

Bodemverbeterende landbouw

■ IR. WIJNAND SUKKEL EN DR. MIRJAM PULLEMAN

HET GAAT niet goed met de hoeveelheid geschikte landbouwgrond op aarde. Bodemerosie, uitputting van nutriëntenvoorraden, bodemvervuiling, verlies van biodiversiteit, verdroging en bodemverdichting, ... ze dragen allemaal bij aan het verlies van het gezond functioneren van bodems en productiesystemen. Een van de hoofdschuldigen is de landbouw zelf. Dat is een alarmerende conclusie in het licht van de benodigde voedselvoorziening voor een groeiende wereldbevolking. Herstel van de schaarse landbouwgrond vraagt veel tijd, terwijl klimaatverandering de druk op de mondiale bodemkwaliteit juist doet toenemen. Zonder tegenmaatregelen zal de bodem niet langer weerbaar zijn maar weerloos.

In zijn boek *Dirt, the erosion of civilizations* (2007) laat de Amerikaanse geofysicus David Montgomery zien dat veel oude beschavingen ten onder zijn gegaan aan de verwaarlozing van hun landbouwgronden. Vooral de overmatige teelt van eenjarige gewassen was een probleem. Een landbouwsamenleving kon de voedselproductie via eenjarige gewassen maximaal enkele honderden jaren volhouden, waarna de bodem niet meer geschikt was voor deze dienst. De grond werd dan weer teruggegeven aan de natuur, waarna het weer

minimaal enkele honderden jaren duurde voordat de bodem weer geschikt was voor landbouw. Productiesystemen als het Middeleeuwse 'driestagstelsel', of gebruik van gemeenschappelijke landbouwgronden – de 'meent' konden de productiviteit van een bodem lang in stand houden, maar gingen toch vaak ten onder om politieke of maatschappelijke redenen. Hetzelfde gebeurt de laatste decennia in de tropen, waar traditionele systemen als 'shifting cultivation' (zwerflandbouw) of 'slash and burn agriculture' (brandlandbouw) steeds meer onder druk staan door bevolkingsgroei, en in toenemende mate botsen met natuurbeschermingsdoelen.

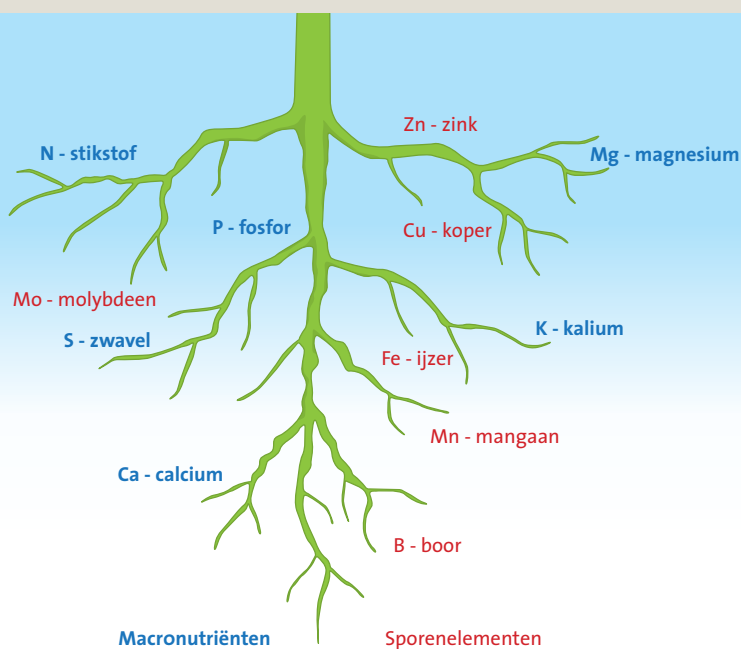
In het verleden waren er altijd nog wel alternatieve, makkelijk te ontginnen landbouwgronden voor handen. Tegenwoordig is vruchtbare grond wereldwijd een schaars goed geworden. Daarom is het belangrijk om landbouwconcepten toe te passen die de bodemkwaliteit ook voor de langere termijn in stand houden, of liever nog: verbeteren.

Bodemkwaliteit is meer dan productie

Een gezonde bodem kan veel 'diensten' leveren. Voedselproductie is er daar maar één van. Andere belangrijke diensten zijn bijvoorbeeld waterberging en klimaatregulatie. Dit laatste kan door

Bedreigingen van de gezonde bodem

BEDREIGING	OPLOSSING
Bodemerrosie Mondiaal is erosie – en daarmee verlies van vruchtbare grond – een van de grootste bedreigingen voor de bodemkwaliteit. De oorzaak is vaak stromend water op hellingen of harde wind over open vlakten, op bodems die niet worden beschermd door planten(resten).	<ul style="list-style-type: none"> • minder intensieve grondbewerking • teelt en grondbewerking dwars op de helling • continue bedekking van de bodem met levende planten of gewasresten
Bodemverdichting Verdichte plekken, zoals de rijsporen van machines, kun je herkennen door niet, of slecht groeiend gewas. Met name door het gebruik van (te) zware machines wordt de lucht letterlijk uit de grond geperst en kunnen wortels en water niet meer door de bodem dringen, waardoor water op het land blijft staan.	<ul style="list-style-type: none"> • minder intensieve bewerking met lichtere machines • niet berijden onder natte omstandigheden • vruchtwisseling met goed wortelende gewassen
Verzilting Verzilting treedt op wanneer zilt water uit de bodem omhoog komt (zoute kwel), of wanneer er weinig regen valt en irrigatiewater snel verdampt. De opgeloste zouten blijven dan op het land achter. In Nederland speelt verzilting met name in gebieden met bodemdaling. Ook de zeespiegelstijging werkt verzilting in de hand.	<ul style="list-style-type: none"> • efficiënt irrigeren • voldoende water om zouten weg te spoelen en zoute kwel tegen te houden • teelt van gewassen die wel wat zout kunnen of zelfs willen hebben
Uitputting van nutriënten In de westerse landbouw worden de macronutriënten stikstof, fosfaat, kalium, calcium, magnesium en zwavel meestal wel voldoende aangevoerd via bemesting. De natuurlijke aanvoer van sporenelementen laat soms te wensen over. In de tropen zijn vaak ook de macronutriënten een probleem doordat de bodems van nature arm zijn en vaak onvoldoende worden gecompenseerd voor wat met de oogst wordt afgevoerd.	<ul style="list-style-type: none"> • voldoende recycling en, waar nodig, aanvoer van meststoffen als compensatie voor de afvoer • voldoende organische stof en bodemleven om voedingsstoffen te bufferen en vrij te maken uit de bodem • de juiste zuurgraad om de opname van voedingsstoffen door planten mogelijk te maken
Tekort aan organische stof Een bodem heeft organische stof nodig om voedingsstoffen en vocht vast te houden. Ook de biodiversiteit, de bodemstructuur en de opslag van koolstof (klimaat!) zijn gebaat bij voldoende organische stof in de bodem.	<ul style="list-style-type: none"> • gewasresten op het land achterlaten • reststromen uit de voedselketen terug op het land brengen • groenbemesters telen tussen hoofdgewassen en na de teelt van hoofdgewassen
Bodemgezondheid Wanneer te vaak eenzelfde gewas op hetzelfde stuk grond wordt geteeld, kunnen specifieke plagen en ziekteverwekkers zich makkelijk vermeerderen.	<ul style="list-style-type: none"> • voldoende 'vruchtwisseling' • biodiversiteit in de bodem, met voldoende natuurlijke vijanden van ziekteverwekkers



De voedselbehoefte van een plant

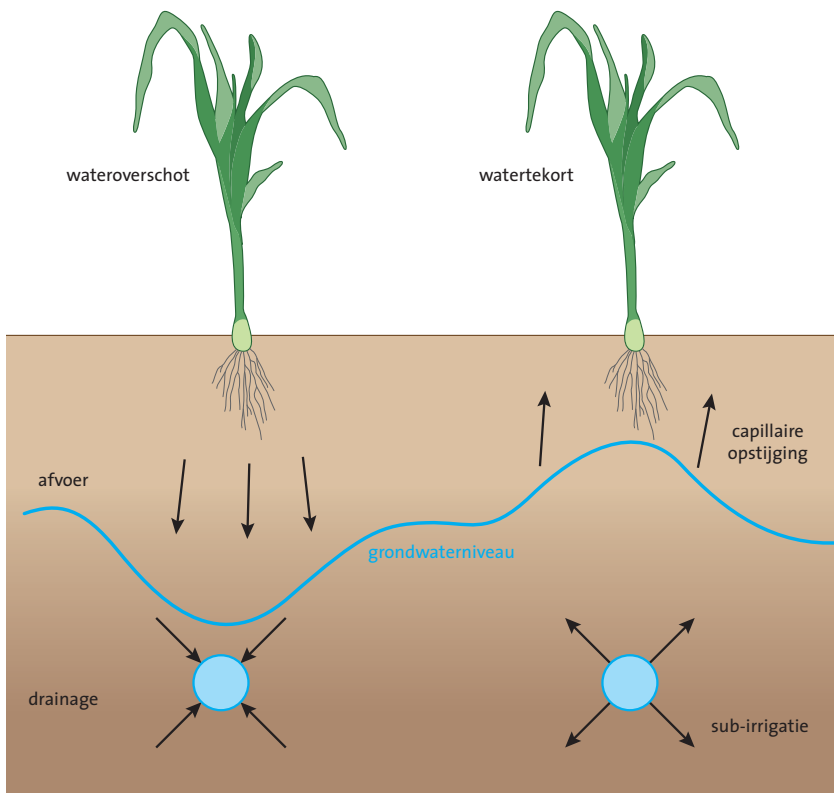
opslag van koolstofdioxide in de organische stof, en door het verminderen van emissies van de extreem sterke broeikasgassen lachgas en methaan uit de bodem. Daarnaast speelt het beheer van de bodem een cruciale rol in het verminderen van de uitspoeling van meststoffen zoals fosfaat en nitraat en van schadelijke pesticiden. Ook het herbergen van biodiversiteit, en het voorkómen van erosie zijn belangrijke bodemfuncties die je gericht kunt verbeteren door het gebruik van goede landbouwtechnieken.

Deze diensten hangen nauw samen en kunnen elkaar in veel gevallen versterken. Wateropslag is bijvoorbeeld belangrijk voor zowel waterbeheer als voedselproductie. Organische stof en bodembiodiversiteit zijn cruciaal voor voedselproductie door hun belangrijke rol in de nutriëntenvoorziening, ziekte- en plaagregulering en bodemstructuurvorming, maar ze hebben ook positieve effecten op veel andere diensten. Verbeteren van de bodemkwaliteit kan dan meestal ook niet met één simpele maatregel. Het vraagt om een geïntegreerde aanpak.

De bedreigde bodem

Om een manier van landbouw te ontwerpen die de bodemkwaliteit verbetert, moet je eerst weten welke bedreigingen de bodemkwaliteit kent. In Nederland spelen met name bodemverdichting, toename van ziekteverwekkers, bodemdaling, plaatselijk daling van het organische stofgehalte en – in diepe polders en de kustregio's – het risico op verzilting een belangrijke rol, terwijl in het heuvelrijke deel van Zuid-Nederland vermindering van bodemerosie een hoge prioriteit heeft.

Ook de tijdshorizon waarbinnen we bodemkwaliteit beoordelen en kunnen herstellen speelt een belangrijke rol. Maatregelen om de bodem op de korte of middellange termijn te verbeteren voor akkerbouw bijvoorbeeld, kunnen op de lange termijn de bodemkwaliteit juist verslechteren.



Drainage en peilverlaging van het grondwater in Nederland verbeteren op de korte termijn de mogelijkheid om eenjarige gewassen te telen. Datzelfde waterbeheer zorgt echter voor inklinking, afname van organische stofgehalte en bodemdaling, waarmee de geschiktheid voor akkerbouw op de lange termijn afneemt. Ook intensieve grondbewerking, zoals ploegen, maakt de grond voor de korte termijn geschikter voor akkerbouw, maar blijkt op de middellange tot lange termijn nadelige effecten te hebben op bodemstructuur, organische stofgehalte en bodemleven. Een goede balans in de zorg voor de bodemkwaliteit, met oog voor de korte én de lange termijn, is daarom belangrijk.

In tijden van droogte kunnen dezelfde buizen die voor drainage worden gebruikt, ook worden ingezet om water áán te voeren.

Bodemverbeterende maatregelen

DE GEREEDSCHAPSKIST voor duurzaam bodembeheer is gevuld met een groot aantal methoden en technieken. Belangrijke gereedschappen voor de teler zijn: bemesting, beheer van organische stof, grondbewerking, mechanisatie, gewasdiversiteit in tijd en ruimte, het telen van groenbemesters (gewassen die, meestal na het hoofdgewas, worden geteeld vanwege de opname van voedingsstoffen die anders zouden kunnen uitspoelen en vanwege de productie van organische stof die na de groei aan de bodem wordt toegevoegd), gewas- en rassenkeuze, inzet van gewasbeschermingsmiddelen en irrigatie.

Behoud of verbetering van bodemkwaliteit is meestal geen kwestie van één of enkele maatregelen, maar bestaat uit een aanpak waarbij verschillende technieken en methoden op elkaar zijn afgestemd. Voor landbouw op hellingen zal bijvoorbeeld het accent meer liggen op het voorkomen van erosie, voor droge gebieden op het vasthouden van water en irrigatie, en voor natte gebieden op het afvoeren van water.

Er bestaan enkele 'concepten' die de nadruk leggen op specifieke combinaties van methoden en die daarnaast een aantal technieken uitsluiten. Bekende concepten die in vergelijking met de huidige gangbare landbouw voor een duurzamer bodembeheer kunnen zorgen zijn de zogenoemde conserveringslandbouw en biologische landbouw. Conserveringslandbouw sluit intensieve en kerende grondbewerking uit en combineert dit met vruchtwisseling en een zoveel mogelijk continue bodembedekking door gewassen, groenbemesters en gewasresten. Biologische landbouw richt zich wat de bodem betreft vooral op beheer van organische stof, vruchtwisseling en de uitsluiting van het gebruik van synthetische gewas-

beschermingsmiddelen en kunstmest. Minerale meststoffen gebaseerd op delfstoffen zoals (rots) fosfaat en kalium zijn in de biologische landbouw wel toegestaan.

Cultuurmaatregelen

Soms liggen cultuurmaatregelen buiten de invloedssfeer van een individuele boer. Bij een te natte grond kan aanleg van sloten, drainage en het beheer van het waterpeil door het waterschap de bodem geschikt maken voor de teelt van gewassen. Maar dat zijn nou juist cultuurmaatregelen die er op de lange termijn toe kunnen leiden dat de bodem óngeschikter wordt voor landbouw door inklinking en versnelde afbraak van organische stof.

Tekorten aanvullen

Vaak is de bodemvruchtbaarheid in de chemische zin van het woord een beperkende factor voor optimale plantengroei. De voorraad en de beschik-

In de conserveringslandbouw wordt de bodem zoveel mogelijk beschermd door plantenresten.



De basisregels voor goed bodembeheer

- Oog hebben voor bodemkwaliteit op de korte én de lange termijn.
- Je niet alleen richten op voedselproductie maar ook op andere bodemdiensten.
- De bodem beschouwen als een levend ecosysteem in plaats van als een levenloos substraat.
- Dit ecosysteem beheren in plaats van beheersen.
- De bodem zo veel mogelijk het werk laten doen in plaats van de bodem te bewerken.
- Teruggeven aan de bodem wat je neemt.

baarheid van voedingsstoffen als stikstof, fosfor, kalium, zwavel, magnesium, calcium of sporenelementen kan een boer relatief eenvoudig verbeteren. Hij kan deze stoffen niet alleen aanvoeren, maar ook de beschikbaarheid verbeteren door de zuurgraad van de bodem te optimaliseren. Voedingsstoffen kunnen worden aangevoerd in de vorm van organische mest of kunstmest of, in het geval van stikstof, via binding uit de lucht door vlinderbloemige planten in samenwerking met bacteriën.

In tegenstelling tot organische meststoffen zijn bij gebruik van kunstmest de exacte gehalten van de voedingsstoffen bekend. Hiermee kan een boer gericht de specifieke tekorten in de bodem aanvullen. Bij tekorten aan plantenvoedingsstoffen in de bodem leidt bemesten al snel tot hogere opbrengsten. Die verbeterde plantengroei heeft tot gevolg dat er meer organische stof beschikbaar is voor de bodem via gewasresten. Om de algemene bodemvruchtbaarheid vervolgens langdurig op peil te houden is meer nodig dan alleen aanvoer van plantenvoedingsstoffen.

Opbouw en behoud van organische stof

Goed beheer van organische stof is een cruciaal, maar in de moderne landbouw vaak veronachtzaamd aspect van duurzaam bodemmanagement. Organische stof in de bodem is de spil van de chemische, fysische en biologische bodemvruchtbaarheid. De bodem moet regelmatig gevoed worden met vers organisch materiaal. In feite moet een deel van de productie van organische stof weer terug worden gegeven aan de bodem. Bij wortelresten gebeurt dat vanzelf. De boer heeft er verder direct invloed op via de teelt van groenbemesters en het al dan niet afvoeren van gewasresten, en indirect via gebruik van reststromen zoals dierlijke mest en compost. Om voldoende organische stof aan te kunnen voeren zal in de praktijk vaak een combinatie van de verschillende bronnen nodig zijn.

Plantenwortels maken gebruik van de gangen die wormen graven.



Groenbemesters tussen en vooral na de teelt van hoofdgewassen hebben als extra voordeel dat de bodem in die periode ook beter beschermd is tegen weer en wind. Ze kunnen helpen om erosie te beperken en plantenziekten en plagen te onderdrukken. Op de korte termijn kan een tussengewas misschien wat opbrengstderving geven, maar op de langere termijn betaalt de investering zich ruim terug. Ook de keuze om bijvoorbeeld stro achter te laten, in plaats van het te verkopen, betaalt zich op de middellange termijn vaak weer terug door een hogere bodemvruchtbaarheid en daarmee een hogere productie.

Ook de keuze van het ene of het andere plantenras kan grote gevolgen hebben voor de organische stof in de bodem. Waar het ene ras veredeld is op een zo hoog mogelijke opbrengst aan oogstbaar product, en zo min mogelijk 'nutteloze' biomassa zoals plantenwortels, kunnen andere rassen een veel betere aanvoer geven van organische stof naar de bodem in de vorm van wortels of gewasresten.

Subtielere grondbewerking

Met grondbewerking kun je gewasresten onderwerken, onkruid en ziekteverwekkers bestrijden, de bodemstructuur op korte termijn verbeteren en een optimaal zaaibed maken voor de kieming en ontwikkeling van planten. De basis van die grondbewerking bestaat in Nederland meestal uit ploegen.

Naast de positieve effecten, heeft grondbewerking een aantal negatieve kanten. Ploegen begraaft een belangrijk deel van het bodemleven dat zich vooral in en op de bovenste vijftien centimeter bevindt. Het verstoort daarnaast alle poriën en gangen die in de bodem zijn gevormd door plantenwortels en bodemleven. Ploegen kan ook een zogeheten ploegzool veroorzaken: een verdichte laag net onder de ploegdiepte. Op hellingen neemt bovendien het risico op erosie toe door ploegen. In het beste geval vermengt de ploeg de organische

Tijdens 'bovenover ploegen' rijdt de tractor op het ongeploegde land en niet in de voor.



Met GPS kan de boer altijd over exact hetzelfde spoor rijden

stof door de hele bouwvoor, terwijl die juist aan het oppervlak en in de bovenste laag een belangrijke functie heeft als bescherming tegen de invloed van weer en wind en als basis voor de biodiversiteit. Door de extra beluchting bij het ploegen breekt de organische stof sneller af dan in een bodem die met rust wordt gelaten. In het slechtste geval komt de organische stof door het ploegen grotendeels onderin de bouwvoor terecht, bovenop de verdichte ploegzool. Als het dan ook nog nat is, ontstaat juist gebrek aan zuurstof en wordt de afbraak geremd.

Op kleigronden wordt – in de gematigde klimaatzone – vaak in de herfst geploegd. Daardoor is het niet mogelijk om in de winter een groenbemester te telen. Ploegen past goed bij het oude paradigma waarin de bodem als levenloos substraat wordt beschouwd en waarbij eenzijdig

wordt gekeken naar de kortetermijndienst van snelle voedselproductie.

Bij een agro-ecologische benadering past een minder intensieve grondbewerking. Voor akkerbouw op hellingen, zoals op de lössgronden in Zuid-Limburg, is ploegen soms zelfs niet toegestaan. Daardoor wordt weliswaar erosie bestreden, maar ontstaat tegelijk een hogere onkruid- en ziektedruk. Er worden inmiddels steeds meer alternatieve grondbewerkingssystemen ontwikkeld en toegepast, waarbij de grond minder intensief of helemaal niet-kerend wordt bewerkt, terwijl tóch de onkruiden en andere plagen worden tegengehouden.

Lichtere machines

De laatste vijftig jaar zijn de landbouwmachines steeds groter en zwaarder geworden. Dit ging



Door inzet van robots kunnen landbouwmachines lichter en nauwkeuriger worden.

samen met monocultuur, schaalvergroting en een toenemende specialisatie. Kleine akkertjes met ieder jaar een ander gewas, maakten plaats voor enorme lappen grond met één gewas, waar grote machines op werden ingezet. Deze ontwikkeling heeft voor de bodemkwaliteit een aantal negatieve kanten. De bodemverdichting is, ondanks bredere banden en verlaagde bandenspanning, flink toegenomen. Omdat grote machines hand-in-hand gaan met monocultuur – anders zijn de dure machines niet rendabel in te zetten – is ook de gezondheid van de bodem afgenomen. De problemen met de bodemstructuur, die vaak door de mechanisatie zijn ontstaan, worden in veel gevallen met nóg meer mechanisatie opgelost.

De beste remedie tegen bodemverdichting is het vermijden van hoge bodemdruk door berijding.

Ook het bewerken van te natte grond, mogelijk geworden door de zware landbouwmachines, is funest voor de structuur. Als er geploegd moet worden is het zogenoemde 'bovenover ploegen' beter voor de bodem dan gewoon ploegen. Tijdens dat bovenover ploegen rijdt de tractor niet meer met een wiel door de ploegvoor, die daardoor verdicht wordt, maar rijdt hij volledig op de nog ongeploegde grond.

Bodemverdichting kan ook worden beperkt door ervoor te zorgen dat de bodemdruk van banden of rupsen altijd op dezelfde plek plaatsvindt. Dit gebeurt bijvoorbeeld met systemen voor vaste rijpaden, waarbij met behulp van GPS-aansturing altijd exact over hetzelfde spoor wordt gereden. De grond tussen de sporen blijft dan onverstoord. Oplossen van (ondiepe) bodemverdichting is