



**onder het
maaiveld.**

HANDREIKING GEZONDE BODEM

VERSIE 1.0



Deze handreiking komt voort uit het programma Onder het Maaiveld waarin Stichting IUCN Nederlands Comité (IUCN NL), De Vlinderstichting, Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW) en Wageningen University & Research (WUR) met verschillende maatschappelijke partners samenwerken aan duurzame oplossingen voor behoud en herstel van het bodemleven in Nederland. De handreiking is tot stand gekomen door financiële bijdragen van Triodos Foundation en de Nationale Postcode Loterij.

HANDREIKING GEZONDE BODEM

INHOUD

1. Introductie.....	5
1.1. Natuurlijke functies van de bodem	5
1.2. De bodem staat onder druk	6
2. Bouwstenen voor een gemeentelijk bodembeleid	8
2.1. Tien stappen naar een vitale bodem.....	8
2.2. Dataverzameling.....	18
2.3. Bewustwording en kennisdeling	20
2.4. Afstemming en samenwerking.....	21
3. No-regret maatregelen.....	23
3.1. Inrichting van de (openbare) ruimte	23
3.2. Bouw en uitvoering	26
3.3. Bodembeheer in de praktijk.....	29
4. Slotwoord en dankbetuiging	33
Bijlage 1. Bodemleven verder toegelicht	34
Bijlage 2 Overzicht van factoren met invloed op het vitaliteitsoptimum	39
Bijlage 3 Overzicht bestaand beleid relevant voor de bodem	41

SAMENVATTING

Een gezonde bodem is de bakermat van onze biodiversiteit op land. Maar door ingrijpende drukfactoren zoals intensief beheer, grondverzet en vergaande verstedelijking staan levende bodems in ons land onder druk. Bij goed beheer en herstel kan de bodem misschien wel onze belangrijkste bondgenoot worden in de strijd voor klimaat robuuste steden met een rijke biodiversiteit en een gezonde leefomgeving. Maar wat kunnen gemeenten doen om de vitaliteit van de bodem te behouden en te herstellen? Deze handreiking richt zich op de ontwikkeling van nieuwe (bouw)projecten, de uitvoering van projecten en het beheer van bodems in de openbare ruimte. Daarbij worden tien bouwstenen voorgesteld:

1. Team samenstellen
2. Definitie gezonde bodem
3. Ambitie bepalen
4. Inventarisatie bodemtoestand
5. Opstellen kansenkaart
6. Concrete doelen stellen
7. Uitdenken maatregelen
8. Bepalen compensatiemaatregelen
9. Opstellen monitoringraamwerk
10. Implementatie

Ook wordt een overzicht gegeven van no-regret maatregelen voor projectontwikkeling, uitvoering en beheer. Hieronder wordt verstaan: maatregelen die de bodemvitaliteit direct of indirect kunnen bevorderen en geen significante nadelen met zich meebrengen. Deels gaat dat om maatregelen die laagdrempelig zouden kunnen worden doorgevoerd, en deels gaat het om fundamentele keuzes en maatregelen die wat meer voeten in de aarde hebben.

Tot slot besteedt de handreiking aandacht aan zaken als dataverzameling van bodemcondities en bodembiodiversiteit, communicatie rondom het thema bodemvitaliteit en afstemming en samenwerking tussen relevante actoren.



Een gezonde bodem krioelt van het leven. Microscopisch beeld van een bodem sample © NIOO-KNAW

1. INTRODUCTIE

Een gezonde bodem is het fundament van de natuur en onmisbaar voor toekomstbestendige steden, een gezonde leefomgeving en een duurzame voedselproductie. Het belang van een vitale bodem wordt inmiddels breed erkend, aangezien de verbetering van bodemgezondheid bijdraagt aan klimaatadaptatie en biodiversiteitsherstel. Er ligt ook een beleidsmatige opgave ten aanzien van vitale bodems.

Internationale verdragen voor klimaat, biodiversiteit en anti-verwoestijning stellen dat verdere bodemdegradatie zo snel mogelijk een halt moet worden toeroepen. Op Europees niveau schetst de [EU-bodemstrategie voor 2030](#) een kader en concrete maatregelen om bodems te beschermen, te herstellen en duurzame te gebruiken. Hiervoor moeten alle EU landen het netto ruimtebeslag in 2050 tot nul te beperken. En dat is behoorlijk ingrijpend. Deze internationale wet- en regelgeving zal zich moeten vertalen naar nationaal, provinciaal en gemeentelijk beleid. In Nederland zijn veel van de nationale en internationale doelen op het gebied van klimaat, water, bodem, infrastructuur, energie, landbouw en woningbouw gebundeld in de Nationale Omgevingsvisie. De vertaling van deze doelen naar concrete gebiedsplannen vormt een aanzienlijke ruimtelijke opgave. Hoe kunnen we met alle bestaande ruimteclaims ook nog zorgen dat de bodemtoestand verbeterd? Om gemeenten bij deze ruimtelijke puzzel op weg te helpen is voorliggende Handreiking Gezonde Bodem ontwikkeld. In de praktijk zal dit aansluiten op bestaande opgaven waarvoor gemeenten aan de lat staan. Bovendien vormen de landbouw- en energietransitie en de woningbouw- en natuuropgave aanvullende kansen voor herstel van de bodem.

De handreiking richt zich in eerste instantie op:

- De beleidsmedewerkers bodem, de echte specialisten en kennishouders van bodem;
- De beheerders voor het groen en de beleidsmedewerker openbare ruimte (of leefomgeving) en in mindere mate de beleidsmedewerker Klimaatadaptatie en;
- De medewerkers Ruimtelijke Ordening, Projectleiders stedelijk ontwikkeling en de civiele (beheer)medewerkers

1.1. Natuurlijke functies van de bodem

Een gezonde of vitale bodem vervult zijn natuurlijke bodemfuncties (ecosysteemdiensten van de bodem) zo optimaal mogelijk, waarbij chemische, fysische en biologische eigenschappen in balans zijn en de ecologische draagkracht niet wordt overschreden. Hoe deze toestand kan worden bereikt (of zo dicht mogelijk benaderd) varieert per locatie en is afhankelijk van het gebruiksdoel van de grond. Een landbouwbodem zou bijvoorbeeld enerzijds de groei van voldoende en gezond voedsel moeten ondersteunen, maar zou idealiter ook een hoge natuurlijke afweer tegen ziekten en plagen bezitten en organische stof vastleggen waardoor ook de waterberging verbetert. In stedelijk gebied is er vaak juist geen sprake van een natuurlijke bodemfunctie maar van antropogene ophooglagen en antropogene functies. Toch is het ook bij dit soort bodems interessant om te bekijken of de maatschappelijke functies kunnen vergroten, bijvoorbeeld via een aangepast beheer of via een alternatieve inrichting. Juist in de openbare ruimte liggen kansen voor klimaatweerbaarheid, lokale biodiversiteit en robuuste groenstructuren. De kern is dat er wordt gestuurd op de bodembioïlogie, dat wil zeggen het leven in de bodem. Dat bodemleven is bepalend voor de mate waarin een bodem haar natuurlijke functies vervult. Het bodemleven is de motor achter tal van essentiële kringlopen. Het zorgt voor de omzetting van dood

organisch materiaal zoals takken en afgevalen bladeren. Deels komt dat materiaal weer als voedingsstof beschikbaar voor planten en deels wordt organisch materiaal ook in de bodem vastgelegd waarmee koolstof wordt opgeslagen en de sponswerking van de bodem toeneemt. Planten scheiden ongeveer een derde van de suikers die ze via fotosynthese aanmaken weer uit via hun wortels. Daarmee voeden ze het bodemleven, dat de plant vervolgens weer helpt om essentiële bouwstoffen uit de bodem te kunnen opnemen. Zie bijlage 1 voor meer achtergrond over het bodemleven.



Figuur 1 - 11 bodemfuncties, een onderscheid op basis van de indeling van de Food and Agricultural Organisation van de VN

1.2. De bodem staat onder druk

Door intensief beheer, vergaande verstedelijking en de toenemende impact van klimaatverandering staat het functioneren van de bodem in ons land onder druk¹. De gevolgen daarvan zijn goed merkbaar, denk bijvoorbeeld aan hittestress op hete dagen, wateroverlast in natte tijden en neerslagtekorten in voorjaar en zomer. Maar ook toegenomen gevoeligheid voor ziekten en plagen van planten en bomen en een afname van insecten- en vogelpopulaties vinden een belangrijke oorzaak in de verminderde vitaliteit van de bodem. Figuur 2 geeft een overzicht van bedreigingen waarmee bodems in ons land te maken hebben.

¹ RLI 2020 geeft een overzicht van de huidige staat van de bodem in Nederland

De afname van bodemvitaliteit is niet alleen een Nederlands probleem maar speelt wereldwijd. Naar schatting is de helft van alle bodems in de EU op dit moment in ongezonde staat² en de bodemdegradatie neemt nog altijd toe, vooral door intensieve landbouw, verstedelijking en klimaatverandering. Om klimaatverandering, biodiversiteitsverlies het hoofd te kunnen bieden is het essentieel dat we gaan sturen op gezonde bodems. De maatschappelijke winst die met zo'n transitie naar duurzaam bodembeheer kan worden behaald is enorm. Inzetten op herstel van vitale bodems is daarmee een investering in de toekomst.

Veel openbare ruimte en tuinen worden betegeld, waardoor regenwater niet goed weg kan, biodiversiteit achteruit gaat en hittestress bevordert.	Verstening	Verdichting	Door de inzet van zware machines en voertuigen worden bodemlagen dicht op elkaar gedrukt en gaat de bodemstructuur verloren.
De grondwaterstand is in Nederland op veel plekken zo laag dat de bovenste bodemlagen voor veel bodemorganismen te droog worden. In organische bodems komt hierdoor veel CO2 vrij.	Verdroging	Ploegen	Veel akkers worden na de oogst tot 30 cm diepte geploegd, waardoor de opgebouwde bodemstructuur en organische stof afbreken en CO2 vrijkomt. De grond houdt daardoor minder water vast.
Pesticiden, PFAS en andere toxische stoffen hopen op in het milieu en zijn schadelijk voor het bodemleven	vervuiling	Verziltig	In droge zomers kampen de Nederlandse kustprovincies met verziltig van het grondwater.
Er is een sterke toename van grote distributie- en datacentra, vaak meer dan 40.000m ² , industrieterreinen en kassencomplexen.	Verdozing	Grondverzet	In de bouw wordt veel grond vergraven en verplaatst, waardoor bodemstructuur en bodemleven worden aangetast of verloren gaan.
70% van onze natuur bevat te veel stikstof, waardoor zeldzame soorten verdwijnen, de bodem verzuurt en de weerbaarheid tegen droogte afneemt.	Vermesting	Erosie	Door weersextremen neemt de kans op bodemerosie toe, vooral als bodems al verstoord zijn. Jaarlijks verliest de EU hierdoor een miljard ton bodem (en zo'n 1,25 miljard euro aan landbouwproductie).

Figuur 2- Bedreigingen van de bodem in Nederland.



Verstening leidt zowel tot wateroverlast als droogte omdat water snel wordt afgevoerd en niet kan infiltreren. © Stichting Steenbreek | Sjon Fotografie

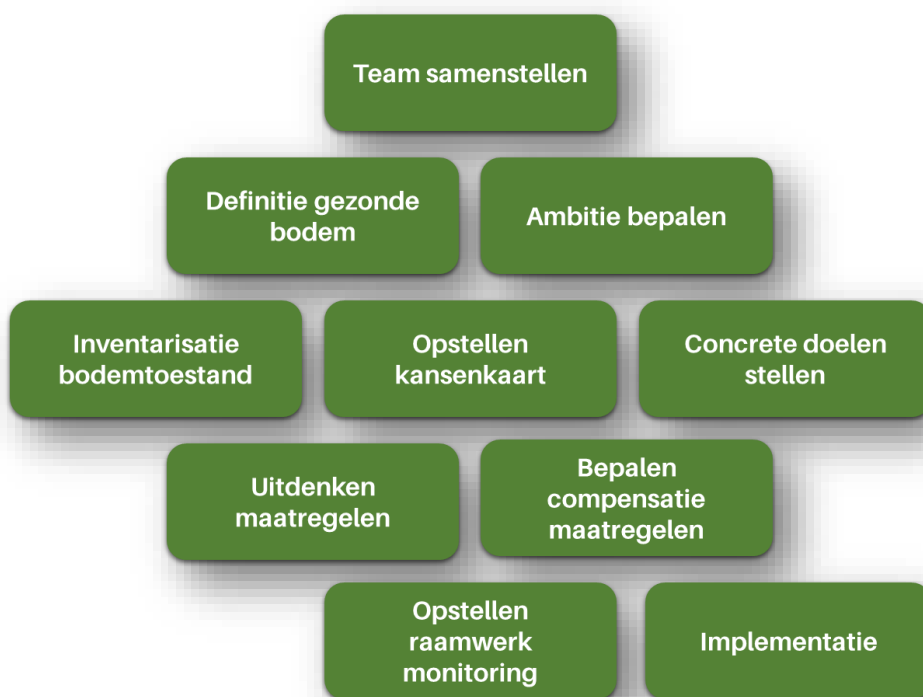
² JRC 2021 Ongezonder betekent lagere waarden dan de te definiëren grenswaarden voor iedere bodem.

2. BOUWSTENEN VOOR EEN GEMEENTELIJK BODEMBELEID

De transitie naar een duurzaam bodembeheer en integrale inrichting van de ondergrond is complex en onderhevig aan regionale verschillen. Met de toegenomen ruimteclaim vormt het dossier verduurzaming bodembeheer voor gemeenten een steeds grotere uitdaging. Het leven in de bodem maakt tot nu toe nauwelijks onderdeel uit van het bestaande bodembeleid³.

2.1. Tien stappen naar een vitale bodem

Op basis van expert interviews met belanghebbenden uit uiteenlopende sectoren hebben we 10 stappen op een rij gezet die kunnen helpen om bodemgezondheid mee te nemen in het beleid. In een ideale situatie zouden alle tien de stappen worden doorlopen. Maar de ene gemeente is de andere niet en dus moet per gemeente worden gekeken welke van de stappen volledig te realiseren zijn, welke deels en welke simpelweg niet, bijvoorbeeld omdat er geen capaciteit voor is. Afhankelijk van de context kunnen verschillende stappen ook gecombineerd worden of kan een andere volgorde worden gehanteerd.



Figuur 3- Bouwstenen voor het opstellen van gemeentelijk beleid voor een vitale bodem

³ Van oudsher ligt er een sterke nadruk op (chemische) verontreinigingen (bodemsaneringsbeleid, grondverzet en verwerking grond- en baggerspecie) en op de rol van de diepere ondergrond in bijvoorbeeld ondergrondse infrastructuur, opslag van CO₂, geothermie en warmte-koude opslag.

STAP 1: Team samenstellen

Binnen de gemeente zou idealiter met (of onder leiding van) de relevante portefeuillehouders op bestuurlijk niveau een team worden samengesteld van planvormers, ontwerpers, ecologen, de omgevingsdienst / beheerders en communicatie experts, dat zich buigt over de vraag hoe bodemkwaliteit kan worden behouden en hersteld bij bestaande en nieuwe ontwikkelingen en hoe de aandacht voor bodemvitaliteit van beleidsvorming tot uitvoering kan toenemen. Het betrekken van deze verschillende stakeholders helpt bij het stroomlijnen van beleid, de borging van commitment, en daarmee ook de uiteindelijke uitvoer van maatregelen in de praktijk. De in dit hoofdstuk opgesomde stappen helpen het team op weg met de belangrijkste vragen.

STAP2: Definitie gezonde bodem

Er is niet één blauwdruk voor 'de gezonde bodem'. De natuurlijke variatie in bodems is groot en niet elke bodem is even effectief in het vervullen van natuurlijke bodemfuncties. Dit betekent ook dat niet elke bodem dezelfde diensten hoeft te leveren, maar de crux is om te streven naar een 'vitaliteitsoptimum' per locatie. Het maakt natuurlijk nogal wat uit met welke grondsoort en bodemeigenschappen we te maken hebben. Evenals het gebruiksdoel en de gewenste natuurlijke bodemfuncties (of ecosysteemdiensten). In bijlage 2 is een tabel opgenomen met een voorgestelde onderverdeling van deze vier hoofdfactoren. In de praktijk betekent dit dat de gemeente stuurt op het optimaal combineren van functies. Sommige functies kunnen prima samen gaan, denk aan landbouw en opslag van koolstof, of wateropslag en natuurontwikkeling. Ook in de stedelijke omgeving met veel opgehoogde en verstoorde grondlagen liggen goede kansen om te sturen op meer bodemfunctionaliteit. Ontstening of doorlatende bestrating zorgt bijvoorbeeld voor meer waterinfiltratie en vergroening voor meer verkoeling en biodiversiteit.

Uit de praktijk:

Gemeente Amsterdam beschrijft in haar publicatie [BiodiverCITY Een kwestie van vitale bodem](#) hoe een gezonde bodem in de stedelijke omgeving eruit kan zien en welke innovatieve methoden zij hanteren om behoud en herstel van het bodemleven mee te nemen in een integraal ontwerp van de ondergrond in de openbare ruimte.

Ook gemeente Brussel (België) heeft een toepassing ontwikkeld waarmee bodemkwaliteit aan de hand van een tiental parameters in kaart wordt gebracht. De [Brussels Soil Quality Index](#) is een instrument voor beleidsmakers en projectontwikkelaars om de variëteit van bodemkwaliteit op lokale schaal mee te nemen vanaf de ontwerpfase van een project.

STAP 3: Ambitie bepalen

Naast duidelijkheid over de definitie is het goed om een gemeentelijke ambitie op te stellen voor het bevorderen van bodemvitaliteit. Waar sturen we naartoe op lange termijn? Een ambitie zou kunnen zijn: een einde aan de wateroverlast in de bebouwde kom of het herstel van de biodiversiteit. Deze ambitie is nog niet gebaseerd op de inventarisatie van de huidige situatie (stap 4) maar op de vertaling van beleidsdoelen en ambities naar gemeentelijk niveau.

Bij het formuleren van de ambitie speelt het ruimtelijke schaalniveau een belangrijke rol. Idealiter stelt de gemeente een (ruimtelijke) bodemvitaliteitsvisie op voor het volledige grondgebied van de gemeente. Vervolgens kan deze visie op een fijnmaziger schaalniveau worden uitgewerkt.

Het ambitieniveau zal afhangen van de gebruiksdoelen en functietypen, maar de gebruiksdoelen en functietypen kunnen op hun beurt ook worden aangepast aan de ambitie. Vooropgesteld dat de toestand van de bodem leidend zou moeten zijn. In andere woorden: functie volgt bodem.

Uit de praktijk:

De [Strategie Klimaatadaptatie 2020 – 2030 van gemeente Arnhem](#) beschrijft de ambities van Arnhem om een klimaatbestendige gemeente te realiseren. Deze uitgebreide strategie omvat onder meer ambities voor het aandeel verharding in de bebouwde kom, een bomenplan, subsidie voor groene daken, een klimaattoets voor gebiedsontwikkeling, regenwater lokaal opslaan in de bodem, schaduwroutes in de openbare ruimte en verbeterde sponswerking van de bodem.

STAP 4: Inventarisatie bodemtoestand

Om een zinvol beleid te voeren is het van belang te weten waar in de gemeente de meest waardevolle (vitale) bodems liggen, waar de bodems met goede herstelpotentie en waar de meest gedegradeerde of slechtste bodems zich bevinden. Deze ruimtelijke inventarisatie geeft in ieder geval inzicht in de belangrijkste ruimtelijke structuren (grove structuren als gebouwen, bestrating (verharding, halfverharding), groenstructuren (parken, bermen, openbaar groen, tuinen, etc) en open bodem / ruderaal terrein) waarvan de **mate van afdekking** kan worden afgeleid⁴, en verschillende bodemtechnische gegevens. Hieronder valt een uitgebreidere set aan parameters, zoals **grondsoort**, **organische stofgehalte**, **bodemstructuur** (denk aan de mate van bodemverdichting en waterdoorlaatbaarheid), chemische parameters zoals **nutriëntengehalten** en **verontreinigingen**, en data over het **bodemleven** zoals de bacterie-schimmelverhouding en de aanwezigheid van bodemdieren. De bodemtechnische gegevens kunnen sterk variëren tussen verschillende locaties en groeiplaatsen (bijv. oorspronkelijke versus opgebrachte bodems) en worden ook beïnvloedt door milieu aspecten en door het beheer. Als er voldoende data beschikbaar is dan kunnen vitaliteitsklassen voor de bodem worden onderscheiden (bijvoorbeeld goed, matig of slecht).

Bij gebrek aan een eenduidige en praktisch hanteerbare set indicatoren is de vitaliteit van Nederlandse bodems nog nauwelijks in kaart gebracht, al zijn er wel initiatieven voor landbouw- en natuurbodems ontwikkeld⁵. Hoe meer data er beschikbaar is, hoe nauwkeuriger de vitaliteit van de bodem kan worden bepaald, maar uiteraard is niet overal alle informatie beschikbaar. Ook indirecte indicatoren zoals de vegetatie of bepaalde kensoorten (indicatorsoorten) kunnen nuttig zijn om snel een globaal beeld te krijgen van de bodemvitaliteit.

⁴ Zie ook de versteningskaarten uitgebracht door Stichting Steenbreek

⁵ De Soil Health Index (SHI) biedt zo'n set indicatoren. Dit is een methode die met een rapportcijfer tussen 0 en 100 een algemeen beeld geeft van de toestand van de bodem. Deze methode focust echter op landbouwbodems en is niet vanzelfsprekend toepasbaar in stedelijke en natuurbodems. Een alternatieve methode op basis van bestaande data is gehanteerd bij een studie naar de vitaliteit van Noord-Brabantse natuurbodems. Daarbij is gekeken naar drie drukfactoren: verdrogingsstoestand, vermesting en verzuring. De resultaten van deze studie tonen aan dat het met de vitaliteit van Brabantse natuurbodems niet goed gaat: 7% van de natuurbodems (inclusief die van bossen met een productiedoelstelling) valt in de vitaliteitsklasse 'goed', 32% in de klasse 'matig' en 61% in de klasse 'slecht'. Bovendien zijn er indicaties dat de vitaliteit niet alleen via de atmosfeer en door verdroging wordt aangetast, maar ook door aanvoer van meststoffen via het grondwater (Witte et al., 2018)

Uit de praktijk:

In het programma [Onder het Maaiveld](#) wordt een waarderingsmechanisme voor de bodem ontwikkeld. In een digitaal dashboard wordt op basis van boven- en ondergrondse gegevens in de omgeving een indicatie gegeven van de bodemtoestand op een bepaalde locatie. Het waarderingsmechanisme focust vooralsnog alleen op de openbare ruimte binnen de gemeentelijke context. Hoe meer datapunten er in het dashboard worden ingevoerd, hoe nauwkeuriger de inschatting van de bodemkwaliteit wordt.

STAP 5: Opstellen kansenkaart

Als ambitie en huidige toestand helder zijn kan worden bekeken waar de kansen en belemmeringen liggen voor bescherming en verbetering van de bodemvitaliteit. Bij deze stap worden verschillende kaartlagen over elkaar heen gelegd, waaronder:

- bodemkaart
- bodemkwaliteitskaart (mate van verontreiniging)
- bestemmingsplannen en gebiedsopgaven (huidige functietypering maar ook gebiedsplannen voor woningbouw, energie, infra, industrie, landbouw en natuur)
- beheersplannen
- bestaand grondgebruik
- mate van bodemafdekking
- grondwaterpeil
- ondergrondse infrastructuur (kabels, leidingen, etc)
- eigendomsinformatie

Deze kaartlagen kunnen worden aangevuld met informatie over ambities of bereidheid van landeigenaren / gebiedsbeheerders om maatregelen ten gunste van de bodem te nemen. Kansen kunnen bijvoorbeeld ook liggen in gebieden die grotendeels versteend zijn, zoals industrieterreinen en parkeerterreinen. Voor het opstellen van een kansenkaart wordt ook gekeken naar het gevoerde beleid op de kansrijke locaties. Locaties waar gevoerd beleid momenteel nog negatief uitpakt op de bodemtoestand en waar juist goede kansen liggen om dit te verbeteren kunnen zo worden bepaald. Wellicht kunnen ook bewoners betrokken worden bij het opstellen van de kansenkaart.

Deze stap kan overigens ook doorlopen worden vóór of in combinatie met de formulering van de ambitie. De kansenkaart kan als vlekkenplan worden weergegeven of, wanneer meer gedetailleerde informatie bekend is, ook als gedetailleerdere kaart.

Uit de praktijk:

Een kansenkaart geeft aan welke ambities het meest kansrijk zijn op een locatie, de ambitie worden dus gekoppeld aan de context op locatie. Een goed voorbeeld van een kansenkaart is de kaart [Natuurlijke klimaatbuffers – kansrijke gebieden](#) van de coalitie Natuurlijke Klimaatbuffers.

**STAP 6: Concrete
doelen stellen**

Gebaseerd op de kansenkaart kan de ambitie concreet gemaakt worden door doelen en een termijn te bepalen. Een aldus verkregen doelenkaart geeft aan welke bodemfuncties moeten worden gerealiseerd per gebruikstype en per locatie. In de doelenkaart wordt ook een planning vastgelegd die de termijn beschrijft waarbinnen de doelen gerealiseerd zullen worden. Per doelgebied zullen dan adequate maatregelen moeten worden uitgewerkt (stap 6). Bijvoorbeeld, in een bestaand stadspark kan worden aangestuurd op verhoging van de koolstofvastlegging en waterberging en daartoe kunnen dan passende beheers- of herinrichtingsmaatregelen worden voorgesteld. Een ander voorbeeld is het vergroten van het waterbergend vermogen en verlagen van de hittestress in een bepaald stadsdeel door de aanleg van waterbuffers (wadi's) en het reduceren van verhard oppervlak.

Bedenk ook hier weer: laat de vitaliteit (en potentie!) van de bodem leidend zijn voor de functies die erop uitgeoefend kunnen worden. Dit principe zou vastgelegd moeten worden in het gemeentelijke ruimtelijke ordeningsbeleid. Aanvullend kunnen bodems worden beschermd via het instellen van bodembeschermingsgebieden waarin verstorende activiteiten worden vermeden. Denk hierbij aan bodems met een hoog organische stofgehalte, het vermogen om veel water vast te houden en CO₂ op te slaan. Deze bodems kunnen een belangrijke rol spelen in klimaatadaptatie en biodiversiteitsherstel.

Uit de praktijk:

In de gemeente Schiedam ([Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling](#)) wordt in delen van de stad wateroverlast ervaren bij extreme neerslag. Ook kampt een deel van de stad met bodemdaling, verzakkingen en funderingsschade. Bodembeleid is er op gericht om de stad beter bestand te maken tegen de gevolgen van klimaatverandering, meer water vast te houden in de stad en overtollig water op te vangen en geleidelijk af te voeren naar het oppervlaktewater. Naast maatregelen in het openbare gebied zijn ook maatregelen nodig op particulier terrein. Daarom wordt in de gemeente Schiedam een stimuleringsregeling voorbereid om Schiedammers aan te moedigen maatregelen te nemen om meer water vast te houden op eigen terrein, bijvoorbeeld door de tuin te vergroenen zodat de 'sponswerking' van de stad wordt vergroot.

**STAP 7: Uitdenken
maatregelen**

Bij het uitdenken van maatregelen maken we onderscheid tussen bestaande locaties, nieuw te ontwikkelen locaties en (groen)beheer.

Nieuwe ontwikkelingen

Bodems die in goede staat verkeren zouden zoveel mogelijk moeten worden ontzien bij nieuwbouwprojecten. Om dat te bevorderen kunnen gemeenten in hun aanbestedingscriteria een mitigatiehiërarchie hanteren voor gezonde bodems. Oftewel: probeer elke negatieve impact op de bodem te vermijden, voordat wordt besloten tot maatregelen die schadelijk zijn voor de bodem en die dus zouden moeten worden gemitigeerd of gecompenseerd⁶. De hierboven genoemde stappen 3 tot 5 helpen om de locaties te vinden waar nieuwe ontwikkelingen relatief het minste negatieve impact op de

⁶ Dit is in lijn met de EU doelstelling om netto ruimtebeslag in 2050 tot nul te reduceren dient de "ruimtelijkeordeningshiërarchie" (vermijden - hergebruiken - beperken - compenseren) te worden toegepast om nieuwe afdekking van natuur of landbouwgrond te voorkomen. Ruimtebeslag is het verlies van landbouw-, bos- en andere halfnatuurlijke en natuurlijke gronden als gevolg van stedelijke en andere kunstmatige landontwikkeling, met inbegrip van de afdekking van bodem door bebouwing, stedelijke infrastructuur, stedelijke groene ruimten en sport- en vrijetijdsvoorzieningen.

bodem teweegbrengen. Mocht verstoring tijdens uitvoering onvermijdelijk zijn dan moet dat tot een minimum beperkt worden door mitigerende maatregelen te nemen. Mochten ontwikkelingen op gezonde bodems onvermijdelijk zijn dan kan de gemeente een compensatieplan opstellen (stap 6). Essentieel onderdeel van deze stap is het analyseren van de mogelijkheden tot het combineren van functies. In veel gevallen kunnen natuurontwikkeling en waterretentie samengaan. Of kunnen bouw en energieopwekking goed gecombineerd worden. Omdat een toename aan groen veel maatschappelijke baten heeft zoals het verminderen van hittestress en wateroverlast zou bij nieuwe (bouw)ontwikkelingen altijd gestreefd moeten worden naar een natuurpositief resultaat (hanteer de principes van natuurinclusief bouwen (zie box volgende pagina) en neem daarbij bodem integraal mee).

Beheer van bestaande locaties

Voor eigen gronden kan de gemeente beheersmaatregelen formuleren ter bevordering van de bodemvitaliteit. Op dit moment besteden gemeenten vaak een gebiedsonderhoudscontract uit aan derden voor een periode van vier tot acht jaar. Het belang van bodemleven wordt hierin zelden aangestipt. Het gaat alleen om dagelijks en korte cyclus beheer. Met het opnemen van bodemherstel in de aanbestedingseisen kan grote winst geboekt worden. Het ecologisch beheer van openbaar groen zal naar verwachting ook al zorgen voor verbetering van de (biologische) kwaliteit van de bodem. Gemeenten werken met een vaste grondprijs per m², deze kan een gemeente aanpassen als de bodem vitaal is of herijken op het moment dat er bodemherstel plaats vindt c.q. natuurwaarde ontwikkeld wordt. Waar het gronden betreft die door de gemeente worden verpacht, kan grote winst geboekt worden wanneer bodemvitaliteit wordt meegenomen in de pachtvoorwaarden. Pachters kunnen bijvoorbeeld een korting krijgen wanneer ze duurzaam bodembeheer⁷ voeren. Een dergelijk systeem wordt al toegepast door bijvoorbeeld verzekeraar a.s.r., het Groen Ontwikkelfonds Brabant⁸, de provincie Noord Holland, en verschillende Nederlandse gemeenten.

Waar het gronden betreft die niet in eigendom zijn van de gemeente, kan de gemeente eisen. Dan kan de gemeente eisen stellen ten aanzien van energie en watersysteem, waarin maatregelen worden benoemd om de bodem te verbeteren. Daarnaast kan samen met grondeigenaren gezocht worden naar passende maatregelen ter bevordering van de bodemvitaliteit. Om grondeigenaren te motiveren kunnen gemeenten overwegen om concrete maatregelen te subsidiëren. Kwaliteitslabels voor de bodem kunnen hierbij behulpzaam zijn. In de agrarische sector zijn verschillende labels ontwikkeld om de bodemkwaliteit in kaart te brengen, zoals de Open Bodem Index (een initiatief van a.s.r., Vitens en Rabobank) en het bodempaspoort van ZLTO. Deze werken met een puntensysteem voor een reeks parameters van de bodem, waaronder enkele gerelateerd aan bodembiologie. Voor de bouw- en ontwikkelingssector is het gebruik van dergelijke bodemlabels nog geen standaard praktijk.

⁷ Dit geldt voor agrarische gronden. Hier wordt duurzaam bodembeheer vooral bepaald aan de hand van drie kenmerken: 1) organische stof en bodemvruchtbaarheid, 2) structuur van de bouwvoor en ondergrond, en 3) bodembiodiversiteit en bodemweerbaarheid. Landbouwmethoden voor duurzaam bodembeheer zijn: niet-kerende grondbewerking, gewasrotatie, bodembedekking en toepassen van groenbemesters.

⁸ [Pachten van grond - Groen Ontwikkelfonds Brabant](#)

NATUURINCLUSIEF BOUWEN

Uitgangspunt bij natuurinclusief bouwen is dat ook de natuur erbij gebaat is. De basisprincipes zijn gebaseerd op de eisen die (inheemse) planten en dieren aan hun omgeving stellen om te kunnen overleven en er aansluiting is op de directe omgeving (oorspronkelijk landschapstype en bodemtype):

1. Voldoende voedselaanbod (in tijd en ruimte): bloemen als nectar-en stuifmeelleverancier voor bijen, hommels, vlinders en zweefvliegen, waardplanten voor vlinders, vlindertuin maar ook bloemrijke bermen en oevers, composthopen en voedsel voor kleine zoogdieren, goede bodemkwaliteit, etc.
2. Een veilige omgeving: voldoende beschutting waarin dieren zich kunnen verschansen zoals hagen, opbouw in beplanting, struiken, takkenrillen, bladerhopen, natuurvriendelijke oevers, etc.
3. Voortplantingsmogelijkheden; kruidenrijk grasland, nestvoorzieningen voor vogels, verblijfskasten voor vleermuizen, speciale dakpannen voor mussen, poelen, insectenstenen/-kasten, broedhopen en ecologisch beheer, etc.
4. Variatie: afwisseling van beplanting (verschil in bloeitijd, hoogte, etc.), afwisseling in beheer (gefaseerd in tijd en ruimte)
5. Verbindingen: groen- en waterstructuur, bijenlandschap, faunapassages, verbindingen voor vleermuizen, etc.

Door de stedelijke verdichting en de sterke landelijke afname van biodiversiteit wordt natuurinclusief bouwen en ontwikkelen steeds belangrijker. Als we beter bodembeheer integraal meenemen bij natuurinclusieve ontwikkelingen kunnen we nog veel winst boeken.



Anleg van een wadi is een voorbeeld waarin klimaatadaptatie en natuurinclusief bouwen samenkomen en waarbij ook de bodem gebaat is. © Stichting Steenbreek | Sjon Fotografie



Met het toepassen van halfdoorlatende bestrating of matten kunnen zelfs parkeerterreinen vergroenen, water infiltreren en krijgt bodemleven de ruimte © Stichting Steenbreek | Sjon Fotografie

Uitvoering van en bouw- en ontwikkelingsprojecten

Bij bouw en ontwikkelingstrajecten kunnen in de verschillende fases (aanbesteding, projectontwikkeling, start uitvoer en oplevering) maatregelen worden genomen om verlies van goede bodems te beperken en bodems waar nodig te herstellen. Aandacht voor bodemvitaliteit zou al in de aanbestedingseisen moeten worden opgenomen. Zeker bij natuurinclusief bouwen zou (actief) herstel van bodem integraal moeten worden opgenomen. Gemeenten kunnen dit ook bij andere ontwikkelingen als eis neerleggen, zoals klimaatadaptatie, energie, gezondheid, welzijn en biodiversiteit. Meerdere gemeenten (bijv. Tilburg en Amsterdam) gebruiken puntensystemen voor bouwontwikkelingen. Meer punten t.a.v. biodiversiteit en natuuroplossingen geven meer kans in de aanbesteding.

Vermijd tijdens de bouw activiteiten die (lokaal) de bodem verstoren, zoals bodemverdichting, verontreiniging, overmatig grondverzet en de onnodige kap van bomen en planten. Voor de uitvoering plaatsvindt, kan daartoe een plan worden opgesteld dat beschrijft hoe bodemverstoring zoveel mogelijk kan worden beperkt.

Uit de praktijk:

Het platform [Klimaatadaptief bouwen mét de natuur](#) (KAN) deelt kennis en ervaring op het gebied van klimaatadaptief bouwen, het tegen gaan van wateroverlast en hittestress en het vergroten van biodiversiteit en natuurwaarde in nieuwbouw ontwikkelingen. Daarnaast bevat de publicatie [Leren van natuurrijke woonbuurten](#) van KAN een inventarisatie van de praktijkervaringen in 12 groene buurten uit de jaren 2000 tot 2010.

STAP 8: Bepalen compensatie maatregelen

Door de afweging van belangen zullen er in de praktijk situaties zijn waaraan niet ontkomen kan worden aan verstoring van goede bodems. Wanneer er geen minder verstorende alternatieven blijken te zijn dan kunnen mitigerende en compenserende maatregelen worden geïdentificeerd. Bijvoorbeeld bij de aanleg van een parkeerterrein kan de keuze tussen volledige verharding of doorlatende bestrating veel

uitmaken voor het bodemleven. Ook het realiseren van meer groen (natuurpositief ontwerp) in zo'n situatie kan de schade aan het bodemecosysteem beperken.

Wanneer mitigerende maatregelen niet of maar beperkt mogelijk zijn dan zou moeten worden getracht het verlies van goede bodem te compenseren op een andere locatie door bijvoorbeeld bestrating te verwijderen waardoor het totale oppervlak versterking gelijk blijft, of liever, afneemt. Herstelmaatregelen op dezelfde locatie zijn ook mogelijk. Denk hier aan grondtransplantatie of het enten van beschadigde bodems met gezonde gebiedseigen bodem van nabij gelegen terreinen. Volwaardige compensatie is in de praktijk lastig aangezien de ontwikkeling van een gezond bodemecosysteem tientallen tot soms wel honderden jaren in beslag neemt. Het voorkomen van het verlies van gezonde bodem verdient daardoor altijd de voorkeur.

Uit de praktijk:

De mitigatie-hiërarchie beschrijft de 4 fasen van mitigatie: het voorkomen van natuurverlies en/of uitstoot, wanneer dat niet mogelijk is dan minimaliseer je natuurverlies, daarna schakel je over op mitigatie en ten slotte compensatie van onvermijdbare uitstoot. De stichting [Trees for All](#) plant bossen en bomen in Nederland en het buitenland voor een beter klimaat, meer biodiversiteit en gezonde leefomstandigheden. Via dit initiatief is het mogelijk om CO₂-uitstoot te compenseren.

STAP 9: Opstellen raamwerk monitoring

Wanneer maatregelen zijn uitgevoerd is het van belang om te blijven monitoren hoe de bodem zich ontwikkelt. Hiermee kan worden bepaald of de maatregelen effectief zijn en of er aanvullende of juist alternatieve maatregelen nodig zijn. Een ecooloog, eventueel geholpen door lokale natuurverenigingen, kan worden ingeschakeld om de ontwikkeling van de bodem te monitoren. Maar ook burgers kunnen via citizen science helpen in de monitoring⁹. Als de kans er is dan is het slim om de bodemmonitoring zoveel mogelijk te integreren met bestaande monitoringsprogramma's of meetnetten binnen de gemeente. Dan hoeft er geen nieuw traject te worden opgetuigd.

⁹ Er zijn verschillende citizen science initiatieven in Nederland waarbij burgers waarnemingen kunnen doorgeven naar een centrale database. Specifiek voor de bodem zijn er elk jaar de [bodemdierendagen](#).



Figuur 4- Basisstappen voor monitoring.

Basisstappen voor de monitoring zijn:

1. Waarvoor wordt er gemonitord? (doelen)
Voor de monitoring moet als eerste een helder doel worden vastgesteld. Monitoringsdoelen kunnen variëren per locatie en kunnen bijvoorbeeld gaan over bodemvruchtbaarheid, over herstel van biodiversiteit of over klimaatimpact. De kern is dat er niet wordt gemeten om te meten maar dat er met de meetgegevens kan worden bepaald of het gevoerde beleid effectief is.
2. Wat wordt er waar gemonitord? (indicatoren)
Afhankelijk van het doel van de monitoring moet worden bepaald welke indicatoren het beste kunnen worden gemonitord. Als een gemeente de hittestress wil verminderen door bodemherstel en groenontwikkeling kan de gemeente bekijken hoe verschillende delen van de wijk opwarmen op hete dagen. Voor dit soort gegevens op grove schaal kunnen landelijke datasets worden gehanteerd zoals op www.klimaat-effectatlas.nl. Voor fijnmaziger data zullen aanvullende metingen moeten worden gedaan. Er kan op een verschillende geografische schaal worden gemonitord: denk aan gemeentelijk niveau, gebieds- of wijkniveau, perceels- of kavelniveau of bijvoorbeeld per gebruiksdoel (zoals park, plantsoen, sportveld of wegberm).
3. Hoe vaak wordt er gemonitord?
De meetfrequentie is afhankelijk van snelheid waarop wezenlijk verschil kan worden gemeten en uiteraard ook van het beschikbare budget.
4. Door wie wordt er gemonitord?
Aangezien monitoring ook een kostenpost is, is het slim om dit te integreren met werkzaamheden die reeds gepland zijn. Zo kan een onderhoudsploeg bij het reguliere groenonderhoud eenvoudige bodemparameters meten, zoals de bodemdichtheid (te bepalen met een prikstok) en een inschatting maken van de hoeveelheid organisch materiaal op de grond. Ook kunnen beheerders samples nemen voor nadere analyse.
5. Hoe worden de monitoringsresultaten gerapporteerd?

Het handigst is om hiervoor een database in te richten die continue kan worden aangevuld. Dit zorgt voor eenduidige rapportage en de mogelijkheid om analyses te draaien met de data. Om dit te kunnen doen dient de data wel volgens een vast protocol te worden verzameld. Invoer van de data in het landelijke IJkcentrum voor de bodem via een digitaal dashboard (zie ook paragraaf 2.2) zal in de toekomst ook mogelijk worden.

6. Meten we het juiste? (Terugkoppeling)

Vervolgens komt de belangrijkste stap, te weten: wat gebeurt er vervolgens met de monitoringsresultaten, worden de doelen bereikt of moet hiervoor worden bijgestuurd? Met monitoring leggen we ontwikkelingen vast. Dat geeft inzicht in processen en inzicht in welke maatregelen beter werken dan anderen. Juist die geleerde lessen moeten weer worden toegepast bij nieuwe projecten zodat steeds effectiever kan worden gewerkt.

Uit de praktijk:

In het programma [Onder het Maaiveld](#) wordt een waarderingsmechanisme voor de bodem ontwikkeld. Aan de hand van verschillende bovengrondse en ondergrondse parameters geeft deze methodiek een goede indicatie van de bodemtoestand op locatie. Uniek aan het waarderingsmechanisme is de focus op stedelijke bodems en de reeds geïnventariseerde monsters uit de openbare ruimte op verschillende plekken in Nederland.

STAP 10:
Implementatie

Ook tijdens de uitvoering van bouwprojecten en (groen)beheer moet worden toegezien op de in het plan opgestelde voorwaarden. Worden deze ook daadwerkelijk nageleefd? Hiertoe zal bij start het uitvoerend personeel moeten worden gebriefd over de voorwaarden en de redenen om af te wijken

van de standaard ten bate van de bodem.

Na oplevering van projecten kan de bodemtoestand worden gemonitord via het vooraf opgestelde monitoringraamwerk. Op die manier worden de effecten van maatregelen door de tijd gevolgd en kan worden vastgelegd wat op welke locaties goed werkt en wat niet.

2.2. Dataverzameling

De vitaliteit van de bodem in grote delen van Nederland staat onder druk (RLI 2020¹). Echter, de situatie

Uit de praktijk:

In de [Strategie Klimaatadaptatie 2020 – 2030 van gemeente Arnhem](#) is een [projectenkaart](#) uitgewerkt waarop alle maatregelen die uitgevoerd worden in de gemeente weergegeven zijn. De maatregelen zijn onderverdeeld in oplossingen voor de vier thema's: 1) hitte, 2) water, 3) droogte en 4) biodiversiteit.

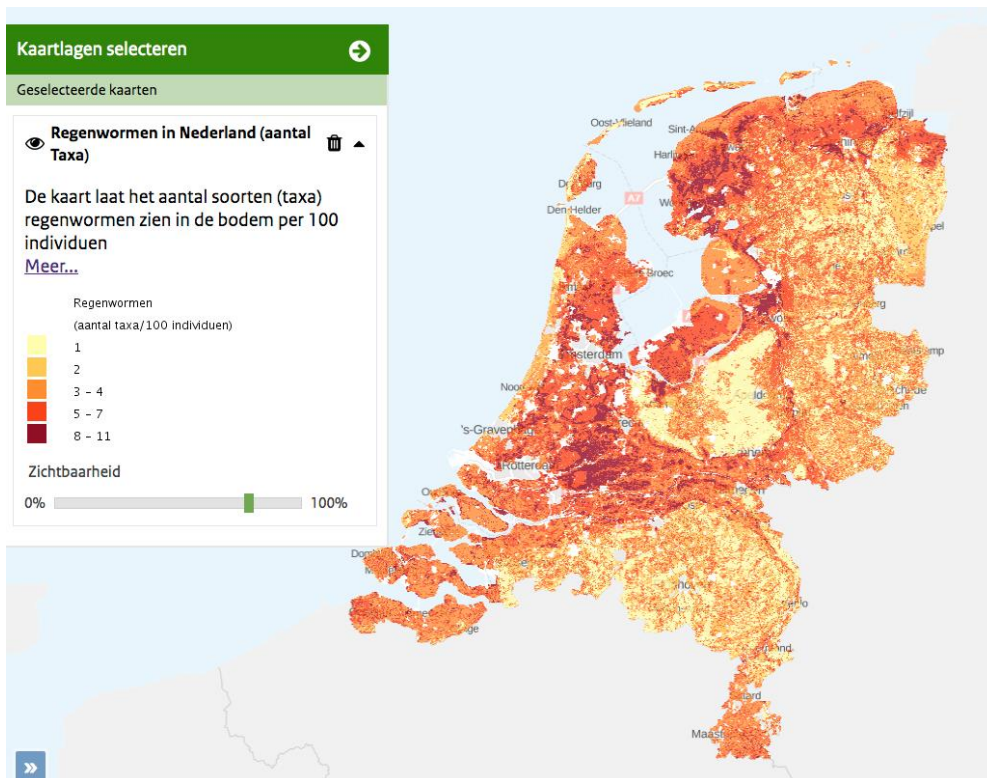
verschilt van gebied tot gebied en soms zelfs van perceel tot perceel. Lokale dataverzameling van relevante bovengrondse en ondergrondse parameters voor een vitale bodem geven een indicatie van de toestand van de bodem op een specifieke plek. Wanneer je weet welke bodemeigenschappen op een bepaalde locatie kunnen verbeteren dan geeft dat een concrete richting voor herstelmaatregelen. Daarvoor is dus data nodig.

In Nederland wordt er al veel en uitvoerig aan dataverzameling gedaan. Bekende onderzoeken en databronnen zijn de [Open Bodemindex](#), [BoBI](#), het [Bodemkundig Informatie Systeem](#) (BIS), de [Atlas Natuurlijk Kapitaal](#) en het platform [Beter Bodembeheer](#) (BLN). Gemeenten kunnen eigen databases hebben, maar online is ook steeds meer open source data te vinden. Vanuit wetenschappelijk onderzoek of overkoepelende overheidsprogramma's wordt data vrij beschikbaar online gepresenteerd. Daarnaast spelen burgers een steeds grotere rol in het bijdragen aan wetenschap via lokale dataverzameling. Deze zogenoemde 'citizen science' kan een schat aan interessante data opleveren die door heel het land verspreid gemeten is. De rol van burgers in het bijdragen aan maatschappelijke opgaven is eigenlijk niet meer weg te denken en speelt ook bij onderzoek naar bodemvitaliteit mee, bijvoorbeeld via de jaarlijkse Bodemdierendagen van het NIOO-KNAW.



Onderzoek naar bodembiodiversiteit in het IJkcentrum voor de Bodem moet meer informatie opleveren over de effectiviteit van herstelmaatregelen. © NIOO-KNAW

Binnen het programma [Onder het Maaiveld](#) worden een digitaal IJkcentrum voor de Bodem en een digitaal dashboard ontwikkeld. Het IJkcentrum voor de Bodem is een online database die alle (wetenschappelijke) data over bodem en bodembioïologie bundelt. Hiermee is het IJkcentrum voor de Bodem de eerste bibliotheek ter wereld waarin men zo grootschalig data over bodembioïologie kan inzien. Data in het digitale IJkcentrum komen vooralsnog voornamelijk vanuit het landelijk gebied en natuur gebieden. Het bemonsteren van locaties uit de stedelijke omgeving en deze analyseren op bodemvitaliteit is nagenoeg onontgonnen werk in Nederland. Maar voor het digitale dashboard wordt juist volledig ingezet op data verzameling in de openbare ruimte. Hiervoor zijn inmiddels tientallen monsters door heel Nederland genomen en geanalyseerd. Het dashboard laat dus voor het eerst ook informatie zien over de kwaliteit van de bodem in stedelijke gebied. Data uit deze bemonstering wordt aangevuld met bestaande en openbare kaarten, zoals de '[Regenwormen in Nederland](#)' kaart vanuit de Atlas Natuurlijk Kapitaal. Verschillende kaarten zijn in het Dashboard te koppelen aan analyses van de bodemonsters, hierdoor wordt een nog beter beeld van de bodemtoestand op locatie gepresenteerd. En ook welke maatregelen het meest effectief zijn om de bodemkwaliteit op die locatie te verbeteren. Een uitdaging voor de stedelijke omgeving blijft echter dat er weinig tot geen data op lokale schaal beschikbaar is. Eigenlijk is een gemeente volledig afhankelijk van eigen bemonstering en analyses van de openbare ruimte. Via het Dashboard zijn deze monsters vervolgens in te dienen en in te zien op een toegankelijke manier. Hiermee biedt het dashboard een laagdrempelige toepassing om acties voor het verbeteren van de bodemgezondheid op locatie in kaart te brengen.



Figuur 5: Kaart 'Regenwormen in Nederland' van de Atlas Natuurlijk Kapitaal

2.3. Bewustwording en kennisdeling

Pas wanneer begrepen wordt wat het belang van een gezonde bodem is en hoe deze bijdraagt aan ruimtelijke en maatschappelijke opgaven zal het onderdeel bodemvitaliteit meegenomen worden in het werk van gemeenten. Vergroten van het bewustzijn over de rol die een gezonde bodem speelt is essentieel om tot verandering van gedrag te komen. Zowel intern binnen de gemeentelijke organisatie is het relevant om communicatiemedewerkers in het team op te nemen als in participatie met externe stakeholders. Hiervoor zijn heldere communicatie en open kennisdeling binnen het werkveld de belangrijkste mechanismen om bewustwording te vergroten en draagvlak te creëren.

BEWUSTWORDING

Toegankelijke en simpele informatie over de rol van een gezonde bodem is van grote meerwaarde voor gemeenten. Waarbij enerzijds voor beleidsmakers duidelijk is hoe en waarom een levende bodem in beleidsplannen meegenomen moet worden. En anderzijds voor de uitvoerende tak van de gemeente een concreet beeld geschetst wordt over hoe en waarom zij het bevorderen van bodemvitaliteit in hun taken moeten opnemen. Het gebruik van beeldmateriaal en een helder stappenplan is vaak doeltreffender dan uitvoerige en complexe teksten.

Veel informatie is al beschikbaar over het belang van een gezonde bodem en verschillende methoden hoe juist bodembeheer bijdraagt aan herstel van bodemvitaliteit. Echter, het vinden van deze informatie gaat niet altijd vanzelf. Een sleutelpositie is weggelegd voor koplopers in de sector die vooroplopen met aandacht voor bodemvitaliteit. Vanuit de praktijkervaring kunnen ze de beste methoden en praktische kennis delen met vakgenoten en hen meenemen in het verhaal. Daar leert men het meeste van en men

staat vaak ook eerder open voor adviezen wanneer ze van vakgenoten komen. Zo zijn groenbeheerders, projectontwikkelaars, beleidsmakers, terreinbeheerders etc. die bodemvitaliteit hoog hebben staan ambassadeurs die belangrijke kennis kunnen overdragen en collega's stimuleren. En deze ambassadeurs hebben we hard nodig om de verandering in omgang met de bodem in Nederland te versnellen. Het opstellen van simpele maatregelen (no regret) en aanpassen van normen in de zin van procesimpact verdient de aanbeveling. Dus neem een ecooloog mee in de startfase, neem de no regrets op in norm/beleid en neem de opdrachtgevers mee in de meerwaarde van de bodem.

NETWERKEN & PARTNERS

De aandacht voor de bodem neemt toe en het onderwerp vindt z'n weg in de thema's en het werk van steeds meer bestaande (kennis)netwerken of partners. Aansluiten bij bestaande netwerken heeft een grote meerwaarde, enerzijds vanwege de kennis die je daarmee ontsluit en anderzijds om gemakkelijk toegang tot relevante partners uit het werkveld te vinden. Voorbeelden van interessante netwerken zijn:

- [Stadswerk](#)
- [Stichting Steenbreek](#)
- [Deltaplan Biodiversiteitsherstel](#)
- [Onder het Maaiveld](#)
- [IJKcentrum voor de Bodem](#)
- [Bodemdierendagen](#)
- [Wij.land](#)

2.4. Afstemming en samenwerking

De bodem verdient, net als water, een centrale rol in gebiedsprocessen, waarbij uiteenlopende belanghebbenden in een gebied gezamenlijk werken aan de transitie naar een duurzame, klimaat-slimme en natuur-inclusieve inrichting. Om dit soort samenwerkingen op gebiedsniveau aan te moedigen zijn een aantal voorwaarden belangrijk:

- Een heldere visie liggen vanuit de nationale en provinciale overheden, zodat actoren in een gebied weten waar met elkaar naartoe gewerkt wordt.
- Voldoende draagvlak voor gebiedsprocessen is belangrijk en daarom moeten zoveel mogelijk lokale actoren worden meegenomen in de totstandkoming van de lokale visie en de uitwerking in concrete plannen. Hierbij moet niet alleen het gezamenlijke (lange termijn) belang worden benadrukt maar ook individuele belangen worden meegewogen.
- Coherentie van beleid dat direct of indirect van invloed is op de toestand van de bodem. Dat kan dus zijn beleid ten aanzien van ruimtelijke ontwikkelingen maar ook bijvoorbeeld beheersubsidies voor grondeigenaren of pachtregelingen. Hierbij past ook een nauwe samenwerking tussen verschillende afdelingen binnen de gemeente, zoals bijvoorbeeld bodemsanering, woningbouw, klimaatadaptatie en ecologie.
- Gebiedsprocessen hebben een aanjager nodig, bijvoorbeeld vanuit de gemeente, die tevens kan toezien op het realiseren van zoveel mogelijk gedeelde belangen, en de plannen kan toetsen aan het beleid.
- Praktische doorvertaling van plannen naar gemeentelijke en provinciale regelingen, zoals aanbestedingsvoorwaarden voor bouwprojecten en groenonderhoud, of faciliterend beleid zoals langlopende pacht met voorwaarden voor verbetering van de bodemvitaliteit.

Los van de gebiedsgerichte samenwerking kunnen gemeenten ook actief bottom-up initiatieven uit de samenleving (bijvoorbeeld initiatieven van bedrijven, particulieren, ngo's en burgerinitiatieven) stimuleren en faciliteren. Vaak hebben deze lokale partijen veel ideeën en energie om dingen te veranderen.



Ecologisch bermbeheer vergroot de biodiversiteit en pakt bovendien goed uit voor de bodem ©Stichting Steenbreek| Sjon Fotografie

3. NO-REGRET MAATREGELEN

Om de bodemvitaliteit te bevorderen is er een heel scala aan concrete maatregelen denkbaar. In dit hoofdstuk sommen we de belangrijkste op en onderscheiden daarbij drie werkelden: inrichting van de (openbare) ruimte, bouw & uitvoering, en beheer van de bodem. No-regret maatregelen kunnen vrij fundamenteel zijn maar het kan ook gaan om laagdrempelige maatregelen die passen in de gangbare manier van werken en op korte termijn winst voor de bodem opleveren.

3.1. Inrichting van de (openbare) ruimte

INHOUDELIJKE UITGANGSPUNTEN

De ontwikkeling van omgevingsvisies en ruimtelijke plannen kan worden aangegrepen om de nationale en internationale doelen voor bodembescherming en herstel naar de praktijk te vertalen. Bij de totstandkoming van ruimtelijke plannen kunnen daartoe de volgende uitgangspunten worden gehanteerd:

- *Inventarisatie bodemkwaliteit.* Inventariseer de huidige bodemtoestand (stap 4 in het stappenplan van hoofdstuk 2).
- *Functie volgt bodem.* Lange tijd zijn we in Nederland uitgegaan van het principe 'vorm volgt functie'. Op die manier is het Nederlandse landschap grotendeels naar onze hand gezet. Daarbij zijn we voorbijgegaan aan de natuurlijke grenzen en kansen. Als je de van nature aanwezige omgevingskwaliteit (en dus ook de bodem) centraal stelt en de functies en activiteiten daarop afstemt, dan is het risico kleiner dat we de grenzen van het natuurlijke systeem overschrijden. In andere woorden: het bodemgebruik zou niet moeten leiden tot verlies aan bodemvitaliteit. Het streven is: stoppen van bodemdegradatie en het bevorderen van herstel van de bodem.
- *Toepassen van de ruimtelijke ordeningshiërarchie.* Door prioriteit te geven aan het hergebruiken van land boven het ontwikkelen van onontgonnen land zal de acute druk als gevolg van bodemafdekking en de ruimtebeslag van bos-, landbouw- en natuurgrond worden beperkt.
- *Prioritaire aanpak van bodems met een hoge urgentie en/of potentie.* Bijvoorbeeld herstel van delen die kampen met wateroverlast of hittestress. Het vernatten van veenbodems biedt een enorme potentie voor het verminderen van de CO₂ uitstoot en zelfs het vastleggen van CO₂ als actieve veenaangroei kan worden bereikt¹⁰.
- *Functies combineren.* Sommige functies kunnen prima samengaan of elkaar zelfs versterken. Zoals natuurontwikkeling en waterretentie.
- *Ontwerp met de natuur:* via stoffen die door de wortels worden uitgescheiden voeden planten het bodemleven rondom de wortels. Met hun wortelgroei doorboren planten ook verschillende bodemlagen en afstervende wortels brengen organisch materiaal diep in de grond. Vanuit biodiversiteitsoogpunt verdient het de voorkeur om inheemse beplanting toe te passen die ondersteunend is aan de (potentieel) aanwezige inheemse insecten- en bodemfauna.¹¹ Ook bij de inrichting van groenstructuren zou de bodemvitaliteit veel centraler moeten staan dan doorgaans het geval is. Bij de inrichting zijn ruimtelijke samenhang (connectiviteit) en (landschaps)ecologische relaties van belang. Bijvoorbeeld de link tussen infiltratie- en

¹⁰ zie als voorbeeld het programma **Omhoog met het veen** in de Provincie Noord Holland. NB. Vernatting van veen dient geleidelijk te worden gerealiseerd en de effecten goed gemonitord door experts zodat geen ongewenste effecten worden bereikt (zoals een verhoogde uitstoot van methaan, of sterke verruiging van de vegetatie).

¹¹ Of dit ook geldt voor bodemorganismen zou nader moeten worden onderzocht.

kwelgebieden. In sterk verstedelijkte gebieden zijn dit soort relaties vaak ver te zoeken maar het herstel van ecologische processen past ook hier in het streefbeeld van een toekomstbestendige, natuurinclusieve leefomgeving. Het identificeren van zones met een goede kwaliteit kwelwater of met de potentie om de kweldruk te herstellen past in de inventarisatie genoemd in het stappenplan. Het realiseren van groenverbindingen kan ook in belangrijke mate bijdragen aan bodemherstel en de opbouw van het ondergrondse voedselweb.

- *Integrale planning.* Vooral in de bebouwde omgeving ligt er veel infrastructuur ondergronds, zoals kabels, leidingen en riolering. Ook bij de planning van dit ondergrondse ruimtegebruik zou rekening moeten worden gehouden met de bodemvitaliteit. Een concreet voorbeeld is het reserveren van ruim voldoende doorwortelbare ruimte voor bomen¹² en het realiseren van groenverbindingen waarin bodemleven kan herstellen en waarin water van piekbuien kan infiltreren.
- *Ontstenen en slim materiaalgebruik.* Het verminderen van verhard oppervlak helpt aanzienlijk om te zorgen dat meer water in de bodem kan infiltreren (mits die bodem niet verdicht is). Ook de keuze van materialen is belangrijk. Porositeit of doorlatendheid van bestrating kan veel verschil maken. Halfdoorlatende bestrating kan bijvoorbeeld worden toegepast op parkeerterreinen.
- Bij oplevering van bouwlocaties moet de bodem worden hersteld. Denk daarbij aan de inbreng van organische stof het 'lostrekken' van de bodem om verdichting van de toplaag ongedaan te maken.

PROCESMAATREGELEN

- Neem eisen op ten aanzien van bodemvitaliteit bij de aanbesteding van ontwerp en ontwikkelingsprojecten.
- Betrek een ecooloog in de ontwerpfase. Die kan bepalen wat werkt en wat niet, hoe de aansluiting op de flora en fauna uit de omgeving is etc.
- Borg binnen de gemeente het commitment en bijbehorende capaciteit en budget (niet dat de wethouder ineens van gedachten veranderd).
- Neem de omgevingsdienst (handhaving) en uitvoering mee in het proces. Wanneer uitvoerders in een vroeg stadium worden betrokken bij de verandering creëert dat bewustzijn en motivatie. Bovendien kunnen de uitvoerders gelijk vanuit de praktijk terugkoppelen wat wel of niet zal werken.



Versteningskaarten geven een helder beeld van de mate van bodemafdekking door bestrating ©Stichting Steenbreek

¹² Er worden verschillende normen gehanteerd, maar vuistregel is 0,75-1m3 per groeijaar voor een boom van 1^o grote (~24m) bij een hangwaterprofiel. Bij een grondwatercontactprofiel is dit iets lager, afhankelijk van de gemiddelde grondwaterstand (0,3-0,5m3 per groeijaar). Zie als voorbeeld het Handboek Bomen (2018) van de Provincie Gelderland

NO-REGRET MAATREGELEN VOOR INRICHTING VAN DE OPENBARE RUIMTE:

- ✓ Inventariseer de huidige bodemtoestand en potenties
- ✓ Prioritaire aanpak bodemherstel in gebieden met een hoge potentie
- ✓ Bescherm locaties met een goede, gezonde bodem
- ✓ Pas de ruimtelijke ordeningshiërarchie toe in ontwerpen
- ✓ Hanteer het principe 'functie volgt bodem'
- ✓ Herstel landschapsecologische relaties waar mogelijk
- ✓ Realiseer geleidelijke overgangen tussen land en waterlichamen, en tussen opgaande en laagblijvende vegetatietypes.
- ✓ Combineer bodemgebruiksfuncties zo optimaal mogelijk
- ✓ Stem zoveel mogelijk af met de ruimtelijke ordening van de ondergrond
- ✓ Realiseer een minimale bodemafdekking
- ✓ Kies voor half doorlatende verhardingen waar mogelijk (bijv. parkeerterreinen)
- ✓ Verbind groenstructuren binnen de stedelijke omgeving
- ✓ Behoud bestaande vegetatie zoveel mogelijk
- ✓ Ontwerp met de natuur: introduceer natuurlijke erf- en perceelafscheidings, zoals hagen en houtwallen
- ✓ Ontwerp collectieve tuinen
- ✓ Stem beplantingskeuze af op de omgeving (inheems, klimaatolerant)
- ✓ Neem het beheer en onderhoud mee in de ontwerpfase
- ✓ Betrek een ecooloog in de ontwerpfase
- ✓ Borg commitment van betrokken partijen voor natuurinclusief en bodemvriendelijk werken.
- ✓ Reserveer voldoende budget en capaciteit binnen de gemeente
- ✓ Neem de omgevingsdienst / uitvoerders mee in het proces



Verkeer, landschappelijke kwaliteit, biodiversiteit en bodemgezondheid zijn uitstekend te combineren © Caspar Verwer

3.2. Bouw en uitvoering

Ook tijdens de projectuitvoer kunnen verschillende praktische maatregelen worden ingebouwd waarmee de bodem wordt beschermd:

INHOUDELIJKE UITGANGSPUNTEN

- *Beperken grondverzet.* Net als in de ontwerpfase (5.1) zou ook bij de uitvoering van maatregelen moeten worden gestreefd naar het beperken van grondverzet tot het strikt noodzakelijke. Dit vraagt om een slimme planning van de uitvoer van maatregelen. Daar waar grond wordt vergraven of afgegraven kan de vruchtbare toplaag op locatie op depot worden gezet. Deze grond kan dan later weer worden opgebracht bij oplevering van het project waardoor geen of minder zwarte grond van elders hoeft te worden aangevoerd.
- *Beperken bodemverdichting.* Tijdens de uitvoering van projecten dient de bodemverdichting door zware machines zoveel mogelijk te worden beperkt. Dat kan door het inzetten van lichtere machines (lagere wiellasten), het minimaliseren van de rijbewegingen, het vermijden van zware belasting bij nat weer, lage bandspanningen en gebruik rupsbanden, het hanteren van vaste rijpaden en het gebruik van brede rijplaten waardoor de druk op de grond verdeeld wordt. Het voorkomen van ondergrondverdichting is essentieel omdat natuurlijk herstel van (ernstig) verdichte bodems zeer langzaam plaatsvindt (als het al plaats vindt). Verdichte lagen kunnen ook de doorwortelbare ruimte significant beperken en de infiltratiecapaciteit verlagen. In landbouwgebieden leidt dit tot zowel nat- als droogteschade aan gewassen (opbrengstendaling), een verdubbeling van de beregeningsbehoefte (kostenstijging), verslamping en verhoogde afspoeling en dus bodemerosie.
- *Herstel bodemverdichting.* Waar de bodem toch ernstig is verdicht zou deze bij oplevering moeten worden open getrokken zodat water en lucht in de bodem kunnen dringen. Dat voorkomt wateroverlast en biedt een beter doorwortelbare basis voor beplanting. Daar waar de bodemkwaliteit te kort schiet voor beplanting kan men de groeiplaats verbeteren door de aanvoer van goede vruchtbare grond en schone compost. De samenstelling daarvan is afhankelijk van de gewenste vegetatie. Die zou zoveel mogelijk moeten aansluiten bij de aanwezige milieucondities om succes van de aanplant te bevorderen en hoge onderhoudskosten te voorkomen (volgens het principe: de bodem is leidend).
- *Circulair werken.* In het streven naar circulariteit moet ook bij bouw- en ontwikkelingsprojecten worden gewerkt aan het sluiten van nutriënten- en koolstofcyclus. Daar draagt een veilig gebruik van schone compost, digestaat, zuiveringsslib en verwerkte mest aan bij. Om afgegraven bodems veilig te hergebruiken en verontreinigde grond te scheiden van schone grond, moet de monitoring in de gehele waardeketen verbeteren, met traceerbaarheid en kwaliteitscontrole vanaf de plaats van afgraving tot aan de eindbestemming.



Het gebruik van rijplaten is effectief in het verminderen van ondergrondverdichting © van Schie

PROCESMAATREGELEN

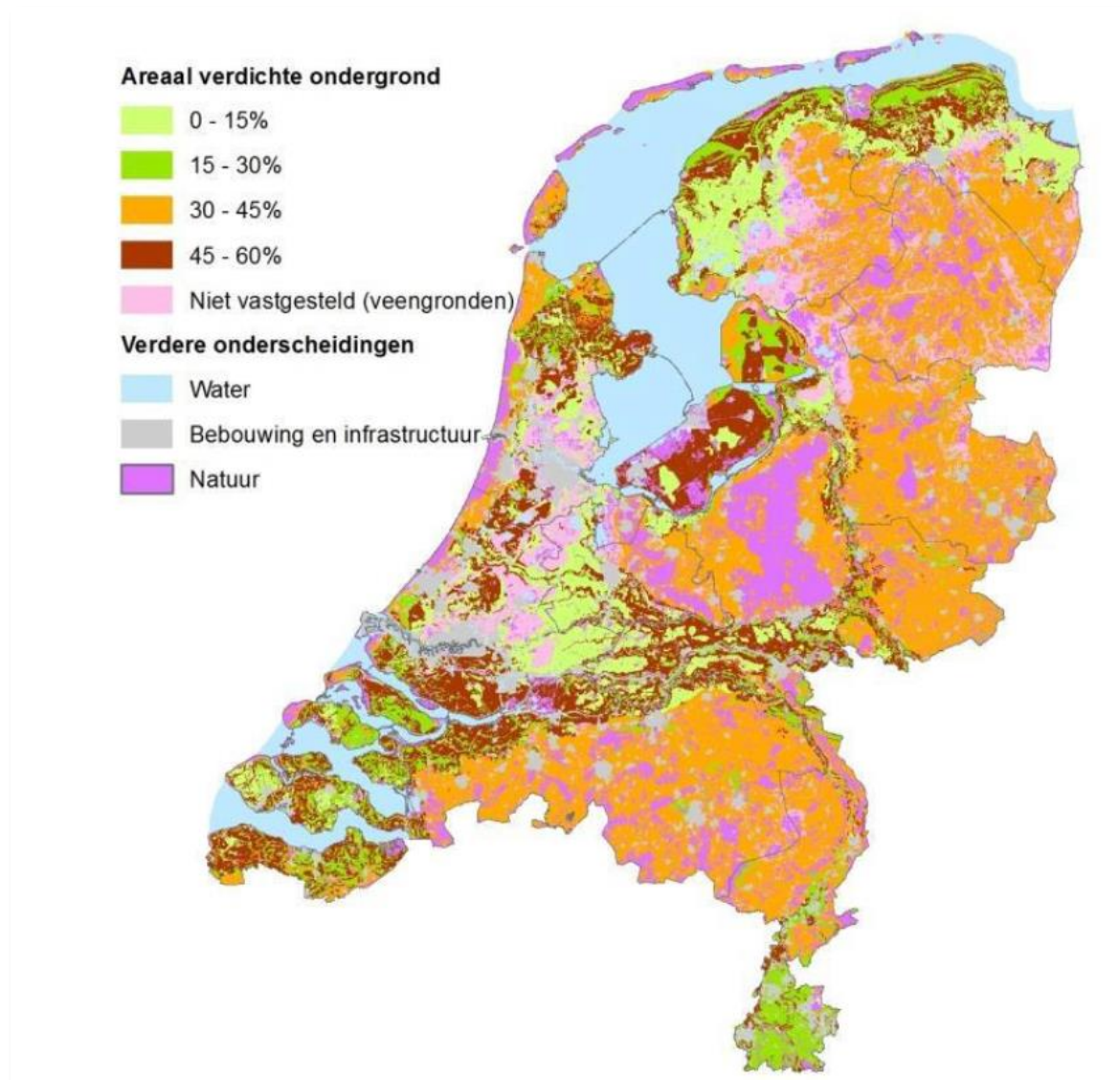
- *Eisen in aanbesteding.* Om no-regret maatregelen voor bouw en uitvoering te stimuleren kan al in de aanbesteding van projecten door de gemeente worden gestuurd. Zo kunnen gemeenten in hun aanbestedingscriteria de in het stappenplan genoemde mitigatiehiërarchie hanteren voor gezonde bodems. Oftewel: probeer elke negatieve impact op de bodem te vermijden, voordat wordt besloten tot maatregelen die schadelijk zijn voor de bodem en die dus zouden moeten worden gemitigeerd of gecompenseerd. Voorkomen is beter dan genezen. Projecten die hieraan niet voldoende invulling geven zouden dan minder snel gehonoreerd worden. Een puntensysteem waarin projectontwikkelaars moeten scoren op maatregelen voor behoud en herstel van vitale bodems zou hier uitkomst kunnen bieden. Zo kan een projectontwikkelaar bijvoorbeeld punten verdienen door maatregelen op te nemen als: behoud van aanwezige (inheemse) vegetatie en het niet afvoeren van dood organisch materiaal. Nog te vaak worden gezonde bomen en struiken onnodig verwijderd vóór uitvoering van een project. Deze vegetatie draagt vaak echter bij aan de bodem ecosysteemdiensten. Ook dood organisch materiaal zou liefst op de locatie blijven en uiteindelijk in de groenstructuren gebruikt worden.
- *Bewustwording.* Uit onze interviews blijkt dat er behoefte is aan het vergroten van de bewustwording van het belang van de bodem bij uitvoerende partijen. Dit kan bijvoorbeeld in briefings van personeel voor en tijdens aanvang van de werkzaamheden. Ook voor projectontwikkelaars is het van belang om de economische voordelen van een gezonde bodem in kaart te brengen. Dat vergroot niet alleen het bewustzijn in de sector maar stimuleert ook de bereidwilligheid om alternatieve methoden te ontwikkelen die bijdragen aan klimaatadaptatie, lagere beheerskosten en aan biodiversiteitsherstel.

NO-REGRET MAATREGELEN VOOR BOUW EN UITVOERING:

- ✓ Neem bodemvitaliteitseisen op in de aanbestedingseisen voor bouw- en renovatieprojecten
- ✓ Betrek een ecooloog in de startfase en rest van het proces
- ✓ Zorg voor kennisoverdracht aan uitvoerders (en onderaannemers)
- ✓ Laat aanwezige vegetatie zoveel mogelijk staan
- ✓ Beperk grondverzet (bijv. via beperking standaard ophogingen van tuinen)
- ✓ Realiseer geleidelijke overgangen naar watergangen ipv harde scheidingen met damwanden
- ✓ Zet de vruchtbare toplaag (zwarte grond) op locatie op depot en breng deze bij oplevering weer op
- ✓ Monitor de bodemkwaliteit voor, tijdens en na de bouw
- ✓ Vergroot het bewustzijn over het belang van de bodem onder projectontwikkelaars en uitvoerders
- ✓ Breng de economische voordelen van een gezonde bodem in kaart
- ✓ Plan uitvoering in ruimte en tijd (rijbewegingen, nat weer / droog weer)
- ✓ Hanteer vaste rijpaden
- ✓ Pas brede rijplaten toe
- ✓ Maak minimaal gebruik van zware machines maar zet lichtere machines in met lagere wiellasten
- ✓ Ook lagere bandenspanning en toepassing van rupsbanden voorkomt bodemverdichting
- ✓ Vermijd weglekken van vervuilende stoffen
- ✓ Trek verdichte grond open voor de oplevering
- ✓ Zorg voor groeiplaatsverbetering (verbeterde grond) bij oplevering
- ✓ Gebruik natuur- en milieuvriendelijk geproduceerde materialen (substraat, boomgrond, bemeste aarde, etc).
- ✓ Geen turf als bodemverbeteraar omdat de winning daarvan ten koste gaat van waardevolle veengebieden die onmisbaar zijn als klimaatbuffers.
- ✓ Borg het (bodemvriendelijk) beheer en onderhoud
- ✓ Pa een (houtige) mulchlaag en goed gerijpte compost toe
- ✓ Voorkom / beperk het gebruik van kunstmest en pesticiden

3.3. Bodembeheer in de praktijk

De bodem in een groot deel van Nederland eigenlijk te zeer verdicht om te dienen als geschikte groeiplaats voor bomen en struiken (zie figuur 6). Groenbeheerders zetten een heel scala aan maatregelen in om de groeiplaatsen te verbeteren. Maar niet elke maatregel kan overal en niet elke maatregel zal overal hetzelfde effect hebben. Toch zijn er veel no-regret maatregelen waarvan de bodem en het bodemleven zullen profiteren. Denk aan maatregelen gericht op het vergroten van het waterbergend vermogen, maatregelen om de bodemstructuur te verbeteren, organische stofgehalte te verhogen en maatregelen om de mineralenbalans op orde te krijgen.



Figuur 6 Ondergrondverdichting in Nederland (bron: WUR)

INHOUDELIJKE UITGANGSPUNTEN

- *Waterbergend vermogen.* Als generiek uitgangspunt kan worden ingezet op het vergroten van het waterbergend vermogen. Dat betekent bijvoorbeeld dat de bodemverdichting op groeiplaatsen zoveel mogelijk moet worden opgeheven via groeiplaatsverbetering. De bodemverdichting wordt uitgedrukt in de indringingsweerstand. Hiervoor kan een streefwaarde van $<2,5\text{MPa/cm}^2$ worden gehanteerd. De indringingsweerstand kan in het veld met een penetrometer of penetrograaf kwantitatief worden bepaald.
- *Beperken bodemverdichting.* De fysieke belasting van de bodem door groenonderhoud moet tot een minimum beperkt blijven om ondergrondverdichting te voorkomen. Dit kan door minimaal gebruik van zware machines of de inzet van lichtere machines, afstemming van maaien en onderhoud op de weersomstandigheden en bodemvochttoestand, en extensivering van beheer.
- *Beperk afvoer organische stof.* In het kader van structuurverbetering en waterberging strekt ook het verhogen van het organische stofgehalte tot de aanbeveling. Een bodem met veel organische stof en een goede luchtige structuur biedt veel leefruimte aan bodemorganismen. Praktisch gezien gaat het om het beperken van de afvoer van organische stof zoals bladeren, takken, stammen en dergelijke, maar ook actief bedekken met compost, mulch of organische mest is mogelijk. Stelselmatig afvoeren van dit materiaal leidt tot een verschraling van het systeem, minder voeding voor het bodemleven en een verlies aan de bufferende werking van dit materiaal als mulch. Streefwaarden voor organische stofgehalte kunnen variëren per grondsoort, locatie en de gewenste begroeiing. Let op: bij het ecologisch beheer van grasland kan juist doelbewust worden verschaald (gemaaid en afgevoerd) ten gunste van de biodiversiteit. Het afvoeren is helemaal belangrijk in schrale soortenrijke vegetaties die te kampen hebben onder de hoge stikstofneerslag. Gebeurt dit niet dan treedt al gauw verruiging op waarbij enkele algemene soorten gaan domineren ten koste van de zeldzamere schraallandsoorten.
- *Vergroten doorwortelbaar volume voor bomen.* De waarden die hiervoor worden gehanteerd variëren per gemeente. Er is een leidraad voor beschikbaar in bijvoorbeeld het Handboek Bomen (2018) van de provincie Gelderland. Daarin wordt onderscheid gemaakt tussen bomen van 1^e, 2^e en 3^e grootte en vormbomen, en is per categorie een streefwaarde voor doorwortelbare ruimte en doorwortelbare diepte gedefinieerd (zie ook paragraaf 6.1). Wanneer boomwortels de ruimte krijgen zal dit de gemiddelde levensduur van bomen verlengen en onderhoudskosten verlagen. Idealiter kunnen de wortels het grondwater bereiken.
- *Permanent grasland.* Om bodemleven in graslandpercelen te herstellen is het advies om te streven naar blijvend grasland met (ecologisch) maaibeheer of weidebeheer. Van belang is dat bij het beheer de bovenlaag zo min mogelijk wordt verdicht. Hoe minder verstoring door bodembewerking, zware machines en grote kuddes grazers, hoe beter het bodemleven zich kan herstellen. En het maaisel moet worden afgevoerd om vermesting te voorkomen.
- *Beperk chemische onkruidbestrijding.* Het gebruik van chemische onkruidbestrijdingsmiddelen heeft een ongunstig effect op het bodemecosysteem en zou tot een minimum moeten worden beperkt. In enkele gevallen wordt bij de bestrijding van invasieve exoten nog chemische bestrijding ingezet, bij gebrek aan effectieve alternatieven.
- *Oplevering van nieuwe locaties.* Om een goede uitgangssituatie te creëren voor groenontwikkeling moeten nieuwe locaties worden opgeleverd met goede grond. Soms is groeiplaatsverbetering nodig en soms, wanneer de bodem erg slecht is als groeiplaats (zoals bijvoorbeeld humusloos cunetzand) dan zou deze moeten worden afgegraven en vervangen met vruchtbare, humusrijke grond. Gebruik geen bodemverbeteraars op basis van tuinturf omdat de winning van turf niet duurzaam is.

- *Voorkom kale grond.* Ook het gangbare beheer van groenvoorzieningen zoals boomspiegels en plantsoenen kan bijdragen aan het verbeteren van de bodemvitaliteit. Uitgangspunt moet zijn dat de bodem jaarrond bedekt is met levend of dood organisch materiaal waardoor snelle uitdroging en opwarming kan worden gebufferd. Dat is bijvoorbeeld te bereiken via het opbrengen van mulch, het laten liggen van bladafval en het inplanten van bodembedekkers en groenbemesters.

PROCESMAATREGELEN

- *Aanbestedingseisen groenbeheer.* Het opnemen van eisen ten aanzien van bodemvitaliteit in de aanbesteding van groenbeheer. Dit kan goed samengaan met bijvoorbeeld ecologisch beheer van grasland en bermen.
- *Vergroot bewustwording bij groenbeheerders.* Ook voor de beheersector geldt dat het vergroten van bewustwording over de bodem bij uitvoerders belangrijk is. Hiermee kan bijvoorbeeld worden voorkomen dat kwetsbare bermen worden platgereden of gemaaid op het verkeerde moment in het jaar.
- *Monitor de bodemtoestand.* Integreer het monitoren van de bodemtoestand in het werk van groenbeheerders. Dit zorgt voor bodemdata van de openbare ruimte en voor meer begrip en betrokkenheid van de beheerders.

NO-REGRET MAATREGELEN VOOR BODEMBEHEER IN DE PRAKTIJK:

- ✓ Sterk verdichtte ondergrond mechanisch open werken om de groeiplaats te verbeteren
- ✓ Beperk de afvoer van organische stof behalve in geval van verschravingsbeheer
- ✓ Gebruik bij bemesting organische mest en geen kunstmest
- ✓ Voorkom kale of open grond door te mulchen met houtig materiaal en bladeren
- ✓ Beperken fysieke belasting van de bodem door beheersmaatregelen door onder andere minimaal gebruik van zware machines (inzet lichtere machines met lagere wiellasten), afstemming maaien en onderhoud op de weersomstandigheden en bodemvochttoestand.
- ✓ Vergroot het doorwortelbaar volume per boom
- ✓ Overweeg extensivering beheer waar mogelijk
- ✓ Sta natuurlijke verjonging toe in openbaar groen, hierdoor ontstaat er leeftijdsvariatie waardoor bij uitval van bomen de bodem nog steeds wordt afgeschermd.
- ✓ Vermijd gebruik van chemische onkruidbestrijdingsmiddelen maar stuur op meer biodiversiteit en daarmee meer natuurlijke plaagbestrijders
- ✓ Gebruik natuur- en milieuvriendelijk geproduceerde materialen (substraat, boomgrond, bemeste aarde, etc).
- ✓ Geen turf als bodemverbeteraar omdat de winning daarvan ten koste gaat van waardevolle veengebieden die onmisbaar zijn als klimaatbuffers.
- ✓ Hanteer eisen t.a.v. bodemgezondheid in de aanbestedingen voor groenbeheer
- ✓ Neem monitoring van de bodemkwaliteit mee in de beheercyclus
- ✓ Vergroot onder groenaannemers het bewustzijn over het belang van een gezonde bodem



Het laten liggen van dood hout is belangrijk om het bodemleven van voeding en schuilplaatsen te voorzien. © Caspar Verwer

4. SLOTWOORD EN DANKBETUIGING

Deze handreiking Gezonde Bodem is tot stand gekomen door literatuuronderzoek, interviews met experts uit het werkveld en de waardevolle feedback van leden van de expertgroep handreiking gezonde bodem die we hiervoor in het leven hebben geroepen.

Speciale dank is verschuldigd aan:

- NEPROM
- Heijmans
- Bureau Waardenburg
- Stichting Steenbreek
- De Vlinderstichting
- Gemeente Amsterdam
- Gemeente Montfoort
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

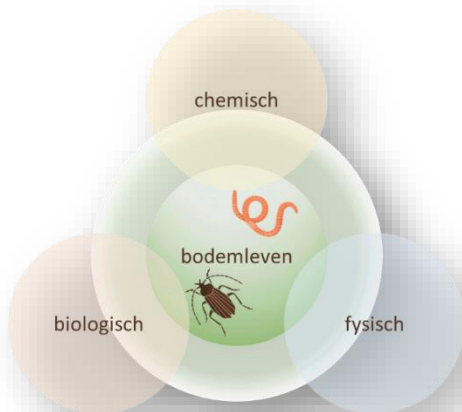
De handreiking is financieel mogelijk gemaakt door de Triodos Foundation en de Nationale Postcodeloterij.

BIJLAGE 1. BODEMLEVEN VERDER TOEGELICHT

In deze bijlage besteden we kort aandacht aan de rijkdom van het bodemleven, de samenhang tussen soorten en de werking van het bodemecosysteem.

BODEMSAMENSTELLING

De bodem bestaat uit poriën en vaste stof. De poriën zijn met water of lucht gevuld. De vaste stof bestaat uit mineralen en organische stof en van die organische stof is het meeste dood organisch materiaal of humus. Humus is het organische materiaal dat door het bodemleven is omgezet in stabiele organische stof. Minder dan 5% van de vaste stof in de bodem bestaat uit levende bodemorganismen. En juist dat bodemleven – de bodembiodiversiteit – speelt een onmisbare rol in het functioneren van de bodem. Het bodemleven wordt beïnvloed door de chemische, fysische en biologische eigenschappen van de bodem, en andersom (Figuur 7). Wanneer deze bodemeigenschappen uit balans raken dan gaat de vitaliteit van de bodem achteruit.



Figuur 7. Het bodemleven beïnvloedt de chemische, fysische en biologische eigenschappen van de bodem.

De chemische, fysische en biologische bodemeigenschappen kunnen sterk variëren van locatie tot locatie en ook tussen verschillende bodemtypen. Van nature kennen we in ons land drie hoofdtypen: zand, veen en klei, maar binnen die hoofdtypen zijn veel subtypen te onderscheiden, onder andere als gevolg van historisch landgebruik. Al deze subtypen hebben zo hun eigen kenmerken. De kaart op de volgende pagina geeft een weergave van bodemtypen die we tegenkomen in Nederland.

BOFEK2012: De "nieuwe" BodemFysische EenhedenKaart

Veengronden

- 101 Kleilig moerige bovengrond of kleidek op eutroof veen tot tenminste 120 cm-mv.
- 102 Kleilig moerige bovengrond of kleidek op veen en zandondergrond binnen 120 cm-mv.
- 103 Kleilame moerige bovengrond op veen met binnen 120 cm-mv. vaak een zandondergrond
- 104 Kleilame moerige bovengrond op veen met binnen 120 cm-mv. een zandondergrond met leem
- 105 Kleilig moerige bovengrond of kleidek op oligotroof veen veelal tot dieper dan 120 cm-mv.
- 106 Zanddek op veen met een ondergrond van zand of klei. Alleen in de NOP.
- 107 Oligotroof veen tot dieper dan 120 cm-mv.
- 108 Veen op zandondergrond binnen 120 cm-mv.
- 109 Zanddek of veenkoloniaal dek op mesotroof veen en een zandondergrond binnen 120 cm-mv.
- 110 Zanddek of veenkoloniaal dek op oligotroof veen met een zandondergrond binnen 120 cm-mv.

Moerige gronden

- 201 Kleilig veen op zavel- en kleiondergrond
- 202 Zavel- en kleidek op moerige tussenlaag op zandondergrond
- 203 Kleilam veen op zandondergrond
- 204 Kleilam veen op zandondergrond met kelleem of leem
- 205 Zanddek op moerige tussenlaag op zandondergrond
- 206 Zanddek op moerige tussenlaag op zandondergrond met kelleem of leem

Zandgronden

- 301 Leemarme (podzol-)gronden
- 302 Leemarme (stuf-)zandgronden
- 303 Leemarme tot zwak lemige zandgronden met een kleidek
- 304 Zwak lemige (podzol-)gronden
- 305 Zwak lemige zandgronden met grof zand in de ondergrond
- 306 Zwak lemige zandgronden met leem in de ondergrond
- 307 Zwak lemige zandgronden met een kleidek
- 308 Zwak lemige zandgronden met een kleidek en kelleem in de ondergrond
- 309 Zwak lemige (beekerd-)gronden deels met grof zand in de ondergrond
- 310 Zwak lemige zandgronden met een matig dik cultuurdak
- 311 Zwak lemige zandgronden met een dik cultuurdak (enkeerdgronden)
- 312 Lemige (podzol-)gronden
- 313 Lemige (beekerd-)gronden
- 314 Lemige zandgronden met leem in de ondergrond
- 315 Lemige zandgronden met kelleem in de ondergrond
- 316 Lemige zandgronden met een kleidek
- 317 Lemige zandgronden met een dik cultuurdak (enkeerdgronden)
- 318 Lemige zandgronden met een dik cultuurdak (enkeerdgronden) en leem in de ondergrond
- 319 Lemige zandgronden met een cultuurdak en kelleem in de ondergrond
- 320 Grof zandige (podzol-)gronden
- 321 Grof zandige gronden met een kleidek

- 322 Grof zandige gronden met een dik cultuurdak (enkeerdgronden)
- 323 Uiterst fijn en zeer fijn zandige (zee-)zandgronden
- 324 Matig fijn zandige (deels opgestoven mariene en fluviatile) zandgronden
- 325 Mariene en fluviatile zandgronden met een kleidek
- 326 Grof zandige (mariene en fluviatile) zandgronden
- 327 Fijn zandige (mariene) zandgronden met een cultuurdak

Kleigronden

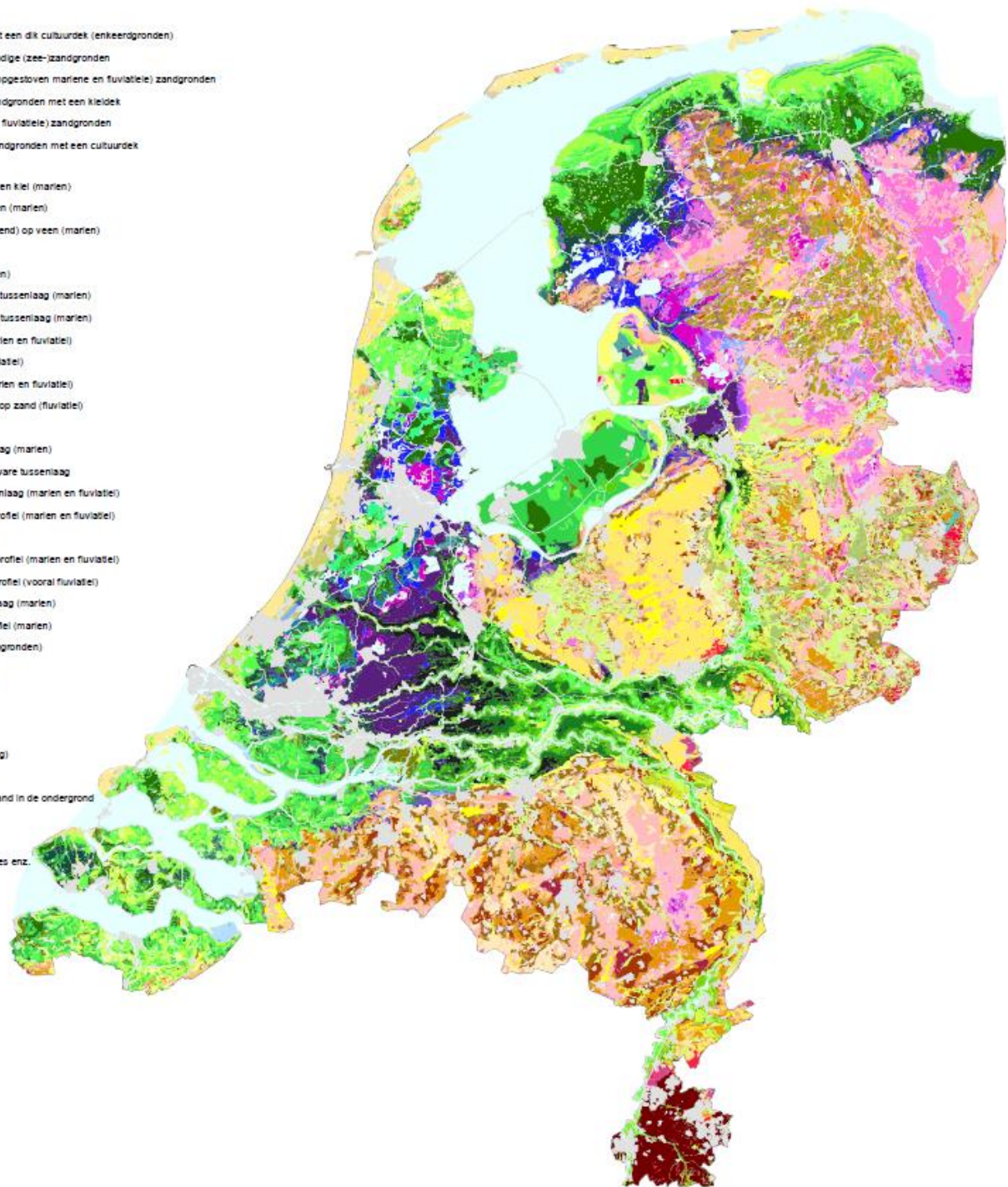
- 401 Ongepte (slappe) zavel en klei (marien)
- 402 Zavel en lichte klei op veen (marien)
- 403 Zavel en lichte klei (oplopend) op veen (marien)
- 404 Klei op veen (fluviatile)
- 405 Zware klei op veen (marien)
- 406 Lichte zavel met moerige tussenlaag (marien)
- 407 Zware zavel met moerige tussenlaag (marien)
- 408 Lichte zavel op zand (marien en fluviatile)
- 409 Lichte zavel op zand (fluviatile)
- 410 Zware zavel op zand (marien en fluviatile)
- 411 Zware zavel en lichte klei op zand (fluviatile)
- 412 Klei op zand (marien)
- 413 Zavel met zware tussenlaag (marien)
- 414 Zavel en lichte klei met zware tussenlaag
- 415 Zware klei of zware tussenlaag (marien en fluviatile)
- 416 Lichte zavel homogeen profiel (marien en fluviatile)
- 417 Lichte zavel (fluviatile)
- 418 Zware zavel homogeen profiel (marien en fluviatile)
- 419 Zware zavel homogeen profiel (vooral fluviatile)
- 420 Lichte klei met een eerdlaag (marien)
- 421 Lichte klei homogeen profiel (marien)
- 422 Zware klei (fluviatile, komgronden)

Leemgronden

- 501 Overig leem en oude klei
- 502 Kelleemgronden
- 503 Kleeflaarde
- 504 Zandige leem (polderaag)
- 505 Zandige leem (oolvaag)
- 506 Zandige leem met grof zand in de ondergrond
- 507 Siltige leem

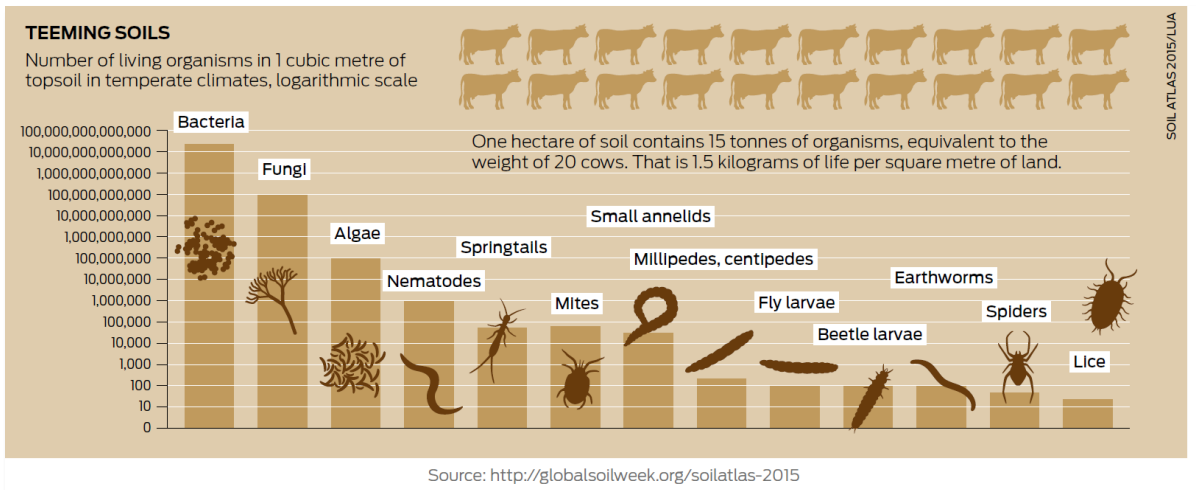
Overig

- 999 Bebouwing, dijken, groeves enz.
- 998 Water



BIODIVERSITEIT IN DE BODEM

Minstens een kwart van alle soorten op aarde leeft in de bodem. Een gram gezonde grond kan een miljard bacteriën bevatten en zo'n tien meter aan schimmeldraden (mycelia), die een cruciale rol spelen in het vormen van bodemstructuur. Figuur 2 geeft de belangrijkste groepen bodemorganismen en hun aantallen individuen per kubieke meter grond. Bacteriën spannen de kroon met meer dan tienduizend miljard individuen, maar je kunt er ook al een miljoen nematoden (aaltjes) aantreffen. De diversiteit aan soorten is enorm en mede afhankelijk van bodemtype, vegetatie, vochttoestand en andere (omgevings)factoren.



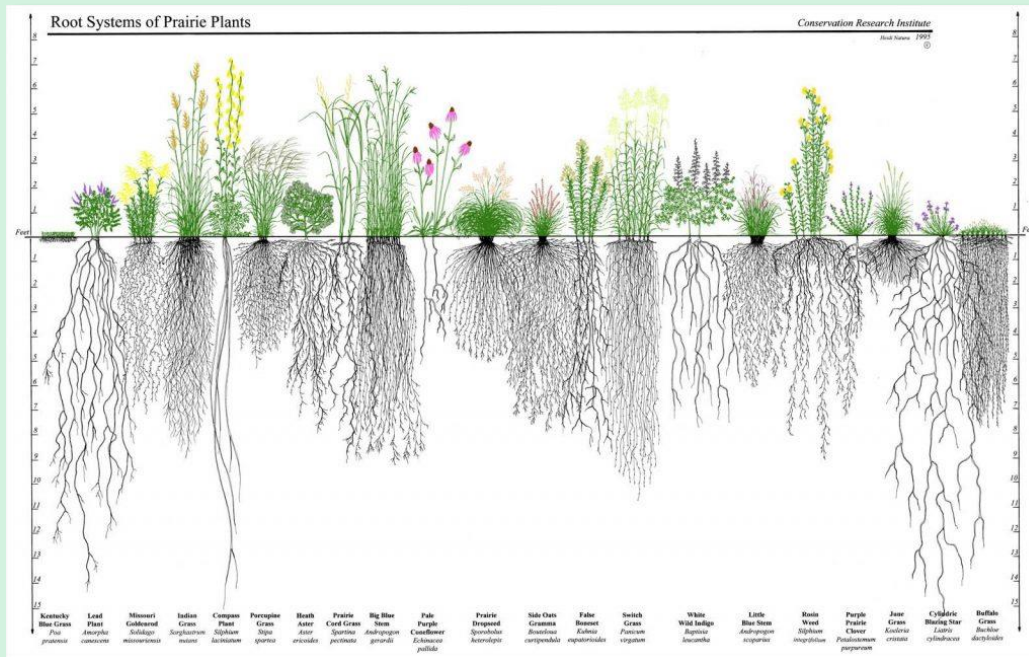
Figuur 8. Aantallen bodemorganismen naar belangrijke hoofdgroepen.

Belangrijke groepen van organismen zijn bacteriën, schimmels, protozoa, nematoden, potwormen, regenwormen, springstaarten en mijten. Er zijn veel relaties tussen de verschillende groepen bodemorganismen. Sommigen eten elkaar terwijl anderen elkaar juist helpen. Sommige bodemdieren dienen als voedsel voor bijvoorbeeld vogels en kleine zoogdieren. Al die organismen hebben invloed op de groei van planten en vice versa. Ze zorgen dat de structuur van de bodem verbeterd en breken plantenresten en ander organisch materiaal zoals mest en dode dieren af tot voedingsstoffen die weer kunnen worden opgenomen door plantenwortels. Daarnaast kan een diversiteit aan bodemorganismen het optreden van bodemziekten onderdrukken en zijn ze voedsel voor bovengrondse fauna. Veel bovengrondse dieren vinden hun voedsel dus in de bodem. Ook zijn er veel soorten insecten die een belangrijk deel van hun levenscyclus ondergronds doorbrengen.

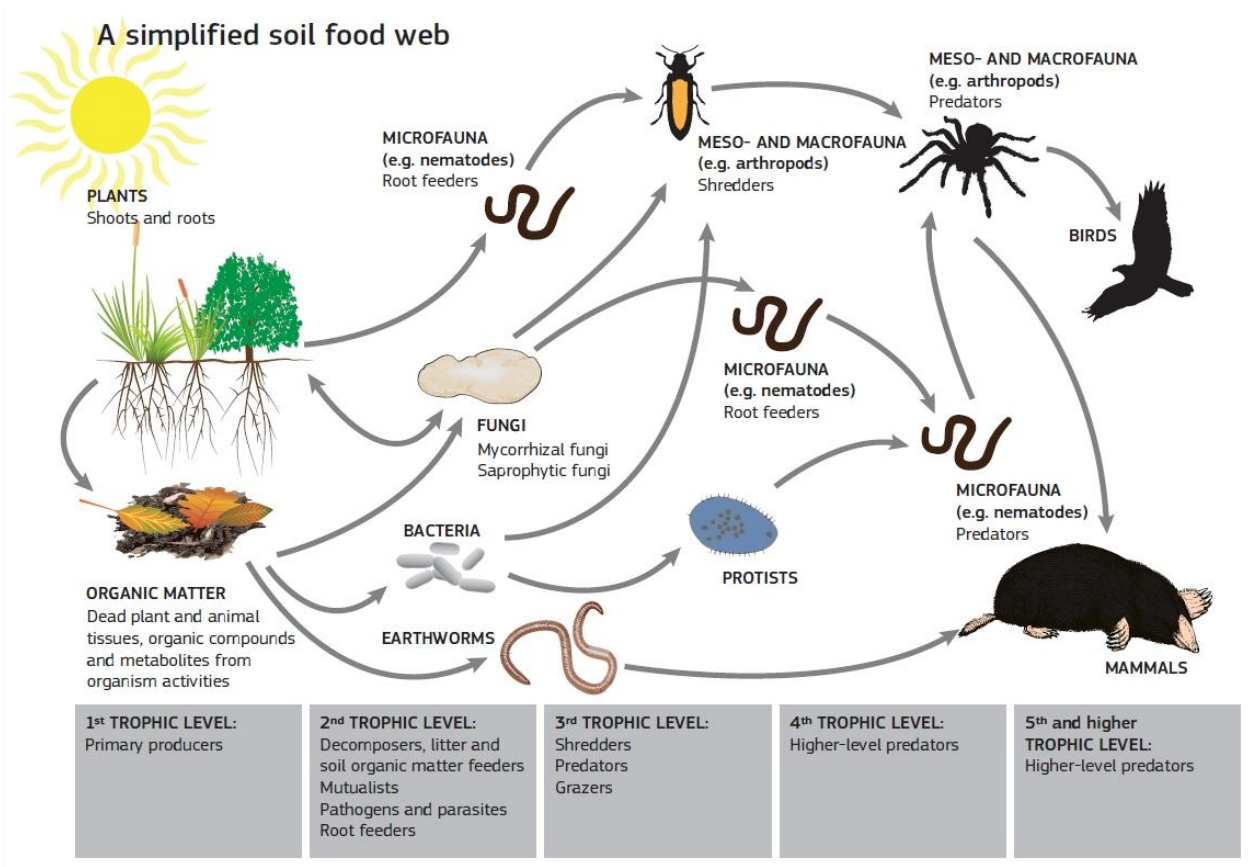
De afbraak van organische stof in de bodem wordt voor een groot deel uitgevoerd door bacteriën en schimmels. Ze hebben de voedingsstoffen nodig voor hun groei en voortplanting en in dat opzicht kunnen ze dus concurreren met plantenwortels die ook voedingsstoffen nodig hebben. Echter, bacteriën en schimmels worden continu ook zelf gegeten door microfauna, zoals protozoa en nematoden (aaltjes), die voedingsstoffen vrijgeven die weer door plantenwortels kunnen worden opgenomen. De protozoa en nematoden worden op hun beurt belaagd door andere nematoden en insecten (mijten, springstaarten) die ook voedingsstoffen voor planten afgeven.

Ook regenwormen spelen een cruciale rol bij het vergemakkelijken van de afbraak van organische stof door andere organismen omdat ze bladeren en andere plantenresten opbreken en mengen met de grond ('bioturbatie').

De grootste soortenrijkdom vinden we in de wortelzone van planten en bomen, ook wel het microbioom genoemd. Dat komt omdat plantenwortels verschillende stoffen uitscheiden die als voedsel dienen voor het bodemleven. Planten scheiden op deze manier zo'n 30% van de via fotosynthese aangemaakte suikers uit. Dat is substantieel. Omdat planten op verschillende manieren in de bodem wortelen kunnen soorten ieder een eigen niche invullen (figuur 3). De soortensamenstelling van het microbioom verschilt per plantensoort en zelfs tussen plantenrassen en varieert in de tijd. Veel van het bodemleven bevindt zich in de bovenste 50cm van de grond, maar er zijn ook soorten schimmels, bacteriën en bepaalde regenwormen die je stukken dieper aan kunt treffen.



Figuur 9. Planten hebben verschillende wortelarchitectuur waardoor een combinatie van verschillende soorten de bodemniche optimaal kan benutten.



Figuur 10- Vereenvoudigde weergave van het bodemvoedselweb

BIJLAGE 2 OVERZICHT VAN FACTOREN MET INVLOED OP HET VITALITEITSOPTIMUM

Factoren	voorbeelden
Grondsoort	<ul style="list-style-type: none"> • klei • zand • veen • löss • anders (bijv. verstoorde of opgebrachte grond)
Bodemeigenschappen	<ul style="list-style-type: none"> • bodemstructuur (waterdoorlaatbaarheid, sponswerking, ondergrondverdichting) • bodemchemie (nutriëntenbalans, verontreinigingen, zuurgraad) • gehalte organische stof • bodemleven
Omgevingsvariabelen	<ul style="list-style-type: none"> • mate van afdekking van de bodem • waterhuishouding (grondwaterstand, vochttoestand, grondwaterdynamiek) • hoogteligging • vegetatietype • afstand tot natuurlijke vegetatie • betreding / verstoring • beheertype (grondbewerking, maaien/ begrazing, onkruidbestrijding, beregening, enz.) • beheerfrequentie en timing
Gebruiksdoel	<ul style="list-style-type: none"> • openbare ruimte: park / plantsoen • openbare ruimte: berm (weg, fietspad, sloot, kanaal, ...) • openbare ruimte: infrastructuur (stoep, straat, parkeerterrein); (verhard/ half verhard/ onverhard) • openbare ruimte: boomspiegels • openbare ruimte: sportveld • openbare ruimte: recreatieterrein • openbare ruimte: bedrijventerrein • openbare ruimte: stads-/ dorpsplein • agrarisch (tuinbouw / akkerbouw) • agrarisch (weiland) • agrarisch (boomgaard / fruitteelt) • agrarisch (kassenteelt) • agrarisch (anders, nl...) • natuur: bos • natuur: struweel / ruigte • natuur: grasland • natuur (anders, nl...) • braakliggend

**potentiële en gewenste
ecosysteemdiensten van
de bodem (zie ook box ...)**

- biodiversiteit
- voedselproductie
- koolstofopslag
- waterzuivering
- wateropslag / klimaatbuffer
- nutriënten recycling
- natuurlijke plaagbestrijding
- genetische bron
- fysiek fundament
- levering van grondstoffen
- archeologisch archief

BIJLAGE 3 OVERZICHT BESTAAND BELEID RELEVANT VOOR DE BODEM

wereldwijd	Het UNFCCC Klimaatverdrag (1992)
wereldwijd	De internationale conventie voor biodiversiteitsbehoud (Convention on Biological Diversity, 1992)
wereldwijd	Het UNCCD non-desertificatieverdrag (1994)
wereldwijd	The UNCCD 2018–2030 Strategic Framework
wereldwijd	Sustainable Development Goal 15.3
Europees	European Biodiversity Strategy
Europees	Vogel- en Habitatrichtlijn
Europees	Green Deal
Europees	EU Soil Directive
Nederland	Programma bodem en ondergrond
Nederland	Programma gezonde leefomgeving
Nederland	Structuurvisie Ondergrond
Nederland	Programma energiehoofdstructuur
Nederland	Nationaal Milieubeleidskader
Nederland	Nationaal Programma Landbouwbodem
Nederland	Nationaal Deltaprogramma
Nederland	Rijksbrede inzet op Bodemdaling
Nederland	Wet bodembescherming
Nederland	Wet natuurbescherming
Nederland	Omgevingswet (invoering 2022)
Nederland	Nationaal Programma Landelijk Gebied