



Bodemkwaliteit in de Bollenstreek: invloed op ziektedruk & rendement

Een verslag over de relatie van bodemkwaliteit tot ziektedruk en de
benodigde maatregelen tot een duurzaam en rendabel bodembeheer

Sjoerd van Vilsteren en Martine Trip

Rapport WPR-1215

Referaat

Duurzaam bodembeheer krijgt steeds meer aandacht, mede omdat chemische gewasbescherming steeds moeilijker wordt door striktere regelgeving. Een gezonde bodem vermindert de kans op ziektes en plagen doordat het gewas meer kans heeft om optimaal te groeien. Weerbaarheid verhogen kan op verschillende manieren, maar werkt pas goed als de omstandigheden voor abiotische en biotische factoren optimaal zijn. Het is moeilijk in te schatten of een meer weerbare bodem de huidige chemische aanpak kan vervangen. Om het rendement van de teelten te verhogen door een verhoogde bodemkwaliteit is geduld nodig. Het rendement kan hoger worden door een meeropbrengst of door een kosten vermindering. Aan maatregelen zijn echter ook kosten en risico's verbonden. De precieze meeropbrengst is daarom moeilijk te berekenen. De bloembollenteelt is kapitaalintensief. Daardoor is de sector over het algemeen risicomijdend, maar investeringen in bodemkwaliteit en een toekomstbestendige teelt kunnen wel sneller uit. Kennislacunes zijn er vooral specifiek over bollenteelt op duinzandgronden: onderzoek naar gereduceerde grondbewerking en de effecten daarvan op de organische stof huishouding is niet tot nauwelijks te vinden.

Abstract

Sustainable soil management is receiving more and more attention, because chemical crop protection is becoming increasingly limited by stricter regulations. A healthy soil reduces the risk of diseases and pests because the crop has more chance to grow optimally. Increasing resilience can be achieved in various ways, but only works well if the conditions for abiotic and biotic factors are optimal. It is difficult to estimate whether a more resilient soil can replace the current chemical approach. Patience is required to increase crop yields through improved soil quality. The return can be higher due to an increase in revenue or a reduction in costs. However, measures also involve costs and risks. The exact feasibility is therefore difficult to calculate. Flower bulb cultivation is capital intensive. As a result, the sector is generally risk-averse, but investments in soil quality and future-proof cultivation can pay off more quickly. Knowledge gaps are mainly specific to bulb cultivation on dune-sand soils: research into reduced tillage and its effects on the organic matter balance is impossible to find.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1215

Projectnummer: 3742334700

DOI: <https://doi.org/10.18174/629916>

Disclaimer

© 2023 Wageningen Plant Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E glastuinbouw@wur.nl, www.wur.nl/plant-research. Wageningen Plant Research.

Wageningen UR Glastuinbouw aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw - Bloembollen

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

glastuinbouw@wur.nl

www.wur.nl/glastuinbouw

Inhoud

	Woord vooraf	7
1	Inleiding	9
	1.1 Aanleiding	9
	1.2 Duin- en Bollenstreek en de bloembollensector	9
	1.3 Bodembeheer en kennis	10
	1.4 Doelstelling en kennisvragen	10
2	De Bollenstreek	11
	2.1 Bollenstreek gebied	11
	2.2 Bollenteelt in de Bollenstreek	11
3	Bodemkwaliteit in relatie tot ziektes en plagen	13
	3.1 Bodemkwaliteit	13
	3.2 Bodemkwaliteit integraal: fysisch, chemisch en biologische aspecten	14
	3.2.1 Fysische aspecten van de bodem	14
	3.2.2 Chemische aspecten van de bodem	14
	3.2.3 Biologisch aspect van de bodem	14
	3.3 Bodeminteracties	15
	3.3.1 Interactie biologisch – fysisch	15
	3.3.2 Interactie chemisch – fysisch	15
	3.3.3 Interactie biologisch – chemisch	16
	3.3.4 Bodeminteractie- diagram	16
	3.4 Bodemweerbaarheid	17
	3.5 Organische stof, een belangrijk 'containerbegrip'	18
4	Uitdagingen en maatregelen op gebied van bodemkwaliteit	21
	4.1 Uitdagingen fysische bodemkwaliteit	21
	4.2 Uitdagingen chemische bodemkwaliteit	22
	4.3 Uitdagingen biologische bodemkwaliteit	22
	4.4 Maatregelen ter verbetering van bodemkwaliteit	23
5	Van bodemkwaliteit naar rendement	29
	5.1 Methode	29
	5.2 Voorbeeld: verhoogde compost aanvoer	29
	5.3 Voorbeeld: rustgewas in het bouwplan	31
6	Conclusie en discussie	33
	Verder lezen?	35
	Literatuur	37
	Bijlage 1 Overzicht uitdagingen & maatregelen Bollenstreek	39
	Bijlage 2 Overzicht aaltjesschema	41

Samenvatting

De wereldberoemde Duin- en Bollenstreek is een nationale trots en van grote waarde voor de Nederlandse economie. In het project 'Samen naar een circulaire Bollenstreek' werken ondernemers, bedrijven, lokale overheden en kennis partijen samen om bij te dragen aan een winstgevende, natuur inclusieve bollenteelt. De centrale vraag in dit project is wat er nodig is om te komen tot een transitie naar een circulaire economie, betere gezondheid, duurzamer gebruik van grondstoffen en hogere kwaliteit van werk- en woonomgeving met meer natuur en biodiversiteit.

Het onderwerp van duurzaam bodembeheer wordt steeds belangrijker omdat telers zich steeds meer moeten richten op natuurlijke weerbaarheid om gewassen te beschermen tegen ziektes en plagen. Een gezonde bodem kan de kans op ziektes en plagen verminderen door het gewas beter te laten groeien. Om de bodemweerbaarheid te verbeteren, moeten de chemische, fysische en biologische aspecten van de bodem integraal worden aangepakt. Dit is van belang aangezien deze aspecten onderling veel interactie hebben. In dit verslag worden deze interacties beschreven.

Weerbaarheid van bodem en gewas kan op verschillende manieren worden bereikt. Planten kunnen actief stoffen uitscheiden om pathogenen te onderdrukken. Daarnaast kan de aanwezigheid van micro-organismen pathogenen bestrijden door parasitisme en competitie om ruimte en voedsel. Dit systeem werkt pas goed als de omstandigheden voor abiotische en biotische factoren optimaal zijn. De factoren die hierbij een rol spelen zijn in dit rapport beschreven waarbij is uitgelegd dat ze sterk interacteren. We leggen uit dat al deze aspecten onder te verdelen zijn in Chemisch, Fysisch en Biologisch. Bij duurzaam bodembeheer waarbij natuurlijke weerbaarheid gewenst is, is het daarom van belang om deze 3 aspecten integraal te benaderen. Het is vooralsnog moeilijk in te schatten of de behaalde weerbaarheid van de bodem voldoende is om de huidige chemische aanpak in de loop der tijd te vervangen.

Om de bodemkwaliteit te verbeteren en het rendement van de teelten te verhogen, is geduld nodig. Het rendement kan worden verhoogd door een hogere opbrengst van het gewas of door kostenbesparingen. Maatregelen zoals het telen van groenbemesters en het verminderen van grondbewerking kunnen op lange termijn een algehele verbetering van de bodemvruchtbaarheid bewerkstelligen. Maatregelen zoals het uitrijden van compost of vaste mest en het verminderen van de bandendruk kunnen op korte termijn effect hebben. Het is belangrijk om te beseffen dat elke maatregel meerdere effecten kan hebben en dat uitdagingen integraal moeten worden aangepakt om een zinvolle set van maatregelen te treffen.

De bloembollenteelt is kapitaalintensief en de sector is over het algemeen risicomijdend. Investerings in bodemkwaliteit en een toekomstbestendige teelt kan daarom al snel uit. Dit terwijl de precieze meeropbrengst vaak lastig te berekenen is. Kennislacunes zijn er vooral specifiek over bollenteelt op duinzandgronden, zoals onderzoek naar gereduceerde grondbewerking en de effecten daarvan op de organische stof huishouding.

Woord vooraf

Vijf kennisvragen over duurzame bollenteelt

In december 2021 heeft het 'GreenportLIVE' event plaatsgevonden en zijn de kennisvragen uit de sector opgehaald. Het was een digitaal overleg waar de bollenteelt sector uitgenodigd was. In groepen zijn de deelnemers aan de slag gegaan met de drie thema's: bodemkwaliteit, residuvrije teelt en circulariteit. Deelnemers hebben hun uitdagingen in kaart gebracht en aan de hand daarvan ook oplossingen en de kennisvragen die helpen om de oplossingen in de praktijk te brengen. De belangrijkste kennisvragen zijn vervolgens door de deelnemers geselecteerd. De volgende vijf vragen zijn gekozen:

Vraag 1 – Hoe zet je hoge bodemkwaliteit in geld om?

Vraag 2 – Als bodemkwaliteit beter in balans is, hebben we dan minder last van ziekteverwekkende organismen?

Vraag 3 – Hoe kan bodemkwaliteit gemeten worden? En hoe kan eDNA analyse daarbij ingezet worden? Deze

Vraag 4 – Hoe kun je strokenteelt inzetten bij een duurzame bollenteelt?

Een vijfde geprioriteerde vraag wordt geïncorporeerd in de serious game: Wat zijn de risico's van verduurzaming? Wie draagt die? En hoe ga je met de risico's om? Deze wordt beantwoord door Wiesje Korf en Hedi Westerduin, Erasmus Universiteit Rotterdam (EUR), in samenwerking met Centrum voor Milieuwetenschappen, Universiteit Leiden (CML).

Van onderzoek naar kennis in de praktijk

Een van de onderdelen van het project zijn 'KICK' vouchers. KICK is een afkorting voor Kennis en Innovatie voor Circulaire Economie en Kringlopen. Deze vouchers zijn kennisvragen die uit de sector komen en door jonge onderzoekers worden beantwoord onder leiding van het projectteam van Naturalis. Vertegenwoordigers uit de sector denken mee om de beantwoording in goede banen te leiden. Het doel daarvan is enerzijds om de onderzoekers te ondersteunen en hun vragen te beantwoorden. Anderzijds om erop te letten dat de antwoorden praktisch nut hebben of waar mogelijk toe te passen zijn in de praktijk.

Eindresultaat

De kennisvragen zijn door de onderzoekers beantwoord in de vorm van een verslag en een presentatie. Ook zal Naturalis een infographic maken als onderdeel van het platform 'Kennis Natuurlijk!' (zie als voorbeeld <https://www.naturalis.nl/natuurinclusief>). We willen de beantwoording van deze vragen graag zo praktisch mogelijk invullen, zodat de resultaten direct bruikbaar zijn in de praktijk.

Meer project informatie

Het project wordt geleid door Naturalis Biodiversity Center. Hoofdpartners zijn Greenport Duin- en Bollenstreek, Erasmus Universiteit Rotterdam (EUR), Centrum voor Milieuwetenschappen, Universiteit Leiden (CML) en Living Lab B7. De looptijd van het project is 1 januari 2021 tot en met juni 2023. Meer informatie over het Samen naar een circulaire Bollenstreek project kun je vinden op <https://www.naturalis.nl/wetenschap/bloeiende-Bollenstreek>. Het project wordt mogelijk gemaakt door ACCEZ: Accelerating Circular Economy Zuid-Holland. ACCEZ versnelt de circulaire economie in de provincie Zuid-Holland op thema's als circulaire gebiedsontwikkeling en circulaire land- en tuinbouw. Zie voor meer informatie <https://accez.nl/>.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Accez ([ACCEZ | Vernieuwen = durven experimenteren](#)) heeft als doel de transitie naar circulaire economie in de Provincie Zuid-Holland te stimuleren. Eén van de projecten is 'Samen naar een circulaire Bollenstreek' ([Samen naar een circulaire Bollenstreek | Naturalis](#)). Dit project wordt geleid door Naturalis Biodiversity Center. In het kader van dit project is in december 2021 het 'GreenportLIVE' event georganiseerd. Hier zijn de kennisvragen uit de sector opgehaald. Het was een digitaal overleg waar de bollenteelt sector uitgenodigd was. In groepen zijn de deelnemers aan de slag gegaan met de drie thema's: bodemkwaliteit, residuvrije teelt en circulariteit. Deelnemers hebben hun uitdagingen in kaart gebracht en aan de hand daarvan ook oplossingen en de kennisvragen die helpen om de oplossingen in de praktijk te brengen. De belangrijkste kennisvragen zijn vervolgens door de deelnemers geselecteerd. De volgende vijf vragen zijn gekozen:

- Vraag 1 – Hoe zet je hoge bodemkwaliteit in geld om?
- Vraag 2 – Als bodemkwaliteit beter in balans is, hebben we dan minder last van ziekteverwekkende organismen?
- Vraag 3 – Hoe kan bodemkwaliteit gemeten worden? En hoe kan eDNA analyse daarbij ingezet worden? Deze
- Vraag 4 – Hoe kun je strokenteelt inzetten bij een duurzame bollenteelt?
- Vraag 5 - Wat zijn de risico's van verduurzaming? Wie draagt die? En hoe ga je met de risico's om?

De kennisvragen 1 en 2 zijn door Wageningen Plant Research opgepakt. Uitgangspunt was om de beantwoording van deze vragen zo praktisch mogelijk in te vullen, zodat de resultaten direct bruikbaar zijn in de praktijk.

1.2 Duin- en Bollenstreek en de bloembollensector

De wereldberoemde Duin- en Bollenstreek (kortweg Bollenstreek) is een nationale trots en van grote waarde voor de Nederlandse economie. Hoe zit het met de toekomst van de regio? De centrale vraag in dit project is: wat is er nodig om te komen tot een transitie naar een circulaire economie, betere gezondheid, duurzamer gebruik van grondstoffen, en hogere kwaliteit van werk- en woonomgeving met meer natuur en biodiversiteit. In het project 'Samen naar een circulaire Bollenstreek' werken ondernemers, bedrijven, lokale overheden en kennis partijen samen om bij te dragen aan een winstgevende, natuur inclusieve bollenteelt.

De toekomstvisie van de sector is om voorop te blijven lopen op het gebied van kwaliteit en duurzaamheid en bijdragen aan een gezonde leefomgeving (Vitale Teelt 2030). Problemen die spelen binnen de bloembollenteelt worden erkend en aan de hand van verschillende initiatieven wil de sector onder andere naar een gezonde bodem en sterke bollen. Kenmerkend voor deze regio is dat er vrijwel alleen maar bloembollen geteeld worden. Dit maakt het gebied prachtig voor inwoners en toeristen, maar kan met name op gebied van bodemkwaliteit uitdagingen geven.

De saldo's op bloembollen zijn relatief hoog vergeleken met akkerbouwgewassen. Echter is dit in de Bollenstreek ook noodzakelijk om te compenseren voor de hoge grondprijzen. Doordat het gebied onder druk staat, worden prijzen opgedrukt waardoor telers genoodzaakt zijn een vrij intensief bouwplan aan te houden. Dit betekent vaak een teeltrotatie met enkel bolgewassen en geen maai- of rustgewassen. Wel zijn er in de jaren 90 afspraken gemaakt over het behoud van het areaal van zo'n 2500 ha voor bollenteelt en het open landschap: het Pact van Teylingen (1996). Woningbouw is alleen sporadisch toegestaan en meestal met het doel om initiatieven die ten goede komen van het open landschap, te bekostigen.

1.3 Bodembeheer en kennis

Dit project heeft een focus op bodembeheer. Al decennia krijgt de bodem steeds meer aandacht in de landbouw. Door almaar striktere regelgeving omtrent meststoffen en gewasbescherming is de teler steeds meer aangewezen op de natuur zelf. Een gezonde bodem staat centraal op elk agrarisch bedrijf en geeft de teler toekomst. Omdat de agrarische sectoren in Nederland zich meer focussen op bodembeheer, is er meer vraag naar kennis. Onderzoek naar de bodem als groeimedia voor planten is al eeuwen oud. We weten inmiddels vrij veel. Maar met elke ontdekking ontstaan weer meer nieuwe vragen en dus weten we dus eigenlijk nog heel weinig. In dit verslag doen we een poging de kennis die er is te ontsluiten om de gestelde kennisvragen zo goed als mogelijk te beantwoorden.

1.4 Doelstelling en kennisvragen

Het doel van deze rapportage is om de lezer een coherent overzicht te geven van de huidige uitdagingen en maatregelen in de bloembollenteelt op duinzandgronden in de Bollenstreek, met name op gebied van bodemkwaliteit en bodemweerbaarheid. Daarmee zullen we wisselwerkingen tussen bodemkwaliteit, bodemweerbaarheid en problemen die er momenteel spelen uit leggen, om te stimuleren dat telers nieuwe ideeën en inzichten krijgen omtrent bodemkwaliteit. De informatie uit het rapport is niet nieuw, maar gebaseerd op bestaande kennis en ervaringen uit de praktijk. Door deze informatie overzichtelijk samen te brengen, proberen we zo helder mogelijke antwoorden te geven op de kennisvragen:

- i. Hoe leidt verbeterde bodemkwaliteit in de Bollenstreek tot een hoger rendement?
- ii. Hoe leidt een verbeterde algehele bodemkwaliteit in de Bollenstreek tot minder ziektedruk?

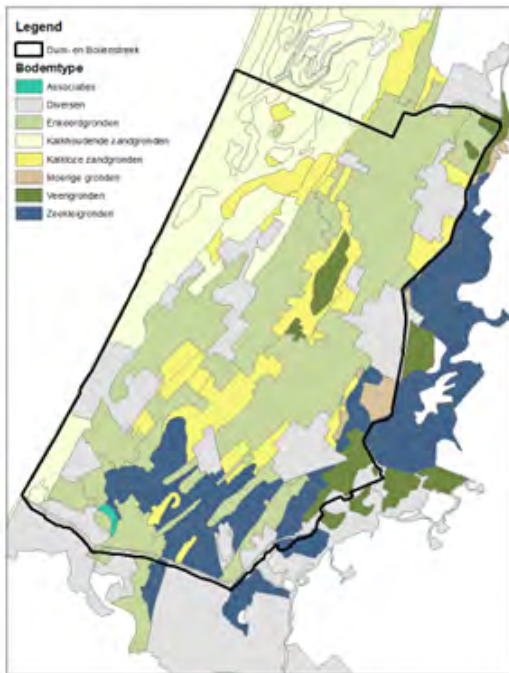
Dankwoord

Voor de informatie van dit verslag is gebruik gemaakt van interviews met bollen telers, onderzoekers van Wageningen Universiteit en experts uit de bollensector. Graag willen wij deze personen bedanken voor hun tijd, input en feedback.

2 De Bollenstreek

2.1 Bollenstreek gebied

De Bollenstreek regio is een streek langs de kust van Noord- en Zuid-Holland, waar de bloembollenteelt in Nederland zijn wortels kent. Voor dit project wordt enkel verwezen naar het grootste gebied: het Zuid-Hollandse gedeelte van de Duin- en Bollenstreek. Het gebied is vrij uniek in zijn soort en wordt gekenmerkt door het open landschap en de kalkrijke duinzandgronden (Figuur 1). De bollenteelt vindt hier dan ook plaats op duinzandgronden. Daarbij ligt het gebied tussen enkele grote steden in, waardoor de streek interessant ligt voor woningbouw. De streek is een populair gebied voor toeristen gedurende de bloeitijd van de bolgewassen.



Figuur 1 Overzicht van het gebied 'Duin- en Bollenstreek', met verschillende type grondsoorten. De bollenteelt in dit gebied vindt vrijwel altijd plaats op zandgronden. Bron figuur: Fleur van Duin.

Door zandwinning tussen 1650 en 1955 bestemd voor stedenbouw werden duinen afgegraven. Hierdoor ontstonden brede zandruggen ofwel 'geestgronden'. Deze zandgronden kennen een algemeen hoge grondwaterstand welke goed te reguleren valt middels peil-gestuurde drainage. Vanwege de ondiepe beworteling van de meeste bloembollen, vereist de teelt vaak voldoende water op het juiste moment. De ruime beschikbaarheid van water door de hoge grondwaterstand en het luchtige karakter van deze bodems zorgt ervoor dat deze gronden geschikt zijn voor bollenteelt.

2.2 Bollenteelt in de Bollenstreek

De Bollenstreek kenmerkt zich door intensieve bouwplannen. De bolgewassen die er over het algemeen geteeld worden zijn: tulp, narcis, hyacint, krokus, bijzondere bolgewassen, lelie, gladiool, dahlia, zantedeschia en vaste planten. De bolgewassen worden veelal geteeld voor de vermeerdering: hetzelfde product wordt dus vaker dan één keer in en uit de grond gehaald. In sommige gevallen worden deze gewassen afgewisseld met akkerbouwgewassen, bijvoorbeeld waspeen.

Veel bloembollentelers zijn gespecialiseerd in één of enkele gewassen, en telen deze dan ook zowel op eigen- als op huurland. Eigen land verhuren ze dus ook relatief vaak aan telers die andere soorten bollen telen, aangezien een ruime teeltrotatie essentieel is om ziekten en plagen te voorkomen. Bodemkwaliteit is een belangrijk onderwerp in het gebied: telers weten welke percelen van goede kwaliteit zijn om hun type bolgewas te telen en zijn dan ook bereid hiervoor te betalen, ze stoppen immers al een fortuin aan plantgoed onder de grond.

Aaltjes en bodemschimmels in de teelten kunnen grote problemen veroorzaken. Jarenlang is dit goed gegaan door het ruime aanbod aan gewasbeschermingsmiddelen, maar nu er een aantal middelen niet meer gebruikt kunnen worden, is de verwachting dat de ziektedruk zal stijgen. Daarnaast wordt het aanbod van gewasbeschermingsmiddelen voor onkruidbestrijding in bloembollen steeds kleiner, waardoor de onkruiddruk hoger wordt. Veel onkruiden zijn ook weer waardplanten voor insecten of bodem gebonden ziekten, die hierdoor weer meer kans krijgen om zich te vermeerderen.

3 Bodemkwaliteit in relatie tot ziektes en plagen

Een bodem waarin de fysische, chemische en biologische aspecten optimaal zijn voorzien, kan nutriënten opslaan en beschikbaar stellen aan het gewas, water vasthouden en door microbiële diversiteit schadelijke pathogenen onderdrukken. Allemaal factoren die nodig zijn om het gewas gezond te laten groeien en de potentiële opbrengst te halen. Een gezond gewas is dan ook beter in staat om weerbaar te zijn tegen ziektes en plagen. Het korte antwoord op de eerste kennisvraag: "als de bodemkwaliteit in balans is, heb je dan minder last van ziektes en plagen?" is dus, 'ja, in theorie'. Maar hoe zit het in de praktijk? Elke agrarisch- ondernemer en adviseur kan met diens ervaring zeggen dat een gezonde bodem uiteindelijk leidt tot een gezond gewas en dus indirect leidt tot minder ziektes en plagen. Dus in de praktijk wordt deze theorie vaak beaamt.

Toch is er een heleboel niet bekend over dit proces. Namelijk, vanaf wanneer noemen we de bodemkwaliteit 'goed', over welke ziektes en plagen hebben we het en in welke teelt? En wat zijn de eigenschappen van de bodem? Met welke maatregelen is de bodemkwaliteit te verbeteren? Tenslotte is het van belang om te weten of de vermindering van ziektedruk vervolgens opweegt tegen de investeringen die deze bodemkwaliteit vraagt. Om deze vraag op een zinnige wijze te beantwoorden is wat verdieping en nuance gevraagd. Daarom zullen we in dit hoofdstuk beschrijven wat er in de literatuur wordt gezegd over de relatie tussen bodemkwaliteit en ziektedruk en wat de ervaringen zijn in de praktijk. Om dit goed te begrijpen is het van belang om de interacties in beeld te hebben welke een rol spelen bij het tot stand komen van weerbaarheid. Maar eerst is het van belang dat we bodemkwaliteit definiëren aangezien het breed kan worden geïnterpreteerd.

3.1 Bodemkwaliteit

Bodemkwaliteit is een breed begrip. In het verleden zijn er binnen de wetenschap veel pogingen gedaan om tot een universele definitie te komen. In 1997 kwam in de VS de volgende definitie naar voren:

'De capaciteit van een specifieke bodem om binnen de grenzen van diens ecosysteem, de productiviteit van plant en dier, kwaliteit van water en lucht en de gezondheid van de mens en zijn omgeving, te behouden.' (Karlen *et al.*, 1997). Bodemkwaliteit kan dus per land, regio of doeleinde verschillend worden geïnterpreteerd.

Het kader en doeleinde van bodemkwaliteit in dit rapport betreft de duinzandgronden in de Bollenstreek en de bollenteelt in deze regio.

De mate van bodemkwaliteit hangt dus vooral af van het doel welke het dient, in dit geval de teelt van bloembollen. Wanneer er op lange termijn een goed rendement uit de teelt van bollen behaald kan worden van de grond, met behoud van gezondheid van mens en milieu, spreken we van een goede bodemkwaliteit. In het geval dat er wel problemen zijn, door hoge ziektedruk, structuurschade of achteruitgang biodiversiteit zal gekeken worden of de bodem verbeterd kan worden op één of meerdere aspecten. Qua bodemkwaliteit worden er voor de bollenteelt in ieder geval de volgende eisen gesteld:

- **Voldoende beschikbaarheid van vocht en nutriënten rondom wortelgestel.** De meeste bolgewassen hebben geen extensief diepgravend wortelstelsel met wortelharen welke het contactoppervlak met de bodem vergroot. Dit maakt dat voldoende vocht en nutriënten nabij de wortels van belang is. Tevens hebben bolgewassen die in het voorjaar bloeien al veel mineralen nodig nog voordat het mineralisatieproces in de bodem omgang is gebracht door verhoogde bodemtemperaturen.
- **Goede structuur.** De structuur van de bodem stelt de bol in staat om goed wortelstelsel te ontwikkelen. Het planten in het najaar brengt soms natte omstandigheden met zich mee welke een risico kunnen vormen voor de rest van het groeiseizoen. Omdat telers vanwege de kans op *Fusarium* niet te vroeg willen planten in een bodem met een temperatuur boven de 12 graden, wordt er gewacht tot een later moment. Op klei is dit rond half oktober waarbij op zandgronden vaak pas vanaf 1 november wordt geplant. Een goede structuur betekent ook een goed capillaire werking voor de vochtvoorziening
- **Organische stof / humus houdende grond.** Bij het planten is een humus houdende grond met een goede structuur essentieel om de beworteling te stimuleren (Bokhorst *et al.*, 2008).

3.2 Bodemkwaliteit integraal: fysisch, chemisch en biologische aspecten

Om de bodemkwaliteit op peil te houden is het van belang dat het perceel integraal wordt benaderd. Oftewel, de focus moet niet enkel op de chemische aspecten liggen maar ook op fysisch en biologisch. Dat is belangrijk aangezien deze drie onderwerpen veel met elkaar interacteren (Delgado & Gómez, 2016). We zullen beschrijven wat deze drie aspecten omvatten en welke interacties zij met elkaar hebben. Aangezien dit hoofdstuk een focus heeft op weerbaarheid zullen we de focus leggen op de biologie in de bodem en hoe het fysische en chemische gedeelte zich hiertoe tot verhouden.

3.2.1 Fysische aspecten van de bodem

Fysische eigenschappen van de bodem betreffen onder andere de structuur en textuur. De meeste bodems bestaan uit zand, silt en klei/lutum. De mate waarin deze drie zich tot elkaar verhouden, bepaalt de textuur van de bodem. De structuur van de bodem gaat over de samenhang van deeltjes. Textuur en structuur bepalen met name in hoeverre de bodem in staat is water vast te houden of juist kwijt te raken, hoeveel zuurstof (lucht) er aanwezig is en wat de draagkracht is. Zandrijke bodems zijn bijvoorbeeld in staat veel neerslag beter af te voeren dan kleigronden.

Specifiek op duinzandgronden spelen een aantal uitdagingen in het telen van bloembollen met betrekking tot de fysische bodemkwaliteit. Fysische bodemkwaliteit is een belangrijk element in een gezonde en weerbare bodem.

3.2.2 Chemische aspecten van de bodem

De chemische aspecten van de bodem zijn de kenmerken van de bodem die te maken hebben met de chemische samenstelling ervan. Dit houdt voornamelijk in:

- Nutriënten. Macronutriënten zoals fosfaat en kali, maar ook micro-elementen (sporelementen) zoals mangaan en zink welke aanwezig zijn in de bodem.
- De pH van de bodem, wat bijvoorbeeld de mate van beschikbaarheid van nutriënten bepaald. Een bodem welke een pH onder 6 heeft wordt 'zuur' genoemd en een bodem met een pH boven 8,5 'alkaline'.
- De hoeveelheid organische stof die in de bodem aanwezig is.

Uitdagingen op gebied van chemische bodemkwaliteit liggen vooral in de hoge afbraak van organische stof, maar ook uitspoeling van nutriënten kan op den duur problemen geven voor de bodemkwaliteit en daarmee de teelt.

3.2.3 Biologisch aspect van de bodem

Het biologische aspect van de bodem bevat alle levende organismen welke deel uitmaken van het bodemecosysteem. Deze organismen omvatten voornamelijk bacteriën, schimmels, algen, protozoa, nematoden, springstaarten, mijten, enchytraeën, duizendpoten, insecten, spinnen, regenwormen en mollen. Het bodemleven is verantwoordelijk voor:

- De afbraak van organisch materiaal zoals gewasresten.
- De vorming en instandhouding van bodemstructuur. Bacteriën en schimmels zijn de meest talrijke en diverse groepen organismen in de bodem en zijn verantwoordelijk voor het opneembaar maken van voedingsstoffen voor het gewas (mineralisatie). Ook de symbiose welke deze organismen met planten aangaan, maken dat gefixeerde nutriënten beter opneembaar worden voor de plant.
- Het behoud van bodemgezondheid en vruchtbaarheid. De uitdagingen en kansen op gebied van biologische bodemkwaliteit zijn vooral te vinden in het onderdrukken van ziekten en plagen en het weerbaar maken van de bodem.

De bodemweerbaarheid verhogen kan op verschillende manieren. Hiervoor is het belangrijk om te weten hoe de verschillende bodemkwaliteitsaspecten samenhangen. Dit zal dus eerst beschreven worden, waarna het onderwerp bodemweerbaarheid verder aan bod komt.

3.3 Bodeminteracties

3.3.1 Interactie biologisch – fysisch

De manier waarop een teler zijn bodem beheert, beïnvloedt de structuur van de bodem. Waarbij textuur de 'samenstelling' van de bodem is, wordt structuur gezien als de 'samenhang' van deeltjes in de bodem door de vorming van bodemaggregaten. Deze aggregaten, of kluitjes, worden voornamelijk door het bodemleven gevormd en bij elkaar gehouden door schimmeldraden en wormen welke een soort 'kit-stof' uitscheiden. Deze bodemaggregaten zijn als het ware kleine kruimeltjes welke de bodem poriën geven en daarmee zuurstof en ook vochtvoorziening. Hierdoor wordt de bodem ook beter doorwortelbaar (Harris *et al.*, 1966). De aanwezigheid van het bodemleven beïnvloedt dus de structuur van de bodem, maar ook andersom. Door verdichting in de bodem, kunnen poriën afnemen, waarbij er te veel of te weinig water op één plek is en daardoor zuurstof afneemt of de bodem uitdroogt. Aangezien het bodemleven vocht en zuurstof nodig heeft, zal het door verdichting afnemen. Tegelijkertijd heeft de aanwezigheid van het bodemleven weer invloed op de structuur door de vorming van aggregaten en daarmee poriën. Wel is het van belang dat het bodemleven wordt gevoed. Dit gebeurt voornamelijk door het uitscheiden van suikers door plantenwortels en de aanvoer van organisch materiaal. Daarom is het belangrijk dat het perceel niet te lang 'braak' ligt na een teelt en er gebruikt gemaakt wordt van groenbemesters (van Balen *et al.*, 2015).

Grondbewerking speelt bij deze interactie een belangrijke rol. In de Bollenstreek geldt dat er over het algemeen veel wordt geploegd, omdat spitten op lichte gronden de kans op verslemping vergroot. De kluiten blijven bij het ploegen beter intact en zorgen daarmee voor een betere structuur. Daarnaast wordt ploegen in de Bollenstreek ook gebruikt als een manier om bodemgebonden plagen diep weg te stoppen en 'schone' grond naar boven te halen. Daarom wordt het ook wel verticale vruchtwisseling genoemd. Wat betreft de invloed van ploegen op het biologische aspect kent het dus voor- en nadelen voor de Bollenstreek. Het bestrijdt namelijk bodempathogenen en onkruid op een 'biologische' wijze, dat wil zeggen, zonder chemie. Maar door het verstoren van het bodemleven verdwijnt ook het 'goede' bodemleven wat weer tijd nodig heeft om te herstellen. Doordat ploegen de microbiële activiteit (tijdelijk) versterkt, zal koolstof (uit gewasresten) door oxidatie de bodem verlaten in de vorm van CO₂ (respiratie). Mede hierdoor wordt aangenomen dat ploegen een negatief effect heeft op de opbouw van organische stof in de bodem.

3.3.2 Interactie chemisch – fysisch

De structuur en bewerkbaarheid van de bodem wordt niet alleen door het bodemleven verbeterd. De elementen magnesium (Mg) en calcium (Ca) spelen namelijk ook een belangrijke rol. Calcium vormt relatief grote moleculen met een kleine waterlaag eromheen. Zo ontstaat er lucht tussen de moleculen en daardoor is er meer zuurstof. Dit zorgt voor een lossere bodem. Magnesium vormt kleinere moleculen met een grotere waterlaag eromheen, wat de bodem juist compacter maakt. Een juiste verhouding tussen Calcium en Magnesium wordt daarom gezien als een maatstaaf voor een goede structuur. Over het algemeen wordt een verhouding Ca:Mg van 1:3 gevonden op zandgronden en 1:7 op kleigronden welke gebaseerd zijn op de Albrechtmethode (Bokhorst & Janmaat, 2016). Dit is slechts een voorbeeld hoe het chemische component van de bodem invloed op het fysische. Daarnaast is het element koolstof (C) van groot belang voor de structuur van de bodem. Dit komt doordat C nodig is voor de vorming van aggregaten. Hierdoor is de bodem poreuzer waardoor het lucht geeft en beter water kan vasthouden. Ook de aanwezigheid van Natrium kan invloed hebben op de structuur van de bodem. Wanneer er teveel natrium in de bodem aanwezig is, kan het zout de waterbalans van de bodem verstoren. Dit kan leiden tot een verhoogde zoutconcentratie. Hierdoor kunnen bodemdeeltjes samenklonteren en kan de bodemstructuur veranderen.

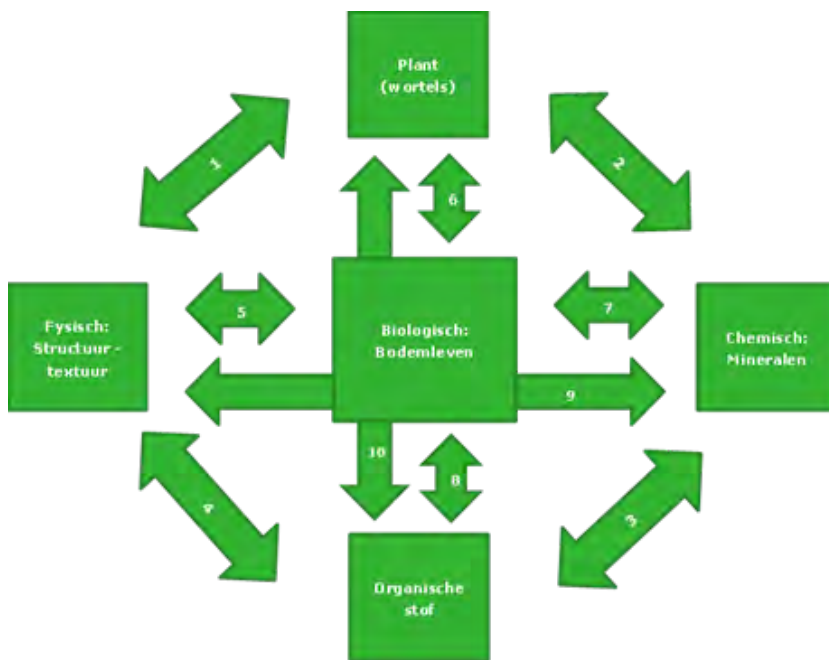
3.3.3 Interactie biologisch – chemisch

Chemische eigenschappen van de bodem hebben een effect op het bodemleven. Een belangrijke interactie is de zuurgraad (pH) van de bodem en het type bodemleven dat aanwezig is. Bij een neutrale tot hoge pH zullen bacteriën dominant zijn en bij een lage pH juist de schimmels. De chemische samenstelling van de bodem bepaalt welke soorten micro-organismen en planten er kunnen groeien en overleven. Dit heeft invloed op bepaalde processen zoals mineralisatie en nitrificatie. Kalkrijke gronden met een hoge pH stimuleert het type bodemleven dat organische stof snel afbreekt (Bokhorst et al, 2008). Essentieel voor plantengroei is de opname van nutriënten. Organisch materiaal bestaat voor een groot deel uit koolstof (C) en stikstof (N). Bodemorganismen hebben beiden nodig voor ontwikkeling, maar wel in de voor dat organisme benodigde verhouding. Stro kent bijvoorbeeld een C:N van 80:1. Dit betekent dus dat er relatief weinig stikstof vrijkomt bij afbraak en bodemorganismen voor de afbraak van het stro aanvullende bronnen van stikstof zullen moeten aanspreken, waardoor er minder stikstof beschikbaar is voor het gewas. Bij toediening van organische mest is het daarom van belang om rekening te houden met de C/N ratio.

Aangezien de aanwezigheid van Calcium in de bodem meer zuurstof geeft, zal ook het bodemleven hier profijt van hebben.

3.3.4 Bodeminteractie- diagram

In dit diagram is op 'simplistische' wijze weergegeven welke belangrijke interacties er in de bodem voorkomen. Onderaan is per interactie kort beschreven wat deze inhoudt.



Figuur 2 Interactiediagram bodemecosysteem.

1. **Fysisch <-> Plantenwortels:** Een goede structuur is van belang voor een goede doorwortelbaarheid. Andersom geven diep wortelende gewassen zoals granen en groenbemesters een betere structuur door de groeiende wortels (Osman, 2013).
2. **Plantenwortels <-> Chemisch:** Nutriënten zijn essentieel voor plantengroei. Chemische eigenschappen zoals pH en CEC (kationen uitwisseling capaciteit) zijn van invloed op de plant aangezien de beschikbaarheid van nutriënten van de pH en CEC afhangen. Daarnaast bepaald het zoutgehalte, wat in EC (geleidbaarheid van de bodem) wordt uitgedrukt, vooral de mate waarin planten water en dus ook voedingstoffen kunnen opnemen.
3. **Organische stof <-> Chemisch:** Organische stof in de bodem draagt bij aan het vasthouden en opslaan van nutriënten in de bodem maar draagt ook bij aan de CEC (kleihumuscomplex) (Liang *et al.*, 2006). De bodem is dus vruchtbaarder bij een hoger OS gehalte. De verhouding koolstof tot stikstof (C:N) bepaald de mate waarin stikstof vrijkomt bij de afbraak van organische stof. Hoe lager de verhouding, hoe meer stikstof vrijkomt bij afbraak.
4. **Fysisch <-> Organische stof:** Een bodem met voldoende organische stof houdt meer water vast en geeft een betere samenhang en structuur. Tevens heeft de organische stof een invloed op de temperatuur van de bodem waarbij een bodem met veel organische stof beter warmte vasthoudt.
5. **Fysisch <-> Biologisch:** Zonder zuurstof en water (en juiste temperatuur) kan bodemleven niet bestaan. Daarnaast geeft het bodemleven structuur aan de bodem door de vorming van bodemaggregaten.
6. **Plantenwortels <-> Biologisch:** Plantenwortels gaan een symbiose aan met het bodemleven bijvoorbeeld door suikers uit te scheiden in ruil voor het beschikbaar stellen van nutriënten door de schimmels en bacteriën. Daarnaast geeft een divers bodemleven weerbaarheid aan het gewas door predatie en onderlinge competitie van ruimte en voedsel tussen schadelijke en niet-schadelijke organismen.
7. **Biologisch <-> Chemisch:** pH heeft een invloed op de samenstelling van het bodemleven. Bij een neutrale tot hoge pH zullen bacteriën dominant zijn en bij een lage pH juist de schimmels. Dit heeft invloed op bepaalde processen zoals mineralisatie en nitrificatie.
8. **Biologisch <-> Organische stof:** Organische stof/materiaal (gewasresten) is een voedselbron voor het bodemleven. Daarnaast draagt het bodemleven via de interactie met plantenwortels weer bij aan de opbouw van organische stof.
9. **Fysisch <-> Chemisch:** Magnesium en calcium hebben door omvang van moleculen een invloed op de structuur van de bodem. Tevens kan door een te hoge EC (zoutgehalte door bijvoorbeeld Natrium) in de bodem, de beschikbaarheid van water aan het gewas negatief beïnvloeden.
10. **Plantenwortels <-> Organische stof:** Plantenwortels hebben invloed op de opbouw van organische stof in de bodem. De wortels hebben effect op de aanvoer van koolstof in de bodem door het uitscheiden van suikers en door (deels) achter te blijven in de bodem na de teelt (Helal & Sauerbeck, 1984). Daarnaast heeft organische stof effect op de groei van planten doordat nutriënten en water beter worden vastgehouden en bodemleven wordt gestimuleerd.

3.4 Bodemweerbaarheid

Bodemweerbaarheid is een belangrijk begrip wat steeds vaker aandacht krijgt. De intensieve teelten in Nederland worden steeds afhankelijker van een gezonde bodem naarmate het gebruik van chemie om ziektes en plagen te bestrijden, afneemt. Een ziektewerende bodem is een bodem waarin pathogenen relatief minder of geen schade veroorzaken aan het gewas. Dit komt omdat de bodem de pathogenen inactief houdt of omdat ze afsterven. Als men het heeft over bodemweerbaarheid, wordt er al gauw gedacht aan micro-organismen. Maar bodemweerbaarheid wordt niet enkel door het biologisch aspect verkregen. Bodems die fysisch gezond zijn kunnen pathogenen inactief houden door hen te belemmeren zich te verspreiden. Bijvoorbeeld, door natte plekken te voorkomen, krijgt *Pythium* minder kans om zich te ontwikkelen. Dit komt omdat deze pathogenen zich door middel van zoösporen verspreiden, die alleen in water actief zijn. Bovendien voelen veel antagonistische organismen zich niet op hun gemak in een te natte bodem. Een bodem kan dus ziekte werend zijn op een biotische en abiotische manier. De belangrijkste aspecten om abiotische wijze de bodem weerbaarder te maken zijn:

- Creëren van ongunstig abiotisch milieu voor pathogeen door bijvoorbeeld te bekalken
- Voorkomen van natte plekken
- Voorkomen van storende lagen

Een bodem die pathogenen doodt, kan het gevolg zijn van aanwezige biologische bestrijders of door toxische stoffen die door planten of micro-organismen worden geproduceerd. Bij biologische bestrijders kan het mechanisme van doding het gevolg zijn van de productie van toxische stoffen, zoals antibiotica, of door parasitisme. Een agro-ecosysteem waarin ziekte zich niet ontwikkelt, ook al is het pathogeen aanwezig, wordt een ziekteverend agro-ecosysteem genoemd. Ziekteverendheid kan worden ingedeeld in twee categorieën op basis van het werkingsmechanisme: verhoogde systeemweerbaarheid en microbiële ziektevering.

- Verhoogde systeemweerbaarheid kan worden bereikt door middel van vruchtwisseling en specifieke vruchtwisseling.
- Microbiële ziektevering kan worden bereikt door middel van competitie om voedsel en ruimte, parasitisme en predatie, productie van antibiotica en toxische vluchtige verbindingen, en geïnduceerde resistentie door middel van biostimulanten.
- Naast directe effecten op pathogenen, kunnen bodemorganismen ook invloed hebben op het resistentieniveau van planten door een symbiose aan te gaan (Termorshuizen *et al.*, 2020).

3.5 Organische stof, een belangrijk 'containerbegrip'

De samenstelling van Nederlandse landbouwgronden bestaat gemiddeld uit 45% minerale stoffen, 25% water, 25% lucht en 5% organische materie. Dit laatste omvat alle organische materialen afkomstig van bodemorganismen, zowel planten als dieren. Het wordt voornamelijk bijgevoerd door plantenresten, vaste mest en compost. Organisch materiaal in de bodem heeft diverse voordelen. Het verbetert bijvoorbeeld de vasthoudendheid van water en nutriënten, de structuur en bewerkbaarheid. Het organische materie gehalte in de bodem is niet constant. Het komt binnen via mest en compost, maar verlaat de bodem ook door afbraakprocessen van bodemorganismen en door de oogst van gewassen.

Wanneer we het hebben over organische materie, praten we over het element koolstof (C). Gemiddeld bestaat een plant voor ongeveer 50% uit koolstof. Bij afbraakprocessen worden gassen als methaan (CH₄) en koolstofdioxide (CO₂) vrijgelaten, waardoor organische materie de bodem verlaat. Het saldo tussen aanvoer en afbraak bepaalt of het gehalte in balans is. In de praktijk wordt vaak gebruik gemaakt van het begrip "effectieve organische stof". Maar wat is dat precies?

Effectieve organische stof is de hoeveelheid organische stof die nog aanwezig is in de bodem na een jaar na toediening. Dit betekent niet perse dat het dan stabiel is, de effectieve organische stof wordt altijd verder afgebroken. Een groot deel van de aangevoerde organische stof verdwijnt door afbraakprocessen. Hoeveel van de organische stof verdwijnt, is afhankelijk van de bron van de organische materie (bijvoorbeeld groenbemester, mest, plantenresten). Elke vorm van organische materie heeft een eigen humificatie-coëfficiënt, die aangeeft hoeveel er een jaar na toediening nog aanwezig is. Bijvoorbeeld, als compost een humificatie-coëfficiënt van 0,4 heeft, is na 1 jaar 40% verdwenen en is er nog 60% effectieve organische materie over (Zwart *et al.*, 2013).

Een vruchtbare bodem moet zowel snel afbreekbare als stabielere organische materie bevatten. Plantenwortels, mest of compost vormen voornamelijk de aanvoer van organische materiaal. De afbraak van organische materiaal is een continue proces. Een deel van de organische materie wordt omgezet in CO₂, water en voedingsstoffen, en een deel in minder afbreekbare, stabielere verbindingen. Voor de eenvoud wordt het vaak gebruikelijk om drie typen organische stof in de bodem te onderscheiden op basis van het afbreekbaarheidsgraad:

Snel afbreekbaar

- Bijdraagt aan de ontwikkeling van bodemleven
- Levert plantenvoedingsstoffen
- Verbetert bodemstructuur door de vorming van slijm van bacteriën en wormgangen
- Risico op anaerobe omstandigheden bij sterk bodemleven en dichte bodem

Stabiel

- Geleidelijke voeding van bodemleven en planten tijdens het groeiseizoen
- Veroorzaakt vaak een gevarieerd bodemleven
- Weinig kans op anaerobe plekken
- Verbetert bodemstructuur door de samenhang van organische materie met mineralen te behouden

Zeer stabiel

- Watervasthoudendheid
- Houdt voedingsstoffen vast, vooral kalium en sporenelementen
- Verbetert bodemstructuur, maar met een hoge C/N-verhouding kan het ook de bodem glad maken in natte omstandigheden.

4 Uitdagingen en maatregelen op gebied van bodemkwaliteit

Voor het beantwoorden van de tweede kennisvraag 'hoe leidt verbeterde bodemkwaliteit tot een hoger rendement?' is het noodzakelijk om te onderzoeken wat precies de uitdagingen in de bollenteelt op duinzandgronden zijn. Wanneer de uitdagingen bekend zijn, kunnen maatregelen getroffen worden om problemen te verhelpen. Niet altijd zijn dat oplossingen die 100% nuttig zijn, en niet altijd kunnen ze financieel gezien uit. Hoe vaak een maatregel daadwerkelijk wordt toegepast door een teler kan liggen aan de terugverdientijd wanneer het een investering betreft, het risico en de kennis die bekend is rondom de desbetreffende maatregel. Op basis van literatuur en ervaringen zijn er een aantal maatregelen te noemen die een antwoord kunnen bieden op de genoemde uitdagingen in de bollensector in de Bollenstreek.

De eerste helft van dit hoofdstuk geeft een overzicht van de uitdagingen in de bollensector in de Bollenstreek per aspect van bodemkwaliteit (fysisch, chemisch, biologisch). Vervolgens worden maatregelen genoemd om deze uitdagingen tegen te gaan met bijbehorende voor- en nadelen. Veel maatregelen hebben effect op één of meerdere van de genoemde aspecten van bodemkwaliteit. De maatregelen hangen samen met de uitdagingen op gebied van de verschillende bodemkwaliteitsaspecten. Een overzicht van welke maatregelen precies bij welke uitdagingen horen is terug te vinden in Bijlage 1. Daar is ook een beknopt overzicht van de voor- en nadelen van de maatregelen te vinden.

4.1 Uitdagingen fysische bodemkwaliteit

Structuurschade & bodemverdichting

Structuurschade kan ontstaan door meerdere factoren in de bloembollenteelt. Ten eerste wordt er tijdens de oogst gebruik gemaakt van zware machines, waardoor verdichte lagen in de bodem kunnen ontstaan. Verdichte lagen ontstaan sneller wanneer onder natte omstandigheden het land op wordt gegaan, voor grondbewerking, planten of oogsten. Structuurschade bij de oogst van bloembollen wordt dan ook als belangrijkste bezwaar van verhuur van land aangedragen (Van Dam *et al.*, 2006). Structuurschade en verdichte lagen kunnen niet alleen leiden tot een fysieke barrière voor plantenwortels, ook wordt onderzoek gedaan naar de hypothese dat bodemverdichting de gaswisseling verstoort. Door verminderde gasuitwisseling hopen bepaalde stoffen op, waardoor de wortel het signaal krijgt dat het niet verder kan groeien, en kortere wortels ontstaan (Pandey *et al.*, 2021). Bolgewassen wortelen over het algemeen slechts ondiep, dus een korter wortelgestel betekent een grotere afhankelijkheid van plaatselijke water en nutriënten voorzieningen.

Ook door regenval en grondbewerking kan de bodem compacter worden. Veel en intensieve grondbewerkingen zorgen ervoor dat natuurlijke poriën in de grond dicht gaan zitten, waardoor lucht en water niet altijd goed door kunnen dringen tot dieper in de bodem. Op slempgevoelige gronden kan door excessieve regenval de grond (met name de toplaag) dichtslaan. Door een verdichte bodem, zowel toplaag als ondergrond, kan water vervolgens lang op het land blijven staan tijdens een hevige regenbui. Dit heeft gevolgen voor de gezondheid en kwaliteit van het bolgewas en kan zorgen voor af- en uitspoeling van nutriënten en gronddeeltjes. In het kader van klimaatverandering is een adaptieve bodem, met goede afwatering bij hevige regenval en goede waterbuffering ten tijde van droogte, een belangrijk doel.

Verstuiving

Duinzandgronden kunnen onderhevig zijn aan verstuiving wanneer ze onbedekt zijn door een gewas of stro. De oorzaak van het verstuiven is een geringe samenhang tussen de bodemdeeltjes, wat bij kleigronden minder vaak het geval is. Door verstuiving kunnen bodemdeeltjes (waaronder organische stof), meststoffen of zaden verloren gaan. Ook kan er stuifschade optreden in het gewas, vooral bij jonge kiemende planten, waardoor de groei (tijdelijk) geremd wordt en de vatbaarheid voor ziektes en plagen vergroot wordt. Stuifgevoeligheid is een kenmerk van duinzandgronden, maar is ook te beperken door verschillende maatregelen.

Laag vochtvasthoudend vermogen

Zandgronden hebben in vergelijking met kleigronden een lager vermogen om water vast te houden. Het lage organische stof gehalte in de duinzandgronden versterkt dit effect. Organische stof heeft namelijk een bufferende werking voor water. Om inzicht te krijgen in het watervasthoudend vermogen van een perceel, is het mogelijk een pF-curve te laten maken, dit kan bij verschillende commerciële partijen.

4.2 Uitdagingen chemische bodemkwaliteit

Afbraak organische stof

Organische stof zorgt voor bodemvruchtbaarheid en is voeding voor het bodemleven. De mineralisatie door bodemleven zorgt ervoor dat nutriënten vrijkomen die opgenomen kunnen worden door gewassen. Doordat het gewas deze nutriënten afvoert, treedt een verschraling van de organische stof in de bodem op. Bij kalkrijke gronden is de afbraak van organische stof sneller dan bij kalkarme gronden. In 2012 werd een schatting gedaan van 6-10% afbraak van organische stof per jaar in de Bollenstreek, waar andere landbouwgronden in Nederland over het algemeen een afbraak van 2% organische stof per jaar hebben (Pronk *et al.*, 2012). De hoge afbraak is kenmerkend voor duinzandgronden, maar lijkt ook gestimuleerd te worden door het frequente en diepe ploegen wat vaak gedaan wordt in de Bollenstreek.

Uitspoeling nutriënten

Het kleihumuscomplex in de bodem bepaalt de kationen-uitwisselingscapaciteit (CEC) van een bodem. De CEC is een maat voor de capaciteit om positief geladen nutriënten te binden. Dit proces speelt een belangrijke rol in het reguleren van de hoeveelheid nutriënten in de bodem. Bodems met een hoge CEC (veel negatief geladen deeltjes) zijn vruchtbaarder dan bodem met een lage CEC. De CEC waarde in duinzand- en zandgronden zijn afhankelijk van het organische stofgehalte (in kleine hoeveelheid aanwezig) en kleideeltjes (vrijwel niet aanwezig). De lage CEC-waarde kan leiden tot veel uitspoeling in deze soort gronden (Zelazny *et al.*, 1996). Doordat de nutriënten uitspoelen, kunnen ze niet meer gebruikt worden voor opname van het gewas, dat het vervolgens niet om kan zetten naar organisch materiaal. Hierdoor verschaalt de bodem, vermindert de opbrengst van het gewas en belanden nutriënten in grond- en oppervlaktewater.

4.3 Uitdagingen biologische bodemkwaliteit

Hoge ziektedruk

De grootste uitdaging op gebied van biologische bodemkwaliteit is de hoge ziektedruk door ondergrondse schimmels, bacteriën en aaltjes. De hoge ziektedruk wordt voornamelijk veroorzaakt door de intensieve bouwplannen die gehanteerd worden in de Bollenstreek. Vaak worden meerdere gewassen geteeld die gevoelig zijn voor dezelfde ziekten en plagen, waardoor er met enige regelmaat een waardplant beschikbaar is. Ook is opslag van een bolgewas in het volgende gewas een probleem omdat de ziekten en plagen dan nog een extra jaar een waardplant tot hun beschikking hebben.

4.4 Maatregelen ter verbetering van bodemkwaliteit

Aanvoer van mest en compost

Naast de effecten op bodemweerbaarheid, zoals beschreven in hoofdstuk 3, is organische stof aanvoer ook nodig om de grote afbraak op duinzandgronden te compenseren. Het verhogen van organische stof gaat niet met iedere vorm van organische mest. Het gebruik van organische mest kan namelijk twee doelen hebben: 1) nutriëntenvoorziening voor het gewas in dat jaar of 2) organische stofopbouw op langere termijn. Voor het eerste doel wordt vaak mest gekozen waarbij de nutriënten snel vrij komen (veel labiele organische stof), zoals varkensdrijfmest of kippenmest. Voor het tweede doel kan beter gekeken worden naar de effectieve organische stof (EOS). De EOS is de hoeveelheid organische stof dat een jaar na toediening nog in de bodem aanwezig is. Mestsoorten met hoge EOS hebben dus op lange termijn effect op de organische stof opbouw in de bodem, maar breken dus op korte termijn niet af en dragen dus weinig bij aan nutriëntenvoorziening op korte termijn. Voor organische stof opbouw op lange termijn moet dus een mestsoort gekozen worden met hoge effectieve organische stof (veel stabiele organische stof) en een hoge humificatie coëfficiënt (fractie van het verse organische materiaal dat na één jaar nog aanwezig is), zoals vaste rundvee en geitenmest, of GFT- en groencompost. Compost wordt steeds meer gebruikt als maatregel om de bodem organische stof op peil te houden. Een nadeel ervan is dat stikstof relatief traag vrij komt, waardoor het in praktijk vrijwel altijd gecombineerd wordt met andere soorten bemesting. In het [Handboek Bodem & Bemesting](#) kunnen de kengetallen van verschillende soorten mest gevonden worden.

Doordat wetgeving gelimiteerd is op fosfaat, is het goed om naast effectieve organische stof ook te kijken naar de verhouding van effectieve organische stof ten opzichte van de kilo's fosfaat in het product. Doordat de gebruiksnorm van fosfaat in compost maar voor de helft meetelt, kan relatief veel compost aangevoerd worden op het perceel. Het verhogen van de organische stof in de bouwvoor biedt veel voordelen: de structuur en het watervasthoudend vermogen verbeteren en meer nutriënten zijn beschikbaar. Nadelen zijn dat de uitspoeling van nutriënten ook hoger wordt en sommige gewassen ervaren zogenaamde welvaartsziekten (verhoogde kans op bepaalde schimmels) bij een hoog organische stof gehalte. Ook is niet altijd goede kwaliteit compost (vrij van afval en onkruidzaden) beschikbaar, zeker niet nu de vraag steeds groter lijkt te worden.

Aanvoer van organische stof heeft ook een positieve invloed op het relatief lage watervasthoudend vermogen van duinzandgronden. Verhoging van de organische stof zorgt voor een verhoging van de beschikbaarheid van water in de bouwvoor. Organische stof heeft namelijk een bufferende werking en kan tot 20 keer het eigen gewicht aan water bevatten. Het organische stof gehalte kan verhoogd worden door mest of compost aan te voeren. Niet alleen water kan beter vastgehouden worden, ook de CEC-waarde wordt verhoogd door meer organische stof toe te voegen. Verhoging van het organische stofgehalte maakt de bodem dus beter in staat nutriënten en water te binden.

Gewasrotatie en groenbemesters

De ene teelt in een gewasrotatie vergt meer van de bodem dan de andere teelt op gebied van structuurschade, nutriëntenonttrekking en vermeerdering van ziekten en plagen. Een uitgekiende gewasrotatie biedt veel mogelijkheden voor verbetering van de bodemkwaliteit. In een goede gewasrotatie krijgt de bodem voldoende rust, ontstaan er geen schadelijke gehalten van ziekten en plagen, maar is er ook een goede boterham te verdienen. Schadelijke gehalten van ziekten en plagen kunnen voorkomen worden door de gewasrotatie slim in te richten en te kijken welke gewassen gevoelig zijn voor welke ziekten en plagen. Daarbij is ook het ras van belang, bij sommige gewassen worden rassen aangeboden die resistent zijn voor bepaalde ziekten. Om inzicht te krijgen welke maatregelen gebruikt kunnen worden voor het tegengaan van bepaalde aaltjes, schimmels of bacteriën kan ook gebruik gemaakt worden van de [Gezondgewastool](#).

Het inpassen van groenbemesters in het bouwplan kan gunstige effecten hebben op het bodemleven, biodiversiteit, bodemstructuur, organische stof opbouw en ze houden nutriënten langer vast. Zo kunnen diepwortelende groenbemesters bijvoorbeeld ingezet worden voor het opheffen van verdichte lagen in de bodem. Het opheffen of verminderen van verdichte lagen heeft als voordeel dat het vervolggewas makkelijker bij nutriënten en water kan komen. Ook leggen groenbemesters overblijvende nutriënten vast, die vervolgens door het onderwerken van de groenbemester weer omgezet kunnen worden in organische stof. Het telen van groenbemesters ten opzichte van braakligging van de grond zorgt daardoor voor minder uitspoeling van nutriënten en bodemerosie wordt voorkomen. Het kiezen van geschikte groenbemesters in het bouwplan kan gedaan worden met behulp van de [Groenbemesterkeuzewijzer](#). Hierin kan informatie gevonden worden op het gebied van zaai- en onderwerkdatum, bijdrage aan organische stof opbouw, bemestende waarde, biodiversiteit, onkruidonderdrukking, bodemstructuur, algemene weerbaarheid voor ziekten en plagen en teeltkosten. Mits de juiste groenbemesters gekozen worden, kunnen veel groenbemesters ook onkruid onderdrukken.

Naast de voordelen over groenbemesters die in het vorige hoofdstuk genoemd zijn, hebben groenbemesters ook voordelen op het gebied van biologische bodemkwaliteit. Er zijn namelijk groenbemesters die actief bepaalde ziekten en plagen verminderen, zoals *Tagetes patula* (Afrikaantje) die actief het wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) bestrijdt. Echter zijn er ook groenbemesters die bepaalde ziekten en plagen juist vermeerderen. In Figuur 3 wordt een voorbeeld gegeven van een aantal groenbemesters en hun effecten op de vermeerdering van een aantal belangrijke aaltjes. Afhankelijk van welke aaltjes een perceel mee besmet is, kunnen bladrammenas en tagetes (mits een goed uitgevoerde teelt, zonder onkruiden en opslag van bloembollen) een gunstig effect hebben op verschillende soorten aaltjes. Rogge, Engels raaigras of witte klaver zijn minder geschikte groenbemesters voor de in het overzicht meegenomen aaltjes en virus.

	Wortelknobbelaaltjes		Wortellesie	Stengelaaltjes		Bladaaltjes	Virussen	
	<i>Meloidogyne chitwoodi</i> Maiswortelknobbelaaltje	<i>Meloidogyne naasi</i> Graswortelknobbelaaltje	<i>Pratylenchus penetrans</i> Wortellesieaaltje	<i>Ditylenchus destructor</i> Destructoraaltje	<i>Ditylenchus dipsaci</i> Stengelaaltje	<i>Aphelenchoides subtenius</i> Kroesknolaaltje	Tabaksrateivirus Tabaksrateivirus	
	ZD	ZD ZV	ZD ZV	ZD ZV K	ZD ZV K	ZD ZV K	ZD ZV	
Bladrammenas br	- R	-	●●●	-	?	?	-	Bladrammenas br
Japanse haver br	●●●	●	-	?	?	?	?	Japanse haver br
Raketblad br	●●	?	●	?	?	?	●●● S	Raketblad br
Tagetes br	-	-	-	?	?	?	●●● S	Tagetes br
Sarepta mosterd	?	?	●●	?	?	?	?	Sarepta mosterd
Rogge st	●●●	●●	●●●	-	●●	?	●●	Rogge st
Engels raaigras br	●	●●●	●●	-	●	?	●●	Engels raaigras br
Witte klaver br	●● R i	?	●●●	●●● i	●●●	?	●●● S i	Witte klaver br
Triticale	●●	●●●	●●	-	-	?	?	Triticale

© 2023. Dit aaltjesschema is een product van Wageningen University & Research | Open Teelten, Lelystad

Legenda Schade	
	onbekend
	geen
	weinig 0-15%
	matig 16-35%
	zwaar 36-100%

Legenda Vermeerdering	
?	onbekend
-	actieve afname
-	natuurlijke afname
●	weinig
●●	matig
●●●	sterk
R	Rasafhankelijk
S	Serotypeafhankelijk
i	enige informatie

Legenda Grondsoort	
Z	Zand
D	Dalgrond
ZV	Zavel
K	Klei
L	Löss

Figuur 3 Overzicht van een aantal groenbemesters en hun effect op de vermeerdering van een aantal belangrijke aaltjes en virussen (aaltjesschema.nl).

In het [Handboek Groenbemesters](#) staat een overzicht van welke groenbemesters een goede of slechte waardplant zijn voor bepaalde aaltjes of schimmels, of ze zelfs actief bestrijden. Daarnaast worden zaaitijdstippen, mate van winterhardheid en manieren van onderwerken gegeven. Dit handboek kan gebruikt worden als naslagwerk voor het bepalen van een slim groenbemesterplan in de gewasrotatie. In tegenstelling tot de groenbemesterkeuzewijzer worden hier de specifieke aaltjes benoemd per groenbemester en kan het handboek dus als verdiepende informatie gebruikt worden.

Achterlaten gewasresten of stuifdek

Als maatregel voor het verhogen van de organische stof in de bodem wordt vaak ook 'achterlaten gewasresten' genoemd: in plaats van (tarwe- of gerst-) stro te persen en te verkopen, dus het versnipperen op het land. Dit is niet aan de orde voor de bloembollenteelt. Echter worden er wel vaak producten gebruikt als stuifdek. Bij de keuze voor het stuifdek kan ook een afweging gemaakt worden met betrekking tot de hoeveelheid organisch materiaal dat op het land gebracht wordt. Het gebruik van bijvoorbeeld compost of stro als stuifdek is qua organische stof aanvoer gunstiger dan het spuiten van papierpulp, omdat het simpelweg meer organische stof bevat.

Minder intensieve grondbewerking

Een minder intensieve (ondiepere en/of minder frequente) grondbewerking, zoals niet-kerende of gereduceerde grondbewerking (NKG), op het juiste tijdstip (droge omstandigheden) kan leiden tot verbeterde fysische bodemkwaliteit. Dit komt doordat de toplaag van de grond in zijn geheel vaak wat compacter blijft en daardoor minder erosiegevoelig is en ook de draagkracht verbetert. Door de verhoogde draagkracht zullen verdichte lagen over het algemeen minder snel ontstaan, omdat de druk op de bodem niet zo snel door eb't. Ook houden macroporiën (gangen waar wormen doorheen bewegen), waar lucht en water doorheen kan, beter stand. Tenslotte kan NKG ook voordelen bieden op stuifgevoelige gronden. Doordat de grond over het algemeen grover ligt, kan er minder verstuiven.

Ploegen in de Bollenstreek wordt ook gebruikt als een manier om bodem gebonden ziekten en plagen diep weg te stoppen en 'schone' grond naar boven te halen. Daarom wordt het ook wel verticale vruchtwisseling genoemd. Een nadeel van NKG in de bollenteelt is dus dat je deze voordelen kwijt bent. Dit houdt in dat onkruiden meer kans krijgen, en ziekten en plagen blijven ook langer hangen in de toplaag.

Naast de bodem fysische aspecten van minder intensieve grondbewerking die genoemd zijn, kan minder intensieve grondbewerking ook een bijdrage leveren aan een lagere afbraak van organische stof. Hoe meer zuurstof er in de bodem komt tijdens de grondbewerking, hoe groter de organische stof afbraak. Bij een diepe, meer kerende grondbewerking waarbij veel energie wordt gebruikt, zal dus meer organische stof afbreken dan wanneer een minder intensieve vorm van grondbewerking gekozen wordt, zoals woelen of ondiep ploegen.

Ook kan minder intensieve grondbewerking invloed hebben op de bodembioologie. Zo heeft frequent ploegen als nadeel dat het actieve bodemleven gestoord en 'begraven' wordt, en is het nadelig voor de bodembiodiversiteit. Er zijn aanwijzingen dat op kleigrond NKG percelen meer regenwormen, insecten en spinnen aanwezig zijn dan op geploegde percelen (PPS Beter Bodem Beheer).

Vaste- of seizoensrijpaden

Een rijpadensysteem ontlast de teeltbedden en zorgt voor een betere bodem-fysische kwaliteit ten opzichte van een normaal teeltsysteem waarbij de bedden bereden worden. Sommige bollentelers werken deels al op vaste rijpaden, maar niet met de oogst en bij de grondbewerking. Door ook de grondbewerking en de oogst op vaste rijpaden uit te voeren, zal er minder bodemverdichting optreden, waardoor de grond waarop geteeld wordt makkelijker doorwortelbaar is. Een nadeel van dit systeem is de aanpassing van het machinepark die vaak noodzakelijk is in het systeem. Ook het huur en verhuur karakter van de Bollenstreek maakt deze aanpassing niet gemakkelijk, omdat veel telers zich zullen moeten aanpassen wanneer ze een perceel met vaste rijpaden willen huren.

Hanteren lagere bandendruk

Een andere manier van het ontlasten van de grond is door lichtere machines te gebruiken, of door speciale trekkerbanden te gebruiken die op zeer lage druk gebruikt kunnen worden. Doordat het contactoppervlak met de grond groter wordt, verdelen de banden het gewicht van de machine beter over de bodem. Bij ploegen betekent dit minder bodemverdichting in de voor, en bij bovenover rijden minder verdichting in de bovenste laag. Daarnaast is het gebruik van lichtere machines (vanzelfsprekend) bevorderlijk voor minder bodemverdichting. Ook kan er gebruik gemaakt worden van een drukwisselsysteem bij trekkers en kippers. Zodoende kan de bandenspanning van voertuigen ter plekke op het veld worden aangepast. Dit scheelt in brandstof tijdens transport over de weg, als in het land, doordat de hoeveelheid slip wordt verminderd bij lagere druk.

Inzicht in bodemgesteldheid verhogen

Bijvoorbeeld door een profielkuil te graven voorafgaand aan het ploegen, planten of oogsten, kan een betere afweging gemaakt worden of dit het juiste tijdstip is om de bewerking uit te voeren. Soms lijkt de grond bovenop droog, terwijl de ondergrond nog erg nat is, waardoor veel schade gedaan kan worden aan de bodemstructuur. Wanneer er gekozen wordt om diep te ploegen, is dit een goede manier om te kijken wat je boven wilt ploegen en hoe diep dat zit. Een andere manier om het inzicht in de fysische bodemgesteldheid te verhogen is het prikken van de grond met een 'penetrometer'. Hiermee kunnen verdichte lagen opgespoord en aangepakt worden. Een nadeel van deze methode is dat de meetapparatuur vrij duur is en het bedienen ervan vergt enige ervaring.

Bovengenoemde voorbeelden geven vooral inzicht in de fysische bodemgesteldheid. Om meer inzicht te krijgen in het bodemleven, wordt onder andere een DNA analyse ontwikkeld. Dit is ook in het kader van het 'Samen naar een circulaire bollenstreek' project door Naturalis en partners onderzocht.



Figuur 4 Het graven van een profielkuil kan inzicht geven in de status van de bodem en kan helpen bij het opsporen van verdichte lagen.

Biostimulanten en bodemverbeteraars

Een andere mogelijkheid om de bodem te verbeteren is het gebruik van biostimulanten en/of bodemverbeteraars. Biostimulanten zijn vooral gericht om het gewas gezond te houden en de gewas-bodem interactie te stimuleren, niet zozeer voor het verbeteren van de bodemkwaliteit. Bodemverbeteraars zijn vooral gericht op het verbeteren van de bodem ten behoeve van de gewasgroei. Voorbeelden van bodemverbeteraars zijn kalk en calciummeststoffen, bodemverbeteraars met micro-organismen, biochar en steenmeel (van Balen *et al.*, 2015). Ze worden toegediend aan de bodem om fysische, chemische en biologische eigenschappen te verbeteren, handhaven of beschermen. Het doel van bodemverbeteraars berust vaak op het verhogen van de organische stof, wat dus onder andere de voordelen meebrengt die eerder genoemd zijn in dit rapport. De meerwaarde van bijvoorbeeld biochar ten opzichte van mest of compost is dat de organische stof in biochar nog stabiel is en dus een nog grotere toevoeging voor de verhoging van het organische stof gehalte in de bodem.

Voorbeelden van biostimulanten zijn zeewierextract, chitine, plantaardige aminozuren, humuszuren en mycorrhiza-schimmels. Biostimulanten hebben als effect dat ze abiotische stress (stress door bijvoorbeeld droogte of hitte) in een gewas onderdrukken, efficiëntie verhogen van de opname van water of nutriënten of gewaskwaliteit verhogen. Ze kunnen toegediend worden door middel van zaadcoating of onderdompeling, bladbespuiting, strooien als granulaat of door middel van fertigatie (De Long & van der Salm, 2021). Er wordt nog niet lang onderzoek gedaan naar de werking van biostimulanten en hun impact op bodemkwaliteit/weerbaarheid in de bloembollensector, wel is er steeds meer aandacht voor. De werking kan afhangen van het gewas, de grondsoort, de weersomstandigheden en het gebruik van andere middelen (gewasbescherming of kunstmest kunnen een negatieve invloed hebben op de werking van biostimulanten). Het is daarom nog lastig te zeggen of de producten zinvol zijn voor een specifieke (bollenteelt) situatie.

Inundatie en biologische bodem reset

Inundatie is een maatregel waarbij een perceel voor 8-12 weken onder water gezet wordt, zodat verstikking van bepaalde aaltjes of bodemschimmels gestimuleerd wordt. De maatregel zorgt in eerste instantie dat (vrijwel) al het bodemleven verdwijnt, om vervolgens een nieuwe balans in het bodemleven te stimuleren door het toedienen van organisch materiaal. Vaak wordt dit gedaan omdat één of meerdere (ongewenste) soorten de overhand hebben genomen. De maatregel kan getroffen worden tussen twee voorjaarsgewassen in, waardoor er geen (bollen)teeltjaar overgeslagen hoeft te worden, zoals bij een rustgewas (de Kool, 2008). Een voordeel van inundatie is dat je zonder gewasbeschermingsmiddelen van je plagen afkomt. Een nadeel van inundatie is dat het bestaande 'goede' bodemleven ook weg is na de inundatie. In relatie tot bodemweerbaarheid is dit niet gunstig, omdat het beter is om een stabiel en weerbaar systeem te hebben waarbij dit soort ingrepen niet nodig zijn.

Een maatregel van dezelfde aard als inundatie is het 'Bodem Resetten'. Eerst wordt een plantaardig granulaat (Herbie) gestrooid, waarna de bodem zuurstofdicht afgedekt dient te worden. Dit granulaat is een voedselbron voor bodemmicroben, die door het granulaat snel groeien en alle beschikbare zuurstof in de grond opnemen. Hierdoor sterven ziekteverwekkers en ander reeds aanwezig bodemleven af en tegelijkertijd groeien nuttige, toegediende microben in de bodem. Deze methode is kostbaarder dan inundatie, maar heeft een kortere tijdsduur van behandeling, slechts 3-6 weken. Ook deze methode heeft als voordeel dat er geen gewasbeschermingsmiddelen voor gebruikt hoeven te worden. Het grote nadeel is dat het lang duurt om weer een stabiel en weerbaar systeem op te bouwen. De microbiële diversiteit in de bodem, die nodig is om ziekten en plagen te onderdrukken, heeft veel tijd nodig om terug te keren.

5 Van bodemkwaliteit naar rendement

Het vertalen van bodemkwaliteit naar rendement was één van de vraagstukken in dit onderzoek. Vaak wordt gedacht vanuit de richting "hoeveel extra opbrengst levert een bepaalde maatregel om bodem te verbeteren op?". Echter is dit een lastig (onmogelijk) te beantwoorden vraag, onder andere omdat de omstandigheden bepalend zijn. Liever denken we vanuit de kennis over de kosten van een investering die een betreffende maatregel vergt en rekenen dat om naar extra opbrengst dat het gewas moet geven voor de investering om rendabel te zijn. In dat geval kan elke teler zichzelf de vraag stellen "is dit een realistische meeropbrengst voor mijn situatie?". Omdat opbrengstverschillen op procentueel niveau aantonen erg lastig is in de open teelten sector, en omdat niet voor elke situatie een onderzoek is uitgevoerd, kunnen we meer met deze laatste benadering.

De informatie uit de voorgaande hoofdstukken kan gebruikt worden om een maatregel te formuleren die een teler door zou willen rekenen. Het is namelijk goed om te weten welke maatregelen je kunt nemen wanneer je op bepaalde doelen stuur. En ook op welke effecten je nog meer stuur wanneer je bepaalde maatregelen neemt. Hoe groot die investeringen voor maatregelen dan zijn, kan ook sterk afhangen van het moment en de situatie. Daarom worden in dit hoofdstuk twee voorbeelden gegeven met scenario's waarin een bepaald probleem bestaat waarvoor een maatregel getroffen wordt. Deze manier van denken en methodiek kunnen door een teler gebruikt worden om in een eigen situatie de keuze voor bepaalde maatregelen te beargumenteren.

5.1 Methode

Om inzicht te krijgen in de terugverdientijd van een investering, is het nuttig om de kosten van de investering terug te rekenen naar een percentage opbrengstverhoging. Experimentele studies hebben vaak een grote bandbreedte aan verhoogde opbrengsten en zijn lang niet altijd onder relevante omstandigheden voor een bollenteler uit de Bollenstreek uitgevoerd. Daarom wordt in dit rapport met een terugverdientijd op bouwplan niveau gewerkt. De methode van de economische analyse van het bodemkwaliteitsplan (ontwikkeld door Maarten Kik, Wageningen Business Economics) is hiervoor gebruikt.

Het saldo per hectare gemiddeld over het hele bouwplan wordt uitgerekend voor de uitgangssituatie en de scenario's die geschetst worden. Vervolgens worden de meerkosten per hectare gemiddeld uitgerekend voor de verschillende scenario's, evenals de financiële meer- of minderopbrengst per procent opbrengstverandering. Vervolgens wordt de meeropbrengst per procent gemiddeld over de hele rotatie en gedeeld door de extra kosten per hectare van een scenario. Dit resulteert in de benodigde meeropbrengst in procenten op bouwplanniveau. Echter hebben sommige maatregelen vooral effect op het eerste vervolggewas. Het is dus ook mogelijk om een benodigde meeropbrengst te berekenen op gewasniveau.

5.2 Voorbeeld: verhoogde compost aanvoer

In dit voorbeeld is een verhoogde compost aanvoer doorgerekend, ter compensatie van een teruglopende organische stof hoeveelheid in de bouwvoor. Er zijn twee scenario's:

- Scenario A: extra 25 t GFT compost/ha/jaar
- Scenario B: extra 50 t GFT compost/ha/jaar

Waarbij een bouwplan met de volgende gewassen is aangehouden: tulp, narcis, hyacint, tulp, dahlia, waspeen, gladiool. De uitgangssituatie betreft een tuin van 35 hectare, waarbij alle gewassen behalve tulp één keer zijn geteeld (5 ha), en tulp twee keer (10 ha). Volgens Schreuder & Wekken, 2005, (KWIN 2005) zijn de saldo's in de referentiesituatie, waar al kosten zijn gerekend voor bemesting, als volgt:

Gewas	Stuks (of kg)	Opbrengst/stuk	Opbrengst/ha	Kosten/ha	Saldo/ha
Tulp	400,000	€ 0.048	€ 19.232	€ 6,191	€ 13,041
Narcis	500,000	€ 0.022	€ 11.000	€ 3,570	€ 7,430
Hyacint	250,000	€ 0.154	€ 38.409	€ 9,001	€ 29,408
Dahlia	148,500	€ 0.181	€ 26.918	€ 10,818	€ 16,100
Waspeen	55,000	€ 0.112	€ 6.179	€ 2,632	€ 3,547
Gladiool	1,100,000	€ 0.023	€ 25.364	€ 6,941	€ 18,423

De kosten voor GFT compost bedragen €10/ton. De extra gift compost komt dus bovenop de standaard bemesting. Dit betekent €250/ha extra in scenario A en €500/ha extra in scenario B. Deze bedragen zijn bijkomende kosten/ha per gewas, waardoor het saldo van elk gewas dus in theorie daalt. De financiële meeropbrengst per procent opbrengstverandering wordt berekend door elk gewas 1% in opbrengst te laten stijgen en de kosten en prijs/stuk gelijk te houden. Op bouwplanniveau kwam dit uit op €209 euro per procent opbrengstverandering. Gezien de extra kosten per hectare gemaakt worden in alle gewassen, wordt ook het gemiddelde saldo/ha op bouwplanniveau €-250 in scenario A en €-500 in scenario B ten opzichte van de referentiesituatie. Hieruit kan het volgende geconcludeerd worden:

Scenario	Benodigde meeropbrengst op bouwplanniveau
A (25 t GFT compost/ha/jaar)	1.2%
B (50 t GFT compost/ha/jaar)	2.4%

Interpretatie

Het bouwplan dat gebruikt is om de benodigde meeropbrengst in stuks of kg uit te rekenen, is niet voor elke bollenteler in de Bollenstreek relevant. De gewassen zijn deels gekozen vanwege de beschikbaarheid van saldoberekeningen (zowel gegevens van kosten en opbrengsten). Echter stammen deze berekeningen uit 2005 en zijn dus niet geheel up to date meer. In de scenario's die gebruikt zijn kan geconcludeerd worden dat er een meeropbrengst van 1.2% nodig is om de kosten van de extra 25 ton aangevoerde compost te compenseren, of 2.4% in het geval van 50 ton compost. Dit kan dus niet voor elke situatie geconcludeerd worden. De methode is uitgelegd zodat telers aan de slag kunnen met het uitrekenen van dit soort scenario's op basis van eigen data en kunnen zichzelf vervolgens de vraag stellen: is dit een realistische meeropbrengst voor mijn situatie?

In dit voorbeeld van compost, is de investering relatief laag. De benodigde meeropbrengst is minimaal en zulke kleine verschillen zijn moeilijk achteraf aan te tonen. De meervoudige voordelen van opbouw van organische stof zijn beschreven in dit rapport: zowel bodem fysieke, chemische als biologische voordelen zijn beschreven, welke over het algemeen opwegen tegen de relatief kleine nadelen. Niet al deze effecten zullen direct leiden tot verhoging van rendement. Bij korte termijn effecten kan gedacht worden aan opbrengstverbeteringen doordat de bodemvruchtbaarheid groter is. Ook kunnen kostenbesparingen op lange termijn aan de orde zijn: de bodem is op den duur beter in staat water en nutriënten te binden, wat kan leiden tot een verminderd gebruik van kunstmest.

5.3 Voorbeeld: rustgewas in het bouwplan

In dit voorbeeld is een rustgewas in het bouwplan doorgerekend, als maatregel ter vermindering van ziekten en plagen op een bedrijf en tevens als voorbereiding op toekomstige wetgeving (bijvoorbeeld 7^e actieprogramma Nitraat). Er zijn twee scenario's:

- Scenario A: 1:7 triticale in het bouwplan (als vervanging van één keer tulp)
- Scenario B: 1:4 triticale in het bouwplan (als vervanging van één keer tulp + extra gewas)

Waarbij een bouwplan met de volgende gewassen is aangehouden als uitgangssituatie: tulp, narcis, hyacint, tulp, dahlia, waspeen, gladiool. De uitgangssituatie betreft een tuin van 35 hectare, waarbij alle gewassen behalve tulp één keer zijn geteeld (5 ha), en tulp twee keer (10 ha). Volgens KWIN 2005 bloembollen zijn de saldo's in de referentiesituatie als volgt:

Gewas	Stuks (of kg)	Opbrengst/stuk	Opbrengst/ha	Kosten/ha	Saldo/ha
Tulp	400,000	€ 0.048	€ 19,232	€ 6,191	€ 13,041
Narcis	500,000	€ 0.022	€ 11,000	€ 3,570	€ 7,430
Hyacint	250,000	€ 0.154	€ 38,409	€ 9,001	€ 29,408
Dahlia	148,500	€ 0.181	€ 26,918	€ 10,818	€ 16,100
Waspeen	55,000	€ 0.112	€ 6,179	€ 2,632	€ 3,547
Gladiool	1,100,000	€ 0.023	€ 25,364	€ 6,941	€ 18,423

Als eerste scenario is gekozen voor het vervangen van tulp door een rustgewas vanwege de intensieve teelt van tulp in de uitgangssituatie (1:4), in dit geval door triticale. Triticale geeft geen hoog saldo (€478/ha), maar lijkt vrijwel geen problemen te geven wat betreft aaltjesvermeerdering, in tegenstelling tot bijvoorbeeld zomergerst, zomertarwe of een grassoort (zie Bijlage 1). Het tweede scenario gaat uit van een bouwplan met 8 gewassen, waarvan twee keer triticale (dus 1:4 triticale). In tegenstelling tot het eerste voorbeeld worden er dus niet direct kosten gemaakt in alle gewassen, maar zijn de saldo's over de gehele bouwplannen lager ten opzichte van de referentie. Het saldoverschil van scenario A ten opzichte van de referentiesituatie is €-1795/ha, in scenario B loopt dit op naar €-3314/ha. De financiële meeropbrengst per procent opbrengstverandering wordt berekend door alle hoofdgewassen 1% in opbrengst te laten stijgen en de kosten en prijs/stuk gelijk te houden. Op bouwplanniveau kwam dit uit op €212 euro per procent opbrengstverandering. Hieruit kan het volgende geconcludeerd worden:

Scenario	Benodigde meeropbrengst op bouwplanniveau
A (Eén keer triticale in het bouwplan)	8.5%
B (Twee keer triticale in het bouwplan)	15.6%

Interpretatie

Het bouwplan dat gebruikt is om de benodigde meeropbrengst in stuks of kg uit te rekenen, is niet voor elke bollenteler in de Bollenstreek relevant. De gewassen zijn deels gekozen vanwege de beschikbaarheid van saldoberekeningen (zowel gegevens van kosten en opbrengsten). Echter stammen deze berekeningen uit 2005 en zijn dus niet geheel up to date meer. In de scenario's die gebruikt zijn kan geconcludeerd worden dat er een meeropbrengst van 8.5% nodig is om de kosten van 1:7 triticale teelt te dekken, of 15.6% in het geval dat er 1:4 triticale geteeld wordt. De methode is uitgelegd zodat telers aan de slag kunnen met het uitrekenen van dit soort scenario's en kunnen zichzelf vervolgens de vraag stellen: is deze maatregel het investeren waard voor mijn situatie?

De kosten in deze situatie worden grotendeels gemaakt doordat een keer teelt van tulp wegvalt, wat een hoog renderend gewas is in dit bouwplan. Hierdoor is relatief veel meeropbrengst nodig om het verschil met het referentiebouwplan te kunnen compenseren. In het geval van triticale zou gesteld kunnen worden dat het vooral impact heeft op het eerste vervolggewas. Bij percelen waar stengelaal voorkomt, kan het zinvol zijn om triticale te telen, gezien het voor een natuurlijke afname zorgt van stengelaal. Narcis, tulp en hyacint zijn zeer gevoelig voor deze aaltjessoort en zouden dus een positief effect kunnen hebben van triticale als voorvrucht. Dit kan dus zorgen voor opbrengstvermeerdering op de korte termijn, op de lange termijn kan organische stof opbouw door het telen van minder intensieve gewassen gestimuleerd worden met alle bijkomende voordelen.

Als we de benodigde meeropbrengst van deze gewassen op gewasniveau uitrekenen, kan geconcludeerd worden dat tulp en hyacint, door hun hoge saldo, het meest geschikt zijn als vervolggewas. Bij tulp is een meeropbrengst van 9.3% (A) en 17.2% (B) nodig om het saldo te compenseren, bij hyacint is 4.7% (A) of 8.6% (B) nodig. Wanneer bij hyacint in scenario A in praktijk een opbrengst van bijvoorbeeld +6% wordt gevonden, betekent dat dus dat het saldo van die teelt 1.3% hoger ligt dan in het referentiescenario. Het is een logische manier om te concluderen dat je makkelijker investeringen maakt in hoog renderende gewassen. Echter kan deze beredeneringswijze inzicht geven in hoe hoog die investeringen zouden kunnen zijn. Door met dit soort berekeningen aan de slag te gaan, kunnen keuzes voor bepaalde teeltmaatregelen goed onderbouwd worden.

6 Conclusie en discussie

In dit rapport wordt antwoord gegeven op de vragen: 1. Leidt een betere bodemkwaliteit tot minder ziektes en plagen? en 2. Hoe leidt verbeterde bodemkwaliteit tot een hoger rendement? Beide vragen zijn onmogelijk om in één rapport te beantwoorden aangezien de vragen daarvoor te groot zijn. Met behulp van literatuur, zowel op wetenschappelijk niveau en praktijkniveau en met behulp van gesprekken met telers, onderzoekers en experts uit de sector, is geprobeerd zo goed als mogelijk invulling te geven op deze twee vragen.

Achtergrond

De bollenstreek is een eeuwenoud gebied welke bekend staat om de uitgebreide productie en handel van vele soorten bloembollen. In de afgelopen decennia is door bevolkingsgroei en ecologisch belang de sector in deze regio onder druk komen te staan. Telers concurreren met natuur en woningbouw om de ruimte. Ruimte voor teelt van bloembollen wordt daardoor schaarser en duurder. Om de investering in hectares te laten renderen is een hoog salderend gewas een vereiste wat vaak gepaard gaat met een intensieve teelt. Dit staat soms haaks op de wil van regeringsbeleid en de wil van de omgeving om ecologisch verantwoord met bodem en milieu om te gaan. Daar waar de telers financieel genoodzaakt zijn het meeste rendement uit de bodem te halen, worden zij tegelijkertijd door strengere regelgeving en een kritische omgeving richting een meer extensieve teelt bewogen.

Bodemkwaliteit en weerbaarheid

Duurzaam bodembeheer is een onderwerp dat steeds meer aandacht krijgt. Dit komt mede omdat de mogelijkheden om het gewas te beschermen tegen ziektes en plagen met behulp van chemie steeds moeilijker wordt door striktere regelgeving. Telers zijn steeds meer aangewezen op natuurlijke weerbaarheid. De vraag of dit daadwerkelijk kan is in dit verslag beantwoord met een "ja mits". Het is algemeen bekend dat een gezonde bodem de kans op ziektes en plagen vermindert doordat het gewas meer kans heeft om optimaal te groeien. Weerbaarheid kan tot stand worden gebracht op verschillende manieren. Planten kunnen actief stoffen uitscheiden om pathogenen te onderdrukken. Daarnaast kan de aanwezigheid van micro-organismen pathogenen bestrijden door parasitisme en competitie om ruimte en voedsel. Dit systeem werkt pas goed als de omstandigheden voor abiotische en biotische factoren optimaal zijn. De factoren die hierbij een rol spelen zijn in dit rapport beschreven waarbij is uitgelegd dat ze sterk interacteren. We leggen uit dat al deze aspecten onder te verdelen zijn in Chemisch, Fysisch en Biologisch. Bij duurzaam bodembeheer waarbij natuurlijke weerbaarheid gewenst is, is het daarom van belang om deze 3 aspecten integraal te benaderen. Het is moeilijk in te schatten of de behaalde weerbaarheid van de bodem voldoende is om de huidige chemische aanpak in de loop der tijd te vervangen.

Bodemkwaliteit en rendement

Om het rendement van de teelten te verhogen door een verhoogde bodemkwaliteit is wat geduld nodig. Het rendement kan hoger worden door een meeropbrengst van het gewas, of door een kosten vermindering. Voor langere termijn verhoging van de bodemkwaliteit en daarmee het rendement kan gedacht worden aan een algehele verbeterde bodemvruchtbaarheid, waardoor de gewassen voldoende nutriënten tot hun beschikking hebben (meeropbrengst) en de bodem efficiënter water en nutriënten kan binden (minder kosten), of door een betere bodemweerbaarheid, waardoor de gewassen gezonder groeien (meeropbrengst) en minder gewasbeschermingsmiddelen nodig hebben (minder kosten). Het verruimen van het bouwplan, telen van groenbemesters en reduceren van grondbewerking zijn maatregelen die op de lange termijn (> 5 jaar) deze effecten kunnen bewerkstelligen. Het uitrijden van compost of vaste mest, verminderen van de bandendruk en het rijden op rijpaden zijn maatregelen die op korte termijn (<5 jaar) effect kunnen hebben. Deze maatregelen zorgen voor minder bodemverdichting en betere nutriëntenbeschikbaarheid, waar het gewas al snel profijt van heeft. Het is belangrijk te benadrukken dat elke maatregel meerdere effecten heeft en daarmee soms ook onbedoelde bijwerkingen. Andere problemen kunnen verergerd worden wanneer we één probleem simpelweg op proberen te lossen met één maatregel. Uitdagingen moeten integraal bekeken worden zodat een zinvolle set van maatregelen getroffen kan worden.

Vaak brengen maatregelen kosten en risico's met zich mee, die niet direct te vertalen zijn naar een precieze meeropbrengst op een bepaalde termijn. De bollensector is over het algemeen sterk risico mijdend, vanwege de kapitaalintensieve teelt. Echter kunnen daardoor investeringen in bodemkwaliteit en een toekomstbestendige teelt wel sneller uit. Om als teler meer inzicht te krijgen in de kosten van een maatregel in verhouding tot het gewas, kan gerekend worden met een terugverdientijd.

Voor sommige maatregelen zijn de kosten haast verwaarloosbaar ten opzichte van het saldo van het gewas, daarvan kan gezegd worden dat het 'no-regret' maatregelen zijn: de teler neemt vrijwel geen risico door deze maatregel. Andere maatregelen vergen grotere investeringen, hiervoor is het beter om eerst de uitkomsten van onderzoeken te bekijken. Vaak hebben maatregelen zowel voor- als nadelen, welke voor elke situatie verschillend zullen wegen. Deze kunnen ook meespelen in zowel de kosten als opbrengsten op termijn. Dit verslag kan onder andere gebruikt worden als naslagwerk voor het bepalen van de voor- en nadelen van maatregelen.

Kennislacunes

Witte vlekken zitten vooral in onderzoek specifiek op duinzandgronden en de bollenteelt. Onderzoeken naar gereduceerde grondbewerking op duinzandgronden en welke effecten dat heeft op de organische stof huishouding zijn niet tot nauwelijks te vinden.

Kennislacunes:

- NKG in bollenteelt en duinzandgrond: geen onderzoeken naar NKG opbrengstverschillen
- Bodemverdichting op duinzandgronden: Wat is de omvang van dit probleem?
- Opbrengstverschillen in compostgebruik bollenteelt
- Kennis omtrent maatregelen en hun economisch effect (specifiek voor bollenteelt in de Bollenstreek)
- Geen recente economische cijfers (kwantitatieve informatie) relevant aan bollenteelt, laatste KWIN is van 2005
- Biostimulanten in de bollenteelt

Verder lezen?

De volgende artikelen kunnen interessant zijn wanneer u meer informatie wilt over bepaalde onderwerpen:

Naam en website	Uitleg
"Alternatieve fosfaat-arme organische materialen voor de bollenteelt: Effect op organisch stof gehalte en bodemvrucht." Door: van Os, G. J., van der Lans, A. M., & van der Bent, J. (2015). https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/341983	In dit artikel is onderzoek gedaan naar het gebruik van fosfaat-arme meststoffen. Door (meestal) fosfaat gelimiteerde regelgeving, kan de organische stof opbouw in de weg gezeten worden. In dit onderzoek is gekeken naar verschillende fosfaat-arme meststoffen om toch organische stof op te kunnen bouwen, gericht op de problemen rondom hoge organische stof afbraak op duinzandgronden.
"Biostimulanten: soorten en werkingsmechanismen" Door: De Long, J.R., Streminska, M. A., & van der Salm, C. (2021). https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/551140	In dit artikel worden de verschillende groepen biostimulanten uitgelegd, en hoe ze werken. De werkingsmechanismen en bijbehorende effecten worden beschreven voor bovengrondse en ondergrondse werking.
"Beheersing van bodempathogenen via bodem-gezondheidsmaatregelen: Een overzicht van de beschikbare kennis voor een selectie van akkerbouwgewassen met hun bijbehorende bodemziekten." Door: Termorshuizen, A. J., Molendijk, L. P. G., & Postma, J. (2020). https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/513197	Dit artikel is interessant naslagwerk wanneer je meer informatie wilt over specifieke ziekten en plagen. Niet alles is relevant voor bollenteelt op duinzandgronden, maar de belangrijkste aaltjes, schimmels en bacteriën worden besproken.

Een overzicht van de tools/handboeken die genoemd zijn in dit rapport:

Naam en website	Uitleg
Aaltjesschema https://aaltjesschema.nl/ > Schema	Op deze website kan gekeken worden welke gewassen gevoelig zijn voor welke type aaltjes en welke gewassen aaltjes vermeederen.
Gezondgewastool https://maatregelen.gezondgewastool.nl/	Op deze website kan gekeken worden welke maatregelen (positieve of negatieve) invloed kunnen hebben wanneer aaltjes, schimmels of bacteriën problemen vormen op een perceel.
Groenbemesterkeuzewijzer https://www.groenbemesterkeuzewijzer.nl/	Op deze website kan gekeken worden naar welke groenbemesters logisch zijn tussen twee gewassen in, hierbij kan gekeken worden in hoeverre ze bijdrage aan bepaalde doelen waar een teler aan werkt.
Handboek Bodem & Bemesting https://www.handboekbodemenbemesting.nl/	Dit handboek is een handig naslagwerk op gebied van bodem en bemesting. Ook worden er aandachtspunten genoemd voor het beoordelen van een profielkuil.
Handboek Groenbemesters https://www.handboekgroenbemesters.nl/	Dit handboek biedt inzicht in de effecten van groenbemesters, op gebied van zaai- en onderwerkdatum, organische stof opbouw, gevoeligheid voor ziekten en plagen etc.

Literatuur

Bokhorst & Janmaat, 2016.

De balans tussen calcium en magnesium. Voor lucht in de bodem en licht in de plant. Ekoland (p 22 – 24).

Bokhorst, J. G., van Leeuwen, Y., & ter Berg, C. (2008).

Bodem en bemesting in de bollenteelt. Louis Bolk Instituut.

de Haan, J., & van Geel, W. (2014).

Handboek bodem en bemesting.

de Kool, S. A. M. (2008).

Inundatie in de bloembollenteelt: telen met toekomst. Telen met toekomst.

Delgado, A., & Gómez, J. A. (2016).

The soil. Physical, chemical and biological properties. In Principles of agronomy for sustainable agriculture (pp. 15-26). Springer, Cham.

Harris, R. F., Chesters, G., & Allen, O. N. (1966).

Dynamics of soil aggregation. Advances in agronomy, 18, 107-169.

Helal, H. M., & Sauerbeck, D. R. (1984).

Influence of plant roots on C and P metabolism in soil. In Biological Processes and Soil Fertility (pp. 175-182). Springer, Dordrecht.

Hoek, H., Molendijk, L. P. G., Mommer, L., Ulen, J., & Kroonen-Backbier, B. M. A. (2019).

Handboek Groenbemesters 2019.

De Long, J.R., Streminska, M. A., & van der Salm, C. (2021).

Biostimulanten: soorten en werkingsmechanismen (No. WPR-1076). Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw.

Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'Neill, B. J. O. J. F. J. J. E. G., ... & Neves, E. G. (2006).

Black carbon increases cation exchange capacity in soils. Soil science society of America journal, 70(5), 1719-1730.

Osman, K. T. (2013).

Physical properties of soil. In Soils (pp. 49-65). Springer, Dordrecht.

Pandey, B. K., Huang, G., Bhosale, R., Hartman, S., Sturrock, C. J., Jose, L., ... & Bennett, M. J. (2021).

Plant roots sense soil compaction through restricted ethylene diffusion. Science, 371(6526), 276-280.

Pronk, A. A., van Leeuwen, P. J., & van den Berg, H. (2012).

Organische stof management in de sierteelt met speciale aandacht voor (duin) zandgrond: resultaten 2007-2011 (No. 438). Plant Research International.

Schreuder, R., & Van der Wekken, J. W. (2005).

Kwantitatieve informatie: bloembollen en bolbloemen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bloembollen.

Termorshuizen, A. J., Molendijk, L. P. G., & Postma, J. (2020).

Beheersing van bodempathogenen via bodemgezondheidsmaatregelen: Een overzicht van de beschikbare kennis voor een selectie van akkerbouwgewassen met hun bijbehorende bodemziekten.

van Balen, D., Topper, C. G., Van Geel, W. C. A., De Haan, J. J., & de Haas, M. J. G. (2015).

Effecten bodem-en structuurverbeteraars.

Van Dam, A. M., De Boer, H. C., De Beuze, M., Van der Klooster, A., Kater, L. J. M., van Geel, W. C. A., & van der Steeg, P. A. H. (2006).

Duurzaam bodemgebruik in de landbouw, advies uit de praktijk (No. 340101). Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV.

Wösten H., Groenendijk P. (2021).

DF Belang van Bodemorganische stof voor het waterbeheer. Stichting Wageningen Research, Wageningen Environmental Research.

Zelazny, L. W., He, L., & Vanwormhoudt, A. N. (1996).

Charge analysis of soils and anion exchange. Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods, 5, 1231-1253.

Zwart, K. B., Wolfs, A., Kikkert, A., Termorshuizen, A., & van der Burgt, G. J. H. M. (2013).

Tien vragen en antwoorden over organische stof. HLB.

Bijlage 1 Overzicht uitdagingen & maatregelen

Bollenstreek

In de eerste tabel ('maatregelen') worden kort en bondig de voordelen en nadelen van de in de tekst genoemde maatregelen nogmaals weergegeven. In de tweede tabel ('uitdagingen') worden de uitdagingen herhaald en de mogelijk toepasbare maatregelen voor elke uitdaging uit de eerste tabel genoemd.

Maatregelen			
#	Omschrijving	Voordelen	Nadelen
1	Aanvoer mest & compost	Opbouw organische stof Beter vochtvasthoudend vermogen Betere binding nutriënten	Traag/onvoorspelbaar vrijkomende stikstof
2	Gewasrotatie & groenbemesters	Opbouw organische stof Beter vochtvasthoudend vermogen Betere binding nutriënten Opheffen verdichte lagen Verbeteren bodemstructuur Actieve plaagbestrijding mogelijk Onkruidonderdrukking Minder gebruik gewasbescherming Minder uitspoeling	Meer rustgewassen betekent minder bolgewassen Plaagvermeerdering (bij verkeerd gebruik) Onkruidvermeerdering (bij verkeerd gebruik)
3	Achterlaten gewasresten / stuifdek	Stuifdek Opbouw organische stof Beter vochtvasthoudend vermogen Betere binding nutriënten	
4	Minder intensieve grondbewerking	Betere bodemstructuur Minder snel verdichte lagen Opbouw organische stof Beter vochtvasthoudend vermogen Betere binding nutriënten Actiever bodemleven Verhoogde draagkracht Minder verstuiving	Ziekten en plagen kunnen niet ondergewerkt worden Onkruidvermeerdering Minder vermenging organische stof in bouwvoor
5	Vaste- of seizoensrijpaden	Minder verdichting in teeltbed Betere draagkracht op de rijpaden	Aanpassing machinepark
6	Hanteren lage bandendruk	Minder bodemverdichting Brandstof besparing	Aanschaf VF banden en/of drukwisselsysteem
7	Inzicht in bodemgesteldheid verhogen	Betere afweging voor timing activiteiten op het land Opsporing verdichte lagen Simpele methodieken beschikbaar	Dure/ingewikkelde methodieken beschikbaar
8	Biostimulanten en bodemverbeteraars	Minder abiotische stress in gewas Betere bodemstructuur Toedieningsmechanisatie vaak al beschikbaar	Werking niet altijd bewezen Uitkijken voor dure/nutteloze producten
9	Inundatie en bodem reset	Minder gebruik gewasbescherming Ziekten en plagen worden verholpen Geen opoffering teeltjaar zoals bij rustgewas	Aanslag op bodemweerbaarheid Ook goed bodemleven wordt gedood Hoge kosten en veel werk

Uitdagingen				
#	Omschrijving	Onderliggend probleem	Oorzaak	Toepasbare maatregelen
1	Structuurschade & bodemverdichting	Door storende lagen kunnen bollen moeilijker diep wortelen, wat de afhankelijkheid van oppervlakkige nutriënten en water groter maakt. Bij hevige regenval kan water slecht weglopen en kan land tijdelijk onder water staan, waardoor kwaliteit van het gewas terug kan lopen	Kan ontstaan door vaak en met grote machines op het land te rijden of door veel en intensieve grondbewerking	2, 4, 5, 6, 7, 8
2	Laag vochtvasthoudend vermogen	Verminderde water beschikbaarheid voor het gewas in droge perioden	Kenmerkend voor duinzandgronden, maar ook door gebrek aan organische stof	1, 2, 4
3	Verstuiving	Gronddeeltjes, meststoffen en zaden (groenbemesters) kunnen verloren gaan. Stuifschade aan gewas kan optreden.	Geringe samenhang van zanddeeltjes	3
4	Afbraak organische stof	Achteruitgaande bodemvruchtbaarheid	Kenmerkend voor duinzandgronden	1, 2, 4
5	Uitspoeling nutriënten	Verontreinigd oppervlaktewater	Lage CEC waarde in duinzandgronden	2, 4
6	Hoge ziektedruk	Gewas wordt sneller ziek, wat ten koste gaat van zowel kwaliteit als kwantiteit en dus het rendement. In uitzonderlijke gevallen mogen bepaalde gewassen niet meer geteeld mogen worden op besmette percelen	Door intensieve bouwplannen hebben ziekteverwekkende organismen relatief vaak waardplanten om zich op te vermeerderen	2, 4, 8, 9

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen University & Research,
BU Glastuinbouw - Bloembollen
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
F +31 (0) 10 522 51 93
www.wur.nl/glastuinbouw

Rapport WPR-1215

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen WUR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en WUR hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort WUR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.