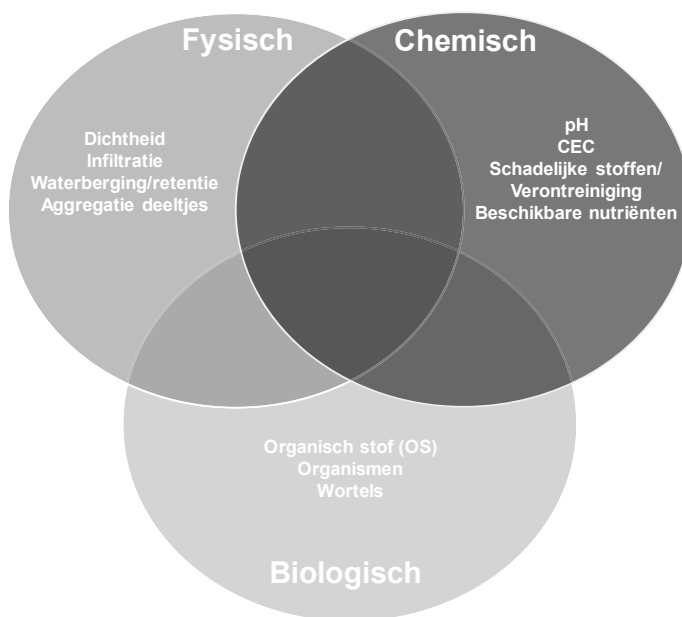
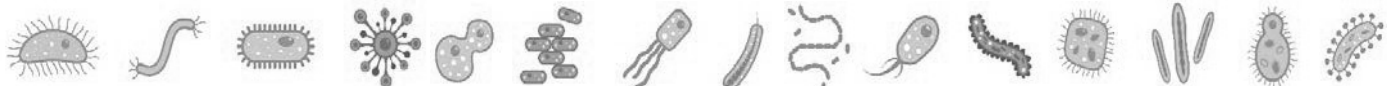


# 1. Vitale bodem

Een vitale bodem is de basis voor ecologische stabiliteit en daarmee voor duurzame gewasproductie (Brussaard *et al.*, 2016). De vitaliteit van een bodem wordt bepaald door de kwaliteit en gezondheid van de bodem. Bodemkwaliteit kan worden omschreven als de geschiktheid van een bepaald soort bodem, om (1) te functioneren binnen zijn capaciteit en binnen natuurlijke of beheerde ecosysteemgrenzen, (2) om de productiviteit van planten en dieren te handhaven, (3) de water- en luchtkwaliteit te handhaven of te verbeteren en (4) de gezondheid en bewoning van mensen te ondersteunen (Karlen *et al.*, 1997; Arshad & Martin, 2002; Laishram *et al.*, 2012). In ogenschouw genomen dat de bodem een eindige en levende hulpbron is, kan bodemgezondheid gedefinieerd worden als het blijvende vermogen van de bodem om te functioneren als een vitaal leefsysteem, binnen grenzen van ecosystemen en landgebruik, om (1) de biologische productiviteit te behouden, (2) de kwaliteit van lucht en water te behouden of te verbeteren en (3) de gezondheid van planten, dieren en mensen te bevorderen (Doran & Parkin, 1994; Doran *et al.*, 1996; Doran and Zeiss, 2000; Laishram *et al.*, 2012). De bodemgezondheid wordt primair bepaald door de biologische processen in de bodem. Bodemkwaliteit wordt gekenmerkt door fysische, chemische en biologische processen, die allemaal op elkaar inwerken (Figuur 1). Bodemtextuur, een fysische meting van het percentage zand, zilt en klei, en bodemstructuur, de vorming van individuele bodemdeeltjes (zand, zilt, klei) tot aggregaten of klonten, bepalen samen de fysische bodemkwaliteit. De chemische bodemkwaliteit wordt bepaald door de aanwezigheid van (1) macro-elementen (Ca, K, Mg, N, Na, P, S), (2) micro-elementen (B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Si, Zn,) (3) de zuurgraad van de bodem (pH), (4) het zoutgehalte (EC) en (5) de kationenuitwisselingscapaciteit (Cation Exchange Capacity (CEC)). De biologische bodemkwaliteit wordt bepaald door beworteling, organische stof en de ondergrondse biodiversiteit. Als de fysische, chemische en biologische processen optimaal op elkaar inwerken spreken we van een "vitale bodem".



*Figuur 1: De drie bodem parameters; fysisch, chemisch en biologisch. Deze parameters geven de bodemkwaliteit weer.*



De eigenschappen van een vitale bodem zijn (Moebius-Clune *et al.*, 2016):

- 1) **Goede structuur;** Het algehele fysieke karakter van de bodem in de context van zijn geschiktheid voor gewasproductie. Bodem met goede structuur is kruimelig, donker met organische stof en heeft geen grote en harde kluiten.
- 2) **Voldoende diepte;** De mate van het bodemprofiel waardoor wortels kunnen groeien om water en voedingsstoffen te vinden. Een bodem met een geringe diepte als gevolg van een verdichtingslaag of erosie in het verleden is meer vatbaar voor schade bij extreme weerswisselingen, waardoor het gewas vatbaar is voor overstromingen, ziekteverwekkers of droogtestress.
- 3) **Goede waterberging en goede afwatering;** Tijdens hevige regen heeft een gezonde bodem grote, stabiele poriën om water op te nemen. Deze grote poriën geleiden water naar de middelgrote en kleine poriën waar het zal worden opgeslagen voor later gebruik. De hoeveelheid middelgrote en kleine poriën in een gezonde bodem zorgen voor een verhoogde wateropslag voor planten tijdens droge perioden. Tijdens langdurige regenperioden zullen de grote poriën nog steeds door de zwaartekracht leeg raken en verse lucht naar binnen laten komen om planten en bodemorganismen te laten gedijen.
- 4) **Voldoende aanbod, maar geen overmaat aan voedingsstoffen;** Een adequate en toegankelijke toevoer van voedingsstoffen is noodzakelijk voor een optimale plantengroei en voor het handhaven van een uitgebalanceerde cyclus van voedingsstoffen in het systeem. Een teveel aan voedingsstoffen kan leiden tot uitloging en mogelijke grondwaterverontreiniging, hoge afvoer van voedingsstoffen en broeikasgasverliezen, evenals toxiciteit voor planten en microbiële gemeenschappen.
- 5) **Kleine populatie van plantpathogenen en insectenplagen;** In landbouwproductiesystemen kunnen plantpathogenen en plagen ziekten en schade aan het gewas veroorzaken. In een gezonde bodem is de populatie van deze organismen laag of minder actief. Dit kan het gevolg zijn van hyperparasitisme of van directe concurrentie van andere bodemorganismen voor voedingsstoffen of leefomgeving.  
Bovendien zijn gezonde planten beter in staat zich te verdedigen tegen een verscheidenheid aan plagen (enigszins analoog aan het menselijke immuunsysteem).
- 6) **Grote populatie nuttige organismen;** Bodemorganismen zijn belangrijk voor het functioneren van de bodem. Ze helpen in de circulatie van voedingsstoffen, het ontbinden van organisch materiaal, het onderhouden van de bodemstructuur, het biologisch onderdrukken van ziekten

#### Basisregels bodembeheer

- ✓ Monitoren bodemkwaliteit op de korte én lange termijn.
- ✓ Naast voedselkwaliteit ook richten op andere ecosysteemdiensten.
- ✓ De bodem is een levend ecosysteem en geen levenloos substraat.
- ✓ Beheren als ecosysteem i.p.v. beheersen.
- ✓ De bodem zoveel mogelijk het werk zelf laten doen in plaats van de bodem te bewerken.
- ✓ Teruggeven aan de bodem wat weggenomen is.

(Brussaard *et al.*, 2016, p. 25)



en plagen. Een gezonde bodem heeft een grote en diverse populatie van nuttige organismen waardoor bovengenoemde functies kunnen worden uitgevoerd om zo bij te dragen aan het behoud van een gezonde bodemtoestand.

- 7) **Lage onkruiddruk;** Onkruiddruk is een belangrijke beperking in de productie van gewassen. Onkruid concurreert met gewassen voor water en voedingsstoffen die essentieel zijn voor plantengroei. Onkruid kan zonlicht blokkeren, de standplaats verstoren, hinder geven in oogsten en teeltactiviteiten en ziekte veroorzakende pathogenen en ongedierte herbergen.
- 8) **Vrij van chemicaliën en gifstoffen die het gewas kunnen schaden;** Gezonde bodems zijn ofwel vrij van overmatige hoeveelheden schadelijke chemicaliën en toxines, of kunnen dergelijke chemicaliën ontgiften of binden. Hierdoor worden deze schadelijke stoffen niet beschikbaar voor opname door de plant, vanwege de rijkdom van de bodem in stabiele organische materie en verschillende microbiële gemeenschappen.
- 9) **Bestand tegen degradatie;** Een gezonde, goed geaggregeerde bodem vol met een diverse gemeenschappen van levende organismen is beter bestand tegen ongunstige gebeurtenissen zoals erosie door wind en regen, overtollige regenval, extreme droogte, voertuigverdichting, uitbraak van ziekten en andere potentiële afbraakprocessen.
- 10) **Veerkracht bij ongunstige omstandigheden;** Een gezonde bodem herstelt sneller na een negatieve gebeurtenis, zoals oogsten onder natte bodemomstandigheden, of als landbeperkingen de geplande rotaties beperken of wijzigen.

Om deze eigenschappen optimaal te krijgen, dient de agrarische ondernemer een gereedschapskist aan maatregelen te hanteren. Allereerst dient de ondernemer de basisregels voor goed bodembeheer in ogenschouw te nemen (Brussaard *et al.*, 2016, zie kader Basisregels bodembeheer). Behoud of verbetering van de bodemkwaliteit is meestal geen kwestie van één of enkele maatregelen, maar bestaat uit een aanpak waarbij verschillende technieken en methoden op elkaar zijn afgestemd (Brussaard *et al.*, 2016). Belangrijke gereedschappen voor de agrarische ondernemer zijn bemesting, beheer van organische stof, grondbewerking, mechanisatie, gewasdiversiteit in tijd en ruimte, het telen van groenbemesters, gewas- en raskeuze, inzet van gewasbeschermingsmiddelen en irrigatie (Brussaard *et al.*, 2016). Verbeteren van de bodemkwaliteit kan dan ook meestal niet met één simpele maatregel. Het vraagt om een integrale aanpak vanuit verschillende disciplines. Om tot een optimale geïntegreerde aanpak te komen, worden de verschillende disciplines in dit document afzonderlijk besproken waarna deze tot een geïntegreerd ontwerp worden samengevoegd.

