
- Zich inzetten voor het beschermen en vergroten van de klimaatbestendigheid van bodems en de bijdrage van bodems aan klimaatmitigatie, door het beschermen en opbouwen van organische koolstof in de bodem en het in stand houden van gezonde bodems met een hoge biodiversiteit.
- Een commissie voor geïntegreerd bodembeleid oprichten met overheidsorganisaties, wetenschappers en belanghebbenden die zich bezighouden met bodemgezondheid. Proactief samenwerken met internationale organisaties en profiteren van, de internationale inspanningen om bodemdegradatie, klimaatverandering en verlies van biodiversiteit tegen te gaan.

Impact van dit programma

De jongste Vlaamse regeringsverklaring gaat uitvoerig in op het thema 'bodem'. Er is een toezegging om het bodemmonitoringsprogramma op te starten. Het gesprek met de kabinetten toonde aan dat dit programma en de bijbehorende

subsidie, gedragen door twee ministers (landbouw en omgeving), nog niet was opgestart. Deze 'herinnering' aan die belofte door de Denkers en het kernteam heeft ertoe geleid dat de gesprekken opnieuw opgestart werden én dat het programma recent (april 2021) werd goedgekeurd. Dit initiatief heeft dus zeker een duw in de juiste richting gegeven.

Meer nog: het Denkersrapport werd opgepikt in het Vlaams Parlement op 2 maart 2021, waar een parlements lid van Groen aan de minister Zuhair Demir een vraag richtte over de toestand van de bodem die het belang van dit programma herbevestigde:

<https://www.vlaamsparlement.be/commissies/commissievergaderingen/1483510/verslag/1485185>

Ook in de pers (DS, VILT) werd het eindverslag opgepikt.

Executive Summary

Soil as natural capital KVAB Thinkers' report

The Thinkers' Programme

The Class of Technical Sciences of KVAB took the initiative for this Thinkers' Programme on 'Challenges and opportunities for preservation and strengthening soils as natural capital in the 21st century'. Supported by a steering committee chaired by Willy Verstraete and consisting of Academy members, the general coordination is led by a core committee consisting of Kris Verheyen (UGent), Steven Sleutel (UGent), Anne Gobin (VITO) and Erik Smolders (KU Leuven).

Two Thinkers-in-Residence were invited to take part in this programme: Richard Bardgett, British ecologist and professor at the University of Manchester, and past President of the British Ecological Society, who provided an academic perspective; and Joke van Wensem, specialist advisor of the Ministry of Infrastructure and Water Management in the Netherlands, chair of the Dutch Soil Science Society, who provided a policy-oriented perspective on soils as natural capital.

In order to fully understand the Flemish situation, the Thinkers connected with stakeholders, partners and experts by means of a set of 'fact-finding' sessions on 7 November 2019, 13 February 2020 and 7 October 2020. The information provided by these experts was presented in three sessions, entitled: (1) Healthy soils for sustainable land management in the 21st century; (2) The importance of soils in a changing climate; and (3) Appropriation of soils as natural capital. They also visited the Institute for Agricultural, Fisheries and Food Research (ILVO) and Flanders Environment Agency (VMM) to learn from experts on their research and governmental programmes related to soil as natural capital. The Thinkers wrote a summary and scheduled a meeting with the cabinets of Minister Zuhal Demir (Environment) and Minister Hilde Crevits (Agriculture). Their findings were presented during a final online symposium on 8 February 2021.

Recommendations of the Thinkers

There is growing awareness worldwide that healthy soils provide a huge natural capital that is essential for our well-being, and which is reflected in global initiatives to protect soils for climate change mitigation, food production and biodiversity conservation. During our discussions, most scientist and experts expressed concern about the loss of soil natural capital in Flanders. The reasons for this loss of soil natural capital are manifold, but major drivers are soil degradation caused by intensive agricultural practices, climate change, the sealing of soils by buildings and infrastructure, and pollution.

We also noted that there is a scarcity of information on soil biodiversity in Flanders, the role of soils in supporting ecosystem multifunctionality, and the resilience of Flanders' soils to climate change, especially extreme weather events, which are expected to increase in severity and frequency.

We also learned that, as yet, Flanders has no integrated action plan to monitor and report on soil health, for example to detect trends in soil organic carbon or in diffuse soil pollution. This is surprising given that Flanders will need to report changes in soil carbon following the COP 21 Paris agreement and will need robust soil information across land uses to comply with EU and international policy.

The concern for soil health is not unique to Flanders, although we see some issues of particular concern in Flanders:

- Land tenure creates particular problems for the soils of Flanders in that long-term stewardship for soils is currently absent, leading to degradation of agricultural soils, including soil carbon loss, erosion and compaction, due to inappropriate land management. Furthermore, while the value of the natural capital of Flanders' agricultural soil is declining, there is no concerted action to monitor and report on soil health, and it is therefore not possible to track local soil change against regional norms.
- The sealing of soils by buildings and infrastructure poses a major threat to soil as natural capital, and projected rates of soil sealing paint a worrying picture for Flanders' soils. Land-take in Flanders is occurring at a rate of ~6 hectares per day, with about half being sealed by impervious material, thereby putting a halt to many critical ecosystem functions that soils perform. Furthermore, land is often taken from areas where the natural capital of soils is high, thereby contributing disproportionately to a loss of natural capital of soils in Flanders.
- The loss of the natural capital of soils in Flanders is a threat to human well-being and risks the ability of Flanders to comply with international agreements and laws, such as "4 per 1000", launched at the COP 21, the "no debit" rule of the EU regulation on the inclusion of greenhouse gas emissions and removals from land use, land use change and forestry (LULUCF), the Water Framework Directive, and the Convention on Biological Diversity.
- The capacity to protect soil in Flanders is compounded by the absence of an organisation that has overall responsibility for the monitoring and protection of soil natural capital, and the fragmentation of soil protection issues within a wide range of policies.

To better protect and restore the natural capital provided by Flanders' soils and to comply with EU and international (e.g. SDG 15.3 on land degradation neutrality) policy we recommend the following:

- To consider all soils, regardless of their ownership, as a common good that provides well-being for everyone in Flanders, thereby obliging every landowner, from professional farmer to hobby farmer to household gardener, to value and take care of the soil beneath their feet. There is an opportunity to use legislative options and incentives to reward farmers and other land users for protecting and restoring soil health, but there is also a need for measures to raise awareness among all sectors of society about the importance of soil natural capital.
- To develop a holistic soil monitoring programme based on multiple dimensions of soil health, including chemical, physical and biological properties, and soil functions, to monitor the current status and development of natural capital provided by soils across all land uses.
- To protect open land and soils by more compact building and bundling of infrastructure and ensure full consideration of soil natural capital within planning decisions. The recent published spatial policy plan should apply to all still unused building land and finances should be made available for municipalities to deal with 'planschade' (damage caused by planning). De-sealing should be considered as a compensation method for new buildings and infrastructure.
- To strive for a circular agriculture system (kringlooplandbouw), thereby limiting management practices in agriculture and other land uses that damage soil natural capital. This can be achieved using methods that have been developed for sustainable agricultural land use, including compensation for the societal services provided by farmland, and by adopting longer and better land lease contracts.
- To commit to protecting and increasing the climate resilience of soils and the contribution of soils to climate mitigation by protecting and building soil organic carbon and maintaining healthy, biodiverse soils.
- To establish a committee on integrated soil policy involving different government organisations, scientists and stakeholders concerned with soil health, and to pro-actively cooperate with and profit from the international efforts to combat land degradation, climate change and biodiversity loss.

Impact of the Programme

The last Flemish government declaration went into some detail about soil. There was a commitment to start the soil monitoring programme; the discussion with the cabinets showed that this programme, and the accompanying subsidy, backed by two Ministers (agriculture and environment), had not yet started. This "reminder"

of that promise by the Thinkers and the core team has led to the negotiations being restarted and recently approved (April 2021). In other words, this initiative has certainly given a push in the right direction.

More than that, the Thinkers' Report was picked up in the Flemish Parliament on 2 March 2021, when a Member of Parliament from Groen (Belgian Green Party) addressed a question to the Minister Z. Demir about the conditions of the soils in Flanders, which reaffirmed the importance of this programme:

<https://www.vlaamsparlament.be/commissies/commissievergaderingen/1483510/verslag/1485185>

The final report was also picked up in the press (DS, VILT).

1. Voorwoord

Reeks Standpunten

De reeks Standpunten van de Academie is een bijdrage tot een wetenschappelijk onderbouwd debat over actuele wetenschappelijke en artistieke thema's. De auteurs, leden en werkgroepen van de Academie, schrijven in eigen naam, onafhankelijk en met volledige intellectuele vrijheid. De goedkeuring voor publicatie door een of meer klassen van de Academie waarborgt de kwaliteit van de publicatie. Dit Standpunt werd op 18 mei 2021 goedgekeurd voor publicatie door de Klasse van de Technische Wetenschappen.

2. Denkerscyclus 'Bodem als natuurlijk kapitaal'

In 2020 organiseerde de Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen en Kunsten (KVAB) de Denkerscyclus 'Bodem als natuurlijk kapitaal'. In het Denkers-programma nodigt de Academie een of twee prominente wetenschappers ('Denkers') uit om meerdere keren per jaar naar Vlaanderen te komen. De Denkers maken kennis met de specifieke kenmerken van een bepaalde uitdaging waarmee Vlaanderen wordt geconfronteerd en krijgen de kans om het onderwerp te bespreken met wetenschappers, opiniemakers, politici, managers uit de industrie en andere belanghebbenden. Het resultaat van deze Denkers-ervaring wordt geconsolideerd in een kort rapport met aanbevelingen voor de Vlaamse overheid, in dit geval over 'de bodem als natuurlijk kapitaal'.

De Klasse Technische Wetenschappen van KVAB nam het initiatief voor de Denkerscyclus 'Uitdagingen en kansen voor behoud en versterking van bodems als natuurlijk kapitaal in de 21ste eeuw'. Ondersteund door een stuurgroep onder het voorzitterschap van Willy Verstraete was de algemene coördinatie in handen van een kerncomité dat bestond uit Kris Verheyen (UGent), Steven Sleutel (UGent), Anne Gobin (VITO) en Erik Smolders (KU Leuven).

Voor dit programma werden twee Thinkers-in-Residence uitgenodigd:

- Richard Bardgett, Brits bodemecoloog, hoogleraar ecologie aan de Universiteit van Manchester en voormalig voorzitter van de British Ecological Society, die een academische kijk brengt op bodems als natuurlijk kapitaal.
- Joke Van Wensem, gespecialiseerd adviseur van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in Nederland en vicevoorzitter van de Nederlandse Vereniging voor Bodemkunde. Zij bracht een beleidsgerichte kijk op bodems als natuurlijk kapitaal.

Om een overzicht te krijgen en het onderwerp 'bodem als natuurlijk kapitaal' te bespreken met wetenschappers en andere deskundigen van ngo's en (agro) bedrijven¹ werden drie *fact finding sessions* georganiseerd:

- Gezonde bodems voor duurzaam landbeheer in de 21ste eeuw
- Het belang van bodems in een veranderend klimaat
- Aanwending van bodems als natuurlijk kapitaal

Tijdens de *fact finding*-sessies, de discussies en de debriefing met de stuurgroep, ontmoetingen met vertegenwoordigers van het Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedselonderzoek (ILVO) en de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), en met kabinetsleden van de Vlaamse ministers van Leefmilieu en Landbouw, streefde deze Denkerscyclus ernaar de huidige toestand van bodems in Vlaanderen vast te leggen vanuit een 'natuurlijk kapitaal'-perspectief, de huidige en toekomstige

¹ Zie Appendix 1 voor de lijst van bijeenkomsten, de deelnemers en geraadpleegde experts.

bedreigingen voor de bodemgezondheid te identificeren en na te gaan of het huidige bodemgerelateerde beleid afdoende is om het natuurlijk kapitaal van de bodem te behouden en te versterken.

De Denkers hebben hun bevindingen in dit rapport vastgelegd. Zo hopen zij beleidsmakers, industriëlen, landbouwers en burgers te inspireren om de Vlaamse bodems op een duurzamere manier te gebruiken. Dat kan door te erkennen dat gezonde bodems essentiële gemeenschappelijke goederen en diensten bieden, die cruciaal zijn om de urgente maatschappelijke uitdagingen waarmee Vlaanderen geconfronteerd wordt en nog zal worden aan te pakken. Denk dan aan de aanpassing aan en mitigatie van de klimaatverandering, de bescherming van de biodiversiteit en het behoud van een gezonde leefomgeving in een dichtbevolkte regio.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 legt uit waarom bodem waardevol natuurlijk kapitaal is.

Hoofdstuk 3 geeft een kort overzicht van de doelen die internationale initiatieven stellen omtrent bodems.

De hoofdstukken 4-6 vatten de belangrijkste bevindingen van de drie sessies en zijn gestructureerd op basis van context, huidige en toekomstige risico's en mogelijkheden om die aan te pakken.

Hoofdstuk 7 ten slotte vat de belangrijkste bevindingen van de Denkerscyclus 'Bodem als natuurlijk kapitaal' samen en formuleert aanbevelingen voor de Vlaamse overheid, bodemexperts en burgers.

3. Waarom 'bodem als natuurlijk kapitaal'?

Om de waarde van de bodem te begrijpen is het belangrijk eerst stil te staan bij de oorsprong van bodems. Bodemvorming is een zeer langzaam proces, dat honderden tot duizenden jaren in beslag neemt en dat op een geologische tijdschaal moet worden bekeken. Bodemvorming wordt beïnvloed door vijf factoren: moedermateriaal, klimaat, topografie (reliëf), organismen en tijd.

Het minerale materiaal waaruit een bodem ontstaat, wordt moedermateriaal genoemd. Het gesteente is de bron van alle minerale bodemmateriaal en de oorsprong van alle voedingsstoffen voor planten, met uitzondering van stikstof, waterstof en koolstof. Doordat het moedermateriaal chemisch en fysisch wordt verweerd, getransporteerd, afgezet en neergeslagen, en wordt beïnvloed door planten en andere organismen, wordt het langzaam omgezet in bodem.

De bodem is een complex systeem op het grensvlak van atmosfeer, lithosfeer, hydrosfeer en biosfeer, dat het planten-, microbiële, dierlijke en menselijke leven in stand houdt. Bodem is verbonden met water en lucht, met de natuurlijke biogeochemische en hydrologische cycli, en is een belangrijk mondiaal reservoir van biodiversiteit. Door interactie met al deze componenten, vertegenwoordigen bodems een natuurlijk kapitaal dat diensten levert die van fundamenteel belang zijn voor het menselijk welzijn (Figuur 1).



Figuur 1. Schematische voorstelling van ecosystemendiensten geleverd door de bodem (uit Bayeve et al. 2016, overgenomen van <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/284478/>)

Deze ecosystemendiensten omvatten voedsel, voeder, gefilterd water, koolstofopslag en een habitat voor een enorme diversiteit aan micro-organismen, dieren en planten, die op hun beurt deze diensten ondersteunen. Afval en toxische stoffen worden in de bodem afgebroken en bodems ondersteunen veel recreatieve activiteiten en culturele diensten, net als een groot aantal ecologische interacties die de bovengrondse biodiversiteit en het functioneren van terrestrische ecosystemen bepalen.

De diensten die bodems leveren, zijn in de geschiedenis van de mensheid belangrijk geweest, zoals een beroemd gezegde van de Amerikaanse president Franklin Roosevelt aangeeft: 'Een natie die zijn bodem vernietigt, vernietigt zichzelf.' Naties met uitgestrekte gebieden met geschikte bodems voor het leveren van voedsel, voeder, materialen en een solide basis voor infrastructuur, kunnen worden beschouwd als rijke landen, op voorwaarde dat de bodems op een duurzame manier worden onderhouden.

De urgentie om bodems te beschermen en beter te verzorgen, komt voornamelijk voort uit het feit dat ze voortdurend en steeds meer bedreigd worden door vele vormen van druk, waaronder diffuse vervuiling, afdichting en niet-duurzaam landgebruik, zoals intensivering van de landbouw, wat leidt tot bodemerosie, verdichting en verlies van sleutelcomponenten van bodemwerking: organische koolstof en biodiversiteit (Orgiazzi et al. 2016). Bovendien verandert het klimaat snel: enerzijds vormt het veranderende klimaat een directe bedreiging voor de bodemgezondheid, anderzijds verlenen bodems net diensten die van cruciaal belang zijn voor klimaatadaptatie en mitigatie.

Het concept 'bodemgezondheid' is nog aan het evolueren, maar het kan worden beschreven als het voortdurende vermogen van de bodem om meerdere functies (d.w.z. multifunctionaliteit) uit te voeren en planten, dieren en mensen in stand te houden (Lehmann et al. 2020). Bodemgezondheid is ook een overkoepelend principe dat bijdraagt aan duurzaamheid en het 'One Health'-concept, dat erkent dat de gezondheid van mens, dier en ecosystemen sterk met elkaar verbonden is. Om de bodemgezondheid te beschermen en te verbeteren is het noodzakelijk de toestand van de bodems te meten en, waar en wanneer nodig, maatregelen te nemen.

4. Internationale oproep tot actie

De behoefte aan gezonde bodems wordt erkend door supranationale organisaties, waaronder de Verenigde Naties (VN) en de Europese Commissie. Hier zetten we een aantal recente rapporten en initiatieven op een rij die oproepen tot actie omtrent bodembescherming (Kader 1).

Het Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES 2018) en het evaluatierapport over bodemdegradatie en -herstel benadrukken het cruciale belang van gezonde bodems om bodemdegradatie te voorkomen en gedegradeerde gronden te herstellen, wat centraal staat in de VN-proclamatie inzake ecosysteemherstel (United Nations Decade on Ecosystem Restoration, 2021-2030). In 2019 meldde het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2019): 'Land staat al onder toenemende menselijke druk en klimaatverandering vergroot deze druk. Tegelijkertijd kan de beperking van de opwarming van de aarde tot ruim onder de 2 graden Celsius alleen worden bereikt door het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen uit alle sectoren, inclusief land en voedsel.' De VN Duurzame Ontwikkelingsdoelstellingen (Agenda 2030), die in 2015 door alle VN-lidstaten is aangenomen, 'biedt een blauwdruk voor vrede en welvaart voor mens en planeet, nu en in de toekomst'.

De EU beschouwt de bodem als een essentieel ecosysteem dat waardevolle diensten aanreikt, zoals de levering van voedsel, energie en grondstoffen, koolstofvastlegging, waterzuivering, regulering van nutriënten, ongediertebestrijding en ondersteuning van biodiversiteit en recreatie. In de EU worden land en bodem nog steeds aangetast door een breed scala van menselijke activiteiten, vaak gecombineerd met andere factoren. Bij gebrek aan een specifiek wetgevend kader wordt het bodembeschermingsbeleid van de EU vormgegeven door de EU Soil Thematic Strategy, dat voorziet in een aantal andere beleidsinstrumenten, zoals de richtlijn industriële emissies, de richtlijn milieuaansprakelijkheid, de EU-biodiversiteitsstrategie, de EU bosstrategie en het gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB).

Het internationale initiatief '4 per 1000', dat streeft naar een jaarlijkse groei van 0,4% van de organische koolstofopslag (Soil Organic Carbon) in de eerste 30-40 cm bodem, toont aan dat landbouwbodems een cruciale rol kunnen spelen in voedselzekerheid en klimaatmitigatie (Kader 1). Het initiatief werd door Frankrijk gelanceerd op 1 december 2015 tijdens COP 21 en verenigt alle vrijwillige belanghebbenden uit de publieke en private sector. Op basis van solide wetenschappelijke documentatie nodigt het initiatief alle partners uit om praktische acties voor koolstofopslag in de bodem te noemen of uit te voeren zoals agro-ecologie, agro-bosbouw, instandhoudingslandbouw en landschapsbeheer. De ambitie van het initiatief is belanghebbenden aan te moedigen om over te schakelen naar een productieve en veerkrachtige landbouw, gebaseerd op een

passend beheer van gronden en bodems, het creëren van banen en inkomens en zo ook het verzekeren van duurzame ontwikkeling. Momenteel is België noch Vlaanderen een consortiumpartner van dit initiatief.

Onlangs werd het EU-Bodemobservatorium gelanceerd. Dat richt zich op een operationeel EU-bodemmonitoringsysteem dat bodemgerelateerd EU-beleid ondersteunt en dat volledig is geïntegreerd met nationale bodemmonitoringsystemen in de lidstaten. België, en dus ook Vlaanderen, zal moeten voldoen aan de monitoringeisen van het EU-Bodemobservatorium.

Kader 1: Intergouvernementele initiatieven die actie op bodems vereisen

IPBES: dit rapport erkent dat de bestrijding van bodemdegradatie, een alomtegenwoordig en systemisch fenomeen dat in alle delen van de wereld voorkomt, een dringende prioriteit is om de biodiversiteit en ecosysteemdiensten te beschermen die essentieel zijn voor al het leven op aarde en om het menselijk welzijn te verzekeren. Landdegradatie heeft een negatieve invloed op 3,2 miljard mensen en vertegenwoordigt een economisch verlies in de orde van 10% van het jaarlijkse wereldwijde bruto product. Het rapport concludeert dat het vermijden van landdegradatie en het herstellen van gedegradeerde gronden economisch verantwoord is, wat onder meer resulteert in meer voedsel- en waterveiligheid en werkgelegenheid, een betere gendergelijkheid en het vermijden van conflicten en migratie. Het vermijden van landdegradatie en het herstellen van gedegradeerde gronden zijn essentieel om te voldoen aan het United Nations Decade on Ecosystem Restoration (2021-2030), waarin het herstel van een gezonde bodem cruciaal is voor succes.

IPCC, uit de Headline Statements van de samenvatting voor beleidsmakers: duurzaam landbeheer, inclusief duurzaam bosbeheer, kan landdegradatie voorkomen en verminderen, landproductiviteit behouden en soms de negatieve gevolgen van klimaatverandering voor landdegradatie omkeren (zo goed als zeker). Het kan ook bijdragen tot mitigatie en aanpassing (hoge zekerheid). Het verminderen en omkeren van landdegradatie, op schaal van individuele boerderijen tot hele stroomgebieden kan kosteneffectieve, onmiddellijke en langetermijnvoordelen opleveren voor gemeenschappen en kan duurzame ontwikkelingsdoelen (SDG's) ondersteunen, met bijkomende voordelen voor aanpassing (zo goed als zeker) en mitigatie (hoge zekerheid). Zelfs bij de implementatie van duurzaam landbeheer kunnen de grenzen van adaptatie in sommige situaties worden overschreden (gemiddelde zekerheid). Het voedselsysteem, van productie tot consumptie, inclusief voedselverlies en -verspilling, kan worden ingezet en opgeschaald om aanpassing en beperking te bevorderen (hoge zekerheid).

VN Duurzame Ontwikkelingsdoelen: de 17 Duurzame Ontwikkelingsdoelen (SDG's) zijn een dringende oproep tot actie van alle landen in een wereldwijd partnerschap. Ze erkennen dat het beëindigen van armoede en andere ontberingen hand in hand moet gaan met strategieën die de gezondheid en het onderwijs verbeteren, ongelijkheid verminderen, economische groei stimuleren en tegelijkertijd de klimaatverandering aanpakken en werken aan het behoud van onze oceanen en bossen. Doelstelling 15 is gewijd aan het leven op het land en de oproep tot actie luidt: 'Bescherm, herstel en bevorder het duurzaam gebruik van terrestrische ecosystemen, beheer bossen duurzaam, bestrijd woestijnvorming, stop en keer landdegradatie en stop het verlies aan biodiversiteit.'

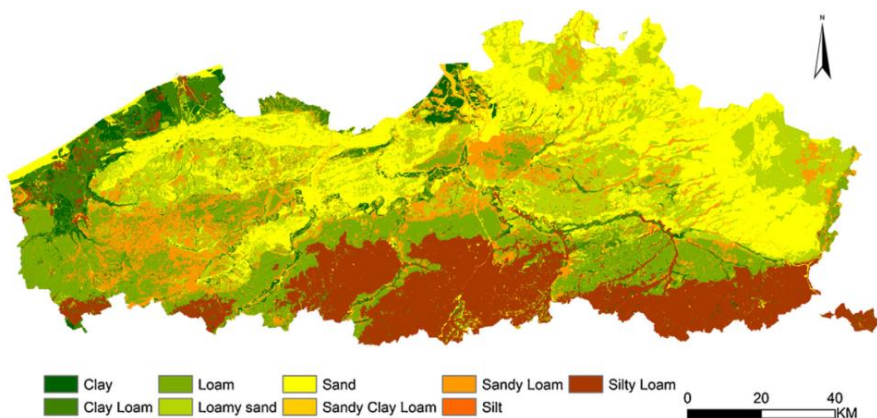
4 per 1000-initiatief: een jaarlijkse groei van 0,4% in de koolstofvoorraden in de bodem, of 4% per jaar in de bovenste 30-40 cm van de bodem, zou de CO²-concentratie in de atmosfeer aanzienlijk verminderen. Dit groeipercentage is geen normatieve doelstelling voor elk land, maar is bedoeld om aan te tonen dat zelfs een kleine toename van de koolstofvoorraad in de bodem (landbouwbodems, met name graslanden en weilanden, en bosbodems) cruciaal is om de bodemvruchtbaarheid en de landbouwproductie te verbeteren en zo bij te dragen tot het bereiken van de langetermijndoelstelling om de temperatuurstijging te beperken tot de +2°C-drempel. Daarboven zijn volgens het IPCC de effecten van klimaatverandering significant. Het '4 per 1000'-initiatief is bedoeld als aanvulling op de noodzakelijke inspanningen om de uitstoot van broeikasgassen, wereldwijd en in het algemeen, in de economie te verminderen. Het is vrijwillig en elk lid bepaalt hoe men wil bijdragen.

5. Gezonde bodems voor duurzaam landbeheer

5.1 Context

Vlaanderen beschikt over een grote diversiteit aan bodems en bestrijkt een verscheidenheid aan bodemtypes. Dat is een gevolg van variatie in geologie, een relatief vlakke topografie en een gematigd zeeklimaat. De bodems van Noord-Vlaanderen bestaan voornamelijk uit zand- en zandleem, die vrij doorlatend zijn en onderhevig aan uitspoelings- en podzolisatieprocessen. In het zuiden komen slibachtige leem- en zandleembodems veel voor, terwijl de kustgebieden voornamelijk uit kleigronden bestaan, met zware klei in de polders (Figuur 2). De bodems van Vlaanderen worden sterk beïnvloed door menselijke activiteit. Op basis van het RuimteModel Vlaanderen van VITO is akkerland het meest voorkomend (29%), gevolgd door grasland (19%), residentieel (18%) en bedekt land (12%), bos (10%) en natuurbehoud (3%).

Een bijzonder kenmerk van Vlaanderen is het hoge aandeel antropogene bodems, die doorgaans niet in bodemonderzoeken worden vastgelegd. Een recente herindeling van de landbedekking in Vlaanderen schat dat 16,3% en 16,7% van de totale oppervlakte overeenkomt met, respectievelijk, een hoge en gemiddelde waarschijnlijkheid voor antropogene stedelijke bodem (Van de Vijver et al. 2020). Gebouwen, wegen en andere verharde oppervlakken leveren de grootste bijdrage aan 'grote waarschijnlijkheid van antropogene bodems', terwijl land met 'middelmatige waarschijnlijkheid' voornamelijk bestaat uit woonwijken, parken, weilanden en boomgaarden in particulier bezit. Dit onderstreept de prevalentie van antropogene stedelijke bodems in Vlaanderen, en dus hun belang als natuurlijk kapitaal.



Figuur 2. Bodemtexturen van Vlaanderen (uit Zomlot et al. 2015).

Geen enkele organisatie is specifiek verantwoordelijk voor het bevorderen en beschermen van de bodemgezondheid in Vlaanderen. Bodems vallen zowel binnen het beleidsdomein Omgeving als Landbouw en Visserij, en zijn dus de bevoegdheid van meerdere organisaties, met onder meer het Departement Leefmilieu en Ruimtelijke Ontwikkeling, Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM), Vlaamse Landmaatschappij (VLM), Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), Agentschap voor Natuur en Bosbouw (ANB) en VMM binnen het beleidsdomein Omgeving, en het Departement Landbouw en Visserij en ILVO binnen het beleidsdomein Landbouw en Visserij. Bodembescherming wordt indirect meegenomen in de wetgeving over thema's als kwaliteitsdoelstellingen voor grond- en oppervlaktewaterkwaliteit en GLB, maar wordt niet beschermd door een op zichzelf staande wetgeving, met uitzondering van het Besluit Bodemsanering en Bodembescherming (2006), dat zich richt op bodemverontreiniging en erosiecontrole. Enkele overheidsorganisaties hebben onlangs hun krachten gebundeld in het Grondzaken Programma van het Open Ruimte Platform, om kennis en ervaringen uit te wisselen en samen met lokale actoren te werken aan bodembescherming.

5.2 Risico's voor Vlaamse bodems

Over heel Europa worden bodems bedreigd door een niet aflatende druk die verband houdt met menselijke activiteit, waaronder niet-duurzaam landbeheer, koolstofverlies in de bodem, woestijnvorming, milieuverontreiniging en het afdekken van bodem door ondoordringbare materialen. Deze druk wordt nog groter door de klimaatverandering, die in hoofdstuk 5 wordt besproken en die een aanzienlijke bedreiging vormt voor de bodemgezondheid in Vlaanderen. Naast SOC-verlies, dat ook in hoofdstuk 5 wordt behandeld, zijn specifieke bedreigingen voor Vlaamse bodems: de afdichting, bodemerosie en verdichting, overbemesting die leidt tot een overschot aan bodemfosfaat en stikstof, verontreiniging door bekende puntbronnen en diffuse verontreinigende stoffen, waaronder opkomende contaminanten zoals micro- en nanoplastics, antibiotica en per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS). Ook verzilting vormt een bedreiging voor de bodemgezondheid in Vlaanderen, maar alleen in kustgebieden en polders, waar het zoutgehalte van het grondwater hoog is.

De belangrijkste bedreigingen voor de gezondheid van de bodem zijn:

- Het afdekken van de bodem door een ondoordringbaar materiaal – de oorzaak: stedelijke ontwikkeling en de aanleg van infrastructuur – is een van de belangrijkste oorzaken van bodemdegradatie in Europa. Afdichting verstikt de bodem en maakt een abrupt einde aan de vele kritieke ecosysteemfuncties die bodems vervullen. Het haalt land uit de landbouwproductie, brengt de bodembiodiversiteit in gevaar en vergroot de afvloeiing van het oppervlak drastisch, waardoor de riolering onder grote druk komt te staan en er ook

overstromingen ontstaan in gebieden waar afstromend water zich verzamelt. Vlaanderen is een hotspot voor bodemafdicthting: de totale afgedichte bedekking van Vlaanderen en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest samen bedroeg 19,5% in 2013 (Vanderhaegen & Canters 2016). Het huidige ruimtebeslag in Vlaanderen bedraagt circa 6 hectare per dag, waarvan ongeveer de helft is afgedekt door ondoordringbaar materiaal. Dit hoge ruimtebeslag en deze bodemafdicthting worden voornamelijk toegeschreven aan de snelle uitbreiding van nederzettingen aan de rand van steden en in landelijke gebieden, waardoor een landschap is ontstaan dat wordt gekenmerkt door een zeer gefragmenteerd en complex mozaïek van stedelijk land en open ruimte (Poelmans & Van Rompaey 2010). Momenteel wordt ongeveer 33% van het landoppervlak in Vlaanderen geclassificeerd als nederzetting (Pisman et al. 2018). Als dit zo blijft doorgaan, wordt verwacht dat de oppervlakte bebouwde grond zal toenemen tot 41-50% in 2050 (Poelmans et al. 2010). De strategische visie van het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen beoogt het ruimtebeslag door nieuwe nederzettingen tegen 2025 te halveren en tegen 2040 tot nul te reduceren, maar hiervoor zijn momenteel geen instrumenten aanwezig. De afdicthting van de bodem vormt een grote bedreiging voor de bodem als natuurlijk kapitaal in Vlaanderen.

- Bodemerosie die wordt geassocieerd met intensieve landbouw is een wijdverbreide vorm van bodemdegradatie in Vlaanderen, met aanzienlijke ecologische, sociale en economische gevolgen. Bodemerosie door water op leem- en zandleembodems vormt een bijzonder risico en in veel agrarische stroomgebieden kan het totale bodemverlies door watererosie meer dan 10 ton bodem per ha per jaar bedragen, wat neerkomt op een aanzienlijk verlies van sedimenttoevoer naar waterlopen. Er zijn meerdere oorzaken van versnelde bodemerosie, maar van het grootste belang zijn de frequente grondbewerking, het verbouwen van gewassen op ongeschikt land en een slechte timing van landbouwpraktijken, zoals het oogsten van gewassen als de bodem nat is. De kosten van bodemerosie kunnen aanzienlijk zijn. Dat is een gevolg van verminderde gewasopbrengsten maar ook van de afnemende waterkwaliteit door sedimenten en in het sediment overgebrachte verontreinigingen en materiële schade door overstromingen en aardverschuivingen. Winderosie is ook een probleem in delen van Vlaanderen, net als bodemverlies door het oogsten van gewassen als suikerbieten, aardappelen, prei en wortelen, met bodemverliezen van een vergelijkbare grootte als door watererosie: het gemiddelde sedimentexport uit akkerland in Vlaanderen wordt geschat op $3,7 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$, waarvan 46% te wijten is aan de oogst van gewassen en 54% aan watererosie (Ruysschaert et al. 2008). De bodemerosierisicokaart van Vlaanderen identificeert 7,2% van de landbouwgrond als 'hoog/zeer hoog erosierisico' en 77% als 'zeer laag tot verwaarloosbaar risico'. De regelgeving voor bodemerosie is in Vlaanderen al goed ontwikkeld in het bodemerosiebeleid van de Vlaamse Overheid en de CAP-cross compliance, die in 2016 strenger

werd. Landbouwers met percelen met een hoog of zeer hoog erosierisico op de akker zijn verplicht maatregelen te nemen om bodemerosie te verminderen.

- Ook bodemverdichting (compactie) vormt een grote bedreiging voor de bodemgezondheid in Vlaanderen. Ongeveer 20-50% van de Vlaamse landbouwbodems wordt beschouwd als kwetsbaar voor bodemverdichting en veel landbouwers melden dat dit een negatieve invloed heeft op de opbrengsten van gewassen. Bodemverdichting is ook een probleem in bossen, waar het de groei en het overleven van bomen negatief kan beïnvloeden. Verdichting van de ondergrond is een bijzondere zorg vanwege de persistentie en omdat het het risico op overstromingen vergroot. Een specifiek probleem in Vlaanderen is het wijdverbreide voorkomen van verdichting van de ondergrond in vollegrondsgroenten, een gevolg van slecht getimede grondbewerking en oogsten onder dwang van strikte contracten met de verwerkende industrie. De huidige Vlaamse wetgeving geeft veel vrijheid in de keuze van vruchtwisseling en telersverwerkende industriecontracten, en loonwerkers staan vaak onder tijdsdruk om in een beperkte periode zo veel mogelijk percelen te oogsten, ongeacht de weersomstandigheden. Dit vormt een aanzienlijk probleem tegen het einde van het groeiseizoen, wanneer de bodem vaak vochtig of zelfs verzadigd is.
- Bodemverontreiniging wordt sinds lang erkend als een belangrijk bodemgezondheidsprobleem in Vlaanderen. Van de late 19de eeuw tot de jaren 1970 produceerden zinksmelterijen emissies met zware metalen die diffuse bodemverontreiniging veroorzaakten in grote delen van Vlaanderen; er was ook de uitval van luchtverontreinigende stoffen tijdens de Industriële Revolutie. De bodems van Vlaanderen zijn ook aangetast door de historische atmosferische depositie van stikstof en zwavel, wat verzuring en stikstofverzadiging van bosbodems veroorzaakte, met als gevolg schadelijke effecten op de bodembiodiversiteit en een verhoogde uitspoeling van aluminium en nitraat. De stikstof- en S-depositie is afgenomen, maar veel bosbodems verkeren nog in een ongunstige toestand (Verstraeten et al. 2012). Lokale bronnen van bodemverontreiniging zijn onder meer minerale olie, gechloreerde oplosmiddelen, zware metalen, BTEX-chemicaliën en PAK's. Het Besluit Bodemsanering en Bodembescherming uit 2006 biedt een wettelijk kader om de identificatie en sanering van verontreinigde bodems te reguleren. Het besluit stelt dat een oriënterend bodemonderzoek vereist is voorafgaand aan de overdracht van grond of de sluiting van een inrichting op terreinen waar een risicoactiviteit plaatsvindt of heeft plaatsgevonden.

5.3 Kansen voor het beschermen en bevorderen van de bodemgezondheid

Er bestaan momenteel enkele verplichte en vrijwillige maatregelen om bodems te beschermen tegen specifieke bedreigingen, met name bodemverontreiniging

en erosie. Bepaalde maatregelen zijn verankerd in de wetgeving, bijvoorbeeld inzake waterkwaliteitsdoelstellingen en het gemeenschappelijk landbouwbeleid. Maar er is momenteel geen op zichzelf staand kader voor de bescherming van de bodemgezondheid, en de bewustwording van het belang van bodems staat in het beleid en in de samenleving nog op een relatief laag pitje. Daarom is een innovatief bodemgezondheidsraamwerk nodig dat bodems 'holistisch' beschouwt en de manier verandert waarop ze in Vlaanderen worden beheerd, om zo gezonde bodems en de diensten die ze leveren te beschermen en te bevorderen.

Tijdens het Denkerstraject werden een aantal opportuniteiten geïdentificeerd om gezonde bodems voor duurzaam beheer te beschermen en te bevorderen:

- Er is dringend behoefte aan een visionair wetgevingsplatform om afdichting van de bodem te voorkomen. Zo kan men het publieke bewustzijn vergroten van het belang van 'onverharde grond' en groene ruimte in stedelijke gebieden, een maatschappelijk draagvlak creëren voor bodemverwijdering, en bodemgezondheidsbeheer en -beoordeling opnemen in de ruimtelijke ordening. De aandacht verhogen voor groene infrastructuur en duurzame lokale voedselproductie in steden biedt voordelen voor de bodemgezondheid, de milieukwaliteit en het menselijk welzijn.
- Bodembeheer gericht op multifunctionaliteit biedt potentieel door meer voordeel te halen uit biodiversiteit en ecosysteemdiensten, zonder in te boeten aan opbrengst. Er zijn steeds meer aanwijzingen dat landbouwbeheer op basis van diversificatiepraktijken – inclusief organische aanpassingen, verminderde grondbewerking en gewasdiversificatie – de biodiversiteit, de nutriëntenkringloop en de waterregulatie kan verbeteren en de bodemstructuur en -gezondheid kan optimaliseren zonder de opbrengst in gevaar te brengen (bv. Tamburini et al. 2020).
- Mogelijkheden om bodemerosie en -verdichting te verminderen zijn er door het Belgische landpachtsysteem, dat momenteel uitbuitende landbouwpraktijken promoot door middel van kortetermijncontracten, te herzien en flexibiliteit toe te staan in de timing van oogsten in contractlandbouw. Zo kan je rekening houden met de bodemgesteldheid. Duurzame bodembeheerpraktijken, zoals gecontroleerd verkeer, minimale grondbewerking en technische ontwikkelingen (bv. tractorbanden met een lage verdichting,) moeten worden bevorderd. Er moeten ook stimulansen komen om een optimaal niveau van het organische stofgehalte in de bodem en de pH van de bodem te handhaven en een goede bodemstructuur te bevorderen, waardoor het risico op erosie wordt verminderd.
- Het systeem voor de monitoring van diffuse bodemverontreinigende stoffen moet worden herzien, met regelmatige analyse van bodems in Vlaanderen

en landgebruik, en met gebruikmaking van de modernste methoden. Dit kan een uitgangspunt bieden om trends te beoordelen in het voorkomen van traditionele en nieuwe diffuse verontreinigende stoffen in de bodem.

- De effectiviteit van beleids- en beheerinterventies om de bodemgezondheid te verbeteren kan alleen worden beoordeeld door een holistisch bodem-monitoringschema. De betrokkenheid van belanghebbenden kan de ontwikkeling van alomvattende bodemgezondheidsindices mogelijk maken voor de beoordeling van de bodemmultifunctionaliteit en de afweging van bodemfuncties, in plaats van zich te concentreren op afzonderlijke indicatoren of functies. In Nederland zijn er voorbeeldinitiatieven voor het beoordelen van bodemgezondheid, zoals de Bodemindicatoren voor Landbouwgronden in Nederland (Hanegraaf et al. 2019) en Open Bodem-index (OBI) (Ros 2020). In Vlaanderen heeft het project Leven(de) bodem voor boeren het instrument BodemIdee ontwikkeld om de bodemgezondheid te beoordelen. Er is echter een holistisch en systematisch monitoringschema nodig dat de fysische, chemische en biologische eigenschappen van de bodem en bodemfuncties omvat om de bodemgezondheid in Vlaanderen te beoordelen.
- De waardering van natuurlijk bodemkapitaal biedt een opportuniteit om de bodemgezondheid te verbeteren, duurzaam bodembeheer te bevorderen en niet-duurzame praktijken te ontmoedigen. Een gezonde bodem moet een hoge 'prijzij' hebben, die wordt beloond met voordelige belastingvoordelen. De waardering van het natuurlijk kapitaal in de bodem kan een duurzaam bodembeheer bevorderen en bijdragen tot het realiseren van duurzame voedselvoorzieningsketens.
- Demonstraties van duurzaam bodembeheer helpen boeren, bosbouwers, landbeheerders, beleidsmakers en burgers om zich bewust te worden van de voordelen van een gezonde bodem. Demonstraties van succesvolle interventies op het gebied van bodembeheer in diverse contexten kunnen dienen als leidraad voor 'best practices' bij verschillende landgebruiken en kunnen de sociaaleconomische voordelen ervan benadrukken. Dergelijke demonstraties lopen het best over meer jaren om de langetermijnvoordelen van duurzaam bodembeheer aan te tonen. Ze worden het best ondersteund door onafhankelijke adviseurs die boeren kunnen helpen om het beheer aan te passen aan hun landbouwcontext.

5.4 Kernboodschap

De bodem in Vlaanderen heeft een lange geschiedenis van menselijke modificatie, maar de recente druk vormt een bijzonder risico voor de bodemgezondheid. Deze problemen worden versterkt door het ontbreken van een overkoepelend beleidskader voor de bescherming en bevordering van de bodemgezondheid en

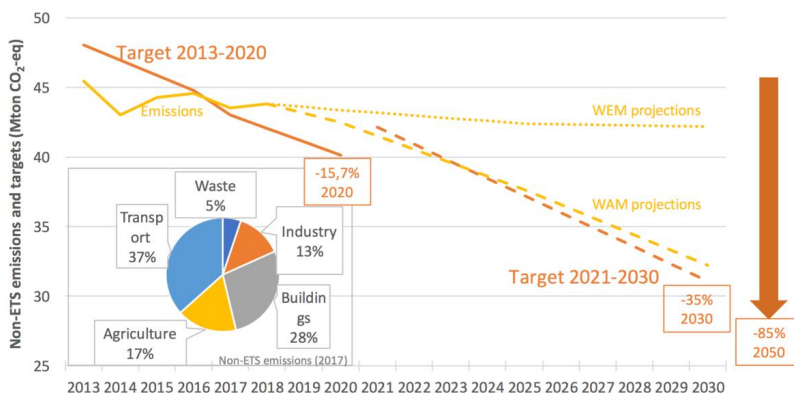
door bestaande plannings- en eigendomsstelsels die een langetermijnvisie voor een duurzaam bodembeheer in de weg staan. Verder zorgt het ontbreken van een systematisch en holistisch bodemmonitoringschema ervoor dat de huidige toestand van de Vlaamse bodems niet gekend is en dat het momenteel niet mogelijk is om de effectiviteit van interventies gericht op duurzaam bodembeheer goed te beoordelen. Er zijn echter aanwijzingen dat het maatschappelijke en politieke bewustzijn van de noodzaak om bodems te beschermen toeneemt, wat een vereiste is in verschillende EU- en intergouvernementele beleidsmaatregelen. Daarnaast werden een aantal opportuniteiten geïdentificeerd om gezonde bodems voor duurzaam beheer te beschermen en te promoten, maar om uiteindelijk te voldoen aan de vereisten van het EU- en intergouvernementeel beleid is een herontwerp en transformatie nodig van de manier waarop bodems in Vlaanderen worden gewaardeerd en beheerd.

6. Het belang van bodems in een veranderend klimaat

6.1 Context

De wereldwijde klimaatverandering – het gevolg van een door de mens veroorzaakte toename van broeikasgassen – vormt een van de grootste wetenschappelijke en politieke uitdagingen van de 21ste eeuw. Om ervoor te zorgen dat de EU-verbintenissen en de doelstellingen van het klimaatakkoord van Parijs worden nageleefd, heeft de Belgische Nationale Klimaatcommissie de leden van de federale en regionale regeringen opgedragen een adaptatiestrategie uit te werken. In reactie daarop heeft het Vlaamse klimaatbeleid voor de niet-ETS-sector de doelstelling naar voren geschoven van 35% reductie in broeikasgasemissies tegen 2030 ten opzichte van 2005 (Figuur 3). Er kwamen ook richtlijnen voor hoe deze doelstelling én een koolstofarme toekomst kunnen worden bereikt, inclusief de verwachting dat de sector Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) netto nul zal zijn in de periode tot 2030.

Dit hoofdstuk gaat in op het belang van bodems in een veranderend klimaat en onderzoekt optimale strategieën voor Vlaanderen om de opslag van koolstof in de bodem te versterken en de uitstoot van broeikasgassen te compenseren, de veerkracht van bodems tegen klimaatverandering te vergroten en de gevaren van klimaat voor bodems te beheersen, zoals bodemerosie door hevige regenval en verzilting als gevolg van zeespiegelstijging. Het uiteindelijke doel is opportuniteiten te identificeren die de bijdrage van bodems aan klimaatmitigatie en -adaptatie in Vlaanderen kunnen versterken.



Figuur 3. Vlaamse broeikasgasemissies en doelstellingen van sectoren die niet onder het EU-emissiehandelssysteem (niet-ETS) vallen (overgenomen uit de presentatie van An Dewaele, Departement Leefmilieu en Ruimtelijke Ontwikkeling).²

² Twee soorten projecties worden gepresenteerd: projecties waarbij rekening wordt gehouden met het (huidige) bestaande binnenlandse beleid en maatregelen (WEM), en projecties waarbij ook rekening wordt gehouden met aanvullend (gepland) binnenlands beleid en maatregelen (WAM).

De bodem speelt een centrale rol bij klimaatmitigatie: hij vertegenwoordigt de grootste koolstofput op aarde en fungeert als bron én als put voor broeikasgassen (BKG's), zoals koolstofdioxide (CO²), methaan (CH₄) en lachgas (N₂O). SOC- en broeikasgasemissies zijn echter zeer kwetsbaar voor klimaatverandering en er bestaat een wijdverbreide bezorgdheid dat de opwarming het verlies aan koolstof in de atmosfeer als CO² zal stimuleren, waardoor het klimaat verder opwarmt (Crowther et al. 2016). Hoewel dat minder zeker is, kunnen verwachte toenames in de frequentie en ernst van extreme klimatologische gebeurtenissen (bv. droogte en overstromingen) ook gevolgen hebben voor de SOC- en broeikasgasemissies. Veranderende neerslagpatronen, met name toenames in winterse regenval, kunnen zorgen voor een versnelling van bodemerosie en meer aardverschuivingen.

Tekenen van klimaatverandering zijn al zichtbaar in Vlaanderen. Het MIRA Klimaatrapport (2015) meldt dat de gemiddelde jaartemperatuur er sinds de pre-industriële periode met 2,4°C is gestegen en dat ook het aantal dagen met een temperatuur > 30°C sinds 1968 is gestegen. Verder is er een forse stijging in de winterse neerslag en het aantal dagen met zware neerslag, en vertoont de zeespiegel een stijgende trend. Toekomstige klimaatvoorspellingen wijzen op verdere temperatuurstijgingen met 0,7 tot 7,2°C over een periode van honderd jaar, en de frequentie en intensiteit van droogtes en hittegolven zullen naar verwachting sterk toenemen, vooral in stedelijke gebieden, als gevolg van het hitte-eilandeffect. België beleefde de warmste week in zijn meteorologische geschiedenis tijdens de zomer van 2020, met een gemiddelde maximumtemperatuur van 33,5°C. Ook de regenval in de winter zal naar verwachting toenemen, mogelijk met 38% over onderd jaar. Het zeeniveau zal met gemiddeld 60-200 cm stijgen.

6.2 Risico's van klimaatverandering voor bodems in Vlaanderen

Recente en toekomstige voorspellingen inzake klimaatverandering hebben het over aanzienlijke risico's voor de bodemgezondheid in Vlaanderen en het potentieel om de EU-doelstellingen voor klimaatmitigatie te halen. De effecten van landgebruik en klimaatverandering op de SOC- en de broeikasgasemissies zijn nauw met elkaar verbonden. Een belangrijke hindernis voor het begrijpen van de bijdrage van bodems aan klimaatmitigatie in Vlaanderen is een gebrek aan betrouwbare gegevens over trends in SOC-bestanden over landgebruik in de loop van de tijd. Beschikbare bodemkaartgegevens zijn niet alleen verouderd (1947-1974), maar hebben ook te kampen met een lage ruimtelijke dichtheid en een gebrek aan informatie over de bulkdichtheid van de bodem, waardoor een nauwkeurige beoordeling van SOC-bestanden onmogelijk is. De Bodemkundige Dienst van België heeft gegevens over de SOC van de bovengrond in akkerbodems, maar veel landgebruik wordt niet gedekt. Ondanks deze beperkingen identificeert dit hoofdstuk manieren waarop de aanhoudende klimaatverandering de bodemgezondheid in Vlaanderen beïnvloedt en naar verwachting zal beïnvloeden, met een focus op

de SOC- en broeikasgasemissies, en hoe historisch en toekomstig landgebruik en beheerpraktijken het klimaatmitigatiepotentieel van bodems beïnvloeden.

De belangrijkste geïdentificeerde bedreigingen van de klimaatverandering voor bodems zijn:

- Betrouwbare gegevens over de SOC-voorraden in Vlaamse bodems zijn niet beschikbaar. Uitgebreide metingen van de SOC in de bovenlaag van akkerland tijdens 1989-2000 toonden echter een trend naar afnemende SOC (Sleutel et al. 2003), zoals vaak wordt aangetroffen als reactie op intensieve landbouw in heel Europa (EASAC 2018). De trend naar afnemende SOC in akkerland staat echter in contrast met de uitbreiding van beheerspraktijken die zijn gericht op het verhogen van koolstofinbreng in de bodem (bv. groenbemesting, wisselakkerbouw, compostering, biologische landbouw en toepassingen van dierlijke mest), wat wordt toegeschreven aan een combinatie van verschuivingen in beheerspraktijken, de historische transitie van grasland naar akkerland, een verbeterde afbraak van organische stof en SOC-verlies als gevolg van de klimaatopwarming (Sleutel et al. 2007).
- SOC-verlies vormt een bijzondere bedreiging voor de uitgestrekte zandgronden van de Kempen, met hun relatief hoge SOC-gehalten. Verder verlies van SOC uit deze bodems als gevolg van klimaatopwarming en intensief landgebruik zal ze niet alleen kwetsbaarder maken voor bodemerosie, maar het zal ook hun vermogen om water vast te houden en het potentieel om gewassen te beschermen tijdens drogere zomers verminderen. Evenzo zal verder SOC-verlies door slibrijke bodems, die inherent lage SOC-bovengrondgehalten hebben, deze bodems nog kwetsbaarder maken voor bodemerosie en een bedreiging vormen voor hun vermogen om de groei van gewassen tijdens periodes van droogte te ondersteunen.
- Landbouwgronden vertegenwoordigen de grootste opslag van SOC in Vlaanderen vanwege hun grotere ruimtelijke omvang, maar bodems met seminatuurlijke landgebruikstypen, zoals bossen, en systemen met een lage input en hoge diversiteit slaan meer koolstof op per oppervlakte-eenheid. Bossen vertegenwoordigen een belangrijke koolstofput in Vlaanderen en bosbodems blijven koolstof accumuleren in de oppervlaktebodem, waarbij aanzienlijke hoeveelheden koolstof worden opgeslagen in de diepte (~ 140 t C ha⁻¹ tot 1m diepte in hoger gelegen gebieden en ~ 200 t C ha⁻¹ in slecht gedraineerde sites). Aanzienlijke koolstofvoorraden zijn ook geconcentreerd in hotspots, met name wetlands (~ 1000 t C ha⁻¹ tot 1m diepte) en alluviale bodems onder gecontroleerde overstromingen (~ 150 t C ha⁻¹ tot 1m diepte). Die zijn zeer kwetsbaar voor veranderingen in klimaat en landgebruik.
- De effecten van klimaatverandering op de uitstoot van broeikasgassen zijn zeer variabel. Hogere bodemtemperaturen zullen waarschijnlijk de CO₂-emissies in

de bodem verhogen en mogelijk leiden tot verhoogde denitrificatiesnelheden en emissies van lachgas (N_2O), hoewel de resultaten variabel en onzeker zijn (Barnard et al. 2005). De verwachte toename van regenval in de winter en wateroverlast van bodems kan leiden tot hogere denitrificatie- en N_2O -emissies, vooral in bemeste, stikstofrijke landbouwbodems, en herbevochtiging van droge grond na periodes van droogte veroorzaakt grote fluxen van zowel N_2O als CO_2 . Veranderingen in de grondwaterspiegel en de uitdroging van organische veenbodems kunnen de uitstoot van broeikasgassen verhogen.

- De hoge graad van afdichting van de bodem in Vlaanderen vormt een grote bedreiging voor de bijdrage van bodems aan klimaatmitigatie en veerkracht. Afdichting verhindert niet alleen de uitwisseling van broeikasgassen tussen de bodem en de atmosfeer, en belet het vermogen van de bodem om koolstof op te slaan, maar het voorkomt ook de infiltratie en de opslag van water, wat het overstromingsrisico bij hevige regenval vergroot en de weerbaarheid tegen klimaatextremen vermindert. De afdichting van de bodem bevordert ook in belangrijke mate de vorming van stedelijke hitte-eilanden, waarbij mensen in stedelijke gebieden worden blootgesteld aan hogere temperaturen en meer frequente hittegolven dan in landelijke gebieden.
- De verwachte stijging van winterse regenval en ook van zware regenval zal de bodemerosie en het risico op aardverschuivingen doen toenemen. Veranderingen in landgebruik als gevolg van klimaatverandering, zoals de adoptie van nieuwe gewassen (bv. warmtetolerante gewassen), zouden ook de bodemerosie op erosiegevoelige bodems kunnen verhogen (Mullan 2013). Een toegenomen zomerdroogte van bodems zal waarschijnlijk de stofproductie verhogen van gecultiveerde grond, wat leidt tot bodemverlies en een bedreiging voor de menselijke gezondheid vormt. Meer intense en terugkerende droogtes zullen leiden tot krimp en zwellings in kleirijke bodems, met schade aan gebouwen en infrastructuur op kleigrond als gevolg.
- De verwachte zeespiegelstijging zal het risico op bodemverzilting in kustgebieden en polders vergroten, door een verhoogd zoutgehalte van het grondwater en de indringing van zoute wateren. Deze dreiging zal worden verergerd door een toename van de vraag naar water voor gewassen en de daarmee gepaard gaande verlaging van het grondwaterpeil en irrigatie met zoutrijk water tijdens periodes van droogte.
- De toename van de intensiteit en frequentie van klimaatextremen, in het bijzonder droogte, zal een negatieve invloed hebben op de bodembiodiversiteit, met negatieve gevolgen voor de veerkracht van bodemfuncties tegen klimaatverandering. In combinatie met de druk van intensief beheer kunnen terugkerende droogtes leiden tot overgangen van bodemsystemen naar alternatieve, schadelijke functionele toestanden, waardoor de gezondheid van de bodem verder wordt geschaad.

6.3 Opportuniteiten voor bodems in een veranderend klimaat

Zowel klimaatverandering als verandering in landgebruik leidt tot tal van bedreigingen voor de Vlaamse bodem die ervoor zorgen dat de bijdrage aan klimaatmitigatie en de naleving van het klimaatbeleid belemmerd worden. Er zijn mogelijkheden om deze bedreigingen aan te pakken en toch aan het klimaatbeleid te voldoen, waaronder de invoering van duurzame bodembeheerpraktijken in de landbouw om de SOC te verhogen en de uitstoot van broeikasgassen te verminderen, een verbeterde ruimtelijke ordening, een focus op groene infrastructuur in stedelijke gebieden, en de invoering van op natuur gebaseerde oplossingen voor klimaatmitigatie in de bosbouw en andere sectoren. Technologische oplossingen worden gebruikt om uitdagingen op het gebied van watervoorziening aan te pakken, inclusief irrigatie en opslag van overtollige regenval in de winter, en voor monitoring van SOC door het gebruik van sensortechnologie. Belangrijk is dat het verhogen van de SOC ook de bodemstructuur, de biologische activiteit van de bodem, het vasthouden van water en voedingsstoffen ten goede komt en de bodems en hun functies beter bestand maakt tegen erosie en klimaatextremen.

Mogelijkheden voor het versterken van de rol van bodems bij klimaatmitigatie zijn onder meer:

- Een verbeterd landbouwbeheer kan de SOC verhogen en een effectief instrument zijn om klimaatverandering te beperken, met extra voordelen voor de bodemgezondheid. Er zijn diverse opties om de SOC in landbouwbodems te verhogen, zoals een verbeterde vruchtwisseling, de uitbreiding van het gebruik van bodembedekkers en diepgewortelde gewassen, en geen/verminderde grondbewerking, hoewel de voordelen van no-till misschien niet zo groot zijn als verwacht omdat de opbouw van oppervlakte-SOC's kan worden gecompenseerd door koolstofverlies in de diepte (Powlson et al. 2014). Gewassen met goed ontwikkelde, dichte wortelsystemen zijn vooral effectief voor het verhogen van de SOC en het vormen van stabiele koolstof (Sokol & Bradford 2019). Ze bieden extra voordelen voor een efficiënte opname van voedingsstoffen en watergebruik. In grasland moet de bescherming van bestaande SOC-voorraden een hoofdprioriteit zijn, maar er zijn ook opties om de SOC van grasland te verhogen, zoals een optimaal begraas- en mestbeheer en het herstel van grasland met een hoge diversiteit (De Deyn et al. 2011; Yang et al. 2019). Terwijl landbouwbodems reageren op maatregelen om de SOC te verhogen, neemt de mate van SOC-accumulatie af naarmate een nieuw evenwicht wordt bereikt, wat betekent dat de netto CO²-verschuivingen van beperkte duur zijn (West en Six 2007).
- De degradatie van koolstofhotspots in de bodem, zoals bossen, drasland en natuurgebied, moet worden voorkomen en het gebruik van natuurlijke benaderingen om aangetast land te herstellen (bv. bebossing en actief herstel

van soortenrijk grasland (Yang et al. 2019) biedt een manier om de SOC te verhogen met extra voordelen voor de biodiversiteit, hoewel vaak uiteenlopende resultaten worden gemeld (Hong et al. 2020). Ook bodemverbetering met verkoolde biomassa (biochar, o.a. houtskool) werd voorgesteld als een manier om de bodemkoolstof en bodemproductiviteit te verhogen vanwege de lange verblijftijd in de bodem (Kerré et al. 2017), hoewel de voordelen voor de bodemgezondheid variabel zijn en biochar-toevoeging ook SOC-afbraak kan stimuleren en verontreinigende stoffen in de bodem kan introduceren (Jeffery et al. 2013). Ook bodemverbetering met gebroken, snel reagerende silicaatrosen werd naar voren geschoven als CO₂-verwijderingsstrategie, maar er zijn nog veldproeven nodig om de doeltreffendheid ervan te testen (Beerling et al. 2018).

- Mogelijkheden om de N₂O-emissie in landbouwgrond te verminderen zijn onder meer een efficiënter N-management om N-overschotten in de bodem tot een minimum te beperken, wat kan worden bereikt door een betere afstemming van de toediening van kunstmest op de behoeften van het gewas en de balans van de nutriënten in de bodem, en door toepassing van precisielandbouw voor ruimtelijke ordening bij het gebruik van meststoffen. Geen grondbewerking en een beperkte grondbewerking kunnen een effectieve strategie zijn om N₂O-emissies te verminderen, in combinatie met een diepe plaatsing van meststof N in vochtige omstandigheden (van Kessel et al 2013). Ook het landgebruik kan invloed hebben op de weerstand van bodemvoedselwebben tegen klimaatverandering, met een systeem van lage input en minimale verstoring, waardoor meer resistente voedselwebben op basis van schimmels worden bevorderd, samen met verminderde broeikasgassen en uitspoelingsverliezen van stikstof uit de bodem na droogte (De Vries et al. 2012).
- In wetgevingskaders voor een slimmere ruimtelijke ordening moeten 'weerbestendige bodems' en groene ruimte worden opgenomen als cruciale componenten van klimaatmitigatie in verstedelijkte gebieden. Een grotere bewustwording van het belang van 'onverharde grond' en groene ruimte in stedelijke gebieden bij beleidsmakers en burgers zal helpen bij het opbouwen van een draagvlak voor het verwijderen van verharde bodems en het gebruik van doorlatende materialen, en zal zorgen voor een effectief gebruik van stedelijke bodems voor groene infrastructuur en lokale duurzame voedselproductie. Dat biedt voordelen voor de bodemgezondheid, de milieukwaliteit en het menselijk welzijn in stedelijke gebieden.
- Een beleid voor erosiebestrijding vereist een mix van verplichte en vrijwillige regelgeving. Verplichte maatregelen die kostbaar zijn voor boeren, vergen overheidscontrole en moeten worden ondersteund door demonstraties die effectieve beheersmaatregelen voor verschillende gebieden aantonen. De huidige regelingen voor erosiebeheersing kunnen verouderd raken door de

aanhoudende klimaatverandering en moeten daarom worden herzien op basis van scenario's van klimaat- en landverandering. Een effectieve erosiebestrijding vereist een betere koppeling van optimale tegenmaatregelen met digitale kaarten van erosierisico's en een groter bewustzijn van de voordelen van erosiebeheersing voor klimaatmitigatie. Hoewel de regelgeving voor bodemerosie in Vlaanderen goed ontwikkeld is, zijn voortdurende inspanningen vereist om de bewustwording van bodemerosiebeheersing te vergroten en met landbouwers samen te werken om beheerspraktijken te ontwikkelen die zijn toegespitst op de individuele landbouwcontext.

- Een focus op bodembestendigheid tegen klimaatextremen maakt een effectievere planning en controle van wateropslag en -aanvoer mogelijk in periodes van droogte. Technologische ontwikkelingen bieden potentieel voor een efficiëntere irrigatie, klimaatadaptieve drainage en wateropslag, gecombineerd met natuurlijke oplossingen voor het verbeteren van de waterkwaliteit en de beschikbaarheid van water, en het verminderen van de risico's op watergerelateerde extreme gebeurtenissen, zoals het vergroten van de biodiversiteit van bufferzones. Mogelijkheden voor het tegengaan van bodemverzilting zijn onder meer het beter in kaart brengen van de zoute bovengrond, het waterpeilbeheer en de adoptie van zouttolerante gewasvariëteiten.

6.4 Kernboodschap

Er is een breed scala aan beheerspraktijken beschikbaar om de vastlegging van koolstof in de bodem te vergroten en de uitstoot van broeikasgassen te verminderen, waardoor het klimaatmitigatiepotentieel van bodems zal worden vergroot. Er zijn ook maatregelen voor een beter beheer van de watervoorraden om klimaatextremen te bufferen en om de bijdrage van stedelijke bodems aan klimaatmitigatie te vergroten. Belangrijk is dat het klimaatmitigatiepotentieel van bodems hand in hand gaat met bodemgezondheid: gezonde bodems met een hoger SOC-gehalte en een verminderde broeikasgasemissie zijn ook biologisch diverser, beter gestructureerd en hebben een beter vermogen om water op te slaan, voedingsstoffen te recyclen, erosie te weerstaan en ecosysteemdiensten te ondersteunen in een veranderende omgeving. Verder bieden natuurlijke oplossingen die gericht zijn op het vergroten van de biodiversiteit, zowel boven als onder de grond, voordelen voor zowel klimaatmitigatie als bodemgezondheid, waaronder een grotere weerbaarheid tegen klimaatextremen. Zoals Paustian et al. opmerken (2016): hoewel er veel voordelen zijn aan 'klimaatslim bodembeheer', zijn er ook veel economische, culturele en wetenschappelijke uitdagingen die moeten worden overwonnen om het potentieel ervan als grootschalige mitigatiestrategie te realiseren.

7. Toeïgening van bodems als natuurlijk kapitaal

7.1 Context

Dringende oproepen op Europees en mondiaal niveau om de klimaatverandering te bestrijden en ons handelen aan te passen, het verlies aan biodiversiteit een halt toe te roepen en woestijnvorming tegen te gaan – en ook om de doelstellingen voor duurzame ontwikkeling te realiseren – hebben de behoefte aan gezonde bodems versterkt. In de twee voorgaande hoofdstukken werden risico's en kansen voor gezonde bodems in Vlaanderen geïdentificeerd in het kader van duurzaam beheer en klimaatmitigatie. In dit hoofdstuk identificeren we relevante instrumenten om de bodemgezondheid in Vlaanderen te beschermen en te bevorderen, en om te voldoen aan de internationale oproep tot actie. Voor dit onderzoek is gekozen voor een brede reikwijdte: regelgevende, risicogebaseerde, culturele, sociale, economische en financiële instrumenten werden afgewogen op hun geschiktheid om de bodem beter aan te passen als een waardevol natuurlijk kapitaal.

Voor Vlaanderen zijn zowel Europese als regionale instrumenten relevant. Op Europees niveau is er momenteel geen overkoepelende bodemwetgeving. Verschillende Europese wet- en regelgevingsinstrumenten hebben echter indirect betrekking op bodems, zoals de Richtlijn Milieuaansprakelijkheid, Richtlijn Industriële Emissies, Richtlijn Milieueffectrapportage, Richtlijn Zuiveringsslib, de Meststoffenverordening, de Kwikverordening, de Landgebruik, Verandering in Landgebruik en Bosbouwverordening, het Landbouwbeleid (EC 2020a). Daarnaast beschermen wet- en regelgeving voor nitraten, gewasbeschermingsmiddelen en registratie van chemicaliën impliciet bodems tegen nadelige effecten (tabel 1).

Tabel 1. Gedetailleerd overzicht van het Europese beleid in relatie tot aanpassing, biodiversiteit, circulaire economie en bosstrategie, met links naar bodems (Peeters 2020)

Adaptation Strategy	Biodiversity Strategy	Circular Economy Action Plan	EU Forest Strategy
Drinking Water Directive	Effort Sharing Decision	Environmental Impact Assessment Directive	Renewable Energy Directive
Resource Efficiency Roadmap	Soil Sealing Guidelines	Waste Framework Directive	Cohesion Fund
Water Framework Directive	Environmental Liability Directive	Strategic Environmental Assessment Directive	Nitrates Directive
Birds and Habitat Directive	Common Agricultural Policy	Landfill Directive	Groundwater Directive
Pesticides Directive	Fertilizer Regulation	European Regional Development Fund	Mercury Regulation
LULUCF Decision	Floods Directive	National Emission Ceiling Directive	Sewage Sludge Directive
Industrial Emissions Directive	European Social Fund	Horizon 2020	LIFE

In het kader van de Green Deal en het Europese onderzoeks- en innovatieprogramma Horizon Europe besloot de Europese Commissie missies te lanceren voor vijf grote maatschappelijke uitdagingen, waaronder ook bodemgezondheid en voedsel (EC 2020b). Het hoofddoel van de missie is om tegen 2030 ten minste 75% van de bodems van de Europese Unie (EU) gezond te maken en in staat te stellen om essentiële ecosysteemdiensten te leveren waarvan we afhankelijk zijn. De

missie beschrijft manieren om dit doel te bereiken, door gebruik te maken van bestaande wet- en regelgeving, monitoring en bewustmaking van het belang van bodemgezondheid bij alle stakeholders.

Op Vlaams niveau is er geen op zichzelf staande wet- of regelgeving inzake bodems. Van belang voor gezonde bodems in Vlaanderen zijn de gewestelijke bestemmingsplannen, het bouwvergunningssysteem, het aanstaande ruimtelijk beleidsplan en de Blue Deal, de nieuwe versie van het Bodemdecreet, het Mestactieplan, het Vlaams Energie- en Klimaatplan 2021- 2030 en CAP-cross compliance. De Vlaamse Regering heeft in haar regeerakkoord van september 2019 vier aandachtspunten voor bodems opgenomen:

- De komende tien jaar willen we geen netto koolstof uit onze bodem verliezen. Naast inspanningen om meer koolstof vast te leggen in landbouwbodems, moeten we meer koolstof opslaan in bossen, drasland en (half)natuurlijke graslanden. Daartoe investeren we in extra bossen en drasland, en beheren we (half) natuurlijke graslanden, bossen en draslanden gericht. We werken aan bodemkoolstofmonitoring.
- Bodemsanering zorgt ervoor dat we vervuilde oude bedrijfslocaties of stortplaatsen weer veilig kunnen gebruiken, waardoor onze druk op de open ruimte wordt verminderd.
- We passen het erosiebeleid aan vanuit het principe 'de vervuiler betaalt'. Dit is goed voor de bodem, goed voor de kwaliteit van het oppervlaktewater en bespaart op de kosten voor het ontruimen van de waterlopen.
- We optimaliseren de handhaving van het mestbeleid. Vlaanderen vindt informatie en begeleiding over geïntegreerd bodembeheer (inclusief koolstofopslag) en oordeelkundige bemesting belangrijk.

In het milieubeleid worden in het algemeen drie milieucompartimenten beschouwd: lucht, water en land (land als ruimtelijke dimensie inclusief bodem). In tegenstelling tot water en lucht is land meestal in privébezit en wordt het niet als een algemeen goed beschouwd. De diensten die land en bodems bieden, zijn echter van gemeenschappelijk belang, wat impliceert dat een beleid dat bodem als een algemeen belang beschouwt, een belangrijke rol kan spelen bij het oplossen van conflicten tussen eigendomsrechten en de noodzaak van duurzaam landbeheer (Jacobs 2020).

Bewustmaking is ook erg belangrijk voor het waarborgen van de gezondheid van de bodem. We hebben het dan over landgebruikers en de bredere samenleving. Dit kan op vele niveaus gebeuren, bijvoorbeeld door het verbeteren van het bodemonderwijs op basis- en middelbare scholen, door het publiek bewust te maken van het belang van de bodem voor de samenleving aan de hand van verhalen, tentoonstellingen en burgerwetenschappelijke projecten (*citizen science*) die zijn gericht op bodemgezondheidsproblemen. Bewustmaking in de groep van adviseurs op wie boeren vertrouwen is belangrijk voor het stimuleren van een duurzaam

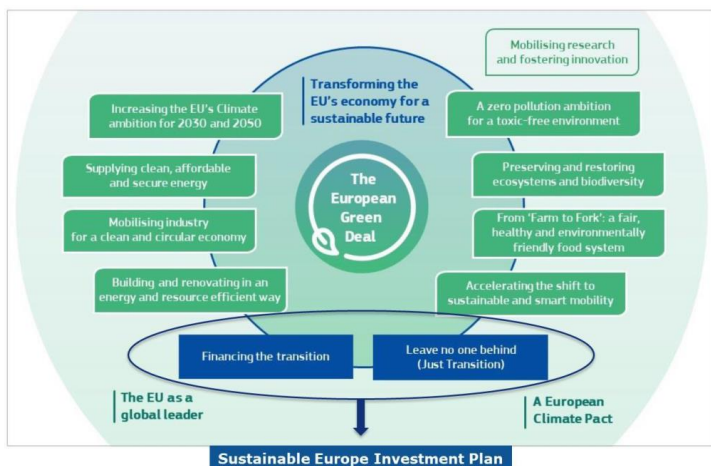
bodembeheer, net als instrumenten die de gevolgen van beheerspraktijken voor de bodemgezondheid onder de aandacht brengen, zoals bodemvoetafdrukken, benchmarking, scoresystemen en monitoring met open toegang tot gegevens. Economische en financiële instrumenten kunnen de werkelijke economische waarde van gezonde bodems voor de samenleving becijferen en landeigenaren stimuleren om beter voor hun bodem te zorgen.

7.2 Beleidsinstrumenten om de bodemgezondheid in Vlaanderen te waarborgen

7.2.1 Naleving van internationaal en EU-beleid

Een voor de hand liggende manier om de bodemgezondheid in Vlaanderen te waarborgen is samenwerking met de Europese Commissie: de Europese Green Deal (Figuur 4) en het aanstaande onderzoeksprogramma Horizon Europa hebben vergelijkbare doelen. Onder het doel 'Behoud en herstel van ecosystemen en biodiversiteit' lijst de EU het volgende op in de Green Deal:

- **EU-biodiversiteitsstrategie** voor 2030 (20/05/2020)
- **Bodem- en landdegradatie** op een alomvattende manier aanpakken
- Realisatie **landdegradatie neutraliteit** in 2030
- Bescherming van **de bodemvruchtbaarheid**
- Verminderen van **erosie** en **afdekking**
- Verhogen van **organische stof**
- Identificatie en sanering van **verontreinigde locaties**
- **Herstel van** aangetaste bodems
- Definiëren van hun **goede ecologische toestand**
- Verbetering van **monitoring**



Figuur 4. De Europese Green Deal

De Green Deal kan toegankelijke instrumenten, begeleiding en financiering bieden, en zo helpen bij het beschermen en vergroten van de omvang van gezonde bodems en hun bijdrage aan klimaatmitigatie in Vlaanderen. Hoe de Green Deal zal werken is nog niet bekend, maar lidstaten kunnen proactief zijn in het bereiken van doelen door nauw samen te werken met EU-programma's.

7.2.2 Voorkomen van bodemdegradatie door intensieve landbouw

Er zijn een aantal instrumenten om de verdere aantasting van de bodemgezondheid door intensieve landbouw te voorkomen. Momenteel wordt dat erger door kort landbezit en het ontbreken van prikkels om de bodem beter te beheren. Fundamenteel voor een beleid voor bodembescherming moet het idee zijn dat privélandbouwgrond veel gemeenschappelijke diensten biedt die iedereen ten goede komen. Op basis hiervan zouden boeren gecompenseerd kunnen worden voor het bereiken van een betere balans tussen voedsel- en voerproductie en de andere ecosysteemdiensten die de bodems op hun land leveren. Dit is wat het gemeenschappelijk landbouwbeleid van de EU hoopt te bereiken door subsidies te verschuiven van de productie naar de levering van andere ecosysteemdiensten, waaronder die van de bodem. Specifieke regionale problemen kunnen worden aangepakt met systemen voor betalingen voor ecosysteemdiensten (PES).

De kwestie van de korte landpacht (seizoenspacht) kan worden aangepakt door instrumenten in te voeren die de toestand van de bodems aan het begin en het einde van een pachtovereenkomst vergelijken, zoals het 'Prijzij'-systeem. Als de toestand van de bodem aan het einde van de pacht slechter is, moet de gebruiker de schade betalen. Als de toestand beter is, moet hij worden beloond met belastingvoordelen. Een probleem met een dergelijk systeem is dat bodems traag reageren op verschillende managementsystemen, vooral als er sprake is van een erfenis van intensief beheer. Het is dan ook de vraag of op korte termijn verschillen in aanpak van bodemgezondheid zullen worden gesignaleerd, welke indicatoren je ook hanteert. Een alternatief, zoals onlangs aangekondigd door de minister van Landbouw naar aanleiding van het rapport van de Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur *De bodem bereikt* (RLI 2020), is dat de huurwetgeving verandert, om zo langlopende huurcontracten inclusief duurzaamheidsvoorwaarden te stimuleren (LNV 2020). Voor het succes van dergelijke instrumenten is het belangrijk landbouwers een middel aan te reiken waarmee zij veranderingen in de bodemgezondheid en de voordelen van duurzaam bodembeheer kunnen evalueren. De Open Bodem Index (OBI) is zo'n maatstaf voor de kwaliteit van landbouwbodems (Box 2), net als het BodemIDee, het resultaat van het Interreg-project *Leve(n)de Bodem* (<https://levendebodem.eu/BodemIDee>).

In de eerste *fact finding*-sessie werd de moeilijkheid besproken om bodemgebruikers te belonen of te bestraffen op basis van langzaam veranderende bodemgezondheidsindicatoren. Algemeen werd gesteld dat in sommige gevallen

niet 'effecten van' maar 'inspanningen voor' duurzaam bodembeheer beloofd moeten worden, net als bestaande 'beheersovereenkomsten'. In Nederland vindt dezelfde discussie plaats en is het idee naar voren gebracht om boeren te belonen op basis van de naleving van Kritische Prestatie Indicatoren (KPI) (Erisman et al. 2020), niet op basis van indicatoren van bodemgezondheid. Voorbeelden van dergelijke KPI's die gunstig blijken te zijn voor de bodemgezondheid zijn: het aantal bodembedekkers in een rotatie, de organische stofbalans in de bodem en het percentage blijvend grasland op melkveebedrijven. De ontwikkeling van KPI's wordt ondersteund door de minister van Landbouw.

7.2.3 Wetgeving om bodemafdichting te beperken

Het ontbreken van effectieve wetgeving om bodemafdichting in Vlaanderen een halt toe te roepen is een groot risico voor de bodemgezondheid. Het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen (BRV) beoogt het ruimtebeslag te halveren tegen 2025 en tot nul te herleiden in 2040, maar momenteel zijn er geen instrumenten om dit doel te bereiken. Mogelijkheden om de bodemafdichting in Vlaanderen een halt toe te roepen kunnen worden geboden door het aanstaande Beleidsplan Ruimte Vlaanderen, door wijzigingen in het bouwvergunningstelsel en via de Blue Deal die de hoeveelheid groen in verstedelijkte gebieden wil vergroten. De grote hinderpaal is de 'planschade', waarvoor een grondeigenaar zou moeten worden gecompenseerd als zijn land wordt gebruikt voor een minder lucratieve groene infrastructuur. Door nieuw landgebruik te categoriseren als stedelijke groene infrastructuur of groene ruimte, wordt het natuurlijk kapitaal van de bodem duidelijker, omdat stedelijke bodems bijdragen aan de biodiversiteit en aan aanpassing aan de klimaatverandering, inclusief overstromingspreventie, recreatie en koolstofvastlegging. Onlangs werd inderdaad gemeld dat onverharde bodems in Vlaamse woonwijken een duizelingwekkende SOC-voorraad bevatten, gemiddeld 183 t C ha⁻¹ tot 1m diepte (Sleutel et al. 2020).

Alle geraadpleegde experts zijn het erover eens dat er dringend iets moet gebeuren om het ruimtebeslag en de bodemafdichting in Vlaanderen aan te pakken. Onlangs keurde de Vlaamse regering maatregelen goed om het ruimtebeslag te verminderen en tegen 2040 terug te brengen tot nul. Het plan spitst zich vooral toe op zogenaamde 'bouwuitbreidingsgebieden', die samen 12.000 ha grond uitmaken, en op gemeentelijke instrumenten om de bebouwing te stoppen. De te betalen zogenaamde 'planschade' is echter hoog (100% van de huidige marktwaarde) en de verwachting is dat lokale overheden dit niet zullen kunnen betalen. Bovendien is er geen beleid om de ontwikkelingen op de 40.000 ha andere bouwgrond te stoppen. Het is dus zeer waarschijnlijk dat er tegen 2040 veel extra ruimtebeslag zal zijn.

De experts zijn het erover eens dat interventies van de Vlaamse overheid de enige optie zijn om het ruimtebeslag/bodemafdichtingprobleem op te lossen.

Dat kan door de maatregelen uit te breiden naar alle potentiële bouwgronden en door gemeenten te ondersteunen met financiële compensaties om verharding te voorkomen. Naast deze maatregelen om bodemafdichting te voorkomen is het ook belangrijk land te beschermen en afdekking te verwijderen in reeds bebouwde gebieden, en dat door een herzien bouwvergunningssysteem dat de natuurlijke kapitaalwaarde van groene ruimte en stedelijke bodems volledig integreert, en door het principe dat bodems een gemeenschappelijk goed zijn voor alle mensen in Vlaanderen. Op lokale schaal kunnen onthardingsplannen worden gestimuleerd door buurtprogramma's, zoals het Ontharding-project van de afdeling Omgeving of de Nederlandse Operatie Steenbreek, die wordt georganiseerd door een stichting waarin overheden, wetenschappers en ngo's samenwerken. In Vlaanderen bestaat tweederde van de afgedekte grond uit wegen, opritten en terrassen (Eynde 2020), die ruime mogelijkheden bieden om de afdichting te verwijderen. Zo organiseerden een aantal ngo's in Nederland de challenge 'Tegels wippen' tussen Rotterdam en Amsterdam. Doel: binnen een bepaald tijdsbestek zo veel mogelijk tegels van het grondoppervlak verwijderen. De concurrentie was hevig, Rotterdam won en in totaal werden bijna 95.000 tegels verwijderd (<https://nk-tegelwippen.nl/organisatie/>, bezocht op 24 november 2020).

7.2.4 Monitoring van bodemgezondheid

Het is duidelijk dat er nood is aan een systematische en holistische monitoring van de diverse dimensies van bodemgezondheid (fysische, chemische en biologische eigenschappen en bodemfuncties) om de trajecten van bodemverandering in de tijd en ruimte te kennen en om te weten of het beleid en de interventies het gewenste effect hebben. Ook een herziening van het systeem voor het monitoren van diffuse bodemverontreiniging is nodig om trends in het voorkomen van traditionele en nieuwe diffuse verontreinigende stoffen in de bodem te beoordelen.

Monitoring alleen is niet voldoende. De gegevens moeten worden gerapporteerd en er moet een verantwoordelijke autoriteit zijn die indien nodig op de monitoring van de resultaten reageert. Zo'n systeem bestaat niet in Vlaanderen. Momenteel wordt er regelmatig gemonitord in het kader van de wetgeving voor de toepassing van mest op landbouwgrond en voor de verontreiniging van land met bekende verontreinigende stoffen. De Vlaamse overheid werkt ook aan een bodemkoolstofnetwerk in het kader van klimaatmitigatie, maar dat is nog niet geoperationaliseerd. Ook EU-bodemmonitoringsprogramma's, zoals de statistische enquête over Land Use/Cover Area (LUCAS), bieden een effectieve manier om de toestand van en veranderingen in de bodem op te sporen (Tóth et al. 2013). Onlangs werd een bodemindicator gelanceerd om het erosierisico op landbouwgrond te monitoren. Dat gebeurt op basis van een modellering met inputs als topografie, gewastypes en genomen maatregelen.

Een reeds lang bestaande vraag in de bodemkunde is: wat moet je controleren om de bodemgezondheid te meten? Meerdere voorstellen werden al gedaan

voor indicatoren om de gezondheid van de bodem te meten aan de hand van een reeks chemische, fysische en biologische eigenschappen. Lehmann et al. (2020) publiceerde onlangs een uitgebreid overzicht hoe bodemgezondheid kan worden gekwantificeerd (en gemeten), met een bijbehorend pleidooi voor de ontwikkeling van internationale normen met belanghebbenden (Box 2). De Horizon Europe-missie over bodemgezondheid en voedselvoorvechters maakt gebruik van een relatief eenvoudige set van zes fundamentele indicatoren: 1) de aanwezigheid van bodemverontreinigende stoffen, overtollige nutriënten en zouten; 2) vegetatiebedekking; 3) organische koolstof in de bodem; 4) de bodemstructuur, inclusief bulkdichtheid van de bodem en afwezigheid van verharding en erosie; 5) de bodembiodiversiteit; en 6) bodemvoedingsstoffen en zuurtegraad (pH). Men beveelt ook aan dat een verbetering van de ene indicator niet ten koste mag gaan van de andere, en dat metingen bodemspecifiek zijn, met een karakteristiek verschillend waardebereik voor diverse bodemsoorten. Andere benaderingen om de bodemgezondheid te monitoren zijn onder meer teledetectie en burgerwetenschap, waarmee 'bodemtrends' in ruimte en tijd kunnen worden opgespoord.

7.2.5 Waardering van bodems als natuurlijk kapitaal

Bodems kunnen worden gezien als een natuurlijk goed omdat ze veel ecosystemendiensten met zakelijke en publieke voordelen bieden. Het is echter moeilijk om het begrip 'bodem' te verbinden met een natuurlijk kapitaal dat economisch kan worden gewaardeerd, omdat 'bodem' nauw verbonden is met goederen en voordelen van het hele ecosysteem en er weinig diensten rechtstreeks van de bodem naar goederen of menselijke voordelen stromen. Een gevolg is dat het bekijken van bodemrijkdommen als natuurlijk kapitaal slecht is ontwikkeld, hoewel men steeds beter inziet dat de waarde van bodems, de risico's van bodemdegradatie en de voordelen van investeringen en maatregelen beter kunnen worden benadrukt (Janes-Bassett en Davies (2018)). Toch worden er ook kaders ontwikkeld om bodemreserves als natuurlijk kapitaal te beschouwen, onder meer gebaseerd op het System of Environmental Economic Accounting (SEEA) van de Verenigde Naties (Robinson et al. 2017), en zijn er onderzoeksprogramma's die specifiek gericht zijn op de waardering van natuurlijk kapitaal in de bodem. In de EU werd in het kader van het klimaatpact een initiatief voor koolstoflandbouw gelanceerd om nieuwe bedrijfsmodellen te promoten met betalingen via GLB of openbare of particuliere initiatieven (koolstofmarkt). In Vlaanderen werken diverse projecten, zoals het Interreg Carbon Farming-project, aan de ontwikkeling van businesscases voor koolstoflandbouw. Er is nood aan een algemeen kader en certificaties door de overheid, ondersteund door alle belanghebbenden.

7.2.6 Culturele waarden

Een duurzaam bodembeheer door een beter begrip van het natuurlijk kapitaal van bodems kan worden nagestreefd door bewustmaking en educatie, bijvoorbeeld

door de verhaalvorm te hanteren (Vancampenhout, KU Leuven) en door bodems op te nemen in het curriculum van lagere en secundaire scholen. Het is belangrijk dat iedereen er zich van bewust is dat bodems, hoewel ze vaak in particulier bezit zijn, gemeenschappelijke goederen en diensten voor iedereen leveren. De bewustwording van de betekenis van open bodems in verstedelijkte gebieden – voor de biodiversiteit en de aanpassing aan de klimaatverandering – kan gestimuleerd worden door programma's voor luchtkwaliteit, zoals Curieuze Neuzen, en door programma's en initiatieven die al genoemd werden in de bladzijden over afdekking.

Box 2: Indicatoren voor bodemgezondheid

De bodemgezondheidsindex is een cijfer dat de kwaliteit van de Nederlandse akkerbodem aangeeft. De index wordt gecorrigeerd per bodemsoort en het doel van het bodemgebruik. Hij geeft een indicatie van de mogelijke verbetering van de bodemkwaliteit. Met dat doel bepaalde onderzoekers de haalbare gewenste situatie per bodemsoort. Op basis van metingen en controlemaatregelen worden de biologische, fysische en chemische indicatoren in kaart gebracht. De verschillende indicatoren bepalen uiteindelijk de totaalscore op de bodemindex. <https://openbodemindex.nl/>, (laatst bezocht op 25 november 2020).

Vanwege de omvattende milieu- en maatschappelijke functies van de bodem moet bodem-gezondheid wettelijk worden erkend als een **algemeen belang**. De ontwikkeling van kwantificeringsnormen voor bodemgezondheid moet worden geleid door gouvernementele of intergouvernementele organisaties, zoals het Global Soil Partnership, in overleg met belanghebbenden. Verder moeten internationale standaarden worden ontwikkeld voor geschikte types indicatoren, inclusief methodologie en de integratie in een index. Zo'n uitgebreide bodemgezondheidsindex moet vervolgens worden geraadpleegd door lokale, regionale of nationale jurisdicties en organisaties om beslissingen te sturen die de bodem en het functioneren ervan met het oog op duurzaamheidsdoelstellingen beïnvloeden.

8. Conclusies en aanbevelingen

De drie fact finding-sessies, de bezoeken aan ILVO en VMM, en de gesprekken met een groot aantal Vlaamse wetenschappers en andere deskundigen op het gebied van de bodem als natuurlijk kapitaal, hebben geleid tot de volgende inzichten:

- De 21ste eeuw confronteert ons met veel urgente milieu- en maatschappelijke uitdagingen, waaronder de **klimaatverandering, het verlies van biodiversiteit en de bodemdegradatie.**
- **Gezonde bodems en duurzaam bodembeheer zijn essentieel om deze uitdagingen aan te gaan** en om de Duurzame Ontwikkelingsdoelstellingen te bereiken. Dat werd de afgelopen decennia in het landbouw- en milieubeleid over het hoofd gezien.
- Bodemgezondheid in Vlaanderen wordt bedreigd door een aantal bekende en nieuwe vormen van druk, met name **niet-duurzame landbouwpraktijken, verharding en ruimtebeslag, (diffuse) vervuiling door bekende en opkomende vormen van verontreiniging, en de klimaatverandering, inclusief extreme weersomstandigheden.**
- Er zijn aanwijzingen dat deze belasting een ernstige bedreiging vormt voor de bodemgezondheid in Vlaanderen en dat ze **het natuurlijk kapitaal van de Vlaamse bodems ondermijnt.**
- Daarom is er dringend behoefte aan een betere bescherming, verbetering en instandhouding van de bodemgezondheid in Vlaanderen en elders, en aan **bewustmaking** dat de bodem een belangrijke natuurlijke hulpbron is.

Om het natuurlijk kapitaal van de bodems in Vlaanderen beter te beschermen, te verbeteren en in stand te houden, om te kunnen reageren op urgente milieu- en maatschappelijke uitdagingen en om zo ook te voldoen aan het internationale en EU-beleid, bevelen we dit aan:

- Alle bodems, ongeacht wie de eigenaar is, als een algemeen goed beschouwen dat van belang is voor het welzijn van iedereen in Vlaanderen, waardoor elke landeigenaar, van boer tot tot tuinier, **verplicht wordt om ook de eigen bodem te waarderen en te verzorgen.** Men kan met een wetgevend kader en met stimulansen landbouwers en andere landgebruikers belonen voor het beschermen en herstellen van de bodemgezondheid, maar er is ook behoefte aan maatregelen om alle sectoren van de samenleving bewust te maken van het belang van natuurlijk bodemkapitaal.
- Een holistisch bodem**monitorings**programma ontwikkelen op basis van meerdere dimensies van bodemgezondheid, inclusief chemische, fysische en

biologische eigenschappen en bodemfuncties. Zo kan men de huidige toestand en ontwikkeling van het natuurlijk kapitaal dat door bodems wordt verschaft bij alle landgebruiken meten.

- Open land en bodems beschermen door compacter te bouwen, door het bundelen van infrastructuur en door rekening te houden met het natuurlijk bodemkapitaal bij planningsbeslissingen. Het recent gepubliceerde ruimtelijk beleidsplan moet gelden voor alle nog ongebruikte bouwgronden en er moeten financiën beschikbaar worden gesteld van gemeenten om met 'planschade' om te gaan. Het verwijderen van afdichting moet worden beschouwd als een compensatiemethode voor nieuwe gebouwen en infrastructuur.
- Het beperken van beheerspraktijken in de landbouw die het natuurlijk kapitaal van de bodem aantasten. Dit kan worden bereikt met methoden die zijn ontwikkeld voor duurzaam landbouwgrondgebruik, waaronder compensatie voor de maatschappelijke dienstverlening van landbouwgrond en door langere en betere pachtcontracten aan te gaan.
- Begaan zijn met het beschermen en vergroten van de klimaatbestendigheid van bodems en hun bijdrage aan klimaatmitigatie, door het beschermen en opbouwen van organische koolstof in de bodem en het in stand houden van gezonde bodems met biodiversiteit.
- Een commissie voor geïntegreerd bodembeleid oprichten met overheidsorganisaties, wetenschappers en belanghebbenden die zich bezighouden met bodemgezondheid. Proactief samenwerken met internationale instanties en profiteren van de internationale inspanningen om bodemdegradatie, klimaatverandering en verlies van biodiversiteit tegen te gaan.

Bibliografie

4 pour 1000 (2020). <https://www.4p1000.org/>.

Barnard, R. et al. (2005) Global change, nitrification, and denitrification: a review. *Global Biogeochemical Cycles*19(1).

Baveye, PC et al. (2016) Soil “ecosystem” services and natural capital: Critical appraisal of research on uncertain ground. *Frontiers in Environmental Science*4, 41.

Beerling, DJ et al. (2018) Farming with crops and rocks to address global climate, food and soil security. *Nature Plants*4, 138-147.

Crowther T. et al. (2016) Quantifying global soil carbon losses in response to warming. *Nature* 540, 104–109.

De Deyn, GB et al. (2011) Additional carbon sequestration benefits of grassland diversity restoration. *Journal of Applied Ecology* 48, 600-608.

De Vries, FT et al. (2012) Land use alters the resistance and resilience of soil food webs to drought. *Nature Climate Change*2, 276-280.

EASAC (2018) *Opportunities for soil sustainability in Europe*. Report No. 36, European Academies Science Advisory Council (EASAC).

EC (2020a) https://ec.europa.eu/environment/soil/soil_policy_en.htm, last visited at November 21, 2020.

EC (2020b) https://ec.europa.eu/info/horizon-europe/missions-horizon-europe/soil-health-and-food_en, viewed at 21 November 2020.

EUSO (2020). [EU Soil Observatory \(EUSO\) | EU Science Hub \(europa.eu\)](https://europa.eu/euso/).

Eynde, L. & Vanden 2020. Project ‘Ontharding’, presentation for Thinkers Programme Soil as Natural Capital, 7 October 2020. Department of Environment.

Hanegraaf, MC et al. (2019) Bodemkwaliteitsbeoordeling van landbouwgronden in Nederland – Indicatorset en systematiek, versie 1.0. Stichting Wageningen Research, rapport WPR-795, doi: 10.18174/498307.

Hong, S. et al. (2020) Divergent responses of soil organic carbon to afforestation. *Nauret Sustainability*3, 694–700

IPBES (2018) The IPBES assessment report on land degradation and restoration. <https://ipbes.net/assessment-reports/ldr>

IPCC (2019) Special Report Climate Change and Land. <https://www.ipcc.ch/srccl/>.

Jacobs, S. (2020). Soil as a ‘common good’, presentation for Thinkers Programme Soil as Natural Capital, 7 October 2020, MonardLaw.

- Janes-Bassett, V. & Davies, J. (2018) Soil natural capital valuation in agri-food businesses. Valuing Nature Natural Capital Synthesis Report VNP08.
- Jeffery, S. et al. (2015) The way forward in biochar research: targeting trade-offs between the potential wins. *Global Change Bioenergy* 7, 1-13.
- Kerré, B. et al. (2017) Long-term presence of charcoal increases maize yield in Belgium due to increased soil water availability. *European Journal of Agronomy* 91, 10-15.
- Koopmans, CJ et al. (2005) De kuil: Bodembeoordeling aan de hand van een kuil. Bunnik. Louis Bolk Instituut, publicatienummer LB12.
- Lehmann, J. et al. (2020) The concept and future prospects of soil health. *Nature Reviews Earth & Environment* 1, 544-553.
- Brouwers, J. et al. (2015) MIRA Climate Report 2015, about observed and future climate changes in Flanders and Belgium. *Flanders Environment Agency: Aalst, Belgium*.
- Montanarella, L. et al. (eds.) (2018) Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 744 pp. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237392>
- Mullan D. (2013). Soil erosion under the impacts of future climate change: assessing the statistical significance of future changes and the potential on-site and off-site problems. *Catena* 109, 234-246
- Orgiazzi, A., et al. (2016) A knowledge-based approach to estimating the magnitude and spatial patterns of potential threats to soil biodiversity. *Science of the Total Environment* 545, 11-20.
- Paustian, K. et al. (2016). Climate-smart soils. *Nature* 532, 49-57.
- Peeters, B (2020.) Soil in EU policy, presentation for Thinkers Programme Soil as Natural Capital, 7 October 2020, DG Environment.
- Pisman, A. et al. (eds.) (2018). Ruimterapport Vlaanderen (RURA). Een ruimtelijke analyse van Vlaanderen. Brussel, Departement Omgeving, 202 pp.
- Poelmans, L. et al. (2010). Assessing the relative impact of urban expansion and climate change on high flows in a small catchment in Flanders (Belgium). *Land Use Policy*, 2010.
- Poelmans, L., & Van Rompaey, A. (2010) Complexity and performance of urban expansion models. *Computers, Environment and Urban Systems* 34, 17-27.
- Robinson, DA et al. (2017) Soil natural capital in Europe; a framework for state and change assessment. *Scientific Reports* 7, 6706.
- Ros, GH, (2020) De Open Bodemindex (OBI) 0.2. Achtergronddocumentatie. 183 pp.

- Ruysschaert, G. et al. (2008) Spatial and long-term variability of soil loss due to crop harvesting and the importance relative to water erosion: A case study from Belgium. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 126, 217-228.
- Sleutel, S. et al. (2003) Carbon stock changes and carbon sequestration potential of Flemish cropland soils. *Global Change Biology* 9, 1193-1203.
- Sleutel, S. et al. (2007) Assessing causes of recent organic carbon losses from cropland soils by means of regional-scaled input balances for the case of Flanders (Belgium). *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 78, 265-278
- Sokol, NW, & Bradford, MA (2019) Microbial formation of stable soil carbon is more efficient from belowground than aboveground input. *Nature Geoscience* 12, 46-53.
- Swerts, M. et al. (2020) *Bodemerosierisico-indicator Vlaanderen (2008-2019)*. Departement Omgeving, Brussel.
- Tamburini, G. et al. (2020) Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. *Science Advances*, 6(45), eaba1715.
- Tóth, G. et al. (2013) The LUCAS topsoil database and derived information on the regional variability of cropland topsoil properties in the European Union. *Environmental Monitoring and Assessment* 185, 7409-7425.
- Van De Vijver, E. et al. (2020). Estimating the urban soil information gap using exhaustive land cover data: The example of Flanders, Belgium. *Geoderma* 372, 114371.
- Van Kessel, C. et al. (2013) Climate, duration, and N placement determine N₂O emissions in reduced tillage systems: a meta-analysis. *Global Change Biology* 19, 33-44.
- Vanderhaegen, S. & Canters, F. (2016) Use of Earth observation for monitoring soil sealing trends in Flanders and Brussels between 1976 and 2013. *Belgeo. Revue belge de géographie*, (2). <https://doi.org/10.4000/belgeo.18025>
- Verstraeten, A. et al. (2012) Impact of declining atmospheric deposition on forest soil solution chemistry in Flanders, Belgium. *Atmospheric Environment* 62, 50-63.
- West, TO & Six, J. (2007) Considering the influence of sequestration duration and carbon saturation on estimates of soil carbon capacity. *Climate Change* 80, 25-41.
- Yang, Y. et al. (2019) Soil carbon sequestration accelerated by restoration of grassland biodiversity. *Nature Communications* 10, 718.
- Zomlot, Z. et al. (2015) Spatial distribution of groundwater recharge and base flow: Assessment of controlling factors. *Journal of Hydrology: Regional Studies* 4, 349-368.

Appendix: Lijst van activiteiten en vergaderingen met stakeholders

14 januari 2019 - Eerste brainstormsessie Stuurgroep

Deelnemers: Anne Gobin (VITO), Steven Sleutel (UGent), Kris Verheyen (coördinator Denkerscyclus KVAB, UGent), Willy Verstraete (lid KVAB, UGent)

15 maart 2019 - Kick-off meeting met Expertengroep

Deelnemers: Ann Cuyckens (OVAM), Jeroen De Waegemaeker (ILVO), Anne Gobin, Elisabeth Monard (lid KVAB, bestuurder Klasse Technische Wetenschappen), Joost Salomez (Dep. Omgeving), Steven Sleutel (UGent), Martine Swerts (Planbureau Omgeving), Wim Verbeke (Climate Innovation), Kris Verheyen, Willy Verstraete, Inez Dua (medewerker KVAB).

6 mei 2019 - Skypevergadering Stuurgroep

Deelnemers: Inez Dua, Anne Gobin, Steven Sleutel, Kris Verheyen

29 mei 2019 - Vergadering Stuurgroep

Deelnemers: Inez Dua, Freddy Dumortier (vast secretaris KVAB), Anne Gobin, Steven Sleutel, Kris Verheyen, Willy Verstraete

19 september 2019 - Vergadering Expertengroep

Deelnemers: Inez Dua, Anne Gobin, Jean Poesen (lid KVAB), Greet Ruyschaert (ILVO), Steven Sleutel, Kris Van Looy (OVAM), Wim Verbeke, Kris Verheyen, Willy Verstraete

FACT FINDING I - Nov 6-8, 2019

6 november 2019 - Vergadering Stuurgroep + Denkers

Deelnemers: Richard Bardgett (Denker), Inez Dua, Anne Gobin, Steven Sleutel, Erik Smolders (KU Leuven), Joke Van Wensem (Denker), Kris Verheyen, Willy Verstraete

7 november 2019 - FACT FINDING SESSION ON "HEALTHY SOILS FOR SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT IN THE 21ST CENTURY"

Deelnemers:

Richard	Bardgett	Thinker-in-Residence
Nele	Cattoor	VeGeBe
Stefaan	De Neve	UGent
Koen	Desimpelaere	VLM
Bruno	Devos	INBO
Jan	Diels	KU Leuven

Annemie	Elsen	Bodemkundige Dienst België
Ruben	Fontaine	DLV
Anne	Gobin	VITO
Erik	Grietens	Bond Beter Leefmilieu
Stijn	Overloop	VMM
Jean	Poesen	KVAB
Greet	Ruysschaert	ILVO
Steven	Sleutel	UGent
Erik	Smolders	KU Leuven
Martine	Swerts	Planbureau Omgeving
Karen	Van Geert	Arcadis
Griet	Van Gestel	OVAM
Koen	Van Keer	Yara
Georges	Van Keerberghen	Boerenbond
Kris	Van Looy	OVAM
Joke	van Wensem	Thinker-in-Residence
Kris	Verheyen	UGent
Patrick	Verstegen	VLM
Willy	Verstraete	UGent
Jeroen	Watté	Wervel
Mark	Wulfrancke	ABS

8 november 2019 - Debriefing Stuurgroep + Denkers

7 januari 2020 - Vergadering Stuurgroep + Denkers

Deelnemers: Richard Bardgett (skype), Inez Dua, Anne Gobin, Steven Sleutel, Erik Smolders, Joke van Wensem (skype), Kris Verheyen, Willy Verstraete

FACT FINDING II - Feb 12-13, 2020

12 februari 2020 - Bezoek ILVO en compostsite

Deelnemers: Richard Bardgett, Inez Dua, Anne Gobin, Steven Sleutel, Erik Smolders, Joke van Wensem, Kris Verheyen, Willy Verstraete

Vanuit ILVO: Tom De Swaef, Sarah Garré, Els Lemeire, Joris Relaes, Bert Reubens, Isabelle Roldan-Ruiz, Greet Ruysschaert, Bart Vandecasteele, Hans Vandermaelen, Anna Verhoeve, Koen Willekens

12 februari 2020 - Bezoek VMM

Deelnemers: Richard Bardgett, Inez Dua, Anne Gobin, Steven Sleutel, Erik Smolders, Joke van Wensem, Kris Verheyen, Willy Verstraete

Vanuit VMM: Bernard De Potter, Willem Maetens, Dieter Vandevelde, Steven Vinckier

13 februari 2020 - FACT FINDING SESSION ON "SOILS IN A CHANGING CLIMATE"

Deelnemers:

Richard	Bardgett	Thinker-in-Residence
Dave	Buchan	Bioforum
Nele	Cattoor	fvp house
Wim	Cornelis	Land-en-water.be
An	Dewaele	EKG, Dep. Omgeving
Tom	Diez	Watergroep
Ilse	Geyskens	Boerenbond
Anne	Gobin	VITO
Kevin	Grauwels	VLM
Pieter	Janssens	Bodemkundige dienst
Maayke	Keymeulen	DLV
Hans	Leinfelder	KU Leuven
Steve	Leroi	IFLUX
Suzanna	Lettens	INBO
Katrien	Oorts	Dep. Omgeving
Jean	Poesen	KU Leuven
Joost	Salomez	Dep. Omgeving
Steven	Sleutel	UGent
Erik	Smolders	KU Leuven
Marc	Sneyders	Bayer
Jan	Staes	UAntwerpen
Rhune	Van Cleemput	Watergroep
Karel	Van Daele	Land-en-water
Joke	van Wensem	Thinker-in-Residence
Hendrik	Vandamme	ABS
Kris	Verheyen	UGent
Inge	Vermeulen	Provincie Antwerpen
Willy	Verstraete	UGent
Patrick	Willems	KU Leuven

13 februari 2020 - Debriefing Stuurgroep + Denkers

28 april 2020 - Skypevergadering Stuurgroep + Denkers

Deelnemers: Richard Bardgett, Anne Gobin, Steven Sleutel, Erik Smolders, Joke van Wensem, Kris Verheyen, Willy Verstraete

24 juni 2020 - Skypevergadering Stuurgroep + Denkers

Deelnemers: Richard Bardgett, Inez Dua, Anne Gobin, Steven Sleutel, Erik Smolders, Joke van Wensem, Kris Verheyen, Willy Verstraete

17 september 2020 - Skypevergadering Stuurgroep + Denkers

Deelnemers: Richard Bardgett, Inez Dua, Anne Gobin, Steven Sleutel, Erik Smolders, Joke van Wensem, Kris Verheyen, Willy Verstraete

FACT FINDING III - October 7-8, 2020

7 oktober 2020 - FACT FINDING SESSION ON "APPROPRIATION OF SOILS AS NATURAL CAPITAL"

Richard	Bardgett	Thinker-in-Residence
Robin	De Smedt	Dep. OMG
Lieven	De Smet	INBO
Koen	Dhoore	Landwijzer
Anne	Gobin	VITO
Dieter	Helm	Oxford
Lars	Heyn	Wageningen University
Dirk	Holemans	Oikos
Miro	Jacob	ILVO
Sarah	Jacobs	MonardLaw
Mahmut	Kocak	Dep. OMG
Bavo	Peeters	DG environment
Marnix	Pieters	Flanders Heritage
Gerard	Ros	NMI Agro
Steven	Sleutel	UGent
Erik	Smolders	KU Leuven
Martine	Swerts	Planbureau Omgeving
Griet	Van Gestel	OVAM
Kris	Van Looy	OVAM
Joke	van Wensem	Thinker-in-Residence

Karen	Vancampenhout	KU Leuven
Laurens	Vanden Eynde	Dep. OMG
Hans	Vandermaelen	ILVO
Bernard	Vanheusden	UHasselt
Kris	Verheyen	UGent
Elisa	Vermeulen	Grondbank
Willy	Verstraete	UGent

7 oktober 2020 - Debriefing Stuurgroep + Denkers

8 oktober 2020 - Online vergadering met Raf Suys, Lieven Van Waes and Wim Verrelst (kabinet Hilde Crevits, Vlaams minister van Landbouw)

8 oktober 2020 - Online vergadering met Victor Dries (kabinet Zuhail Demir, Vlaams minister van Omgeving)

23 oktober 2020 - Skypevergadering Stuurgroep + Denkers

Deelnemers: Richard Bardgett, Inez Dua, Anne Gobin, Steven Sleutel, Erik Smolders, Joke van Wensem, Kris Verheyen, Willy Verstraete

2 december 2020 - Skypevergadering Stuurgroep + Denkers

Deelnemers: Richard Bardgett, Inez Dua, Anne Gobin, Steven Sleutel, Erik Smolders, Joke van Wensem, Kris Verheyen, Willy Verstraete

15 januari 2021 - Skypevergadering Stuurgroep + Denkers

Deelnemers: Richard Bardgett, Inez Dua, Anne Gobin, Steven Sleutel, Erik Smolders, Joke van Wensem, Kris Verheyen, Willy Verstraete

8 februari 2021 - SYMPOSIUM 'SOILS AS NATURAL CAPITAL'

Online publieke presentatie van het Denkersrapport met reacties van beleidsmakers.

Algemene lijst van betrokken stakeholders

Richard	Bardgett	Thinker-in-Residence
Dave	Buchan	Bioforum
Nele	Cattoor	fvp house
Wim	Cornelis	Land-en-water.be
Ann	Cuyckens	OVAM
Stefaan	De Neve	UGent
Bernard	De Potter	VMM

Robin	De Smedt	Dep. OMG
Lieven	De Smet	INBO
Tom	De Swaef	ILVO
Jeroen	De Waegemaeker	ILVO
Koen	Desimpelaere	VLM
Bruno	Devos	INBO
An	Dewaele	EKG, Dep. Omgeving
Koen	Dhoore	Landwijzer
Jan	Diels	KU Leuven
Tom	Diez	Watergroep
Victor	Dries	Kabinet minister Demir
Inez	Dua	KVAB
Freddy	Dumortier	KVAB
Annemie	Elsen	Bodemkundige Dienst België
Ruben	Fontaine	DLV
Sarah	Garré	ILVO
Ilse	Geyskens	Boerenbond
Anne	Gobin	VITO
Kevin	Grauwels	VLM
Erik	Grietens	Bond Beter Leefmilieu
Dirk	Holemans	Oikos
Miro	Jacob	ILVO
Sarah	Jacobs	MonardLaw
Pieter	Janssens	Bodemkundige dienst
Maayke	Keymeulen	DLV
Mahmut	Kocak	Dep. OMG
Hans	Leinfelder	KU Leuven
Els	Lemeire	ILVO
Steve	Leroi	IFLUX
Suzanna	Lettens	INBO
Willem	Maetens	VMM
Elisabeth	Monard	KVAB
Katrien	Oorts	Dep. Omgeving
Stijn	Overloop	VMM
Bavo	Peeters	DG environment
Marnix	Pieters	Flanders Heritage

Jean	Poesen	KU Leuven
Joris	Relaes	ILVO
Bert	Reubens	ILVO
Isabelle	Roldan-Ruiz	ILVO
Gerard	Ros	NMI Agro
Greet	Ruysschaert	ILVO
Joost	Salomez	Dep. Omgeving
Steven	Sleutel	UGent
Erik	Smolders	KU Leuven
Marc	Sneyders	Bayer
Jan	Staes	UAntwerpen
Raf	Suys	Kabinet minister Crevits
Martine	Swerts	Planbureau Omgeving
Rhune	Van Cleemput	Watergroep
Karel	Van Daele	Land-en-water
Karen	Van Geert	Arcadis
Griet	Van Gestel	OVAM
Koen	Van Keer	Yara
Georges	Van Keerberghen	Boerenbond
Kris	Van Looy	OVAM
Lieven	Van Waes	Kabinet minister Crevits
Joke	van Wensem	Thinker-in-Residence
Karen	Vancampenhout	KU Leuven
Hendrik	Vandamme	ABS
Bart	Vandecasteele	ILVO
Laurens	Vanden Eynde	Dep. OMG
Hans	Vandermaelen	ILVO
Dieter	Vandevelde	VMM
Bernard	Vanheusden	UHasselt
Wim	Verbeke	Climate Innovation
Kris	Verheyen	UGent
Anna	Verhoeve	ILVO
Elisa	Vermeulen	Grondbank
Inge	Vermeulen	Provincie Antwerpen
Wim	Verrelst	Kabinet minister Crevits
Patrick	Verstegen	VLM

Willy	Verstraete	UGent
Steven	Vinckier	VMM
Jeroen	Watté	Wervel
Koen	Willekens	ILVO
Patrick	Willems	KU Leuven
Mark	Wulfrancke	ABS

RECENTE STANDPUNTEN (vanaf 2016)

47. Bart Verschaffel, Marc Ruyters e.a., *Elementen van een duurzaam kunstenbeleid*, KVAB/Klasse Kunsten, 2016.
48. Pascal Verdonck, Marc Van Hulle (e.a.) - *Datawetenschappen en gezondheidszorg*, KVAB/Klasse Technische wetenschappen, 2017.
49. Yolande Berbers, Mireille Hildebrandt, Joos Vandewalle (e.a.) - *Privacy in tijden van internet, sociale netwerken en big data*, KVAB/Klasse Technische wetenschappen, 2017.
50. Barbara Baert (e.a.), *Iconologie of 'La science sans nom'*, KVAB/Klasse Kunsten, 2017.
51. Tariq Modood, Frank Bovenkerk - *Multiculturalism. How can Society deal with it?* KVAB/Klasse Menswetenschappen, 2017.
52. Mark Eyskens - *Europa in de problemen*. KVAB/Klasse Menswetenschappen, 2017.
53. Luc Steels - *Artificiële intelligentie. Naar een vierde industriële revolutie?*. KVAB/Klasse Natuurwetenschappen, 2017.
54. Godelieve Gheysen, René Custers, Dominique Van Der Straeten, Dirk Inzé, *Ggo's anno 2018. Tijd voor een grondige herziening*. KVAB/Klasse Natuurwetenschappen, 2017.
55. Christoffel Waelkens (e.a.) - *Deelname van Vlaanderen aan grote internationale onderzoeksinfrastructuren: uitdagingen en aanbevelingen*, KVAB/Klasse Natuurwetenschappen, 2017.
55. Addendum. Jean-Pierre Henriët. - *Mijlpalen in internationale wetenschappelijke samenwerking*, KVAB/Klassen Natuurwetenschappen, 2017.
56. Piet Swerts, Piet Chielens, Lucien Posman - *A Symphony of Trees. Wereldcreatie naar aanleiding van de herdenking van de Derde Slag bij Teper, 1917*, KVAB/Klasse Kunsten, 2017.
57. Willy Van Oversché e.a. - *De mobiliteit van morgen: zijn we klaar voor een paradigmawissel?*, KVAB/Klasse Technische Wetenschappen, 2018.
58. Tinne De Laet e.a. - *"Learning Analytics" in het Vlaams hoger onderwijs*, KVAB/Klasse Technische Wetenschappen, 2018.
59. Dirk Van Dyck, Elisabeth Monard, Sylvia Wenmackers e.a. - *Onderzoeker-gedreven wetenschap. Analyse van de situatie in Vlaanderen*, KVAB/Klasse Natuurwetenschappen, 2018.
60. Liliane Schoofs - *Doctoraathouders geven het Vlaanderen van morgen vorm*, KVAB/Klasse Natuurwetenschappen, 2018.
61. Luc Bonte, Aimé Heene, Paul Verstraeten e.a. - *Verantwoordelijk omgaan met digitalisering. Een oproep naar overheden en bedrijfsleven, waar ook de burger toe kan/moet bijdragen*, KVAB/Klasse Technische Wetenschappen, 2018.
62. Jaak Billiet, Michaël Opgenhaffen, Bart Pattyn, Peter Van Aelst - *De strijd om de waarheid. Over nepnieuws en desinformatie in de digitale mediawereld*, KVAB/Klasse Menswetenschappen, 2018.
63. Christoffels Waelkens. - *De Vlaamse Wetenschapsagenda en interdisciplinariteit. Leren leven met interdisciplinaire problemen en oplossingen*, KVAB/Klasse Natuurwetenschappen, 2019.
64. Patrick Onghena - *Repliceerbaarheid in de empirische menswetenschappen*, KVAB/Klasse Menswetenschappen, 2020.
65. Mark Eyskens - *Als een virus de mensheid gijzelt. Oorzaken en gevolgen van de Coronacrisis*, KVAB/Klasse Menswetenschappen, 2020.
66. Jan Rabaey, Rinie van Est, Peter-Paul Verbeek, Joos Vandewalle - *Maatschappelijke waarden bij digitale innovatie: wie, wat en hoe?*, KVAB - *Denkersprogramma 2019*, KVAB/Klasse Technische Wetenschappen, 2020.
67. Oana Dima (auteur), Dirk Inzé, Hubert Bocken, Pere Puigdomènech, René Custers (eds)., *Genoombewerking voor veredeling van landbouwgewassen. Toepassingen van CRISPR-Cas9 en aanverwante technieken*, ALLEA-KVAB/Klasse Natuurwetenschappen, 2020.
68. Marie-Claire Foblets, *De multiculturele samenleving en de democratische rechtsstaat - Hoe vrijwaren we de sociale cohesie?*, KVAB/Klasse Menswetenschappen 2020
69. Joost Van Roost, Luc Van Nuffel, Pieter Vingerhoets e.a., *De rol van gas in de Belgische energietransitie - Aardgas en Waterstof*, KVAB/Klasse Technische Wetenschappen, 2020.

De volledige lijst met standpunten en alle pdf's kunnen worden geraadpleegd op
www.kvab.be/standpunten



Gezonde bodems zijn een natuurlijk kapitaal, essentieel voor de voedselproductie en het behoud van biodiversiteit, en dus voor ons welzijn. In 2020 organiseerde de Academie een Denkerscyclus over de uitdagingen en opportuniteiten voor het behoud van het natuurlijk bodemkapitaal in Vlaanderen. Twee buitenlandse experts volgden toespraken en discussies van verschillende actoren in Vlaanderen en schreven hun bevindingen neer in dit werk. Deze twee experts zijn Richard Bardgett, Brits bodemecologen en Joke van Wensem, adviseur van het ministerie voor Milieu in Nederland. Samen hebben ze in dit werk aangetoond dat er een aanzienlijk verlies is van dit natuurlijk bodemkapitaal in Vlaanderen. Dit komt door intensieve landbouwpraktijken, bodemafdichting (verharding) door gebouwen en infrastructuur, de klimaatverandering en vervuiling. In Vlaanderen ontbreekt een geïntegreerde actie om de bodemgezondheid te monitoren en hierover te rapporteren. Dit werk bevat een schat aan informatie over de Vlaamse bodem en eindigt met concrete aanbevelingen voor overheid en voor iedereen die betrokken is bij het behoud van dit natuurlijk kapitaal, en dat zijn wij eigenlijk allemaal.

De reeks Standpunten van de Academie is een bijdrage tot het wetenschappelijk onderbouwd debat over actuele maatschappelijke en artistieke thema's. De auteurs, leden en werkgroepen van de Academie schrijven in eigen naam, onafhankelijk en met volledige intellectuele vrijheid. De goedkeuring voor publicatie door een of meerdere Klassen van de Academie waarborgt de kwaliteit van de gepubliceerde studies.