



Van Hall Larenstein

Agrarische bodemanalyses in de toekomst

Een inventarisatie van huidig beschikbare en toekomstige bodemanalyses

Klaasse Bos, Roel
28-8-2017

Agrarische bodemanalyses in de toekomst

STUDENT

Auteur: Roel Klaasse Bos
Studentnr: 000002945
Opleiding: Milieukunde
Document: Afstudeerscriptie
Datum: 28-8-2017



BEGELEIDER(S)

Begeleider I: Leo Bentvelzen
Mail: Leo.bentvelzen@hvhl.nl
Begeleider II: Goaitske Iepema
Mail: Goaitske.iepema@hvhl.nl



OPDRACHTGEVER

Opdrachtgever: Emiel Elferink
Mail: Emiel.elferink@hvhl.nl
Functie: Lector duurzaam bodem beheer
Bedrijf: Van Hall Larenstein/BioclearEarth
Onderwerp: De bodemleventoets



VOORWOORD

Dit onderzoek is tot stand gekomen in het kader van mijn afstudeeronderzoek voor mijn opleiding milieukunde naar de mogelijkheden van de bodemleventoets, ontwikkeld door Bioclearearth, van Iperen en Ecostyle.

Graag bedank ik Leo Bentvelzen en Goaitske Iepema voor de kritische feedback en hulp bij het vormgeven van het onderzoek. Daarnaast wil ik ook Emiel Elferink bedanken voor het mogelijk maken om dit onderzoek uit te voeren. Ook wil ik graag iedereen uit het werkveld bedanken voor de uitleg, hulp en ondersteuning. Albert-Jan Olijve en Anna Zwijnenburg voor de kennis en visie binnen de agrarische sector en de hulp bij het verspreiden van de enquête, Geert Horlings voor de informatie over en de demo van de Scanner en het LIAB van HLB, Marlon van Dijk voor de informatie over de bodemvoedselwebanalyse van Eurofins-agro, Angelique van Helvoort voor de presentatie over de scanner en de visie van Soilcares. Dit onderzoek is tot stand gekomen met hulp van de praktijk.

Roel Klaasse Bos

Leeuwarden, juli 2017



agrosience services



SAMENVATTING

De aanleiding voor het uitvoeren van dit onderzoek is de ontwikkeling van nieuwe analysetechnieken en de prijsontwikkeling van bestaande analysetechnieken. Daarnaast hebben agrariërs steeds meer te maken met strengere wet- en regelgeving. Het doel van dit onderzoek is om de mogelijkheden van verschillende analysemethoden te inventariseren die door de jaren heen zijn ontwikkeld en nog ontwikkeld worden. De hoofdvraag van dit onderzoek is; *“Welke inzichten geven bestaande agrarische bodemanalyses en waar liggen mogelijkheden voor toekomstige bodemanalyses?”*.

De toegepaste methode om de onderzoeksvragen te beantwoorden kan worden opgedeeld in de volgende onderdelen: een literatuurstudie naar de bodemsamenstelling, een inventarisatie van de analysemethoden die nu in gebruik zijn, een inventarisatie van toekomstige veelbelovende analyses, een inventarisatie van de verschillen, overeenkomsten en kosten van de verschillende analyses en tot slot is er door middel van een enquête een inventarisatie uitgevoerd naar de wensen en vragen van agrariërs.

De bodemanalysetechnieken die vergeleken zijn in dit onderzoek zijn: Huidige analyses; Bodemvoedselwebanalyse, Bemestingswijzer, BodemConditieScore en Bijbemestingsonderzoek. Opkomende analyses; Drone Analyse Gewas, NGS-analyse en Soilcares- scanner en LIAB. De analyses die behandeld zijn, zijn gekozen op basis van de mogelijkheden en de parameters. De bodem kan onderverdeeld worden in drie onderdelen: de biologie, fysica en chemie. De drie verschillende bodemonderdelen worden in kaart gebracht met diverse bodemanalyses. Zo wordt de chemie bijvoorbeeld met de bemestingswijzer en het bijbemestingsonderzoek in kaart gebracht, de biologie met een bodemvoedselwebanalyse en de fysica met de bodemconditiescore. De chemische toestand zegt iets over de hoeveelheid aanwezige nutriënten. De fysica zegt iets over de toestand van het milieu en of deze geschikt is om veel opgeloste nutriënten te kunnen waarborgen, dit heeft te maken met pH en vocht maar ook structuur. De biologie is belangrijk voor het afbreken van het organische stof en daarbij het vrij komen van nutriënten. Door het uitvoeren van een kleinschalige enquête is de mening en de wens van een aantal agrariërs geïnventariseerd. Het resultaat van dit afstudeeronderzoek bestaat uit de resultaten van de verschillende uitgevoerde bodemanalyses en het resultaat van de enquête geeft een indicatie van de wensen van agrariërs die hebben deelgenomen. De enquête is ingevuld door dertig respondenten.

Het resultaat van de verschillende analyses kan afwijken van het meest wenselijke resultaat. Dit kan bijvoorbeeld veroorzaakt worden doordat niet elke analyse op hetzelfde perceel uitgevoerd kon worden in dezelfde periode. De enquête zou voor betere resultaten door een grotere doelgroep ingevuld moeten worden. Het is lastig een schatting van de prijstransformatie te doen, omdat de toekomst vernieuwende inzichten met zich mee kan brengen.

De huidige gangbare bodemanalyses kunnen verschillende inzichten geven die zouden kunnen helpen bij het beoordelen van de bodemvruchtbaarheid. De meeste bodemanalyses richten zich echter op chemische en fysische parameters. Het resultaat is in de meeste situaties een bemestingsadvies en dit wordt door de respondenten tevens als het meest waardevolle advies ingeschat. Opkomende analyses spelen in op de verwachting dat meer agrarische bedrijven precisiebemesting gaan toepassen, en daar liggen ook goede mogelijkheden. De bodemleventoets wordt ontwikkeld met als doel bodemvruchtbaarheid met een vernieuwende methode te meten en de mogelijkheden zijn wellicht groot wanneer er een gepast advies gegeven kan worden om de bodembioologie te verbeteren.

SUMMARY

The main goal for this research project originated from the development of new analyses techniques and the falling price for today's commonly used analyses techniques. Also, the farmers must deal with increasingly stricter legislation. The goal of this research is to provide insight in to the opportunities of different analyses techniques. The main question of this research is: "*What insights provide existing soil analysis and where are the opportunities for future soil analysis?*".

The method applied to answer the research questions can be split up in different sections, first, the literature study of the soil composition, then different researches to provide insight into the most common used analyses techniques, the promising new analyses techniques, and the differences, similarities and costs of the different analyses techniques, and finally a survey was conducted among farmers about the problems and wishes of these farmers.

Current most used analyses and future soil analyses techniques have been compared in this research. The current analyses are; soil food web analyses, fertilizer index, soil condition score, and a fertilizer demand analyses. The discussed future soil analyses techniques are; Drone crop analyses, NGS-analyses, and Soilcares- scanner and LIAB. The chosen techniques are chosen based upon opportunities and parameters. The agricultural soil consists of different components which can be divided in three categories; biological, chemical and physical. The three soil compartments are all represented in this research, chemistry with fertilizer index and fertilizer demand analyses, biology with the soil food web analyses, and physics with the soil condition score. The chemical situation is decisive for the growth of the crops. The chemical situations consist of micro- and macronutrients, the difference is the necessity for the growth and the function within the growth circle. The physical situation is important to create the ideal situation for the availability of nutrients. The physical parameters are coherent. An ideal pH is needed to dissolve the necessary nutrients and sufficient moisture is important as solvent. The soil bacteria and fungi are important to break down organic matter, which results in the release of nutrients. A small-scale survey gave insight in to the opinions and wishes of respondents. The survey is conducted among thirty respondents. The result of this research is an extensive collection of analyses results and the opinions and wishes of the respondents.

Unfortunately, not every soil analysis could be executed on the same crop field in the same period. The survey should be conducted among more farmers for reliable and representative results. It is also hard to predict the development of the price because of new insights and techniques could change the techniques and analyses a lot.

The now commonly used soil analyses techniques can result in different insights and could be used together to solve the questions concerning soil fertility. Most of the commonly used analyses techniques are aimed on the physical and chemical situation of the soil. In most situations, the commonly used soil analyses provide advice for fertilization, which is most appreciated by farmers who participated in the survey. Future soil analyses anticipate on the expectation that more farmers are going to apply precision fertilization. The soil life assessment is being developed to measure soil fertility in a new way. The possibilities are great if the result of these techniques will give a conforming advice to improve the soil biology.

Inhoud

1.	Inleiding.....	8
1.1.	Aanleiding	8
1.2.	Doelstelling	9
2.	Methodiek.....	12
2.1.	Achtergrond - bodemsamenstelling	12
2.1.1.	Chemische parameters	13
2.1.2.	Fysische parameters	18
2.1.3.	Biologie in de bodem	21
2.2.	Agrarische bodemanalyses	23
2.2.1.	Bemestingswijzer	24
2.2.2.	Bijbemestingsonderzoek.....	26
2.2.3.	Bodemvoedselwebanalyse	27
2.2.4.	BodemconditieScore (BCS)	28
2.2.5.	De opkomende analysemethoden.....	29
2.3.	Enquête	30
3.	Resultaat	32
3.1.	Huidige analysemethoden	32
3.1.1.	Bemestingswijzer	33
3.1.2.	Bijbemestingsonderzoek.....	36
3.1.3.	Bodemvoedselwebanalyse	37
3.1.4.	Bodemconditiescore	38
3.2.	Opkomende analysemethoden.....	40
3.2.1.	Drone analyse	40
3.2.2.	Soilcares scanner en LIAB.....	41
3.2.3.	De bodemleventoets.....	44
3.3.	Vergelijking van de uitgevoerde analyses.....	45
3.4.	Resultaat enquête	49
4.	Discussie.....	54
5.	Conclusie	58
	Bibliografie	60

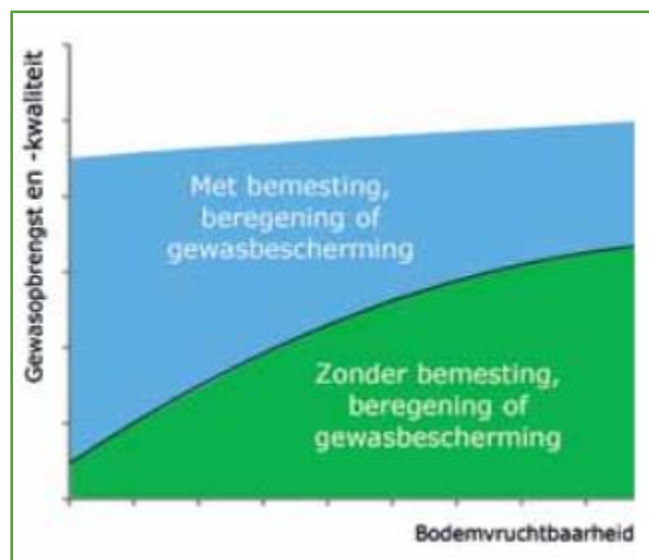
Bijlagen.....	64
Bijlage I: Onderzoekstechniek: Luminescentie - NIR	64
Bijlage II Resultaat bodemanalyse Eurofins-Agro	67
Bijlage III Formulier BCS	74
Bijlage IV gewaskaarten na drone analyse	75
Bijlage V Het NDICEA Model	80
Bijlage VI Resultaat bodemvoedselwebanalyse.....	81
Bijlage VII De enquête	83
Bijlage VIII Resultaat enquête	86
Bijlage IX Resultaat gesprekken Van tafel naar kavel	91

1. INLEIDING

De agrarische bodem komt de laatste jaren steeds meer onder druk te staan, letterlijk en figuurlijk. Letterlijk gezien door de steeds groter en zwaarder wordende machines die letterlijk op de bodem drukken. Figuurlijk omdat de bemestingsregelgeving steeds strenger wordt en er dus meer van de bodem zelf gevraagd wordt. De bodem zelf is een zeer complex systeem, om hier meer inzicht in te krijgen zijn er nieuwe technieken nodig. De chemische bodemanalyses zijn vooral erg belangrijk geworden in het tijdperk waarin stikstofbemesting opkwam en leidend is. Dat betekent dat veel bodemanalyses een basis hebben in de chemische parameters van de bodem. Met de huidige kennis kan gesteld worden dat er meer is dan de chemie in het complexe bodemsysteem. Op het gebied van bodemanalyses zijn de afgelopen jaren al veel dingen veranderd. Dit komt voornamelijk door nieuwe inzichten in de bodemdynamiek, maar ook door de verbeterde technologie om verschillende aspecten van de bodem te meten en te analyseren. Dit heeft ervoor gezorgd dat agrariërs in hebben gezien dat een goed bodembeheer belangrijk is om een goede productie te kunnen waarborgen. Dit onderzoek heeft als doel om een inzicht te geven in de vraag naar, maar ook de mogelijkheden van, nieuwe en bestaande bodemanalyses.

1.1. AANLEIDING

De aanleiding om dit onderzoek te doen komt uit verschillende hoeken. Allereerst worden er steeds meer analysetechnieken ontwikkeld en daalt de prijs van voorheen te dure analysetechnieken. Daarnaast hebben agrariërs steeds meer te maken met strengere wet- en regelgeving. De regelgeving zorgt ervoor dat agrariërs efficiënt om moeten gaan met meststoffen en slechts een bepaalde hoeveelheid op het land mogen brengen. Voor nieuwe bodemanalyses is dit een kans om te onderzoeken of er nieuwe inzichten gegeven kunnen worden in processen die zich in de bodem afspelen. Met meer inzicht kan er vervolgens bepaald worden of het beheer aangepast kan worden zodat met beperkte middelen de bodemvruchtbaarheid gewaarborgd kan worden.



Figuur 1 - bodemvruchtbaarheid (Alterra, 2012)

In Figuur 1 is weergegeven hoe en wanneer de bodemvruchtbaarheid erg belangrijk is voor zowel de opbrengst als de kwaliteit van het gewas (Alterra, 2012). In het figuur is goed weergegeven dat zorg voor de bodemvruchtbaarheid belangrijker wordt naarmate er minder bemesting, beregening of gewasbescherming mag en/of kan worden toegepast. Voor Bioclear, van Iperen en Ecostyle is dit een aanleiding om te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn van nieuwe analysemethoden van de bodem, wat als doel heeft om de bodemvruchtbaarheid en bodemgezondheid te kunnen meten. Deze methode past bij de visie om de voedselkwaliteit, kwantiteit en zekerheid in Nederland te kunnen waarborgen. In dit onderzoek wordt een inventarisatie gemaakt van de huidig beschikbare analyses en de analyses van de toekomst, wat kunnen deze analyses? En is er wel vraag naar een nieuwe analysemethode? Ook wordt een overzicht gegeven van de verschillende bodemonderdelen en de waarde van deze onderdelen voor de bodemvruchtbaarheid.

1.2. DOELSTELLING

Het doel van dit onderzoek is om de mogelijkheden van verschillende analysemethoden te inventariseren die door de jaren heen zijn ontwikkeld, en ontwikkeld worden. De agrarische analyses worden gebruikt om de mestbehoefte van het perceel te onderzoeken. De steeds strenge mestwetgeving zorgt ervoor dat agrariërs steeds efficiënter om moeten gaan met voedingsstoffen. Dit schept de noodzaak om goed in kaart te brengen welke processen zich afspelen in de bodem. De afgelopen jaren brachten de technologische ontwikkelingen steeds nieuwe en modernere analysetechnieken. Een voorbeeld hiervan is het gebruik van drones om precisiebemesting mogelijk te maken. Door gedetailleerde kaarten van het gewas te maken, kan er worden gezorgd dat de meststoffen daar komen waar ze nodig zijn. Het resultaat is dat een hoger percentage van de opgebrachte meststoffen daadwerkelijk wordt opgenomen en een lager percentage uitspoelt.

Het is bekend dat micro-organismen (bacteriën, schimmels, en protozoa) verantwoordelijk zijn voor de afbraak van organisch stof. Door de afbraak van organisch stof komen nutriënten vrij voor de planten. Met die reden ligt er in dit onderzoek een nadruk op de opkomende ontwikkeling van DNA/RNA-analysemethoden. Deze methoden waren recent nog erg prijzig, maar technologische ontwikkeling heeft ervoor gezorgd dat de prijs tegenwoordig slechts een fractie is van wat de prijs ruwweg 15 jaar geleden betrof. Een van de opkomende analyses die in dit onderzoek meegenomen wordt is de NGS-analyse (Next generation sequencing). Deze techniek kan gebruikt worden om een kwantitatieve analyse van het RNA van bodembacteriën. Dit wil zeggen dat de aanwezigheid van bacteriefuncties in kaart gebracht wordt. Andere analysemethoden die passen bij opkomende analyses zijn de Soilcares scanner en Lab-in-a-Box, deze analysemethode is ervoor bedoeld om het proces van agrarische analyses te versnellen. Ook worden de mogelijkheden van drone analyses meegenomen. Drone analyses kunnen andere analysemethoden versterken en biedt meer mogelijkheden in combinatie met precisiebemesting. Het is belangrijk om te kijken naar de technologische mogelijkheden in het agrarisch bodemonderzoek, maar het is wellicht net zo of nog belangrijker om te kijken naar de wensen van de agrariërs zelf. De agrariërs zelf hebben te maken met de wetgeving en samen met mestadviseurs moeten zij creatief zijn om de bodem zo vruchtbaar mogelijk te krijgen en te houden. Om het gewenste resultaat te krijgen willen agrariërs graag zo goed mogelijk weten wat er gebeurt in de bodem en hoe zij dit kunnen sturen. De onderzoeken om dit in kaart te brengen kunnen vrij prijzig zijn en met die reden wordt er ook onderzoek gedaan naar de verwachte

prijswontwikkeling en de investeringsbereidheid van de agrariërs. Het heeft namelijk geen zin om iets te ontvikkelen dat te duur is in gebruik om te kunnen compenseren met het resultaat.

Hoofdvraag;

“Welke inzichten geven bestaande agrarische bodemanalyses en waar liggen mogelijkheden voor toekomstige bodemanalyses?”

Deelvragen;

1. Welke analysemethoden zijn nu gangbaar in gebruik?
 - a. Wat voor resultaten komen voort uit de huidige bodemanalyses?
 - b. Wat voor resultaten komen voort uit opkomende bodemanalyses?
 - c. Welke verschillende adviezen geven de verschillende bodemanalyses?
2. Wat willen agrariërs zelf zien in het resultaat van een bodemanalyse?
 - a. Wat zouden agrariërs met het resultaat willen kunnen?
 - b. Hoe zouden agrariërs de uitvoering van een analyse willen zien?

2. METHODIEK

De toegepaste methode om de onderzoeksvragen te beantwoorden kan worden opgedeeld in de verschillende onderdelen; allereerst een literatuurstudie naar de bodemsamenstelling, een inventarisatie van de analysemethoden die nu in gebruik zijn, een inventarisatie van toekomstige veelbelovende analyses, een inventarisatie van de verschillen, overeenkomsten en kosten van de verschillende analyses en tot slot is er door middel van een enquête een inventarisatie uitgevoerd naar de wensen en vragen van agrariërs.

2.1. ACHTERGROND - BODEMSAMENSTELLING

In de literatuurstudie staat het centraal om te inventariseren waaruit de bodem bestaat en wat de rol is van de verschillende bodemonderdelen.

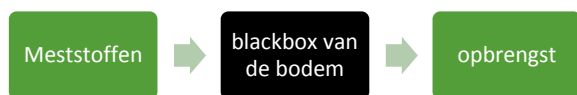
Om te onderzoeken welke analysemethoden in de toekomst toegepast kunnen worden, is het belangrijk om eerst te onderzoeken waaruit de bodem bestaat. De bodemsamenstelling is in te delen in drie categorieën; chemisch, biologisch en fysisch.

Het doel van agrarische analyses is vaak om te bepalen in welke mate de bodem kan bijdragen aan de groei van gewassen en de weerbaarheid van de bodem tegen ziektes. Dit komt voor een groot gedeelte neer op de bodemvruchtbaarheid. Met bodemvruchtbaarheid wordt het vermogen van de bodem om voldoende voedingstoffen voor planten beschikbaar te maken bedoeld. Een algemene definitie van bodemvruchtbaarheid is; “Een vruchtbare bodem levert voldoende voedingstoffen, heeft een goede pH en een goed organische stofgehalte, waardoor een goede ontwikkeling van het gewas mogelijk is” (Handboek bodem en bemesting, 2016). De definitie lijkt vrij duidelijk te staan, maar de precieze definitie van bijvoorbeeld een *goede* pH en een *goed* organisch stofgehalte is niet concreet. Het doel van dit onderzoek is het in kaart brengen van de huidige analysemethoden en daaropvolgend of er vraag is naar het ontwikkelen van nieuwe analysemethoden die nieuwe bodemvruchtbaarheidsindicatoren kunnen meten. Om dat te kunnen bepalen is het van belang om te inventariseren welke parameters nu gebruikt worden, en wat deze gegevens zeggen. In dit hoofdstuk worden verschillende parameters besproken. Tevens wordt de relatie tussen de parameter en de bodemvruchtbaarheid en/of -kwaliteit in kaart gebracht. Na het vinden van een nieuwe parameter is het van belang dat er vervolgens een passend advies gegeven kan worden. Wanneer is de bodem van een goede kwaliteit en welke maatregelen kunnen zorgen dat de bodemvruchtbaarheid beter benut kan worden?

2.1.1. Chemische parameters

In verscheidene onderzoeken wordt geschetst dat stikstof in veel gevallen de beperkende factor is voor de groei van planten. Stikstof kan in de bodem voorkomen in verschillende vormen. De meeste planten nemen stikstof op in de vorm van nitraat en ammonium. Deze stoffen lossen gemakkelijk op in het bodemvocht en spoelen daardoor ook snel uit wanneer ze niet direct op genomen worden. Doordat stikstof en stikstofverbindingen zo gemakkelijk uit kunnen spoelen, is er veel mestwetgeving gebaseerd op een stikstofgift. De wetgeving is bedoeld om het gebruik van stikstofhoudende meststoffen in te perken, om op deze manier de milieubelasting af te laten nemen. Jaarlijks gaat ongeveer 272 miljoen kg stikstof verloren aan het milieu (CLO, 2016), in Figuur 3 bestaat het milieu uit bodem en lucht. Er wordt jaarlijks 639 miljoen kg stikstof toegevoegd aan de agrarische stikstofcyclus van Nederland. Dat er vervolgens 272 miljoen kg niet de functie krijgt die het zou moeten krijgen, duidt op een inefficiënte omgang met de meststoffen.

Ondanks de inefficiëntie van de stikstofcyclus in het huidige Nederlandse landbouwsysteem, is stikstof vaak een van de, of de bepalende factor, voor gewasgroei en opbrengst. De inefficiëntie geeft tevens aan dat een bodemsysteem een complex systeem is en dat de totale werking hiervan nog niet helemaal duidelijk is. Dit wordt ook wel de black box genoemd.

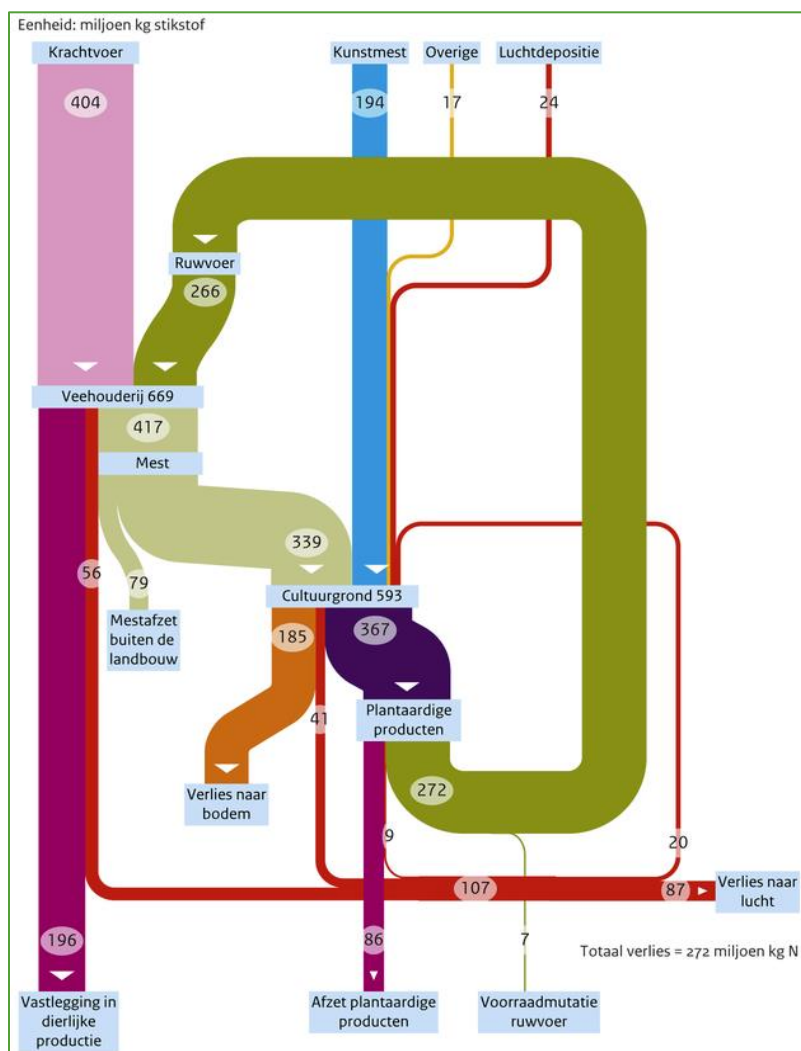


Figuur 2 - Black box van de bodem

De wens om de black box van de bodem te kunnen ontcijferen bestaat al langere tijd. Zo werd vroeger vrijwel alleen stikstof gemeten (in de vorm van nitraat en ammonia), maar tegenwoordig wordt er veel aandacht besteedt aan het NLV (Stikstof Leverend Vermogen). Het stikstof leverend vermogen is het vermogen van de bodem om organische stof om te zetten in stikstof, en stikstofverbindingen. Dit wordt berekend met de formules te zien in Tabel 1 en dus niet gemeten (bemestingsadvies, 2017). Het stikstof leverend vermogen hangt af van de bodemsoort, bemonsteringsdiepte en de C/N verhouding van het organische stof in de bodem.

Tabel 1 - NLV berekening per grondsoort (bemestingsadvies, 2017)

Grondsoort	Bemonsteringsdiepte	NLV (kg N/ha)
Zand	0-20	$78,0 + 31,3 \times (g N_{org}/kg \text{ grond})$
	0-10	$78,0 + 28,4 \times (g N_{org}/kg \text{ grond})^{1,0046}$
Klei	0-20	$31,7 + 34,8 \times (g N_{org}/kg \text{ grond})$
	0-10	$31,7 + 31,6 \times (g N_{org}/kg \text{ grond})^{1,0046}$
Veen		250



Figuur 3 - stikstof 2012-2014 (CLO, 2016)

Het stikstof leverend vermogen houdt ook in dat de bodem zelf voor een gedeelte garant kan staan voor de beschikbaarheid van stikstof. In Figuur 3 is alleen te zien dat een verlies naar de bodem optreedt.

De vraag is dan of dit gezien moet worden als verlies of als opbouw van een buffer. De totale input van 2012 tot 2014 was 639 miljoen kg stikstof (CLO, 2016). Er wordt echter wel geschat dat een verlies van 185 miljoen kg stikstof naar de bodem bestaat en 87 miljoen kg verloren zou zijn gegaan naar de lucht. Verlies naar de lucht kan bijvoorbeeld veroorzaakt worden door denitrificerende bacteriën uit de bodem en door de methaanuitstoot van vee (O+bn Natuurkennis, 2017).

Het verlies van stikstof heeft voor een groot gedeelte te maken met het verlies naar de bodem en vervolgens kan dit zich vertalen in verlies naar het oppervlaktewater. Het verlies naar het oppervlaktewater is vervolgens de reden voor strenge regelgeving omtrent bemesting met stikstofhoudende meststoffen. De regelgeving heeft te maken met de uitrijdperioden, maar ook de hoeveelheid mest dat uitgereden mag worden is sterk gereguleerd. Stikstof kan op veel verschillende manieren op het land gebracht worden. Voor biologische agrariërs is het aanbod van kunstmeststoffen beperkt en gaat het meestal om dierlijke mest. Dierlijke mest kan in een vloeibare vorm geïnjecteerd worden of als vaste mest over het land verspreid worden. De trend van de laatste jaren is dat er steeds meer geïnjecteerd wordt.



Figuur 4 - Mestinjectie en verspreiding dierlijke mest (Ros) & (Deuling)

Naast dat stikstof erg belangrijk is voor de opbrengst van gewassen, zijn er vele andere mineralen nodig. De afgelopen jaren werd vooral, en in sommige gevallen zelfs enkel, geanalyseerd op NPK (stikstof, fosfaat, en kalium). Uit eerdere onderzoeken is al gebleken dat stikstof belangrijk is om voldoende opbrengst te kunnen produceren (Nutrinorm, 2013). Fosfaat (P) is erg belangrijk voor de groei en de start van de groei van gewassen. Kalium (K) is erg belangrijk voor een sterk en weerbaar gewas (K+S KALI GmbH, 2016).

De nutriënten zijn opgedeeld in twee groepen; macronutriënten en micronutriënten. Waar macronutriënten van essentieel belang zijn voor planten en daarom bestaat een groot gedeelte van de droge stof in planten uit deze nutriënten. Micronutriënten zijn in minder grote mate te vinden in de droge stof van planten, maar zijn desalniettemin onmisbaar voor de groei van planten (Minorsky, 2011).

Tabel 2 - Macronutriënten en uitleg van de rol (Minorsky, 2011)

Nutriënt	Opneembare vorm	% droge stof in planten	Hoofdfunctie
Macronutriënten			
Koolstof	CO ₂	45%	Hoofdbestanddeel organisch stof
Zuurstof	CO ₂	45%	Hoofdbestanddeel organisch stof
Waterstof	H ₂ O	6%	Hoofdbestanddeel organisch stof
Stikstof	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	1,5%	Nucleïnezuur, proteïnen, hormonen, bladgroen,
Kalium	K ⁺	1,0%	Eiwitsynthese, waterbalans, en werking huidmondjes
Calcium	Ca ²⁺	0,5%	Vorming celwand, en belangrijk voor de vorming van een membraamstructuur, activering enzymen
Magnesium	Mg ²⁺	0,2%	Onderdeel van bladgroenkorrels
Fosfaat	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	0,2%	Nucleïnezuur, fosfolipide, ATP, meerdere enzymen
Sulfaat	SO ₄ ²⁻	0,1%	Onderdeel van proteïnen, en onderdeel van enzymen

Planten bestaan voor het grootste gedeelte uit koolstof, zuurstof en waterstof. Daarnaast is in Tabel 2 te zien dat de macronutriënten stikstof en kalium een tamelijk groot percentage van het droge stof beslaan, wat in twee opzichten interessant is. Allereerst hebben planten relatief veel van deze nutriënten nodig, maar organisch materiaal bestaat ook voor een groot gedeelte uit de nutriënten in deze verhoudingen. Fosfaat is in kleinere mate nodig voor planten, maar is wel een nutriënt dat van essentieel belang is voor de voltooiing van de levenscyclus van de plant.

Tabel 3 - Micronutriënten en uitleg van de rol (Minorsky, 2011)

Nutriënt	Opneembare vorm	% droge stof in planten	Hoofdfunctie
Micronutriënten			
Chloor	Cl^-	0,01%	Nodig tijdens fotosynthese en voor functies binnen water de waterbalans
IJzer	Fe^{3+} , Fe^{2+}	0,01%	Nodig tijdens fotosynthese, belangrijk voor het elektronentransport in een cel, een cofactor voor enkele enzymen
Mangaan	Mn^{2+}	0,005%	Nodig voor het vormen van aminozuren, nodig voor het activeren van enzymen, nodig tijdens fotosynthese
Boor	H_2BO_3^-	0,002%	Nodig voor bladgroen synthese, nodig in celwanden
Zink	Zn^{2+}	0,002%	Nodig voor het vormen van bladgroenkorrels, een cofactor voor enkele enzymen, nodig voor DNA-polymerase
Koper	Cu^+ , Cu^{2+}	0,001%	Nodig voor redoxreacties binnen de plant
Nikkel	Ni^{2+}	0,001%	Nodig voor het omzetten van stikstof naar energie
Molybdeen	MoO_4^{2-}	0,0001%	Essentieel voor een mutualistische symbiose met stikstof fixerende bacteriën

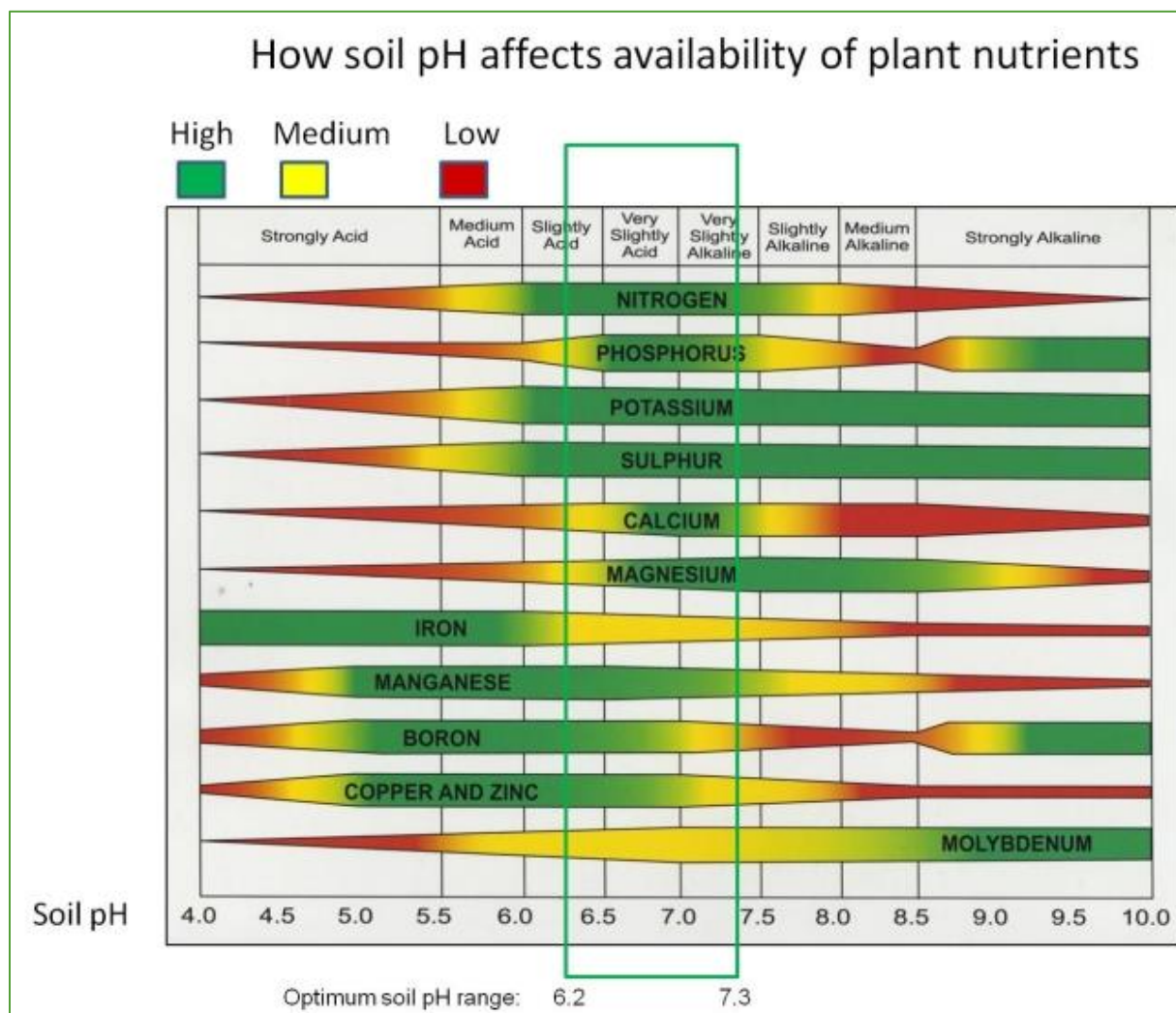
Micronutriënten zijn in minder grote hoeveelheden nodig (Tabel 3), maar deze zijn vaak belangrijk voor processen in de nutriëntenhuishouding. Met die reden wordt er niet vaak direct bemest met micronutriënten maar het is van belang dat deze wel als onderdeel in de meststoffen zitten, want het is voor plantengroei wel van essentieel belang dat deze nutriënten aanwezig zijn in de bouwvoor. Een interessante stof die bijvoorbeeld slechts in lage concentraties terug te vinden is in planten en wel erg nuttig kan zijn, is molybdeen. Molybdeen is nodig voor de symbiose met stikstof fixerende bacteriën bij bijvoorbeeld vlinderbloemigen.

Voor stikstof en fosfaat zijn overigens normen vastgesteld die aangeven wat de maximale hoeveelheid is die op het land gebracht mag worden. Voor stikstof ligt dat aan het gewas dat geteeld gaat worden en voor fosfaat ligt dat aan het Pw getal op bouwland en P-al getal in het geval van grasland (RVO, 2017). De hoeveelheid fosfaat meststoffen die op het land gebracht mogen worden hangt dus af van het Pw of P-al getal, waardoor deze waarden elke 4 jaar bepaald worden door een gespecialiseerd bedrijf (bijvoorbeeld Eurofins-Agro).

2.1.2. Fysische parameters

Naast de nutriënten die nodig zijn voor de planten, heeft de plant ook nog andere bodemeigenschappen nodig die het mogelijk maken dat planten de nutriënten kunnen opnemen. Om nutriënten te kunnen opnemen moeten ze voor planten veelal opgelost zijn in het bodemvocht. De oplosbaarheid van nutriënten heeft weer veel te maken met de pH, de bodemsamenstelling en andere fysische eigenschappen. Deze eigenschappen hebben onderling tevens veel met elkaar te maken.

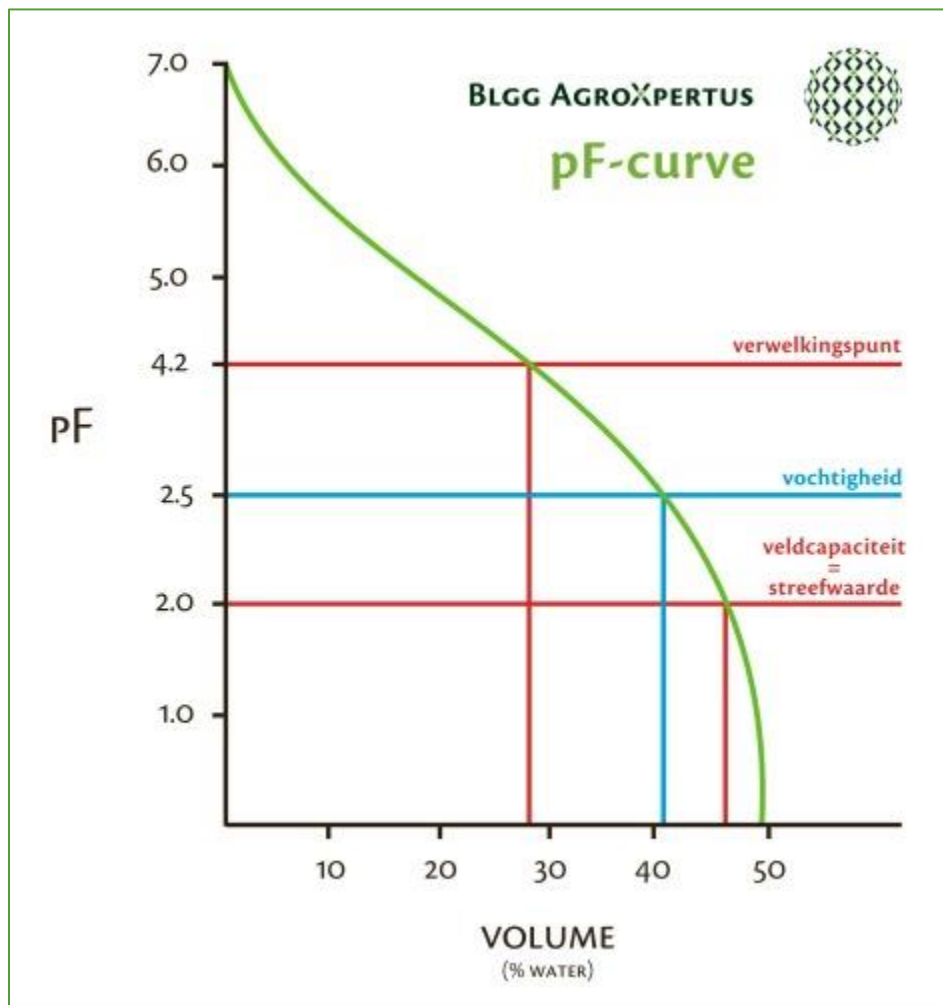
De chemische parameters zijn beter beïnvloedbaar dan de pH, bodemsamenstelling, en fysische eigenschappen. Dit is te verklaren doordat de pH een resultaat is van de bodemsamenstelling en fysische eigenschappen. De bodemsamenstelling staat in verband met de locatie waar het perceel zich bevindt. De fysische eigenschappen komen voort uit het beheer van de bodem, maar ook de bodemsamenstelling. Al met al werken deze parameters dus niet zoals de chemische parameters, waarbij in een aantal gevallen gewoon een specifieke bemesting kan worden uitgevoerd bij dreiging van een tekort.



Figuur 5 - relatie tussen pH en beschikbaarheid van de plant nutriënten (Towell, 2013)

In Figuur 5 is te zien dat een juiste pH nodig is voor een juiste beschikbaarheid van nutriënten. Dit heeft te maken met de toestand waarin deze nutriënten zich bevinden bij verschillende pH-waardes. Zo kan een nutriënt in een vaste vorm voorkomen en ook in een vorm die oplosbaar is in het bodemvocht. Planten kunnen alleen nutriënten opnemen als deze zich in de oplosbare vorm in het bodemvocht bevinden.

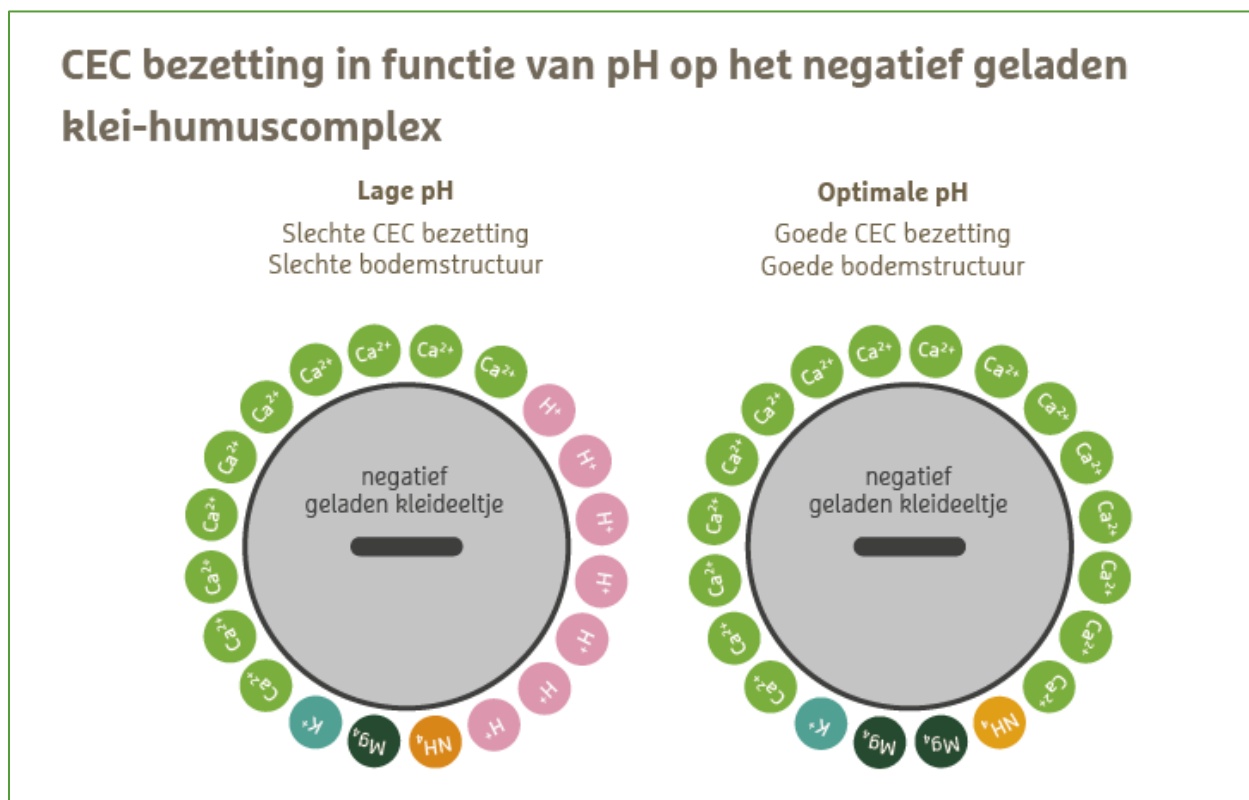
Naast de pH voor de zuurgraad is er een pF voor het bodemvocht. De pF wordt in een grafiek weergegeven en dit heet dan de pF-curve. De pF-curve geeft de zuigkracht van de bodem op het bodemvocht weer. Hoe hoger de pF hoe moeilijker het is voor planten om vocht op te nemen. Het verwelkingspunt is een pF van 4,2 (Figuur 6), dit wil zeggen dat dan de bodem vanaf dat punt meer aantrekkingskracht op het vocht heeft dan dat de planten hebben (BLGG AgroXpertus, 2014).



Figuur 6 - pF-curve (BLGG AgroXpertus, 2014)

Kleiplaatjes en organische stof zijn in de meeste gevallen negatief geladen, dit wil zeggen dat positief geladen ionen zich kunnen hechten aan de kleiplaatjes en organische stof. Negatief geladen ionen worden ook wel anionen genoemd en positief geladen ionen worden kationen genoemd. De bezetting van Cation Exchange Capacity (CEC) zegt iets over de mate waarin de kleiplaatjes of organische stof in staat zijn om kationen te binden. Het wordt ook wel het kationexchangecomplex genoemd, dit gaat dan over het

negatief geladen oppervlakte van de kleideeltjes of organische stof. De naam komt van het Engelse Cation Exchange Capacity. Het is in een bodem waardevol om een hoge CEC te hebben, omdat de ionen gemakkelijk weer los kunnen komen. De bodem kan op deze manier waardevolle nutriënten vasthouden en langzaam afgeven. In de meeste situaties zijn de complexen gevormd met calcium of magnesium. In de landbouw is het gewenst dat er een zoveel mogelijk percentage van de beschikbare plaatsen is vervuld met nutriënten en mineralen en zo min mogelijk met een H^+ (Handboek bodembemesting, 2017). Dit betekent dat CEC sterk afhankelijk is van een goede pH. Zo kunnen maatregelen zoals verzurende mest of bekalking toegepast worden om het complex beter te vullen.



Figuur 7 - CEC-complex (DCM, 2017)

2.1.3. Biologie in de bodem

De biologie in de bodem kent een aantal verschillende facetten. De biologie bestaat voor een gedeelte uit zichtbare organismen en planten, maar voor het grootste gedeelte bestaat het uit onzichtbare aaltjes, bacteriën en schimmels. De organismen kunnen zowel negatief als positief bijdragen aan de groei van gewassen.

De bijdrage van de bodembioïologie voor een weerbaarder gewas en het laten vrijkomen van nutriënten is een ecosystemedienst, dit is de natuurlijke bodemvruchtbaarheid (Alterra, 2009). Door strengere mestwetgeving zal de landbouw weer sterker afhankelijk zijn van de natuurlijke bodemvruchtbaarheid voor de nutriëntenvoorziening.



Figuur 8 - Bodemvoedselweb (Bodemacademie, 2017)

Het bodemleven vormt in de bodem een voedselweb, zoals te zien is in Figuur 8. In dit voedselweb staan levende planten en plantenresten centraal. Plantenresten zijn in de landbouw het organische stof, dat tevens voor andere aspecten in de bodem belangrijk is zoals waterhuishouding en structuur. Een bodem waarin het voedselweb in evenwicht is, is in theorie het meest gunstig voor het produceren van gewassen.

Een aantal voorbeelden van bodemleven dat een positieve bijdrage kan leveren zijn:

- Nitrificerende bacteriën
- Mycorrhiza schimmels
- Schimmel- en bacterie eters (eten zowel positieve als negatieve bacteriën en schimmels)
- Regenwormen
- Potwormen

Een evenwicht is belangrijk zodat er geen niche situatie gecreëerd wordt voor pathogenen voor het bepaalde gewas. Een voorbeeld van een dergelijke niche situatie ontstaat wanneer het perceel wordt ontsmet tegen het aaltje dat aardappelmoeheid veroorzaakt, waarna er weer aardappelen worden geteeld en er vervolgens een ware bloei van parasiterende organismen optreedt bij gebrek aan predatoren.

Een vruchtbare bodem bevat ongeveer het volgende (Stockli 1950):

Tabel 4 – Biologische samenstelling bodem

Organismen	Kg/per ha
Bacteriën	10080
Schimmels	10000
Protozoën	379
Nematoden	50
Springstaarten	6,5
Mijten	4,4
Enchytraeen	15
Duizendpoten	67
Regenwormen	4000
Mollen	1

2.2. AGRARISCHE BODEMANALYSES

De literatuurstudie wordt ondersteund met een praktijkonderzoek en interviews in het werkveld. Waarbij het werkveld bestaat uit agrariërs, adviseurs en aanbieders van bodemanalyses. In het praktijkonderzoek is onderzocht wat de huidige standaardanalyses zijn en wat deze meten. Het doel is om in kaart te krijgen wat er nu gemeten kan worden, en wat nog niet. Ondersteuning vanuit het werkveld bij dit praktijkonderzoek komt van het adviesbureau van Tafel naar Kavel, BioclearEarth, en docenten van Van Hall Larenstein. De experts zijn een goede connectie met het werkveld voor dit onderzoek. Het gaat er uiteindelijk om of de nieuwe methode nuttig kan zijn en ook toegepast kan worden. De toepasbaarheid ligt voor een groot gedeelte aan de kennisvraag uit het werkveld. Het is van belang dat de mensen in het werkveld meer kennis verkrijgen over het complexe bodemsysteem.

De bodemanalyses die meegenomen zijn in dit onderzoek, zijn analyses die veel uitgevoerd worden en/of een resultaat geven dat anders getypeerd kan worden dan de meest gangbare analysetechnieken. Deze keuze is gemaakt zodat er een divers beeld ontstaat van de huidige analyses. Hierdoor kan onderzocht worden welke analyses op papier waardevol zijn en welke analyses er wel zijn, maar niet veel uitgevoerd worden.

De bodemanalysetechnieken die vergeleken zijn in dit onderzoek zijn:

Huidige analyses:

1. Bodemvoedselwebanalyse (Eurofins-Agro)
2. Bemestingswijzer volledig (Eurofins-Agro)
3. BodemConditieScore
4. Bijbemestingsonderzoek (Eurofins-Agro)²

Opkomende analyses:

1. Drone Analyse Gewas (EBee)
2. NGS-analyse (Bioclear)
3. Soilcares scanner en LIAB (HLB & Soilcares)³

Door alle informatie van de verschillende bodemanalysetechnieken te bundelen kan er bepaald worden welke kennis en inzichten de informatie geeft. Vervolgens wordt er geïnventariseerd wat voor soort advies de agrariër krijgt en wat voor advies de agrariër nog graag zou willen.

Naast dat er verschillende analysemethoden bestaan, zijn er ook verschillende monsternamen technieken. Het nemen van een monster kan erg belangrijk zijn voor de kwaliteit van de analyse. Naast dat de monsternamen locaties en diepte belangrijk zijn, kan het voorkomen dat er met vervuild gereedschap een monster genomen wordt. Een verschil met bodemonderzoeken voor vervuiling en agrarische bodemonderzoeken is dat er bij agrarische bodemonderzoeken niet bemonsterd dient te worden in een rechte lijn. In de meeste gevallen wordt een W, Z of X-vorm aangehouden (Laboratorium Zeeuws-Vlaanderen, 2013). Om een wettelijke grondbemonstering uit te voeren moet het monster genomen

² Literatuurstudie, dus niet uitgevoerd op perceel 1 KB

³ Resultaat uit een voorbeeld analyse

worden door een bevoegd persoon en niet de agrariër zelf. Voor overige onderzoeken mag de agrariër of uitvoerder van de analyse bepalen hoe en door wie de monsternamen worden uitgevoerd.

2.2.1. Bemestingswijzer

De NIR-Spectroscopy (Near InfraRed) is een analyse methodiek die gebruik maakt van de reflectie van moleculen wanneer deze worden beschienen door licht met een golflengte nabij infrarood. Deze methode van analyseren gebeurt in veel verschillende vakgebieden, zoals in de medische wereld, meteorologie en ook in de agrarische wereld. De voordelen van deze techniek zijn dat het materiaal grote hoeveelheden en accuraat kan analyseren. De techniek dateert uit de jaren 1980 en is dus al geruime tijd in omloop. Nieuwe innovaties zijn vooral gericht op het mobiel maken van de NIRS. De eerste bodemanalyses dateren uit 1928 en deze werden uitgevoerd door BLGG. BLGG is een van de voorlopers van Eurofins-Agro (Nieuwe Oogst, 2017).



Figuur 9 - huidig bemestingsadvies

De bodemanalyses, zoals deze nu uitgevoerd worden, zijn voor een groot deel van belang om als agrariër te kunnen zien hoe de toestand is in de bodem. Naast dat het voor de agrariër van belang is, is het ook verplicht vanuit de overheid om analyses uit te voeren voordat er bemest mag worden (wetten.overheid.nl, 1986). De manier waarop bodemanalyses en de daaraan verbonden adviezen nu worden uitgevoerd, hangt volledig af van de chemische beschikbaarheid van nutriënten. De makkelijkste methode om aan de gewenste hoeveelheden te voldoen, is bemesten met goed opneembare nutriënten (bijvoorbeeld kunstmest). Naast het bemesten van het land kan er tevens meer gedaan worden aan het beschikbaar maken van nutriënten die vastliggen in bijvoorbeeld kleiplaatjes of organisch stof. Het beschikbaar maken van nutriënten kan worden bewerkstelligd door het fysische milieu aan te passen naar omstandigheden waarbij nutriënten beter oplossen in het bodemvocht. Planten kunnen nutriënten overigens alleen opnemen wanneer deze (in de juiste vorm) zijn opgelost in het bodemvocht (Alterra, 2012). Om te kunnen meten hoeveel van de nutriëntenvoorraad ook daadwerkelijk opgenomen kan worden door planten bestaat een andere methode. De methode die daarvoor gebruikt wordt is een eigen methode van Eurofins-Agro, die vergelijkbaar is met de CCL3 methode. De CCL3 (PAE) methode is een methode die meet hoe groot de opname (dus beschikbaarheid) is in tekort situaties (Erel, et al., 2016). In het kort kan dus gezegd worden dat de standaardmethode bestaat uit een voorraadanalyse (NIRS), een beschikbaarheidsanalyse (CCL3 PAE) en afgeleide waarden zoals het NLV. De mogelijkheden van de NIR-techniek staan in Bijlage I: Onderzoekstechniek: Luminescentie - NIR (bodemrichtlijn, 2008).

Methode	N-totale bodemvoorraad	Q	Em: NIRS (TSC®)	Co plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE®)
	C/N-ratio		afgeleide waarde	B plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE®)
	N-leverend vermogen		afgeleide waarde	Mo plant beschikbaar		Em: CCL3(PAE®)
	S-totale bodemvoorraad	Q	Em: NIRS (TSC®)	Se plant beschikbaar		Em: CCL3(PAE®)
	C/S-ratio		afgeleide waarde	Zuurgraad (pH)		Em: NIRS (TSC®)
	S-leverend vermogen		afgeleide waarde	C-organisch	Q	Em: NIRS (TSC®)
	P plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE®)	Organische stof		afgeleide waarde
	P-bodemvoorraad (P-AI)	Q	PAL1: Gw NEN 5793	C-anorganisch		Em: NIRS (TSC®)
	Pw		afgeleide waarde	Koolzure kalk		afgeleide waarde
	K-getal		afgeleide waarde	Klei		Em: NIRS (TSC®)
	K plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE®)	Silt		Em: NIRS (TSC®)
	K-bodemvoorraad		Em: NIRS (TSC®)	Zand		Em: NIRS (TSC®)
	Ca plant beschikbaar		afgeleide waarde	Klei-humus (CEC)		Em: NIRS (TSC®)
	Ca-bodemvoorraad		afgeleide waarde	Ca-bezetting		Em: NIRS (TSC®)
	Mg plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE®)	Mg-bezetting		Em: NIRS (TSC®)
	Na plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE®)	K-bezetting		Em: NIRS (TSC®)
	Si plant beschikbaar		Em: CCL3(PAE®)	Na-bezetting		Em: NIRS (TSC®)
	Fe plant beschikbaar		Em: CCL3(PAE®)	H-bezetting		afgeleide waarde
	Zn plant beschikbaar		Em: CCL3(PAE®)	Al-bezetting		afgeleide waarde
	Mn plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE®)	CEC-bezetting		afgeleide waarde
	Cu plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE®)	Bodemleven		Em: NIRS (TSC®)

Q Methode geaccrediteerd door RvA
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform
P-bodemvoorraad (P-AI) Deze analyse is in duplo uitgevoerd.

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.
Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Figuur 10 - Methoden van Eurofins-Agro

De methoden die gebruikt worden in de agrarische bodemanalyses staan ver buiten het boekje van de agrariër. Dit betekent dat agrariërs vaak moeite hebben met het lezen en beoordelen van een bodemanalyse. Het gaat vaak om abstracte chemie en er is al meerdere malen onderzoek gedaan naar hoe de informatie beter weergegeven kan worden (Nutrinorm, 2013). Wanneer de informatie duidelijker wordt weergegeven, kunnen de adviezen beter opgevolgd worden en dan zullen de adviezen over het algemeen efficiënter zijn.

De NIR-analyse techniek staat beschreven in de norm: NEN6966. De analyse kan gebruikt worden om een monster te analyseren op dertig geselecteerde elementen. Volgens de bodemrichtlijnen kan de analyse toegepast worden voor doeleinden zoals deze beschreven zijn in Bijlage I: Onderzoekstechniek: Luminescentie - NIR (bodemrichtlijn, 2008). In de bijlage gaat het om de techniek waarmee bedrijven de bodem op verontreinigingen analyseren. Een belangrijk verschil met de agrarische analyse is dat de agrarische analyse traditioneel in het lab uitgevoerd wordt.

2.2.2. Bijbemestingsonderzoek

Naast de NIR-analyse wordt vaak gebruik gemaakt van andere analysemethoden. De NIR-analyse analyseert in de meeste gevallen naar de bemestingsbuffer in de bodem. Een andere methode die gebruikt wordt in bijvoorbeeld een bijbemestingsonderzoek is de Spurway-methode (Figuur 11). Deze methode heeft als doel om te onderzoeken naar de beschikbare voedingstoffen in de bodem voor de plant. De methode bestaat uit het meten van de nutriënten uit de bodem die zijn opgelost in een licht zure vloeistof. De licht zure vloeistof moet de vloeistof voorstellen die planten kunnen uitscheiden in hun rhizosfeer om nutriënten op te nemen (Altic, 2013). Anders dan een standaard bodemanalyse, is de bemestingswijzer bedoeld om uit te voeren vlak voor het teeltseizoen, zodat het mogelijk is om in te schatten of het gewas tijdens het seizoen een tekort aan voedingsstoffen gaat krijgen. Het doel van een dergelijke analyse is om zo precies mogelijk te kunnen bemesten naar de behoefte van het gewas. De Spurway-methode wordt gebruikt om de parameters te meten die iets zeggen over de beschikbaarheid van nutriënten en niets over de bodemvoorraad. Voorbeelden daarvan zijn: N-leverend vermogen, K-plant beschikbaar, P-plant beschikbaar.



Figuur 11 - Grafische weergave van de Spurway-methode

2.2.3. Bodemvoedselwebanalyse

De bodemvoedselwebanalyse is een analyse die de microbiologie van de bodem in kaart brengt. Bij de bodemvoedselwebanalyse worden de belangrijkste elementen die zich bevinden in een voedselweb geanalyseerd. Het resultaat zegt iets over de verhoudingen van bacteriën en schimmels in de bodem. De totale biomassa van zowel de bacteriën als de schimmels wordt bepaald.

Voor bacteriën wordt zowel de actieve biomassa als de totale bacterie biomassa bepaald. Het resultaat is een totaalbeeld van de hoeveelheid bacteriën, maar ook de verhouding tussen actieve en inactieve bacteriën. Het resultaat is gegeven in microgram biomassa per gram grond. Het is algemeen bekend dat in een zuurdere omgeving ($\text{pH} < 5,5$) de schimmels domineren. Bij een basische pH zullen de bacteriën dominant zijn (Handboek bodem & bemesting, 2016).



Figuur 12 - bodemvoedselweb (Bodemacademie, 2017)

Het volledige bodemvoedselweb is verantwoordelijk voor de afbraak van organisch materiaal en daarmee het vrij laten komen nutriënten. Metingen aan het bodemvoedselweb kunnen informatie geven over activiteit van de bodemorganismen. Een divers en gebalanceerd bodemecosysteem heeft een sterkere ziekteverende werking (Postma, 2003).

2.2.4. BodemconditieScore (BCS)

Naast analyses die uitgevoerd worden door bedrijven, is het mogelijk om veel zelf te doen. De bodemconditiescore is daar een voorbeeld van. Dit meetinstrument is in het leven geroepen om de agrariër zelf meer inzicht te geven in de kwaliteit van zijn bodem. De bodemconditiescore is een visuele bodembeoordeling en bepaalt vooral de kwaliteit van fysische omstandigheden in de bodem (MijnBodemconditie.nl, 2014). Om een bodemconditiescore te kunnen geven van de bodem bestaan er korte programma's, waarin geleerd wordt hoe te beoordelen. De bodemconditiescore is bedoeld voor de agrariër om meer bezig te zijn met de bodem en het bodembeheer. Als resultaat van de beheerkeuzes zal de score naar verwachting ook kunnen veranderen.

De bodemconditiescore is ontwikkeld door de volgende partijen:

- Boer bewust
- Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem
- Louis Bolk Instituut
- Wageningen Research
- Aequator groen & ruimte



De bodemconditiescore bevat een aantal verschillende onderdelen.

1. Het begint met algemene gegevens van het bedrijf, bodemtype, en gewascode.
2. Na de algemene gegevens zijn achtergrondgegevens nodig uit een eerdere analyses; de zuurgraad en het organische stofgehalte. Deze parameters zijn over het algemeen niet aan grote verandering onderhevig.
3. Vervolgens gaat het om de eigen visuele beoordelingen van de volgende parameters:
 - a. Gewasbedekking
 - b. Beworteling
 - c. Verdichting grond (20-40 cm)
 - d. Regenwormen
 - e. Bodemstructuur
 - f. Zuurgraad (pH)
 - g. Organisch stof (kleur)
 - h. Aantal gekleurde vlekken
4. Uiteindelijk is er ruimte voor een aantal aanvullende waarnemingen, deze worden echter negatief beoordeeld.
 - a. Plasvorming
 - b. Scheuren
 - c. Spoorvorming/vertrapping

Naast de BCS kunnen agrariërs ook veel andere dingen zelf scoren. Zo bestaat er bijvoorbeeld een richtlijn voor het bepalen van het percentage organisch stof in de bodem. De richtlijn is te zien in Tabel 5. Deze tabel is door verschillende metingen tot stand gekomen met de formule: $\text{volumegegewicht} = 1 / (0,02525 * \text{org.stof} + 0,6541)$ (Haan & Geel, 2013). Deze berekening is niet accuraat genoeg om duidelijk veranderingen te kunnen waarnemen, maar het geeft wel globaal een beeld van het organische stofgehalte. Het volumegegewicht kan bepaald worden door één liter grond te drogen en dit te wegen. Dit blijft echter een benadering.

Tabel 5 - Volumegegewicht grond en %-organische stof (Haan & Geel, 2013)

%-organische stof	Volumegegewicht (kg/dm ³)	%-organische stof	Volumegegewicht (kg/dm ³)
1	1,47	11	1,07
2	1,42	12	1,04
3	1,37	13	1,02
4	1,32	14	0,99
5	1,28	15	0,97
6	1,24	16	0,95
7	1,20	17	0,92
8	1,17	18	0,90
9	1,23	19	0,88
10	1,10	20	0,86

2.2.5. De opkomende analysemethoden

De analyserwereld is volop in ontwikkeling. Nieuwe technieken, nieuwe inzichten en nieuwe wensen zorgen voor een andere kijk op het gebruik van bodemanalyses. Nieuwe agrariërs gaan bijvoorbeeld met de mobieltjes de akker op en willen zoveel mogelijk informatie krijgen over de stand van het gewas en eventuele slechtere plekken. In deze paragraaf worden een aantal opkomende bodemanalyses beschreven. Elke analyse heeft zijn eigen voor- en nadelen en uiteindelijk is de behoefte van de eindgebruiker het belangrijkste voor het vormen van een goede nieuwe analyse.

De opkomende analyses die meegenomen worden binnen dit onderzoek zijn de drone analyse, Soilcares scanner en LIAB, en de bodemleventoets. De drie analysetechnieken die meegenomen worden zijn niet precies met elkaar te vergelijken en er kan niet gesproken worden van een betere of slechtere bodemanalyse. De vraag is welke analyse beter past bij de vraag in de markt.

- Een drone analyse is geschikt om gewaskaarten te maken en daarmee kan precisie bemesting toegepast worden
- Soilcares scanner en LIAB zijn methoden om de bodem met een goedkopere methode in kaart te brengen, geen nieuwe parameters
- De bodemleventoets is een tool in ontwikkeling die bacteriefunctie in de bodem in kaart brengt

2.3. ENQUÊTE

Door het uitvoeren van een kleinschalige enquête is de mening en de wens van een aantal agrariërs geïnterviewd. De enquête is door dertig mensen uit het werkveld ingevuld en geeft een beeld over de gang van zaken nu, en de wensen voor de toekomst. De enquête is verspreid via LinkedIn, Facebook, en via een aantal klanten van het adviesbureau van Tafel naar Kavel. De enquête geeft antwoord op de volgende deelvragen:

1. Wat willen agrariërs zelf zien in het resultaat van een bodemanalyse?
 - a. Wat zouden agrariërs met het resultaat willen kunnen?
 - b. Hoe zouden agrariërs de uitvoering van een analyse willen zien?

Daarnaast geeft de enquête ook een indicatie van de prijs die de agrariërs zouden willen betalen (Bijlage VII De enquête).

3. RESULTAAT

Het resultaat van dit afstudeeronderzoek bestaat uit de resultaten van de verschillende uitgevoerde bodemanalyses en het resultaat van de enquête. Het bleek helaas onmogelijk om een NGS-analyse uit te voeren en daarom worden de fictieve mogelijkheden van deze analyse beschreven.

3.1. HUIDIGE ANALYSEMETHODEN

De analysemethoden die tegenwoordig veel toegepast worden, zijn sterk aan verandering onderhevig. Waar voorheen de chemie eigenlijk de overhand had, is de fysica al sterk bijgekomen en ook de biologie maakt zijn opmars. De trend is momenteel dat er veel onderzoek gedaan wordt naar de bodembioïologie en dat er gezocht wordt naar een methode om de biologie passend mee te laten tellen binnen agrarische bodemanalyses. Voor dit onderzoek is uitgezocht welke analyses veel toegepast worden en alle aspecten van de bodem behandelen.

3.1.1. Bemestingswijzer

De bemestingswijzer analyseert een zeer uitgebreid pakket van chemische en een aantal fysische parameters. Het resultaat van een dergelijk onderzoek is een overzicht van de nutriënten in de bodem, de ontwikkeling van het organische stof en een bemestingsadvies voor de langere termijn. Tevens geeft de bemestingswijzer informatie weer over streeftrajecten en de kwaliteit bodem, gezien vanuit de nutriëntenhuishouding. In deze paragraaf worden enkele onderdelen van de Bemestingswijzer behandeld. Het gehele analyserapport is te vinden in Bijlage II Resultaat bodemanalyse Eurofins-Agro.

Resultaat hoofdelement	Eenheid	Resultaat	Gem.*	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
N-totale bodemvoorraad	mg N/kg	1750							
C/N-ratio		13	12	13 - 17					
N-leverend vermogen	kg N/ha	78	72	93 - 147					
S-totale bodemvoorraad	mg S/kg	1100							
C/S-ratio		21		50 - 75					
S-leverend vermogen	kg S/ha	45	44	20 - 30					
P plant beschikbaar	mg P/kg	1,5	1,7	1,0 - 2,4					
P-bodemvoorraad (P-AI)	mg P ₂ O ₅ /100 g	45	54	27 - 47					
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	30							
K plant beschikbaar	mg K/kg	109		70 - 110					
K-bodemvoorraad	mmol+/kg	5,9		4,1 - 5,5					
Ca plant beschikbaar	kg Ca/ha	163		210 - 490					
Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	10905		9570 - 14355					
Mg plant beschikbaar	mg Mg/kg	97	65	50 - 85					
Mg-bodemvoorraad	mmol+/kg	11,2		10,0 - 18,4					
Na plant beschikbaar	mg Na/kg	22	20	35 - 50					
Na-bodemvoorraad	mmol+/kg	1,2							
Si plant beschikbaar	µg Si/kg	48600		6000 - 32000					
Fe plant beschikbaar	µg Fe/kg	< 2040		2500 - 4500					
Zn plant beschikbaar	µg Zn/kg	< 100		500 - 750					
Mn plant beschikbaar	µg Mn/kg	< 260		1000 - 1300					
Cu plant beschikbaar	µg Cu/kg	28		40 - 65					
Co plant beschikbaar	µg Co/kg	< 2,6		25 - 50					
B plant beschikbaar	µg B/kg	296		77 - 122					
Mo plant beschikbaar	µg Mo/kg	10		100 - 5000					
Se plant beschikbaar	µg Se/kg	3,8		3,5 - 4,5					
Zuurgraad (pH)		7,4	7,4	> 6,2					
C-organisch	%	2,3							
Organische stof	%	4,6	3,4						
C-anorganisch	%	1,01							
Koolzure kalk	%	7,6	6,1	2,0 - 3,0					
Klei	%	17	17						
Silt	%	56							
Zand	%	15							
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	205	165	> 146					
CEC-bezetting	%	100	89	> 95					
Bodemleven	mg N/kg	46		60 - 80					

* Dit zijn regiogemiddelden. Meer informatie staat bij onderdeel Gemiddelde.

Figuur 13 - Resultaat bemestingswijzer

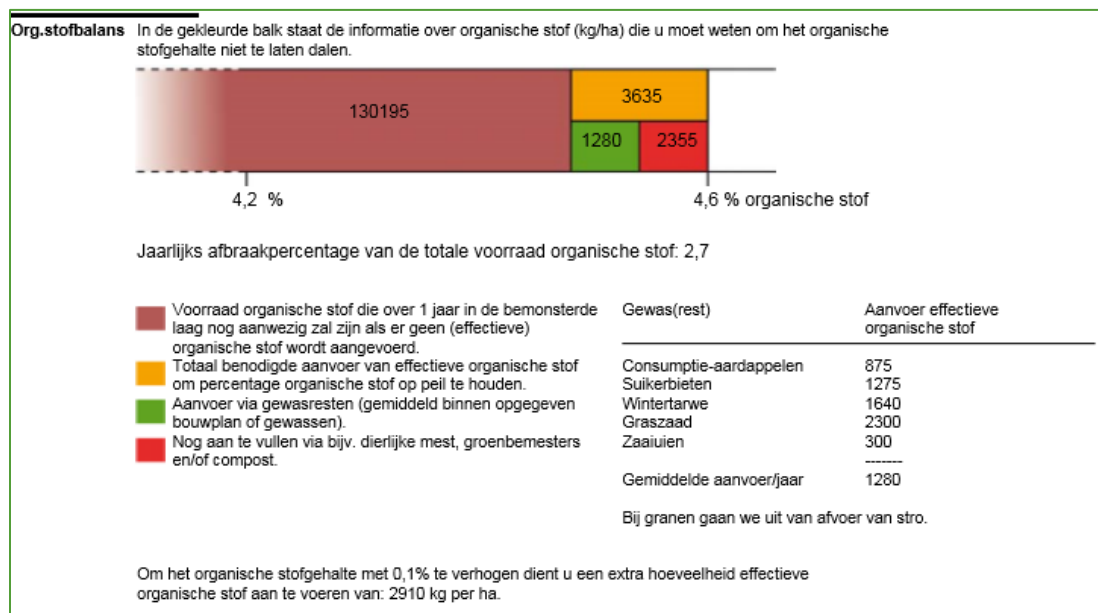
De biologische parameter die gemeten is bij de bemestingswijzer (zie Figuur 13) geeft informatie over de in bacteriën opgeslagen stikstof. Verder worden er geen adviezen over de biologie gegeven, is het niet duidelijk wat er gemeten is en wat de agrariër met dit resultaat kan. Het onderzoek naar de nutriëntenhuishouding in combinatie met de fysische parameters geeft informatie over mogelijke tekorten. Het advies dat hieruit volgt, bepaalt de adviesgiften over verschillende jaargangen.

Advies in kg per ha per jaar	Frequentie	Gewas	Adviesgift				Afvoer
N-correctie	per jaar	Deze gift kunt u als correctie op de basisgift toepassen. Zie voor meer info de toelichting.					
Sulfaat (SO ₃)	per jaar	Consumptie-aardappelen	0				58
		Suikerbieten	0				100
		Wintertarwe	0				50
		Graszaad	0				43
		Zaaiuien	0				63
Fosfaat (P ₂ O ₅)	per jaar	Consumptie-aardappelen	75				55
		Suikerbieten	60				55
		Wintertarwe	90				90
		Graszaad	30				30
		Zaaiuien	75				35
Kali (K ₂ O)	per jaar	Consumptie-aardappelen	130				255
		Suikerbieten	0				150
		Wintertarwe	0				130
		Graszaad	0				125
		Zaaiuien	130				90
Calcium (CaO)	per jaar	Consumptie-aardappelen	45				
		Suikerbieten	40				
		Wintertarwe	5				
		Graszaad	40				
		Zaaiuien	80				
Magnesium (MgO)	per jaar	Consumptie-aardappelen	0	0	60	60	
		Suikerbieten	0	0	60	60	
		Wintertarwe	0	0	60	60	
		Graszaad	0	0	60	60	
		Zaaiuien	0	0	60	60	
			0	0	60	60	

Figuur 14 - Adviesgift bemestingswijzer (gedeeltelijk)

De giften die als advies dienen, kunnen direct toegepast worden en daarmee is dit advies zeer waardevol. Naast een adviesgift per gewas worden er ook schattingen gedaan over de afvoer van nutriënten bij verschillende gewassen. Dit geeft een inzichtelijk beeld over de methode waaruit het advies is opgebouwd.

In de bemestingswijzer zijn de chemische analyses belangrijk, maar er worden ook analyses uitgevoerd over het fysische deel van de bodem. Een belangrijk onderdeel daarvan is het organische stofgehalte en de opbouw van het organische stof. Het organische stof in de bodem is erg belangrijk voor de structuur, waterhuishouding en het vrijmaken van nutriënten.



Figuur 15 - Organische stofbalans Bemestingswijzer

Het organische stofbalans komt net als de nutriëntentoestand met een advies. Dit advies bestaat uit een benodigde gift om het organische stof percentage op peil te houden en er wordt weergegeven hoeveel organische stof per gewas op het land gebracht kan worden.

3.1.2. Bijbemestingsonderzoek

In tegenstelling tot de uitgebreide gegevens die worden weergegeven als resultaat van een bemestingswijzer, worden in een bijbemestingsonderzoek slechts een aantal nutriënten gemeten. Vervolgens wordt een gewas specifiek adviesgift bepaald. Een groot verschil tussen de bemestingswijzer en bijbemestingsonderzoek is het duur waarin de analyse van waarde is. Zo is een bijbemestingsonderzoek van waarde tijdens het teeltseizoen en een bemestingswijzer geeft adviezen die vier jaar lang geldig zijn.

Resultaat	Eenheid mg/l extract	Resultaat	Beschikbare voorraad (berekend)	kg/ha
Ammonium-N	mg NH ₄ -N/l	< 0,5	N	65
Nitraat-N	mg NO ₃ -N/l	5,4		
Kalium	mg K/l	16,2	K ₂ O	234
Zwavel	mg S/l	1,3	SO ₃	39
Magnesium	mg Mg/l	19,5	MgO	388
Mangaan	µg Mn/l	67	Mn (g/ha)	804
Borium	µg B/l	29	B (g/ha)	348
Bij mangaan gaat het om een indicatief resultaat.				
Advies in kg zuiver per ha	Zetmeelaardappelen Laat	Nog te geven tot Bigg-advies tot 07-10-2013	-	Voorraad toereikend tot
	Stikstof (N)	40		08-07-2013
	Kali (K ₂ O)			
	Zwavel (SO ₃)	de gevonden voorraad is onvoldoende gebruik van zwavelhoudende meststoffen is aan te raden		
	Magnesium (MgO)			
	Borium (B)			
De direct opneembare voorraad aan kalium moet tijdens het groeiseizoen tussen 175 - 300 kg K ₂ O per hectare liggen. Ligt de voorraad onder dit streeftraject, dan wordt een bijbemesting geadviseerd. Boven 300 kg K ₂ O per hectare wordt een nuladvies geadviseerd. Ligt de gevonden waarde in het streeftraject, dan is een bijmestingsadvies soms zinvol, afhankelijk van ras en de K-voorraad van uw perceel. Overleg met uw adviseur.				

Figuur 16 - Resultaat en advies van een Bijbemestingsonderzoek

Het resultaat van een bijbemestingsonderzoek is weergegeven in Figuur 16. Ter aanvulling van een bijbemestingsonderzoek zou ook het NDICEA-model gebruikt kunnen worden. Dit model geeft inzicht in het verloop van nutriënten, organisch stof en van de vochthuishouding.

3.1.3. Bodemvoedselwebanalyse

Het resultaat van de bodemvoedselwebanalyse uitgevoerd in het kader van dit onderzoek, is te zien in Figuur 17. Het resultaat van de Eurofins-Agro standaard analyse op hetzelfde perceel is te vinden in Bijlage II Resultaat bodemanalyse Eurofins-Agro. Daar is tevens zichtbaar dat de gemeten pH 7,4 bedraagt, wat neutraal-basisch is. Dat de bodem neutraal-basisch is, is ook te zien aan het resultaat van de bodemvoedselwebanalyse. De verhouding ligt namelijk sterk naar een dominantie van bacteriën.

Kopie

Onderzoek	Onderzoek-/ordernr: 007058/004052220	Datum monsternr: 03-04-2017	Datum ontvangst: 04-04-2017	Datum verslag: 10-04-2017
-----------	---	--------------------------------	--------------------------------	------------------------------

Klaasse Bos-Dronten perc 1

Resultaat	Bepaling	Eenheid	Resultaat	laag	vrij laag	gemid- deld	vrij hoog	hoog
	Drooggewicht van 1 g vers materiaal	g	0,81					
	Actieve bacteriële biomassa	µg/g	69					
	Totale bacteriële biomassa	µg/g	80					
	Actieve schimmel biomassa	µg/g	4					
	Totale schimmel biomassa	µg/g	10					
	Diameter van de schimmeldraden	µm	1,4					

Bacterie/schimmel verhoudingen	Eenheid	Resultaat
actieve bacterie t.o.v. totale bacterie	%	86
actieve schimmel t.o.v. totale schimmel	%	40
actieve schimmel t.o.v. actieve schimmel+bacterie	%	5,5
totale schimmel t.o.v. totale schimmel+bacterie	%	11

Figuur 17 - Resultaat bodemvoedselwebanalyse

Om iets te kunnen zeggen over de schimmelbiomassa wordt naast de biomassa ook de diameter van de schimmeldraden gemeten. In het geval van deze analyse is de diameter van de schimmeldraden 1,4 µm. Er wordt verondersteld dat de diameter van de schimmeldraden iets moet zeggen over de populatiesamenstelling van de schimmels. De populatie wordt onderverdeeld in drie verschillende groepen; actinomyceten, ascomyceten en basidiomyceten.

Een belangrijk gegeven is dat een actinomyceet een draden vormende bacterie is en daarmee veel lijkt op schimmels. Verder zijn de actinomyceten een bekende groep bacteriën in de wereld van de antibiotica. Actinomyceten bevatten 'slapende antibiotica' en produceren geosmine. Dit is het stofje dat zorgt voor de typerende grond lucht (Wezel, 2016).

3.1.4. Bodemconditiescore

De bodemconditiescore wordt door de agrariër zelf beoordeeld en dit proces begint met het graven van een profielkuil. Na het graven van de profielkuil moet de grond beoordeeld worden volgens het beoordelingsschema. Het beoordelen van deze profielkuil gebeurt voornamelijk op basis van na de cursus verkregen expertise.

Tabel 6 - Gegevens perceel 1, Klaasse Bos

Thema	Diepte		
	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
Beworteling	Matig	Nog niet aanwezig	Nog niet aanwezig
Structuur	Kruimelig	Afgerond blokkig	Scherp blokkig
Bodemlevenactiviteit			
Poriën	Matig	Matig	Matig
Wormengangen	Aanwezig	Niet zozeer aanwezig	Niet zozeer aanwezig
Homogenisatie	Homogeen	Homogeen	Gelaagdheid
Wormen	Veel	Nauwelijks	Niet
Kleur en gewasresten			
Blauw en gewasresten	Niet	Niet	Niet
Bruin	Niet aanwezig	Aanwezig	Ja
Rood gelig roest	Niet aanwezig	Roestplekken	Roest
Gewasresten	Nauwelijks aanwezig	Nauwelijks aanwezig	Nauwelijks aanwezig

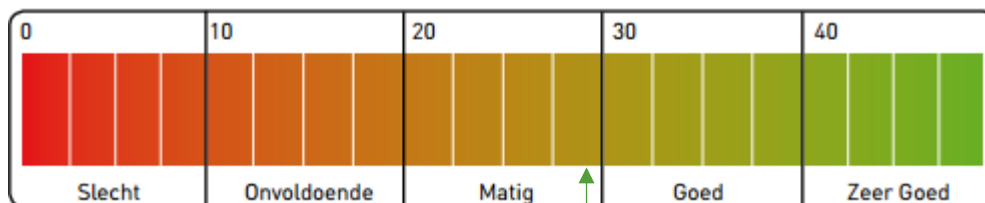


Figuur 18 - Profielkuil perceel 1 KB (eigen foto)

Met gegevens zoals in Tabel 6 kan een score worden berekend die iets zegt over de staat waarin de bodem verkeert. De scores moeten door de agrariër zelf worden bepaald. Om dit te bewerkstelligen is er een cursus opgezet waarbij de agrariërs in de vorm van een studiegroep geleerd wordt om hun eigen bodem te scoren. Zoals eerder genoemd gaat het hier om een soort analyse waarbij de agrariër zijn eigen beheerplan kan testen en tevens resultaat kan zien indien er voor de bodem goede keuzes gemaakt zijn.

Tabel 7 - BodemConditieScore

	Wegingsfactor	(0=niet, 1=matig, 2=veel)	Score x wegingsfactor
<i>Gewasbedekking</i>	2	1	2
<i>Beworteling</i>	3	1	3
<i>Verdichting ondergrond</i>	3	2	6
<i>Regenwormen</i>	3	0	0
<i>Bodemstructuur</i>	3	2	6
<i>Zuurgraad</i>	3	2	6
<i>Organische stof</i>	3	2	6
<i>Aantal gekleurde vlekken</i>	1	0	0
Totaal			29



BCS van perceel 1 (2-5-2017)

Figuur 19 - BCS-resultaat perceel 1

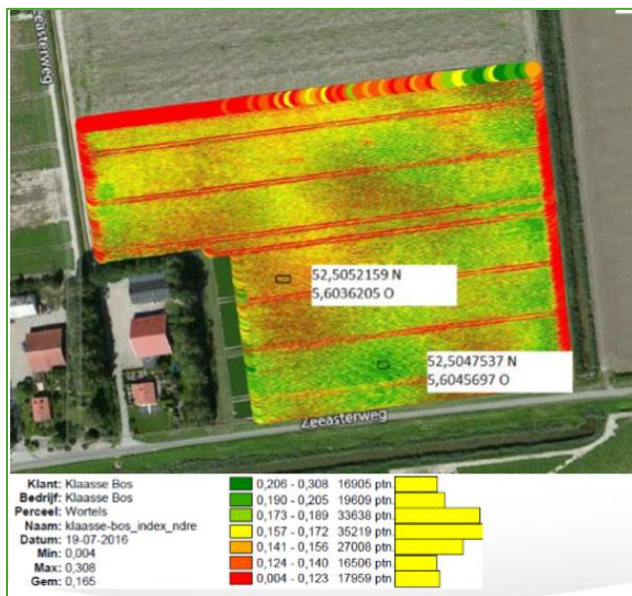
3.2. OPKOMENDE ANALYSEMETHODEN

Hoewel de opkomende analyses niet allemaal zijn uitgevoerd, worden in deze paragraaf de resultaten behandeld van de uitgevoerde drone analyse, de fictieve resultaten van de Soilcares scanner, LIAB en bodemleventoets. Het resultaat van de bodemleventoets is het minst compleet.

3.2.1. Drone analyse

Een interessante technologie die al redelijk veel wordt toegepast en in de toekomst steeds meer toegepast zal worden is de drone technologie (Wal, Meijer, & Rip, 2016). Drone analyses worden steeds bruikbaarder en nieuwe camera's kunnen steeds concretere informatie geven. De meeste analyses beperken zich echter wel tot gewasanalyses. Dit houdt in dat drone analyses vergelijkbaar zijn met de bemestingswijzer. Door de groei en kleur van het gewas te analyseren, kan er worden geïnventariseerd waar er exact bemest dient te worden en waar de bemesting uit moet bestaan. Dit is een handige stap in de richting van steeds meer precisielandbouw en kan ervoor zorgen dat meststoffen efficiënter benut worden.

Er worden tegenwoordig vooral twee verschillende analysemetingen gebruikt, de elektromagnetische veldmeting en lichtreflectie. Lichtreflectie is een gewasanalyse die ervoor zorgen dat er gepast en gericht bemest kan worden, ook wel precisiebemesting genoemd. De elektromagnetische veldmeting kan de geleidbaarheid van de bodem meten, waarmee bepaald kan worden uit welke bestanddelen de bodem bestaat.



Figuur 20 - Gewaskaart na drone analyse

In Figuur 20 is het resultaat van een lichtreflectie analyse te zien. De rijpaden zijn duidelijk zichtbaar. Het veld wordt in een hoeveelheid punten verdeeld die een bepaalde waarde krijgen. Het resultaat is een verdeling van de punten in bepaalde klassen. De klassen bestaan uit de kleuren rood tot groen waarbij rood staat voor een slecht gewas en groen voor een vitaal gewas. In Figuur 20 zijn twee vakjes omcirkeld, waarvan de ene staat voor het slechts scorende gebied en de ander voor het best scorende gebied. Voor

bodemanalyses zijn zulke kaarten interessant wanneer slechte plekken in meerdere gewassen door verschillende jaren slecht scoren. Hiermee kan onderzocht worden of er afwijkingen gemeten kunnen worden met de standaard bodemanalyses.

3.2.2. Soilcares scanner en LIAB

Soilcares en het HLB-research and consultancy in agriculture werken samen om een goedkoop en snel alternatief voor de Eurofins-Agro analyses op de markt te brengen op de. Soilcares is een onderdeel van Dutch Sprouts en is een bedrijf dat door middel van het gebruik van databases sneller en slimmer on field analyses wil uitvoeren. Het bedrijf is hiermee begonnen in Oost-Afrika. Het gaat om de ontwikkeling van twee verschillende analysemethoden, de Scanner en de Lab-in-A-Box. De scanner kan gebruikt worden met een smartphone app en is een apparaat waarmee direct een bemestingsadvies gegeven kan worden. De scanner is uitgerust met een NIR-sensor en het resultaat wordt vergeleken met de database. De database is opgebouwd met duizenden monsters uit Oost-Afrika, Oost-Europa en Nederland. De insteek om direct een analyse te doen in het veld komt voort uit de overtuiging dat de kwaliteit afhangt van een aantal zaken, zoals te zien in Figuur 21.



Figuur 21 - Bepaling kwaliteit van een bodemanalyse (HLB & Soilcares)

Door een aantal stappen korter te maken (zoals het niet hoeven verplaatsen van een monster) heeft als gevolg dat er bij die stappen minder fouten gemaakt kunnen worden. Ook hoeft het monster niet behandeld te worden en kunnen er snel veel monsters genomen worden. De kwaliteit van de analyse hangt dus voor een groot gedeelte af van de precisie van het meten en in het geval van de Soilcares scanner hangt de kwaliteit af van de kracht van de database. De Soilcares scanner kan worden vergeleken met het menselijk oog en het brein, hoe meer scans er uitgevoerd worden hoe beter de hersenen (de database) verschillen kunnen onderscheiden. Doordat de kracht van deze analyse het gevolg is van de krachtige database, is toegang tot de database het verdienmodel bij deze analysemethode en niet zozeer de aanschaf van het apparaat zelf. De scanner kan geen volledige analyse geven, maar zal in eerste instantie gebruikt kunnen worden voor bepaalde meststoffen of bodemparameters. De eerste analyse die nu op de markt gebracht wordt, is een zogenaamde “bekalkings-app”. Na een scan wordt er direct een advies gegeven over de hoeveelheid kalkmeststoffen die op het land gebracht moeten worden voor de gewenste pH. Ook komt er een beregeningsapp die direct het aantal mm weergeeft. Nieuwe apps kunnen bijvoorbeeld een bemestingsadvies gaan geven voor NPK. De scanner maakt gebruik van een NIR-sensor en het LIAB van MIR (Mid InfraRed) en XRF (X-ray fluorescence) sensoren.



Figuur 22 - De Soilcares scanner (eigen foto)

Naast de scanner brengen Soilcares en HLB een mobiel laboratorium uit. De monsters voor dit laboratorium kunnen genomen worden tijdens een aaltjesonderzoek van HLB, of agrariërs kunnen zelf een monster brengen naar het lokale laboratorium van HLB. Deze methode is vernieuwend doordat het resultaat informatie geeft zoals te zien is in Tabel 8. Het grote verschil met de standaard analyse zoals deze nu uitgevoerd wordt, is dat er dan een direct advies gegeven wordt en dit voor rijen van zes m breed. De rijen van zes meter breed zijn onderdeel van het aaltjes onderzoek van HLB, wanneer een agrariër zelf het monster neemt kan dit variëren. Dit kan zowel een kracht zijn als een zwakte. Het is een kracht omdat deze methode bruikbaar is voor precisiebemesting en een zwakte omdat er in een rij van zes m breed zelf ook weer veel variatie kan zijn.

Tabel 8 - Resultaat HLB LIAB 21 monsters

Adviesgift (kg/ha)				Analyseresultaat		
Monster	P (P2O5)	K (K2O)	Mg (MgO)	pH	OS %	Afslib %
1	0	0	0	6.5	4.1	22
2	25	50	25	6.6	4.2	23
3	50	100	50	6.7	4.2	31
4	75	150	75	6.7	3.2	37
5	100	200	100	6.8	3.1	20
6	20	250	20	7	2.2	35
7	30	0	25	7.7	2.1	34
8	52	50	52	7.8	2	25
9	78	100	78	6	3.1	24
10	50	75	50	6.5	3.5	23
11	100	50	100	6.6	3.6	22
12	90	50	90	6.7	3.7	21
13	50	200	50	6.7	4	27
14	40	150	40	6.8	4.1	26
15	30	100	30	7	3.2	27
16	0	20	0	7.7	3.3	26
17	0	0	0	7.8	3.1	27
18	0	0	0	6	3.2	28
19	20	52	20	7.7	3.5	30
20	0	15	0	7.8	3.6	30
21	26	50	26	6	3.6	28

Voor het servicepakket met het LIAB (Lab-in-a-Box) wordt net als bij de scanner een abonnement afgesloten voor het aantal analyses dat uitgevoerd gaat worden. Bij het kleinste pakket van 50 analyses gaat het om een prijs van € 6,50 per analyse. Het bedrag per analyse kan dalen tot € 4,50 naarmate het pakket vergroot wordt. Het resultaat van dergelijke analyses hebben veel overeenkomsten met drone analyses, maar een groot verschil is dat hier de bodem in plaats van het gewas gemeten wordt. Het

voordeel van het direct meten van de bodem is dat het meteen duidelijk is van welk nutriënt een tekort is, of kan ontstaan, in de bodem. De analyse is op het moment van schrijven (13/6/2017) nog niet geschikt voor het bepalen van de fosfaat gebruiksruimte. De analyse bevindt zich in een proces om voor de wetgever geschikt te worden geacht om accurate metingen te verrichten die gebruikt kunnen worden om de fosfaat gebruiksruimte te bepalen.

In het Lab-in-a-Box wordt gebruik gemaakt van MIR (Mid-IR) en XRF (Röntgenfluorescentiespectrometrie). Beide technieken maken gebruik van reflectiespectrometrie, dit is het meten van de reflectie van het te meten materiaal. Bij de MIR en NIR gaat het om de reflectie van licht met een bepaalde intensiteit en bij XRF wordt er een deeltje op het materiaal afgestuurd die afkaatst en opgemeten wordt. Om het monster gereed te maken voor de analyse moet het vermalen en gedroogd worden, te zien op Figuur 23(links). Vervolgens gaat het voorbehandelde monster direct door naar het kleine laboratorium dat te zien is op Figuur 23 (rechts). Het proces kost enkel 10 minuten en het resultaat is weergegeven in Tabel 8.



Figuur 23 - Het HLB LIAB Links de voorbehandeling, rechts de analyseapparatuur (eigen foto's)

De drone analyse en Soilcares scanner zouden samen een waardevolle toevoeging kunnen zijn om precisiebemesting verder te ontwikkelen. Precisiebemesting kan dan met behulp van de gps-gegevens van bemonsterde locaties en de gewaskaarten van de drone analyse de bemesting daar waar het nodig is uitvoeren.

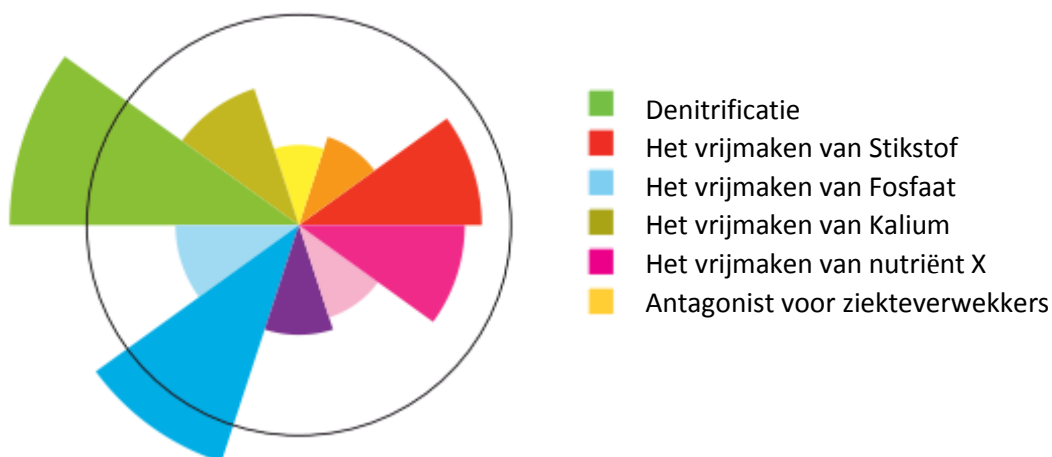
3.2.3. De bodemleventoets

De bodemleventoets is een bodemanalyse die wordt uitgevoerd met behulp van een NGS-analyse (Next Generation Sequencing). Deze methode wijkt af van de andere opkomende analyses, omdat het iets nieuws kan meten en niet een nieuw ontwikkelde methode betreft om dezelfde parameter te meten. Dit kan andere inzichten geven in de bodem en kan invloed hebben op hoe de meeste bodems nu beheerd worden.

Het toetsen van een nieuwe methode is echter ingewikkeld, omdat deze moeilijk te vergelijken is met bestaande methoden. Daarom heeft de bodemleventoets als doel om gelijk de vertaalslag naar het beheer te maken. Dit is vergelijkbaar met bijvoorbeeld het LIAB, waar ook direct een concreet advies gegeven wordt aan de hand van het resultaat van de analyse.

NGS (Next Generation Sequencing) is een methode om DNA-materiaal uit te lezen. Sequencing is gebaseerd op het uitlezen van de volgorde van de aminozuren in het DNA-materiaal. De uitvoering begint met het in kleine stukjes vernalen van het DNA-materiaal in het monster. Vervolgens worden de kleine stukjes van het DNA aan beads vastgemaakt. De volgende stap is het markeren van de DNA-strengen. Dit houdt in dat er een soort barcode aan de stukjes DNA gemaakt wordt. Daarnaast worden er ook een bekend begin en uiteinde aan de stukjes DNA gemaakt. Na dat het materiaal op de hierboven genoemde manier geprepareerd is kunnen er aminozuren aan de DNA strings gemaakt worden. Wanneer een bepaald aminozuur 'connect' met de DNA-string kan dit gemeten worden door een oplichting van een bepaalde kleur. Elk aminozuur 'connect' alleen met een bepaald aminozuur. Door de volgorde van de kleuren kan worden bepaald uit welke aminozuren het DNA bestaat en in welke volgorde. Dit resultaat kan vergeleken worden met een databank van bekende DNA stringen en zo kan er gemeten worden welke organismen in het monster voorkomen. De NGS-analyse die nu ontwikkeld wordt voor het project bodemleventoets van Bioclear, Van Iperen, en ECOstyle beperkt zich niet tot het DNA en probeert het DNA te vertalen naar het RNA.

Het doel van de bodemleventoets is het meten van het RNA van de bacteriën in de bodem. Het RNA geeft inzicht in welke functie de bacteriën in de bodem bezetten. Dit geeft een ander inzicht dan wat volgt uit

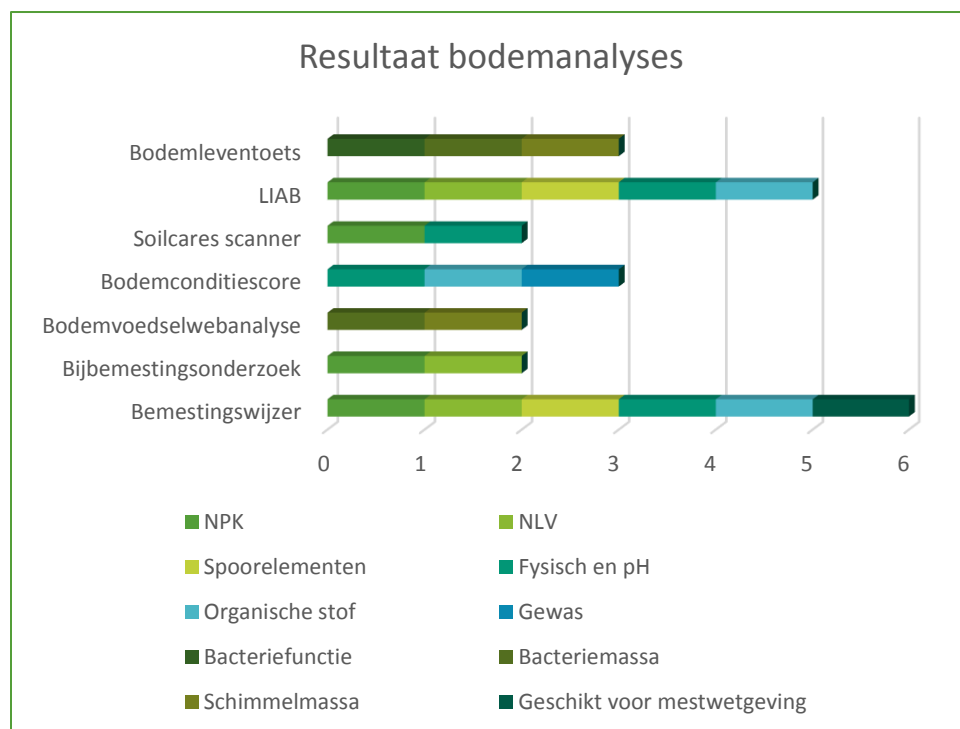


Figuur 24 - gewenst resultaat van een NGS-analyse in een bodemleventoets

een DNA-analyse. Bij een DNA-analyse wordt gemeten welke bacteriën in de bodem aanwezig zijn en bij een RNA-analyse wordt bepaald welke functie deze bacteriën innemen. Dit verschil in het resultaat komt voort uit dat bacteriën in verschillende situaties en omgevingen andere functies kunnen vervullen. Het resultaat van een dergelijke analyse kan vervolgens in een figuur gezet worden, zoals gedaan is in Figuur 24. De buitenste lijn is dan de gewenste situatie, en de kleuren zijn de verschillende functies. Het advies dat hierbij geleverd wordt is dan een advies waarmee de gewenste situatie behaald kan worden. Agrariërs zouden vervolgens deze adviezen kunnen opvolgen, waarna na een aantal jaren gemeten kan worden of de situatie veranderd is. Het is lastig om de parameters van een NGS-analyse te vertalen naar andere analyses, maar een bijkomend doel van het overkoepelende project is om de agrariër meer bewust te maken van de bodemvruchtbaarheid.

3.3. VERGELIJKING VAN DE UITGEVOERDE ANALYSES

De huidige analysemethoden worden in de praktijk met verschillende redenen toegepast. Daarnaast is het zo dat de uitkomsten van de verschillende analysemethoden sterk kunnen verschillen. Dit heeft te maken met het doel van de aanbieders van de analysemethode. Een aantal analyses op de markt hebben als doel om de agrariër bewuster bezig te laten zijn met de bodem, maar tegelijkertijd bestaan er ook analyses die bedoeld zijn om een snel en direct mestadvies te geven. Daarnaast moet volgens de wetgeving eens in de vier jaar een bodemanalyse uitgevoerd worden. Het gaat dan om een bepaling van het Pw of P-al getal.



Figuur 25 - Vergelijking van resultaten van de verschillende analyses

In **Error! Reference source not found.** zijn de resultaten van de verschillende behandelde analyses rafisch weergegeven. Zo is te zien dat de meeste analyses een verschillend pakket van parameters hebben.

Echter zit er niet veel verschil tussen de LIAB en de bemestingswijzer. Het voornaamste verschil is dat de LIAB nog niet geschikt is om te gebruiken voor de mestwetgeving, maar dit kan in de tijd veranderen.

De bemestingswijzer van Eurofins-Agro is belangrijk, omdat de analyse nodig is voor het bepalen van de maximale fosfaatruimte. Het bijbemestingsonderzoek is gericht op een mestgiftadvies tijdens het groeiseizoen. Een bodemvoedselwebanalyse geeft informatie over de ziektevering in de bodem, echter wordt er geen advies gegeven om een andere situatie te kunnen bereiken. Voor een bodemconditiescore geldt hetzelfde advies als voor een bodemvoedselwebanalyse. Beide analyses zijn belangrijk om een uitspraak te kunnen doen over de bodemkwaliteit. De bodemconditiescore geeft vooral informatie over de bodemstructuur en beworteling. Een bijkomend voordeel van het uitvoeren van een bodemconditiescore is dat de agrariër deze analyse zelf uitvoert en daardoor bewuster wordt van de effecten van zijn teeltmaatregelen.

De drone analyse kan interessanter worden door de ontwikkeling van nieuwe camera's en betere dataverwerking. Een nadeel van de huidige vorm van drone analyses is dat het uitsluitend relatief slechte plekken kan opsporen, waarna nog veel vervolgonderzoek nodig is om de oorzaak van deze slechte score te achterhalen. De analyse geeft overigens een relatief resultaat. Het resultaat zegt iets over de kwaliteit van het perceel ten op zichten van andere delen in het perceel. De drone analyse kan wel een hele sterke toevoeging zijn op andere analysemethoden.

De scanner geeft veel mogelijkheden voor agrariërs om zelf monsters te nemen en vervolgens direct te kunnen handelen na het verkrijgen van het resultaat. Voor de kleinere agrariërs zal het nog niet erg voordelig zijn om zelf een scanner aan te schaffen ter waarde van € 3.000,- en vervolgens rond de € 6,- per analyse te betalen. Voor de grotere agrariërs en agrariërs in landen waar de infrastructuur met betrekking tot laboratoria in een mindere staat verkeert ten opzichte van Nederland kan het wellicht wel uit om de investering te doen in een scanner.

Het LIAB is voor veel agrariërs een goede uitkomst om een monster af te kunnen leveren, omdat deze lokaal en dichtbij opgezet kunnen worden en tevens door het nemen van een monster tijdens een aaltjes onderzoek. Wanneer de techniek meer gebruikt wordt en er meer van deze laboratoria in Nederland staan kan het heel voordelig zijn om deze analyse te laten uitvoeren voor en tijdens de teelt. Voor het LIAB ligt wel een grote kans wanneer de methode door de wetgever geschikt wordt geacht voor het bepalen van het Pw of P-al getal. Voor precisiebemesting is het erg interessant om de monsters te nemen tijdens een aaltjes onderzoek.

De NGS-analyse kan erg mooie resultaten geven zodra de analyse technisch mogelijk is. De analyse is op dit moment technisch nog erg lastig voor agrarische doeleinden, dit zorgt ervoor dat de uitkomst nog op zich laat wachten en dat de prijs hoog is. Het doel van de NGS-analyse om de functie van het bodemleven in kaart te brengen met grafische figuren, zoals in Figuur 24, kan erg waardevol zijn. Het is bij agrarische analyses vaak van belang dat het resultaat een advies oplevert van hoe de waardes kunnen veranderen. Bij het ontwikkelen van een nieuwe analyse is het overigens zo dat de analyse zich moet bewijzen. Het moet voor de gebruiker duidelijk zijn wat er wordt gemeten, op welke manier en vervolgens een advies van hoe het resultaat verbeterd kan worden. Het is dan belangrijk om de mogelijke winsten die behaald kunnen worden met een dergelijke analyse in kaart te brengen.

Tabel 9 - Kosten per analyse

Analyse	Uitvoerbaar door	Prijs	Eenheid
Drone analyse	Veldmedewerker	€ 30.00	Per ha
Bodemvoedselwebanalyse	Veldmedewerker	€ 150-300	Per analyse
Bijbemestingsonderzoek	Veldmedewerker	€ 40.00	Per perceel
Uitgebreide bodemanalyse	Veldmedewerker	€ 80.00	Per perceel
Bodemconditie score	Agrariër	-	-
Soilcares scanner	Agrariër	€ 3,000.00	Per apparaat
		€ 5.00	Per analyse
Lab-in-a-box	Agrariër	v.a. € 20.00	Per analyse
NGS-analyse	Veldmedewerker	€ 700.00	Per analyse

Zoals te zien in Tabel 9 zijn de kosten van de verschillende analysemethoden niet gemakkelijk met elkaar te vergelijken doordat de analyses niet allemaal dezelfde eenheid gebruiken. Zo kost een analyse met de scanner slechts 5 tot 6 euro per analyse, maar is het voor deze analyse wel gebruikelijk om dit in banen van 6 meter uit te voeren. Wanneer de analyse bijvoorbeeld wordt uitgevoerd op een perceel van 4,5 ha, komt dat neer op een bedrag van €137,-. Deze analyse is geschikt voor precisiebemesting. Volgens de wetgeving kan de fosfaat gebruiksruimte berekend worden wanneer er van elke vijf hectare een analyse gedaan is (RVO, 2017). Dit betekent dat er twee bemestingswijzer analyses nodig zijn voor een perceel van zes hectare. Een dergelijke analyse is vier jaar geldig. Vooralsnog is een uitgebreide bodemanalyse voor de akkerbouw de meest gangbare methode om het Pw getal te berekenen.

De prijs voor een analyse is uiteraard van belang, maar een prijs alleen bepaalt niet of een analyse toegepast zal worden. Of een analyse toegepast gaat worden hangt af van het resultaat voor de agrariër dat volgt na het uitvoeren van de analyse.

Tabel 10 - Vergelijking advies per analyse

Advies	Bemesting	Bewerking	Rotatie
Drone analyse	1	1	0
Bodemvoedselwebanalyse	0	0	0
Bemestingswijzer	1	0	1
Bijbemestingsonderzoek	1	0	0
Bodemconditiescore	0	1	0
Soilcares scanner	1	1	0
Lab-in-a-box	1	0	0
Bodemleventoets	x	x	x

Tabel 10 geeft weer welke adviezen volgen naar aanleiding van de verschillende analyses, op het gebied van advies zijn er grote verschillen aanwezig. De adviezen hangen ook af van de adviseur, die eventueel aanvullende informatie heeft. Voor het advies wat volgt uit de bodemleventoets kan geen uitspraak gedaan, omdat de NGS-analyse nog niet voldoende ontwikkeld bleek om uit te voeren voor de zomer van 2017.

3.4. RESULTAAT ENQUÊTE

De enquête is door dertig mensen ingevuld en geeft een globaal beeld over de wensen van gebruikers van bodemanalyses.

- Aantal reacties: 30
- Akkerbouwers: 20
- Veehouders: 2
- Adviseurs: 5

Tabel 11 - Resultaat vraag 1 enquête

U bent werkzaam als?	N=30
Akkerbouwer	20
Veehouder	2
Bodem-/mestadviseur	5
Anders	3

De doelgroep voor de enquête betrof akkerbouwers, maar de enquête is tevens ingevuld door andere mensen die werkzaam zijn in de agrarische sector. De overige respondenten waren studenten van Tuin-Akkerbouw op HVHL.

Tabel 12 - Resultaat vraag 2 enquête

Welke bodemanalyses heeft u de afgelopen jaren laten uitvoeren?	N=30
Bodemanalyse voor bemestingsadvies	20
Bodembiologie analyse	0
Drone analyse	4
Aaltjes (en/of andere plagen) onderzoek	5

De meest uitgevoerde bodemanalyses zijn de analyses voor bemestingsadvies en daarnaast geeft een aantal respondenten aan een plagen onderzoek gedaan te hebben. De drone analyses zijn zeer interessant, omdat dit een opkomende analyse is die nu toch al toegepast wordt.

Tabel 13 - Resultaat vraag 3 enquête

Met welke reden liet u een dergelijke analyse uitvoeren?	N=30
Om meer over de bodem te weten te komen en mijn beheer aan te passen aan de toestand van de bodem	21
Verplicht van de wetgever	9
Om precisiebemesting toe te passen	8
Om mijn beheermethoden van afgelopen jaren te monitoren	5

De beweegredenen om een dergelijke analyse uit te voeren loopt uiteen, maar het grootste deel van de respondenten geeft aan dat het vooral gaat om interesse. Negen van de respondenten geeft aan dat de bodemanalyses uitgevoerd zijn omdat dit nu eenmaal moet van de wetgever en niet zozeer uit eigen interesse.

Tabel 14 - Resultaat vraag 4 enquête

Voldoet het huidige aanbod van bodemanalyses aan uw vraag naar kennis over uw bodem?	N=29
Ja, echter ben ik niet zo veel bezig met bodemanalyses	3
Ja, en ik ben op de hoogte van verschillende soorten analyses (biologisch, chemisch, fysisch)	21
Nee, ik zou graag nieuwe analyses willen toepassen die beter aansluiten bij mijn bedrijf.	5

De meeste respondenten geven aan dat ze tevreden zijn met het huidige aanbod van de bodemanalyses, wetende dat er veel verschillende analyses mogelijk zijn. Vijf respondenten geven aan dat het huidige aanbod van bodemanalyses niet volledig voldoet aan de vraag naar kennis over de bodem.

Tabel 15 - Resultaat vraag 5 enquête

Welke parameters zijn voor u belangrijk in een bodemanalyse?	N=30
NPK, P-al, Pw	26
NLV	22
Spoorelementen	21
Fysische parameters	12
pH	13
Organische stof	26
Stand van het gewas	9
Bacteriefunctie	7
Bacteriemassa	7
Schimmelmassa	7
Overig	6

Een belangrijk vraagstuk in deze enquête is waar de respondenten nu op letten, nadat ze het resultaat van de enquête terugkrijgen. Het grootste deel van de respondenten geeft aan dat NPK, P-al, Pw en organische stof voor hun de meeste interessante gegevens zijn. Dit sluit aan bij het gegeven dat de meeste analyses die uitgevoerd zijn onder de respondenten als doel hebben om bemestingsadvies te verkrijgen.

Tabel 16 - Resultaat vraag 6 enquête

Wat voor advies verwacht u of wenst u na het uitvoeren van een bodemanalyse?	N=30
Bemestingsadvies	18
Bewerking/beheer advies	8
Rotatie/gewas advies	2
Ik hoef niet zozeer een advies	9

Ook het resultaat over het gewenste advies past bij de eerdere antwoorden, namelijk dat bemesting de voornaamste reden is om een bodemanalyse uit te voeren. Bewerking/beheer advies past goed bij het organische stofgehalte.

Tabel 17 - Resultaat vraag 7 enquête

Zou u geïnteresseerd zijn in een bodemanalyse die informatie geeft over de functie die de aanwezige (actieve) bodembacteriën innemen?	N=30
Uitermate waarschijnlijk	6
Waarschijnlijk	16
Enigszins waarschijnlijk	8
Onwaarschijnlijk	0
Uitermate onwaarschijnlijk	0

Waar de respondenten eerder aangaven tevreden te zijn met de huidige bodemanalyses, blijkt er toch interesse in een bodemanalyse gericht op de functie van bacteriën.

Tabel 18 - Resultaat vraag 8 enquête

Voert u de monsternamen het liefst zelf uit of laat u dit liever uitvoeren?	N=30
Ja, ik neem graag zelf het monster, en ik maak daarbij gebruik van een protocol.	3
Ja, ik neem graag zelf het monster.	1
Nee, ik heb liever dat een gespecialiseerde partij het monster komt nemen	17
Het maakt voor mij geen verschil of ik het monster zelf neem of dat een andere partij dit doet.	9

Tabel 19 - Resultaat vraag 9 enquête

Hoe belangrijk is gebruiksgemak bij het kiezen van een bodemanalyse?	N=30
Uitermate belangrijk	4
Belangrijk	24
Enigszins belangrijk	2
Onbelangrijk	0
Uitermate onbelangrijk	0

Wanneer een analyse niet verplicht is volgens de wetgeving dan maakt het niet uit wie het bodemonster neemt. De respondenten van de enquête geven aan dat er een voorkeur is voor een bodemonster genomen door een bevoegd persoon. Het gebruiksgemak van een analyse is belangrijk en daar hoort bij dat de agrariër niet zelf het monster hoeft te nemen.

Tabel 20 - Resultaat vraag 10 enquête

Hoeveel bent u bereid te besteden aan het verkrijgen van meer informatie over de functionaliteit van bodembacteriën en een bijpassend advies?	N=30
Het huidige aanbod heeft naar mijn wens een goede prijs/kwaliteit verhouding en een analyse die meer op kan leveren is voor mij dan ook meer waard.	14
Ik vind het huidige aanbod te prijzig en zal niet snel meer willen investeren in nieuwe bodemanalyses	2
Vergelijkbaar met het huidige aanbod, waar u nu gebruik van maakt.	13

Tot slot zijn de respondenten tevreden met de huidige prijs opbouw, en prijs/kwaliteit verhouding.

Naar aanleiding van de enquête kan gesteld worden dat er een zekere verdeeldheid heerst onder de respondenten van bodemanalyses. De meest voorkomende analyses zijn analyses voor het verkrijgen van een bemestingsadvies. Bodembioologie analyses zijn niet uitgevoerd onder de respondenten. De reden om bodemanalyses uit te voeren is vaak om meer te weten te komen over de bodem. De respondenten vinden NPK, P-al, Pw, NLV, spoorelementen en organische stof de meest interessante parameters. Deze komen allemaal voor in een bemestingswijzer. Over het algemeen zijn respondenten tevreden met de analyses en er lijkt geen grote vraag te zijn naar nieuwe analyses. Desalniettemin geven veel respondenten wel aan interesse te hebben in een analyse die iets zegt over de functie van bacteriën. Het advies dat zou kunnen volgen na een bodemanalyse hangt af van de gebruiker. Dit wil zeggen dat er veel verdeeldheid heerst onder de respondenten over het gewenste advies en soms ligt de voorkeur zelfs bij geen advies. In veel gevallen is er vraag naar zowel een advies als de achtergrondgegevens. Het gebruiksgemak is heel erg belangrijk voor de respondenten. Bij het gebruiksgemak wordt meestal bedoeld dat de gebruiker zelf zo min mogelijk hoeft te doen, ook de leesbaarheid en duidelijkheid van de analyse en het advies worden onder gebruiksgemak verstaan.

4. DISCUSSIE

Het doel van dit onderzoek is om de huidig bruikbare en opkomende agrarische bodemanalyses te inventariseren. Het onderzoek kan getypeerd worden als een beschrijvend onderzoek. Binnen dit onderzoek wordt niet gesproken van een betere of slechtere bodemanalyse. De resultaten die de analyses geven kunnen in elke situatie anders zijn en de waarde van een analyse kan voor elke situatie verschillen.

Bodemopbouw

De agrarische bodem bestaat uit verschillende onderdelen. Het is lastig om onderdelen uit te kiezen die de bodemvruchtbaarheid kunnen aantonen. Dit maakt het lastig om te kunnen bepalen welke onderdelen echt belangrijk zijn om te meten. De vele onderdelen zijn vaak nauw onderling verbonden, zoals omschreven is in Chemische parameters (pagina: 13).

Resultaten huidig bruikbare analysemethoden

De huidige analysemethoden geven een breed scala van informatie. Elke analyse heeft haar eigen nichemarkt, waarbij het resultaat van de analyse nauw is verbonden met het bijgeleverde advies. De bodemanalyses die uitgevoerd zijn voor dit onderzoek, zijn uitgevoerd op perceel 1 KB. Niet elke analyse is in dezelfde tijdperiode uitgevoerd. Dit maakt echter niet uit voor de validatie van dit onderzoek. Het gaat in dit onderzoek namelijk niet om het vergelijken van de analysetechnieken, maar om het resultaat voor de agrariër.

Resultaten opkomende analysemethoden

De opkomende analysemethoden die in dit onderzoek zijn meegenomen, zijn zeer verschillend van aard. De drone analyse geeft mogelijkheden voor precisiebemesting. De Soilcares scanner en LIAB hebben als doel om sneller en goedkoper analyses te kunnen uitvoeren. Tot slot meet de bodemleventoets met de NGS-analyse nieuwe parameters. De visie die komt kijken bij de ontwikkelde analyses heeft niet als doel om de huidige bodemanalyse te vervangen. Voordat een nieuwe analyse daarvoor in aanmerking komt, is het van belang dat de analyse geschikt is voor het bepalen van de fosfaat gebruiksruimte. De mogelijkheden liggen vooralsnog in het ontwikkelen van ondersteunende analyses, waarbij het erg belangrijk is dat de eindgebruiker stappen kan ondernemen naar aanleiding van resultaat. De meeste respondenten van de enquête geven aan dat een bemestingsadvies het meest gewaardeerd wordt, maar ook een beheeradvies kan in enkele situaties goed uitkomen.

De drone analyse en Soilcares scanner zouden elkaar goed kunnen versterken. De situatie zou dan zijn dat er een gewaskaart gemaakt wordt, waarmee bekeken kan worden waar de betere en de minder goede plekken in het perceel zitten. Vervolgens kunnen deze plekken direct gemeten worden met de Soilcares scanner. Dit biedt goede mogelijkheden om precisiebemesting toe te kunnen passen en precisiebemesting zal in de toekomst steeds vaker toegepast worden (Groen Kennisnet, 2017). Voor de Soilcares scanner is het van belang dat de ontwikkeling niet stopt en dat er nagedacht wordt over de manier waarop het resultaat gepresenteerd wordt. Sommige agrariërs willen wellicht alleen een kant-en-klaar advies zien, maar voor de meeste agrariërs of adviseurs is het belangrijk om te weten hoe het resultaat tot stand is gekomen.

In een situatie waarbij er op een perceel minder goede plekken ontstaan en de chemische en fysische analyses geen afwijkende verschillen of tekorten laten zien, biedt de bodemleventoets mogelijkheden. De bodemleventoets zou ook zeer sterk kunnen functioneren als een allround bodemanalyse, maar er is nog veel onderzoek nodig om een vertaalslag te kunnen maken tussen het resultaat van een NGS-analyse en bijvoorbeeld de bodemvruchtbaarheid. De mogelijkheden van de bodemleventoets zouden dan zijn dat het resultaat zowel een bemestingsadvies als een bewerkingsadvies kan zijn. Het resultaat is dan een analyse die de huidige situatie meet en vervolgens een pakket van maatregelen geeft die kunnen helpen om de gewenste situatie te bereiken. Een risico voor de bodemleventoets is dat de analyse niet transparant genoeg is over de gegevens die gemeten zijn. Agrariërs willen graag weten wat er gemeten is en wat dit dan precies zegt. Een voorbeeldsituatie waar dit niet gebeurt, is de bodemvoedselwebanalyse. De bodemvoedselwebanalyse geeft gegevens die interessant zijn, maar de agrariër krijgt geen concrete tips die helpen om de situatie te veranderen of verbeteren.

De huidige techniek is nog niet voldoende om een NGS-analyse uit te voeren. De techniek is gebruikt om de bacteriefunctie te analyseren van bacteriën in een rioolwaterzuiveringsinstallatie. In de landbouwsituatie is het lastiger gebleken om het ruwe materiaal voor te behandelen, waardoor het niet is gelukt om als onderdeel van dit onderzoek de geplande bodemleventoets uit te voeren. Het resultaat van een bodemleventoets is daarom fictief. Dit resultaat is gebaseerd op de wensen van de partij die de bodemleventoets ontwikkelt.

Adviezen uit de verschillende analysemethoden

De onderzochte bestaande analysemethoden geven zeer diverse resultaten en hebben eigen doeleinden. De analysemethoden kunnen onderverdeeld worden in drie categorieën, gebaseerd op het advies dat ze geven; bemestingsadvies, bewerkingsadvies en gewasadvies. In de praktijk worden de analyses met een bemestingsadvies als uitkomst het meest toegepast. Bemestingsadvies kan bestaan uit datakaarten die bruikbaar zijn voor precisiebemesting, maar ook uit informatie waarmee de fosfaat gebruiksruimte berekend kan worden. Verder kan een bemestingsadvies inzicht geven in de nutriëntentoestand van de bodem en of er mogelijke tekorten gaan ontstaan in de toekomst.

De bodemconditiescore is een handig hulpmiddel om agrariërs aan het werk te zetten met de bodem en hier ook aandacht aan te besteden in de bedrijfsvoering. Dit draagt bij aan de wens om de maatschappij het belang van een goede bodem te laten inzien (IUSS, 2015). Door middel van de visuele beoordeling kan de agrariër zelf zijn eigen beheermethoden toetsen. De bodemconditiescore kan gezien worden als een extra hulpmiddel en werkt niet vervangend voor andere analysemethoden.

Resultaat enquête

De achtergrond van de respondenten is als volgt:

- Aantal reacties: 30
- Akkerbouwers: 23
- Veehouders: 2
- Adviseurs: 5

De enquête was bedoeld voor agrariërs en het grootste gedeelte van de respondenten waren agrariërs. De vijf adviseurs hebben een goed beeld kunnen scheppen over hoe zij denken over de adviezen die volgen uit een bodemanalyse. Daarnaast hebben drie studenten van Tuin- en akkerbouw de enquête ingevuld en deze antwoorden zijn bij akkerbouwers ingedeeld.

Agrariërs vinden niet elke parameter in een bemestingsadvies even interessant. De meest interessante parameters worden de NPK-nutriënten, P-al en Pw, en organische stof gevonden. De respondenten van de enquête geven aan dat zij geen biologische analyses hebben uitgevoerd. Daarbij geven deze respondenten aan dergelijke analyses best interessant te vinden, maar dat met de huidige theorie weinig kan worden gedaan met de gegevens. Dat wil zeggen dat er in mindere mate een advies volgt waarmee gestuurd kan worden aan de biologische parameters. Bovendien is het niet eenduidig welke biologische situatie als een gewenste situatie genomen kan worden. Uit de bodemvoedselwebanalyse volgt de verdeling van biologische massa onder schimmels en bacteriën. Vervolgens worden er uitspraken gedaan over de activiteit van deze groepen, maar er wordt geen duidelijk advies gegeven hoe een andere situatie te bereiken of wat deze andere situatie dan zou moeten zijn. De mate van ziektevering van de bodem wordt in de bodemvoedselwebanalyse weergegeven door de dikte van de schimmeldraden.

Doelgroep

Het verzamelen van data door middel van een enquête in kleine groepen kan een vertekend beeld geven, doordat er een kans bestaat dat alleen de agrariërs die geïnteresseerd zijn in de bodem en bodemanalyses reageren. Om een goed beeld te krijgen van de landelijke vraag naar nieuwe bodemanalyses, mocht dit een wens zijn, is een grootschalige enquête belangrijk om beeld te krijgen van de eisen en wensen van een zo groot mogelijke doelgroep. Het is daarnaast een mogelijkheid om te focussen op de agrariërs die net iets meer willen weten en naar dergelijke gegevens op zoek zijn. De huidige prijs van € 700,- per NGS-analyse is aan de hoge kant. Wanneer de analyse vaker uitgevoerd wordt en er meer data beschikbaar is, zal de prijs mogelijkerwijs lager worden.

Prijsopbouw bodemanalyses

De toekomst van agrarische bodemanalyses is lastig te voorspellen, de techniek zal in ontwikkeling blijven. De toekomstschets die uit dit onderzoek naar voren komt, geeft weer wat de wensen zijn van de agrariërs nu. Deze wensen ontstaan echter wel uit de bestaande kennis over de bodem. Doordat deze kennis steeds meer toeneemt en bodemonderdelen duidelijker zijn beschreven, kan het in de toekomst zo zijn dat er hele nieuwe vraagstukken ontstaan. *De kwaliteit van een agrarische bodemanalyse hangt voor een groot gedeelte af van het advies dat gegeven kan worden naar aanleiding van het resultaat.*

5. CONCLUSIE

De conclusie van dit onderzoek geeft antwoord op de hoofdvraag: “Welk inzicht kunnen bestaande agrarische bodemanalyses geven en waar liggen mogelijkheden voor toekomstige bodemanalyses?”.

De huidige gangbare analyses bestaan uit bemestingswijzers en bodemanalyses bruikbaar voor een mestadvies. Het gaat dan om het meten van chemische parameters in combinatie met enkele fysische parameters zoals pH. De biologische bodemanalyses worden minder toegepast. Dit kan komen door een gebrek aan kennis over de bodembioïologie aan de kant van de agrariërs, maar het resultaat van dergelijke analyses kan tevens op een duidelijkere manier worden weergegeven. De bodemvoedselwebanalyse geeft wel duidelijke data, maar weinig achtergrondinformatie over de behaalde resultaten.

De opkomende analyses van Soilcares en HLB spelen goed in op de vraag naar meer mogelijkheden om precisiebemesting toe te passen. Drone analyses zijn daar tevens uiterst geschikt voor. In de toekomst zal er steeds meer precisiebemesting plaatsvinden en dergelijke analyses geven goede mogelijkheden voor het vergaren van de benodigde data. Toekomstige analyses, zoals de Soilcares scanner en de LIAB, zullen de prijs per bodemanalyse doen verlagen. Het resultaat daarvan is dat een perceel gedetailleerd in kaart gebracht kan worden. De biologische analyses die toegepast worden in een bodemleventoets zijn dusdanig vernieuwend dat er nog streefwaardes geformuleerd moeten worden. Het is echter eerst van belang dat de analyse uitvoerbaar is, voor een aantrekkelijke prijs.

De adviezen die volgen uit de verschillende analyses zijn zeer divers. Bemestingswijzers en onderzoeken resulteren in een duidelijk bemestingsadvies, maar bij een bodemvoedselwebanalyse mist een duidelijk advies en streefwaarden. De opkomende analyses spelen goed in op de vraag naar een duidelijk advies, de Soilcares scanner geeft bijvoorbeeld direct een advies over eventuele bemesting of bekalking. Het kan in sommige situaties wel een nadeel zijn dat er geen ruwe data beschikbaar gemaakt wordt. Bij een bodemleventoets is het advies zeer belangrijk. De informatie die de bodemleventoets moet gaan geven over het behalen van streeftrajecten kan namelijk echt een meerwaarde zijn voor agrariërs die meer willen dan alleen bemesten. Het is voor elke analyse van belang dat het advies bijdraagt aan de bedrijfsvoering en het mogelijk maakt om de streefwaarden te kunnen realiseren.

Het resultaat van de enquête versterkt de conclusie over het belang van het advies dat volgt uit een bodemanalyse. Vrijwel iedere respondent geeft aan dat een bodemanalyse pas interessant wordt als er gehandeld kan worden naar aanleiding van het resultaat. Dit bepaalt dus de waarde van de analyse, die pas iets waard is wanneer de agrariër ook echt iets kan met het advies dat uit de analyse volgt. Een eventuele nieuwe analyse moet in prijs niet te veel afwijken van huidige analyses of duidelijk dusdanig meer opleveren dat de eindgebruiker direct winsten kan behalen na het uitvoeren van de analyse. Gebruiksgemak is voor de eindgebruiker erg belangrijk bij het kiezen van een passende bodemanalyse. Een belangrijk punt dat genoemd wordt onder gebruiksgemak is de monstername. In enkele gevallen bestaat er een voorkeur voor het zelf nemen van het monster, maar uit de enquête blijkt dat veel agrariërs liever willen dat dit door een professionele partij wordt uitgevoerd.

De huidige bodemanalyses geven veel informatie over de fysische en chemische aspecten die spelen in agrarische bodems. De mogelijkheden voor toekomstige analyses liggen bijvoorbeeld bij het verder ontwikkelen van metingen aan biologische parameters en aanvullende technologische ontwikkelingen zoals precisiebemesting.

BIBLIOGRAFIE

- Alterra. (2009). *Ecosysteemdiensten en bodembeheer*. Wageningen: Alterra.
- Alterra. (2012). 30 vragen en antwoorden over bodemvruchtbaarheid. Wageningen, Gelderland, Nederland.
- Altic. (2013). *dynamisch/bibliotheek/1145_0_NL_Spurway_algemeen.pdf*. Opgehaald van <http://www.czav.nl>:
http://www.czav.nl/dynamisch/bibliotheek/1145_0_NL_Spurway_algemeen.pdf
- bemestingsadvies. (2017, november). *Berekening stikstofleverend vermogen*. Wageningen: Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen.
- BLGG AgroXpertus. (2014, 1 16). <http://eurofins-agro.com>. Opgehaald van [expertise/bemesting/artikelen/pf-curve-uniek-hulpmiddel-om-efficient-te-beregenen](http://eurofins-agro.com/nl-nl/expertise/bemesting/artikelen/pf-curve-uniek-hulpmiddel-om-efficient-te-beregenen):
<http://eurofins-agro.com/nl-nl/expertise/bemesting/artikelen/pf-curve-uniek-hulpmiddel-om-efficient-te-beregenen>
- Bodemacademie. (2017). */bodemkwaliteit/biologisch/ondergrondse-biodiversiteit/*. Opgehaald van <http://bodemacademie.nl>: <http://bodemacademie.nl/bodemkwaliteit/biologisch/ondergrondse-biodiversiteit/>
- bodemrichtlijn. (2008, oktober 16).
/Bibliotheek/bodemonderzoek/onderzoekstechnieken/onderzoekstechniek-luminescentie-nir.
Opgehaald van <https://www.bodemrichtlijn.nl>:
<https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bodemonderzoek/onderzoekstechnieken/onderzoekstechniek-luminescentie-nir>
- CLO. (2016, juni). www.clo.nl. Opgehaald van [indicatoren/nl0094-balans-van-stikstof](http://www.clo.nl/indicatoren/nl0094-balans-van-stikstof):
<http://www.clo.nl/indicatoren/nl0094-balans-van-stikstof>
- DCM. (2017). *pro/advies/820/dcm-solafida-brengt-uw-bodem-in-balans*. Opgehaald van <https://dcm-info.nl>: <https://dcm-info.nl/pro/advies/820/dcm-solafida-brengt-uw-bodem-in-balans>
- Deuling, H. (sd). *Frits Folkers*. Sellingeren.
- Erel, R., Bérard, A., Capowiez, L., Doussan, C., Arnal, D., Souche, G., . . . Hinsinger, P. (2016). *Soil type determines how root and rhizosphere traits relate to phosphorus acquisition in field-grown maize genotypes*. Montpellier: Springer.
- Groen Kennisnet. (2017, Mei 10). *Aardappelteelt-in-de-toekomst*. Opgehaald van <http://www.groenkennisnet.nl>:
<http://www.groenkennisnet.nl/nl/groenkennisnet/show/Aardappelteelt-in-de-toekomst.htm>
- Haan, J. d., & Geel, W. v. (2013). *ADVIESBASIS VOOR DE BEMESTING VAN AKKERBOUWGEWASSEN - VOLUME GEWICHT GROND*. Kennisakker.nl.

- Handboek bodem & bemesting. (2016). *Effect-pH-op-bodemleven*. Opgehaald van <http://www.handboekbodemenbemesting.nl>:
<http://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/pH-en-bekalking/Effect-pH-op-bodemleven.htm>
- Handboek bodem en bemesting. (2016). [nl/handboekbodemenbemesting/Bodem/Bodemvruchtbaarheid.htm](http://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Bodem/Bodemvruchtbaarheid.htm). Opgehaald van www.handboekbodemenbemesting.nl:
<http://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Bodem/Bodemvruchtbaarheid.htm>
- Handboek bodembemesting. (2017). *handboekbodemenbemesting/Handeling/pH-en-bekalking/CEC-bezetting-CaMgK.htm*. Opgehaald van <http://www.handboekbodemenbemesting.nl>:
<http://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/pH-en-bekalking/CEC-bezetting-CaMgK.htm>
- IUSS. (2015). *International Decade of Soils*. Vienna, Austria: International Union of Soil Sciences.
- K+S KALI GmbH. (2016). *Gebrekeverschijnselen bij akkerbouwgewassen*. Kassel, Duitsland: K+S KALI GmbH.
- Laboratorium Zeeuws-Vlaanderen. (2013). *Bemonsteringsvoorschriften landbouwkundige monsternames*. Laboratorium Zeeuws-Vlaanderen.
- MijnBodemconditie.nl. (2014). *over-mijnbodemconditie*. Opgehaald van www.mijnbodemconditie.nl:
<http://www.mijnbodemconditie.nl/over-mijnbodemconditie>
- Minorsky, P. (2011). Soil and plant nutrition. In J. B. Reece, L. A. Urry, M. L. Cain, S. A. Wasserman, P. V. Minorsky, & R. B. Jackson, *Biology* (pp. 831-846). San Francisco: Pearson Education.
- Nieuwe Oogst. (2017, 1 24). Eurofins zoekt oudste bodemanalyse. *de Nieuwe Oogst*. Opgehaald van <https://www.nieuweoogst.nu/nieuws/2017/01/24/eurofins-zoekt-oudste-bodemanalyse>
- Nutrinorm. (2013). */nl-nl/bodem/de-bodemanalyse/het-lezen-van-de-bodemanalyse*. Opgehaald van <http://www.nutrinorm.nl>: <http://www.nutrinorm.nl/nl-nl/bodem/de-bodemanalyse/het-lezen-van-de-bodemanalyse>
- Nutrinorm. (2013). *Hoofdelementen-Waarom-heeft-een-plant-stikstof-nodig.aspx#.WU-oc2iGPcs*. Opgehaald van <http://www.nutrinorm.nl>: <http://www.nutrinorm.nl/nl-nl/Paginas/Hoofdelementen-Waarom-heeft-een-plant-stikstof-nodig.aspx#.WU-oc2iGPcs>
- O+bn Natuurkennis. (2017). <http://www.natuurkennis.nl>. Opgehaald van [vennensleutel/?module=article&action=html_by_id&id=51](http://www.natuurkennis.nl/sleutels/vennensleutel/?module=article&action=html_by_id&id=51):
http://www.natuurkennis.nl/sleutels/vennensleutel/?module=article&action=html_by_id&id=51
- Postma, J. (2003, Mei). Bodemleven en Ziektevering. *BIOM*.
- Ros, S. (sd). *loonbedrijf Pelle*. Hengevelde.

- RVO. (2017). *gebruiksruimte-berekenen/fosfaat/fosfaatdifferentiatie/bemonsteren-eigen-protocol*. Opgehaald van <http://www.rvo.nl>: <http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/gebruiksruimte-berekenen/fosfaat/fosfaatdifferentiatie/bemonsteren-eigen-protocol>
- RVO. (2017). *onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/mest/tabellen-en-publicaties/tabellen-en-normen*. Opgehaald van www.rvo.nl: <http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/mest/tabellen-en-publicaties/tabellen-en-normen>
- Towell, A. (2013, July 25). pH chart showing nutrient availability. Harlepool, England.
- Wal, T. v., Meijer, M., & Rip, F. I. (2016). *Een verkenning naar toepassing van drones in landbouw en natuur*. Wageningen: Alterra.
- wetten.overheid.nl. (1986, 11 27). Meststoffenwet artikel 6.2. Den Haag, Noord Holland, Nederland.
- Wezel, G. v. (2016). *Bron van antibiotica*. Amsterdam: Nemo Kennislink.

BIJLAGEN

BIJLAGE I: ONDERZOEKSTECHNIEK: LUMINESCENTIE - NIR

TECHNIEKSHEET			Versie: 2008-10.16				
Onderzoekstechniek: Luminescentie - NIR			[Naar zoekapplicatie]				
Samenvattende omschrijving techniek (gebaseerd op praktijkervaring van onafhankelijk techniekexpert)							
Een NIR meetsysteem is apparaat waarbij opgeboorde monsters direct geanalyseerd kunnen worden op het gehalte aan enkele verontreinigingen. De techniek maakt gebruik van lichtstraling die tegen infrarood aanligt. Het apparaat is in de hand te houden tijdens het werken.							
Algemene informatie (gebaseerd op informatie van techniekaanbieder)							
Naam	NIR (near infra red reflectometrie) Ook wel bekend als NIR luminescentie (near infra red)						
Meeteenheid en parameter	Zware metalen, organische stof en enkele organische verontreinigingen zoals minerale olie en PAK in ppm						
Bodemfase	Grond	Grondwater		Porïenwater	Puur product	Bodemlucht	
Aard techniek	Fysisch		Chemisch		Biologisch	Overig	
Plaats van toepassing	In situ			Ex situ			
Detectiewijze	Boren / steken	Verdringing / sonderen		Tomografie	Off-site meting	Meting op maaiveld / waterbodem	Meting aan oppervlakte open water
Toepasbaar in afzonderlijke lagen	Nee			Ja		Minimale dikte laag: n.v.t.	
Bodemtypen waarvoor techniek geschikt is	1 homogeen goed	2		3 slecht doorlatende	4 slecht doorlatende laag		5 antropogeen

	doorlatend zandpakket	één zandpakket, met slecht doorlatende laagjes	deklaag, doorsnede met zandlaagjes	op een goed doorlatend zandpakket		
Landbodem/waterbodem	Landbodem			Waterbodem		
Stap in keten van dataverzamelen	a- Aanloop	b- Boren / penetreren / instr.plaatsing	c- Monsternamen	d- Meten	e- Dataverzamelen en evalueren	f- Bodem informatie
Moment van beschikbaarheid resultaten	In het veld zijn meetresultaten beschikbaar			Nabewerking / interpretatie off-site nodig		
Ontwikkelingsfase techniek	Demonstratiefase		Verbredingsfase		Routinematig toegepast	
Wijze van inkopen	Als dienst		Als product		Als apparaat	
Algemene omschrijving uitvoeringswijze	De NIR moet een half uur opwarmen voor gebruik. Bij aanvang van de metingen wordt voor elke te analyseren stof een calibratielijijn vastgesteld. Hiervoor zijn in theorie 40 monsters nodig die chemisch geanalyseerd moeten worden in een laboratorium. Vervolgens kan het te analyseren monster voor de lens worden gehouden en wordt door gebruikmaking van de reflectie van het ‘near infra red’ licht bepaald in welke mate de gezochte stoffen aanwezig zijn.					
Werkingsprincipe	Door gebruik te maken van het meten van de straling die het monster reflecteert kan worden bepaald in welke mate er sprake is van een verontreiniging door zware metalen. Het monster hoeft niet te worden voorbehandeld. Het onderscheidend vermogen wordt bepaald door de database en de statistische correlatie die op basis daarvan gemaakt wordt. Het is dus een kwalitatieve meting					
Punt / lijnmeting / volumemeting	Puntmeting	Lijnmeting (verticaal)		Lijnmeting (horizontaal)	Oppervlaktemeting	Volumemeting
Technische specificaties (w.o. nauwkeurigheid)	Gehalten worden op p.p.m. niveau bepaald					

Typisch dieptebereik	n.v.t.	Gevoeligheid onafhankelijk van de diepte	Gevoeligheid verandert met de diepte					
Tijdeigenschappen	Het meetresultaat is in het veld direct afleesbaar.							
Meetsnelheid	De meetsnelheid is afhankelijk van de snelheid van het te analyseren materiaal, in de praktijk vergelijkbaar met conventionele monsternamen.							
Presentatie resultaten	Gehalte in mg/kg ds							
Kosten	€ 50 tot € 75 per monster, afhankelijk van het aantal monsters.							
Trends en ontwikkelingen	Aanbieden gebeurt vooral in combinatie met de uitvoering van (hand)boringen.							
Illustratie	[Figuur]							
Gebruikersinformatie (gebaseerd op praktijkervaring van onafhankelijk techniekexpert)								
Beschikbaarheid	alleen in buitenland beschikbaar	techniek in ontwikkeling	één of enkele aanbieders in NL groot aantal aanbieders					
Wordt techniek vaak toegepast?	Incidenteel		Zeer geregeld					
Onderzoeksfase waarin techniek toepasbaar is	(Verkennen)	Uitkarteren	Variantkeuze	Ontwerp	(Realisatie)	Controle	Monitoring	Nazorg
Verificatiemetingen / ijkmetingen	worden veelal toegepast		worden veelal niet toegepast			n.v.t. of afhankelijk van onderzoeksdoel		
Veel gebruikte toepassing in praktijk	Deze methode wordt nog niet veel toegepast, waar dit gebeurt, is dat vooral bij het uitkarteren van aangetroffen verontreinigingen en als controlemeting bij saneringen.							
Geschiktheid	Voor zware metalen is de NIR geschikt, andere verontreinigende stoffen zijn (nog) niet meetbaar met deze methode.							
Praktijkervaringen in Nederland	De praktijkervaringen in Nederland zijn nog beperkt, uit pilotprojecten blijkt dat de meetresultaten betrouwbaar zijn en dat de metingen eenvoudig en snel uitgevoerd kunnen worden. Ter controle kunnen monsters worden geanalyseerd op de traditionele chemische manier.							

BIJLAGE II RESULTAAT BODEMANALYSE EUROFINS-AGRO



Agro

Bemestingswijzer
Akker-/tuinbouw
N 52.5047537 O 5.6045697

Uw klantnummer: 2298783

G. Klaasse Bos
Zeeasterwg 4
8251 SK DRONTEN

Eurofins Agro
Postbus 170
NL - 6700 AD Wageningen

T monsternummer: Bram Jansen: 0652002137
T klantenservice: 088 876 1010
E klantenservice@eurofins-agro.com
I www.eurofins-agro.com

In samenwerking met:



Gewijzigd		Datum monsternummer:		Datum verslag:		Kopiehouder:				
Onderzoek	Onderzoek-formidnr:	768439/003866108	Datum monsternummer:	01-08-2016	Datum verslag:	08-03-2017	Agrifirm Plant BV, Michiel Kuizenga Postbus 20012, 7302 HA APELDOORN			
Resultaat		Eenheid	Resultaat	Gem.*	Streeftraject	laag	vrj laag	goed	vrj hoog	hoog
hoofdelement	N-totale bodemvoorraad	mg N/kg	1750	12	13 - 17					
	C/N-ratio		13	72	93 - 147					
	N-leverend vermogen	kg N/ha	78							
	S-totale bodemvoorraad	mg S/kg	1100		50 - 75					
	C/S-ratio		21	44	20 - 30					
	S-leverend vermogen	kg S/ha	45							
	P plant beschikbaar	mg P/kg	1,5	1,7	1,0 - 2,4					
	P-bodemvoorraad (P-AI)	mg P ₂ O ₅ /100 g	45	54	27 - 47					
	Pw	mg P ₂ O ₅ /l	30							
	K plant beschikbaar	mg K/kg	109		70 - 110					
K-bodemvoorraad	mmol+/kg	5,9		4,1 - 5,5						
Ca plant beschikbaar	kg Ca/ha	163		210 - 490						
Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	10905		9570 - 14355						
Mg plant beschikbaar	mg Mg/kg	97	65	50 - 85						
Mg-bodemvoorraad	mmol+/kg	11,2		10,0 - 18,4						
Na plant beschikbaar	mg Na/kg	22	20	35 - 50						
Na-bodemvoorraad	mmol+/kg	1,2								
sporenelement	Si plant beschikbaar	µg Si/kg	48600		6000 - 32000					
	Fe plant beschikbaar	µg Fe/kg	< 2040		2500 - 4500					
	Zn plant beschikbaar	µg Zn/kg	< 100		500 - 750					
	Mn plant beschikbaar	µg Mn/kg	< 260		1000 - 1300					
	Cu plant beschikbaar	µg Cu/kg	28		40 - 65					
	Co plant beschikbaar	µg Co/kg	< 2,8		25 - 50					
	B plant beschikbaar	µg B/kg	296		77 - 122					
	Mo plant beschikbaar	µg Mo/kg	10		100 - 5000					
	Se plant beschikbaar	µg Se/kg	3,8		3,5 - 4,5					
	fysisch	Zuurgraad (pH)		7,4	7,4	> 6,2				
C-organisch		%	2,3							
Organische stof		%	4,6	3,4						
C-anorganisch		%	1,01							
Koolzure kalk		%	7,6	6,1	2,0 - 3,0					
Klei		%	17	17						
Silt		%	56							
Zand		%	15							
Klei-humus (CEC)		mmol+/kg	205	165	> 146					
CEC-bezetting		%	100	89	> 95					
biologisch	Bodemleven	mg N/kg	46		60 - 80					

* Dit zijn regiogemiddelden. Meer informatie staat bij onderdeel Gemiddelde.

Pagina: 1
Totaal aantal pagina's: 7
768439, 08-03-2017

Dit rapport is uitgegeven onder verantwoordelijkheid van de J.P. Dekker, directeur Operaties. Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek worden deze en/of de specificaties van de analysemethoden toegezonden. Eurofins Agro Testing Wageningen BV aanvaardt aansprakelijkheid voor eventuele schade die voortvloeit uit het gebruik van door of namens ons verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Eurofins Agro Testing Wageningen BV is ingeschreven in het Rijksoverheidsregister voor testlaboratoria zoals nader omschreven in de wetgeving onder nr. 1.122 voor uitvoering van monsterneming- en/of de analysemethoden.

Advies in kg per ha per jaar	Frequentie	Gewas	Adviesgift				Afvoer
N-correctie	per jaar		10 Deze gift kunt u als correctie op de basisgift toepassen. Zie voor meer info de toelichting.				
Sulfaat (SO ₂)	per jaar	Consumptie-aardappelen	0				58
		Suikerbieten	0				100
		Wintertarwe	0				50
		Graszaad	0				43
		Zaaiuien	0				63
Fosfaat (P ₂ O ₅)	per jaar	Consumptie-aardappelen	75				55
		Suikerbieten	60				55
		Wintertarwe	90				90
		Graszaad	30				30
		Zaaiuien	75				35
Kali (K ₂ O)	per jaar	Consumptie-aardappelen	130				255
		Suikerbieten	0				150
		Wintertarwe	0				130
		Graszaad	0				125
		Zaaiuien	130				90
Calcium (CaO)	per jaar	Consumptie-aardappelen	45				
		Suikerbieten	40				
		Wintertarwe	5				
		Graszaad	40				
		Zaaiuien	80				
Magnesium (MgO)	per jaar	Consumptie-aardappelen	0	2017	2018	2019	2020
		Suikerbieten	0	0	60	60	
		Wintertarwe	0	0	60	60	
		Graszaad	0	0	60	60	
		Zaaiuien	0	0	60	60	
Zink (Zn)	per jaar	Consumptie-aardappelen	0,5				
		Suikerbieten	0,5				
		Wintertarwe	0,5				
		Graszaad	0,5				
		Zaaiuien	1,0				
Mangaan (Mn)		Er is Mn-gebrek te verwachten. U wordt geadviseerd om in de periode dat het gewas het snelst groeit een bladbemesting uit te voeren en dit na 2 weken te herhalen. Dit geldt voor aardappelen, bieten, granen, erwten, uien, bonen, kool, wortelen, sla en koolzaad. De overige gewassen zijn minder mangaangevoelig.					
Koper (Cu)	per jaar	Consumptie-aardappelen	0				
		Suikerbieten	0				
		Wintertarwe	3,0				
		Graszaad	0				
		Zaaiuien	0				
Borium (B)	per jaar	Consumptie-aardappelen	0				
		Suikerbieten	0				
		Wintertarwe	0				
		Graszaad	0				
		Zaaiuien	0				
Kalk (nw)	eenmalig		0				
De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 6,2							

N 52.5047537 O 5.6045697

Toelichting De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2020 gebruiken. Laat het perceel daarna opnieuw bemonsteren. Dan krijgt u een betrouwbaar bemestingsadvies gebaseerd op de actuele bodemtoestand.

gebruiksnorm De adviezen die vermeld worden, zijn gebaseerd op het halen van een landbouwkundig optimale opbrengst op perceelsniveau. Vanuit de wetgeving zijn er gebruiksnormen. Gebruiksnormen gelden op bedrijfsniveau. Als de som van de landbouwkundige adviesgiften hoger is dan de gebruiksnorm, verlaag dan de gift bij de minst behoeftige gewassen. Overleg dit met uw adviseur. De adviesgift voor fosfaat en kali is als volgt opgebouwd:

- is de gevonden toestand lager dan het streefniveau, dan geldt: adviesgift = reparatiegift + economische gift of afvoer indien deze hoger is.
- is de gevonden toestand gelijk aan het streefniveau, dan geldt: adviesgift = economische gift of afvoer indien deze hoger is.
- is de gevonden toestand hoger dan het streefniveau, dan geldt: adviesgift = economische gift.

De aangegeven afvoer is gebaseerd op de hieronder vermelde gemiddelde opbrengst die is geoogst. Is de werkelijke opbrengst bijvoorbeeld 10% hoger of lager, dan ligt de afvoer ook 10% hoger of lager. Indien achter een gewas geen afvoer staat vermeld, dan zijn gemiddelde afvoerwaarden niet voorhanden.

Gewas	Opbrengst (ton/ha)	Afvoer van oogstrest
Consumptie-aardappelen	50,0	Nee
Suikerbieten	75,0	Nee
Wintertarwe	9,5	Ja
Graszaad	1,3	Ja
Zaaiuien	57,5	Nee

Indien de stroresten (graan) worden ondergewerkt, dan is de afvoer circa de helft lager.

Stikstof: De N-levering is lager dan gemiddeld op deze grondsoort. Er wordt daarom geadviseerd om het basisadvies dat geldt voor het gewas te verhogen; deze aanpassing is als N-correctie aangegeven. De N-correctie gaat uit van een groeiseizoen van circa 5 maanden. Als het groeiseizoen korter is, bijv. 4 maanden; dan 4/5 deel van de genoemde N-correctie gebruiken voor verhoging van de N-gift. Neem voor een toegesplitst stikstofadvies een N-mineraalmonster!

Zwavel: Bij de adviesgift voor zwavel is rekening gehouden met capillaire opstijging, depositie, S-leverend vermogen (SLV) en onttrekking door het gewas. Granen: Het zwavelleverend vermogen (SLV) is met name in het voorjaar zeer gering omdat de mineralisatie van S pas in de 2^e helft van het groeiseizoen goed op gang komt. Dit kan bij granen problemen opleveren. Granen hebben met name in het voorjaar een zwavelbehoefte. Ondanks een voldoende toevoer op seizoensbasis kan er dus een gebrek ontstaan in het voorjaar. Aanbevolen wordt om een startgift te geven van 35 kg sulfaat.

Fosfaat: Op pagina 1 van dit verslag staat de berekende Pw vermeld. Dit getal kunt u gebruiken bij het aanvragen van Flexibele Gebruiksnormen Fosfaat. Het advies is gebaseerd op de direct beschikbare fosfaat (P-PAE) en op de voorraad fosfaat (P-AI).

Kali: Het K-getal is voor dit perceel 25

Calcium: Het calciumadvies is gebaseerd op de hoeveelheid calcium aan het klei-humuscomplex (CEC), voor de plant beschikbare calcium in de bodem (Ca-beschikbaar) en op gewaseigenschappen (o.a. type gewas en gevoeligheid voor Ca-gebrek). Om de bodemtoestand te handhaven en/of omdat voor bepaalde gewassen de gevoeligheid voor Ca dusdanig is, kan er - ondanks een grote hoeveelheid Ca-beschikbaar - toch nog een Ca-advies gegeven zijn. De adviesgift moet u nog corrigeren voor de hoeveelheid calcium in meststoffen zoals KAS, (triple)superfosfaat en kalkmeststoffen.

Silicium: Silicium zorgt voor een stevigere plant welke beter bestand is tegen droogte en ziektes. Bemesting met silicaten kan de P-beschikbaarheid in de bodem verhogen. Gewassen met een hoge Si-behoefte zijn grassen en granen. Overige gewassen kunnen ook positief worden beïnvloed door Si-bemesting.

IJzer: IJzer is essentieel voor alle planten en is een component van een aantal belangrijke enzymen. Hiernaast is Fe nodig voor de eiwitsynthese en de aanmaak van bladgroen. Een lage pH of weinig lucht in de grond verhoogt het gehalte aan beschikbaar Fe. Een te hoog Fe-gehalte vermindert de beschikbaarheid van fosfaat in de bodem.

Borium: Door een voldoende boriumvoorziening wordt de kans op hartrot bij bieten tot een minimum beperkt. Borium speelt daarnaast o.a. ook een rol bij het voorkomen van glazigheid bij aardappelen en een goede kolfontwikkeling bij mais.

Molybdeen: Molybdeen is betrokken bij de vorming van een aantal enzymen en is nodig voor de binding van stikstof door vlinderbloemigen. Vlinderbloemigen en groenten hebben een hoge Mo-behoefte. Grassen en granen hebben weinig Mo nodig. Zure gronden en de aanwezigheid van ijzer- en aluminiumoxiden verminderen de Mo-beschikbaarheid. In sommige gevallen kan het bekaliken van grond tekorten aan Mo opheffen.

Pagina: 3
Totaal aantal pagina's: 7

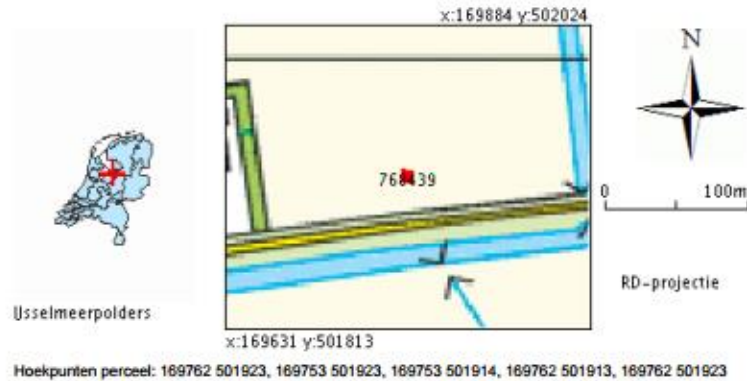
768439, 08-03-2017

Dit rapport is uitgegeven onder verantwoordelijkheid van dr. J.P. Dekker, directeur Operations. Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek worden deze en/of de specificaties van de analysemethoden toegezonden. Eurofins Agro Testing Wageningen BV stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schade die voortvloeit uit het gebruik van door of namens ons verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Eurofins Agro Testing Wageningen BV is ingeschreven in het Rijk-register voor testlaboratoria zoals nader omschreven in de eisenlijst onder nr. L132 voor uitsluitend de markttoezichting en/of de analysemethoden.

N 52.5047537 O 5.6045697

GIS-info



Org.stofbalans In de gekleurde balk staat de informatie over organische stof (kg/ha) die u moet weten om het organische stofgehalte niet te laten dalen.



Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof: 2,7

- Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.
- Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof om percentage organische stof op peil te houden.
- Aanvoer via gewasresten (gemiddeld binnen opgegeven bouwplan of gewassen).
- Nog aan te vullen via bijv. dierlijke mest, groenbemesters en/of compost.

Gewas(rest)	Aanvoer effectieve organische stof
Consumptie-aardappelen	875
Suikerbieten	1275
Wintertarwe	1640
Graszaad	2300
Zaaiuien	300
Gemiddelde aanvoer/jaar	1280

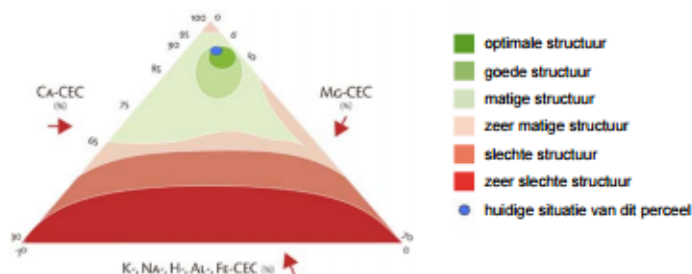
Bij granen gaan we uit van afvoer van stro.

Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 2910 kg per ha.

Fysisch

De beoordeling van de structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines. De beoordeling is een basis voor de realisatie van een goede bodemstructuur.

Weergave onderlinge verhouding van de CEC-bezetting.



	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	205	> 146					
Ca-bezetting	%	91	80 - 90					
Mg-bezetting	%	5,5	6,0 - 10					
K-bezetting	%	2,9	2,0 - 5,0					
Na-bezetting	%	0,6	1,0 - 1,5					
H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0					
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0					

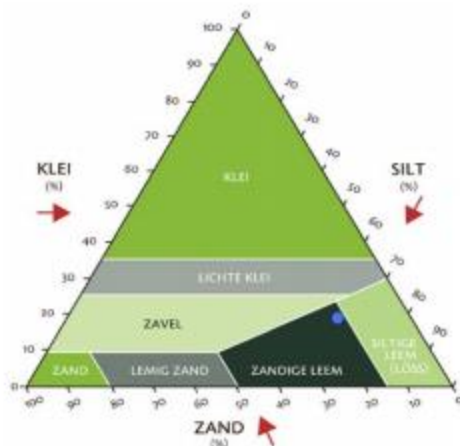
in kg/ha

	Frequentie	Adviesgift
Calcium (CaO)	eenmalig	0
Magnesium (MgO)	eenmalig	300

Een calciumgift op basis van de verhoudingen aan het complex is niet nodig. Het is mogelijk dat u wel een calciumadvies voor uw gewas geadviseerd krijgt. Dit kunt u gewoon opvolgen zonder dat dit nadelige gevolgen heeft voor de structuur.

Fysisch

Weergave van de textuurdriehoek.



Naast klei (lulum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer (μm), silteeltjes zijn 2-50 μm en zandeeltjes groter dan 50 μm . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslempingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslemping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slomp op. Bij een bepaalde verhouding aan bodemdeeltjes met 10-20% klei is het risico op slomp het grootst.

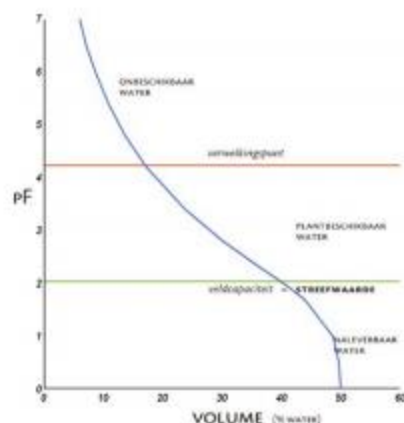
Indicatie van % afslibbaar = % klei + (0,3 * % silt) = 34

	Eenheid	Waardering	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	zeer goed
Verkruimelbaarheid	rapportcijfer	7,8	6,0 - 8,0				
Verslemping	rapportcijfer	5,1	6,0 - 8,0				

De verkruimelbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt.

Er is kans op verslemping. Het is raadzaam om de organische stof in de bodem op peil te houden of zelfs op termijn te verhogen. De organische stof zorgt namelijk voor binding tussen de gronddeeltjes.

Weergave van de waterretentiecurve.



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 58 mm. Dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen. Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 2,7. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 31,4 % vocht zit en geef dan 23 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen. Het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

Pagina: 6

Totaal aantal pagina's: 7

768439, 08-03-2017

N 52.5047537 O 5.6045697

Fosfaat



Plantbeschikbare voorraad: goed

Buffering: goed

Bodemvoorraad: goed

Op de voorkant van het verslag staan de resultaten voor fosfaat op de gebruikelijke manier gepresenteerd: een getal en een waarderingsbalkje. De cijfers zijn ook verwerkt in een 'bodemprofiel' (zie figuur). Hierin geven we de fosfaatvoorraad en de beschikbare hoeveelheid P met kleuren aan. De pijl symboliseert de nalevering vanuit de voorraad. De dikte van de pijl toont hoeveel nalevering van fosfaat per groeiseizoen mogelijk is.

P-buffering is 30

Dit is hoger dan het streeftraject van 17 - 27

De P-bodemvoorraad zal de plant beschikbare P op peil kunnen houden.

Gemiddelde

Op de voorzijde van dit verslag zijn regiogemiddelden weergegeven. Hiermee kunt u uw resultaten vergelijken met overeenkomstige percelen uit uw regio. Indien we onvoldoende gegevens hebben - als gevolg van te weinig geanalyseerde grondmonsters - zijn landelijke gemiddelden berekend.

Het gemiddelde is berekend voor de situatie:

Regio: IJsselmeerpolders

Grondsoort: Zeeklei

Teeltgroep: Akker/tuinbouw

De meest opvallende afwijkende resultaten (max. 5) ten opzichte van het gemiddelde en streeftraject zijn weergegeven in onderstaande tabel:

	Resultaat	Gem.	Streeftraject
Mg plant beschikbaar	97	65	50 - 85
Koolzure kalk	7,8	6,1	2,0 - 3,0
Klei-humus (CEC)	205	165	> 146

Contact & info

Bemonsterde laag: 0 - 25 cm
 Grondsoort: Zandige leem
 Monster genomen door: Eurofins Agro, Beert van Loo
 Contactpersoon monsternamen: Bram Jansen: 0652002137
 Bemonsteringsmethode: V-waai, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q
 Specificatie oppervlakte: Precisiemonster, <1 ha

Gewijzigd verslag Dit verslag vervangt alle eerdere onder ditzelfde nummer toegezonden versies a.d.h.v. 'datum verslag'.

Methode					
N-totale bodemvoorraad	Q	Em: NIRS (TSCB)	Co plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE6)
C/N-ratio		afgeleide waarde	Si plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE6)
N-leverend vermogen		afgeleide waarde	Mo plant beschikbaar		Em: CCL3(PAE6)
S-totale bodemvoorraad	Q	Em: NIRS (TSCB)	Se plant beschikbaar		Em: CCL3(PAE6)
C/S-ratio		afgeleide waarde	Zuurgraad (pH)		Em: NIRS (TSCB)
S-leverend vermogen		afgeleide waarde	C-organisch	Q	Em: NIRS (TSCB)
P plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE6)	Organische stof		afgeleide waarde
P-bodemvoorraad (P-A)	Q	PAL1: Gw NEN 5793	C-inorganisch		Em: NIRS (TSCB)
Pv		afgeleide waarde	Koolzure kalk		afgeleide waarde
K-getal		afgeleide waarde	Kal		Em: NIRS (TSCB)
K plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE6)	Silt		Em: NIRS (TSCB)
K-bodemvoorraad		Em: NIRS (TSCB)	Zand		Em: NIRS (TSCB)
Ca plant beschikbaar		afgeleide waarde	Klei-humus (CEC)		Em: NIRS (TSCB)
Ca-bodemvoorraad		afgeleide waarde	Ca-bezetting		Em: NIRS (TSCB)
Mg plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE6)	Mg-bezetting		Em: NIRS (TSCB)
Ni plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE6)	K-bezetting		Em: NIRS (TSCB)
Si plant beschikbaar		Em: CCL3(PAE6)	Na-bezetting		Em: NIRS (TSCB)
Fe plant beschikbaar		Em: CCL3(PAE6)	H-bezetting		afgeleide waarde
Zn plant beschikbaar		Em: CCL3(PAE6)	Al-bezetting		afgeleide waarde
Mn plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE6)	CEC-bezetting		afgeleide waarde
Cu plant beschikbaar	Q	Em: CCL3(PAE6)	Bodemleven		Em: NIRS (TSCB)

Q Methode geaccrediteerd door RvA

Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

P-bodemvoorraad (P-A) Deze analyse is in duplo uitgevoerd.

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheids termijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Pagina: 7

Totaal aantal pagina's: 7

768439, 08-03-2017

Dit rapport is vrijgegeven onder verantwoordelijkheid van dr. J.P. Dekker, directeur Operations. Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek worden deze en/of de specificaties van de analysemethoden toegezonden. Eurofins Agro Testing Wageningen BV aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade van welke aard ook voortvloeiend uit het gebruik van door of namens ons verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Eurofins Agro Testing Wageningen BV is ingeschreven in het RvA-register voor testlaboratoria zoals nader omschreven in de eisenlijst onder nr. L112 voor uitsluitend de monstervoorbereiding en/of de analysemethoden.



MijnBodemconditie: Kuilmeting

De BodemConditieScore online uitrekenen? Ga dan naar www.mijnbodemconditie.nl

1 Algemeen

Naam bedrijf

Naam uitvoerder

Perceel/volgnummer [1]

Bodemtype [2]

Datum

Positie bodemkuil

/GPS coord. W

/GPS coord. N

Gewascode [3]

Beschrijving historie perceel

[1] Zie gecombineerde opgave gewassen Ministerie EZ

[2] 1 = zware klei 2 = lichte klei 3 = zwak lemig zand 4 = sterk lemig zand 5 = veen

[3] 259 = mais rotatie, 259c = mais continue, 266 = tijdelijk gras (< 6 jaar), 265 = permanent gras

2 Bodemanalyse

Zuurgraad (pH-CaCl₂) [4]

Organische stof (%) [4]

[4] Zie bodemanalyse perceel, indien aanwezig, anders inschatten

3 BodemConditieScore (BCS)

	Wegingsfactor	Score (0 = onvoldoende, 1 = matig, 2 = goed)	Score x Wegingsfactor
1 Gewasbedekking	2		
2 Beworteling	3		
3 Verdichting ondergrond 20-40 cm	3		
4 Regenwormen	3		
5 Bodemstructuur	3		
6 Zuurgraad (pH)	3		
7 Organische stof (kleur)	3		
8 Aantal gekleurde vlekken	1		

4 Aanvullende waarnemingen

Is seizoensafhankelijk en worden negatief beoordeeld

9 Plasvorming

10 Scheuren

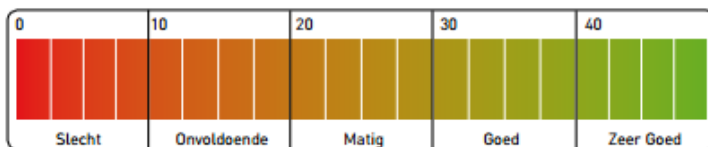
11 Spoorvorming / vertrapping

(0 = geen, 1 = matig, 2 = veel)

Totaal BodemConditieScore

5 Resultaten

BodemConditieScore:



6 Opmerkingen



LOUIS BOLK
INSTITUUT



AEQUATOR
groen & ruimte



Gewaskaarten

Naam : Klasse Bos V.O.F.
Zeeasterweg 4
8251 SK Dronten

Perceel : wortels

Dit rapport bevat uw resultaten van topFLY eBee

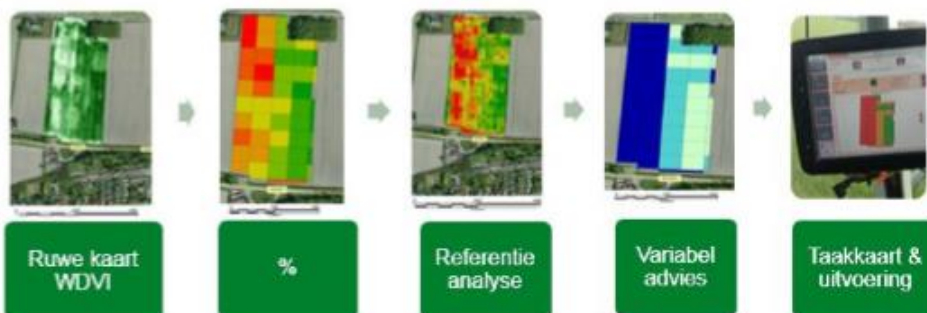
Met de topFLY eBee gewaskaarten ziet u in één oogopslag waar en hoe groot de groeiverschillen zijn binnen uw perceel. U kunt uw bemesting hier plaats specifiek op aanpassen, zo bemest u op maat voor een beter rendement. De gewaskaarten kunnen ook de aanleiding zijn voor verder veld- en bodemonderzoek want groeiverschillen kunnen natuurlijk diverse oorzaken hebben.

TOPFLY EBEE GEWASKAARTEN

- > Ruwe gewaskaart (WDVI)
- > Ruwe gewaskaart (NDVI)
- > Ruwe gewaskaart (NDRE)

WERKWIJZE VAN GEWASKAART TOT UITVOERING VARIABLE ADVIES

Zie onderstaande afbeelding voor de stappen van scan tot taakkaart. Als u een plaats specifiek advies heeft aangevraagd, wordt deze nog met u afgestemd. Dit advies ontvangt u dan ook in de vorm van een taakkaart waarmee daadwerkelijk variabel gestrooid kan worden door u of een loonwerker.



schakel in succes

Deze productinformatie is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Voor schade van welke aard ook, die een gevolg is van handelingen of berispingen gebaseerd op informatie uit deze productinformatie aanvaardt Agrifirm Plant BV geen enkele aansprakelijkheid.



topFLY eBee

VERVOLG

Uw Agrifirm Plant specialist is Michiel Kuizenga en is te bereiken op 06-12778836 of op m.kuizenga@agrifirm.com

Uw specialist staat klaar om u te voorzien van een breed advies voor het bijsturen van de gevonden variatie binnen uw gewas. Om zo beter te kunnen streven naar optimale groei omstandigheden, overal binnen uw perceel wat resulteert in een optimaal rendement.



schakel in succes

Deze productinformatie is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Voor schade van welke aard ook, die een gevolg is van handelingen of bedelingen gebaseerd op informatie uit deze productinformatie aanvaardt Agrifirm Plant BV geen enkele aansprakelijkheid.



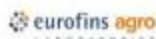
+top FLY eBee

Gewaskaart ruw (WDVI)



Klant: Klaasse Bos
Bedrijf: Klaasse Bos
Perceel: Wortels
Naam: klaasse-bos_index_wdvired
Datum: 18-07-2016
Min: -0,043
Max: 0,648
Gem: 0,311

0,466 - 0,648	14204 ptn	
0,404 - 0,465	31837 ptn	
0,342 - 0,403	28660 ptn	
0,279 - 0,341	27346 ptn	
0,217 - 0,278	29317 ptn	
0,155 - 0,216	18291 ptn	
-0,043 - 0,154	17189 ptn	



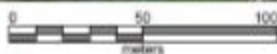
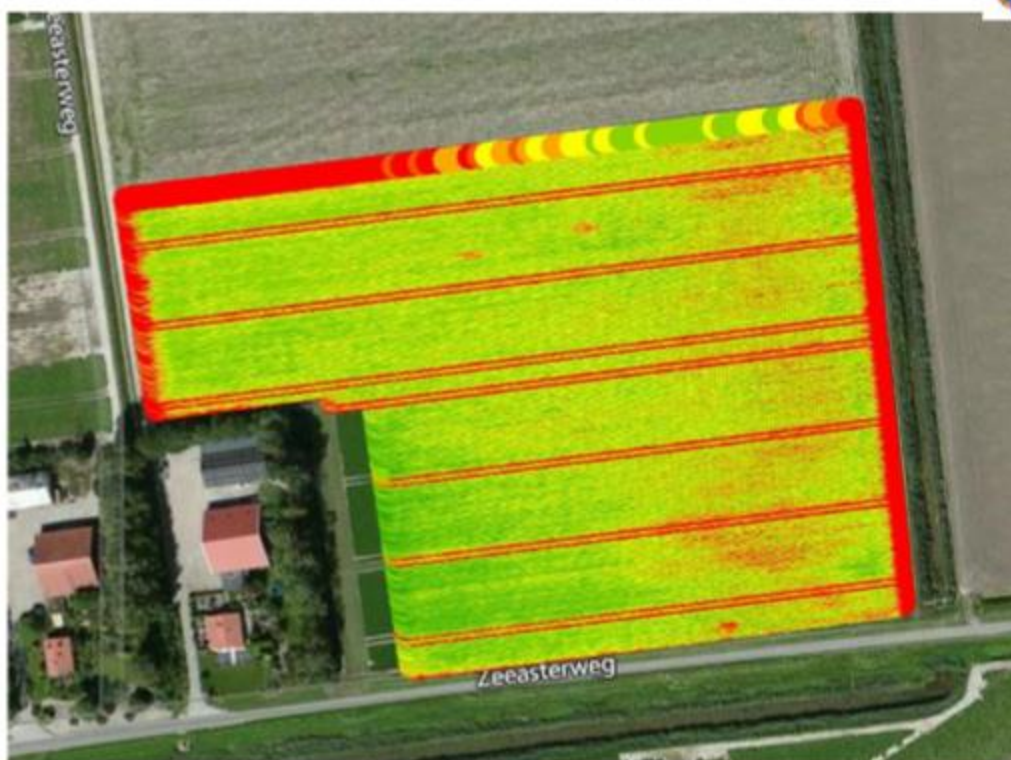
schakel in succes

Deze productinformatie is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Voor schade van welke aard ook, die een gevolg is van handelingen of beslissingen gebaseerd op informatie uit deze productinformatie aanvaardt Agrifirm Plant BV geen enkele aansprakelijkheid.

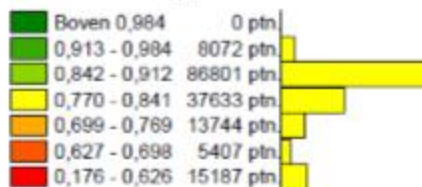


topFLY eBee

Gewaskaart ruw (NDVI)



Klant: Klaasse Bos
Bedrijf: Klaasse Bos
Perceel: Wortels
Naam: klaasse-bos_index_ndvi
Datum: 19-07-2016
Min: 0,176
Max: 0,935
Gem: 0,806



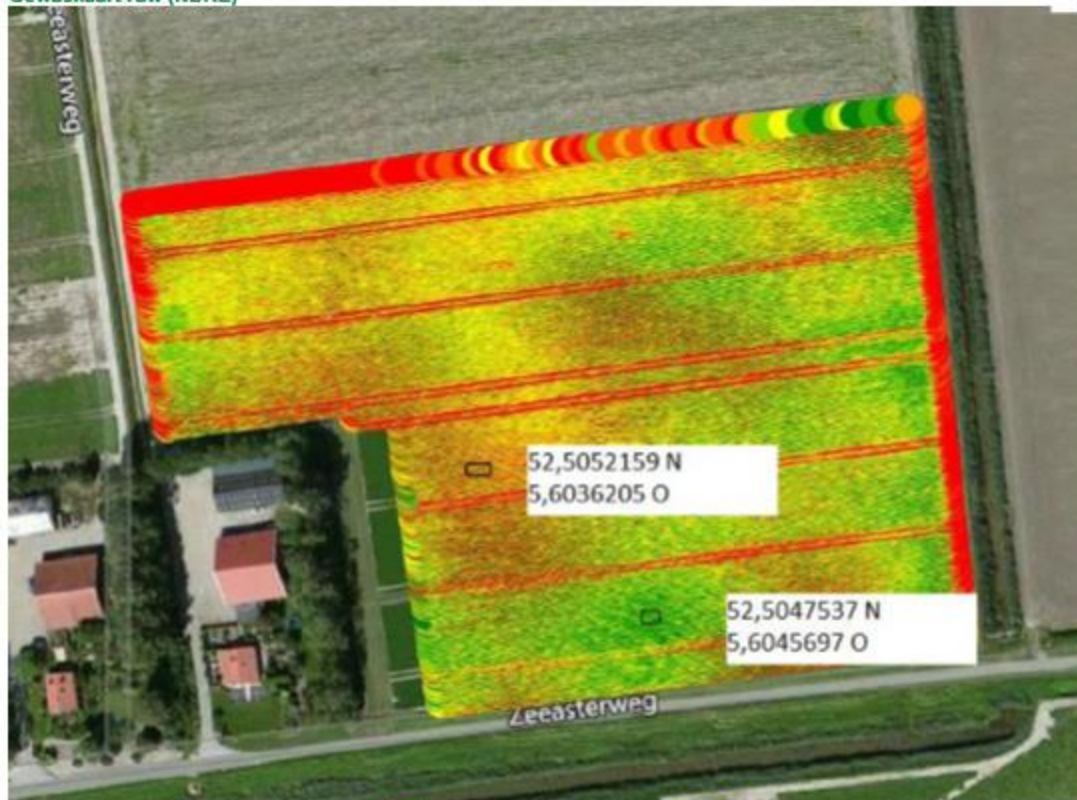
schakel in succes

Deze productinformatie is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Voor schade van welke aard ook, die een gevolg is van handelingen of beslissingen gebaseerd op informatie uit deze productinformatie aanvaardt Agrifirm Plant BV geen enkele aansprakelijkheid.



topFLY eBee

Gewaskaart ruw (NDRE)



Klant: Klaasse Bos
Bedrijf: Klaasse Bos
Perceel: Wortels
Naam: klaasse-bos_index_ndre
Datum: 19-07-2016
Min: 0,004
Max: 0,308
Gem: 0,165

0,206 - 0,308	16905 ptn	
0,190 - 0,205	19609 ptn	
0,173 - 0,189	33638 ptn	
0,157 - 0,172	35219 ptn	
0,141 - 0,156	27008 ptn	
0,124 - 0,140	16506 ptn	
0,004 - 0,123	17959 ptn	



schakel in succes

Deze productinformatie is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Voor schade van welke aard ook, die een gevolg is van handelingen of beslissingen gebaseerd op informatie uit deze productinformatie aanvaardt AgriFirm Plant BV geen enkele aansprakelijkheid.

Bodemgegevens en bodembewerking
✕

Bouwvoor

Grondsoort Zware zavel (25-35% slib)

Dikte teeltlaag 25 cm

pH 7.4

Organische stof gehalte 4.60 %

Laagste grondwaterstand (zomer) 120 cm

Hoogste grondwaterstand (winter) 80 cm

Ondergrond

Grondsoort Zware zavel (25-35% slib)

Maximale bewortelingsdiepte 70 cm

Bodembewerking

Intensiteit Conventionele grondbewerking

Org. stof
N-min.
pF
Geavanceerd >>
Annuleren
Ok

NDICEA is een model die gebruikt kan worden om het verloop van het organische stof te bepalen door de tijd heen. Het model is vrij nauwkeurig en geeft ook aan hoeveel organisch stof er op het land gebracht moet worden per jaar om eventuele doelen te behalen. Er zijn overigens diverse vergelijkbare modellen in omloop en deze zijn gratis te downloaden. Tijdens het gesprek met van Tafel naar Kavel kwam naar boven dat het eigenlijk zonde is dat niet meer boeren zelf een dergelijk model gebruiken, dit kan helpen om inzicht te krijgen in het eigen systeem en geeft weer wat het effect is van verschillende beheer en bewerk methoden.

BIJLAGE VI RESULTAAT BODEMVOEDSELWEBANALYSE



Agro

Bodemvoedselwebanalyse
Bodem
Bodemvoedselweb KB

Eurofins Agro
Postbus 170
NL - 6700 AD Wageningen

T monstername: Jo-ann Hermanides: 0652002165
T klantenservice: 088 876 1010
E klantenservice@eurofins-agro.com
I www.eurofins-agro.com

G. Klaasse Bos
Zeeasterweg 4
8251 SK DRONTEN

Kopie

Onderzoek Onderzoek-/ordernr: 007058/004052220 Datum monstername: 03-04-2017 Datum ontvangst: 04-04-2017 Datum verslag: 10-04-2017

Klaasse Bos-Dronten perc 1

Resultaat	Bepaling	Eenheid	Resultaat	laag	vrij laag	gemiddeld	vrij hoog	hoog
	Drooggewicht van 1 g vers materiaal	g	0,81					
	Actieve bacteriële biomassa	µg/g	69					
	Totale bacteriële biomassa	µg/g	80					
	Actieve schimmel biomassa	µg/g	4					
	Totale schimmel biomassa	µg/g	10					
	Diameter van de schimmeldraden	µm	1,4					

Bacterie/schimmel verhoudingen	Eenheid	Resultaat
actieve bacterie t.o.v. totale bacterie	%	86
actieve schimmel t.o.v. totale schimmel	%	40
actieve schimmel t.o.v. actieve schimmel+bacterie	%	5,5
totale schimmel t.o.v. totale schimmel+bacterie	%	11

Pagina: 1
Totaal aantal pagina's: 2
007058, 10-04-2017

Bodemvoedselweb KB

Toelichting

Gemiddelde waarden zijn gebaseerd op (type) materiaal en/of gewasgroep.

Bij de bodemvoedselwebanalyse worden de belangrijkste elementen uit het voedselweb bepaald. Een goed opgebouwd voedselweb zorgt voor stabiliteit in het groeimedium en het wortelmilieu. De belangrijkste functies zijn mineralisatie van organische stof, ziektevering en een bijdrage aan een goede bodemstructuur.

Drooggewicht 1 gram vers materiaal

Waarde is een maat voor het vochtgehalte van het substraat.

Actieve bacteriële biomassa

Bacteriën zorgen voor mineralisatie van organische stof en ziektevering. Hun aantallen zijn vooral sterk afhankelijk van de grondsoort. Gewoonlijk zijn er enorme aantallen aanwezig, tot wel tien miljoen per gram bodem/substraat. De actieve bacteriebiomassa wordt gevormd door die bacteriën die metabolisch actief zijn.

Totale bacteriële biomassa

De totale bacteriële biomassa behelst alle bacteriën, dus de actieve en de inactieve.

Actieve schimmelbiomassa

Schimmels zorgen voor een goede bodemstructuur, ziektevering en voor mineralisatie van organische stof. De actieve schimmelbiomassa wordt gevormd door die schimmels die metabolisch actief zijn.

Totale schimmelbiomassa

De totale schimmelbiomassa behelst alle schimmels, dus de actieve en de inactieve.

Diameter van de schimmeldraden

De diameter van schimmeldraden zegt iets over de populatiesamenstelling. Bij een gemiddelde diameter van 2,0 µm zijn er relatief veel actinomyceten aanwezig. Van actinomyceten is bekend dat ze vaak wezenlijk bijdragen aan ziektevering. Feitelijk zijn actinomyceten draadvormige bacteriën. Een gemiddelde diameter van 2,5 µm duidt op meer ascomyceten en bij 3,0 µm zijn er meer basidiomyceten aanwezig.

Bacterie/schimmel verhoudingen

Berekende waarden die de verhoudingen weergeven tussen actieve en totale bacterie en schimmelbiomassa.

Contact & info

Materiaal:

Bodem

Type materiaal:

Zeeklei

Gewas:

Monster genomen door:

Derden

Contactpersoon monsternamen:

Jo-ann Hermanides: 0652002165

Standaard bemonstering BLGG AgroXpertus:

Opdrachtgever:

Bioclear, RozenburgIn 13, 9727 DL GRONINGEN

Pagina: 2

Totaal aantal pagina's: 2

007058, 10-04-2017

5289445

Marktonderzoek naar het gebruik van bodemanalyses

Marktonderzoek naar het gebruik van bodemanalyses in de agrarische sector

1. U bent werkzaam als:

- ☐ Akkerbouwer
- ☐ Veehouder
- ☐ Bodem-/ mestadviseur
- ☐ Anders namelijk:

2. Heeft u de afgelopen jaren een bodemanalyse uitgevoerd? Zo ja, welke?

- ☐ Bodemanalyse voor bemestingsadvies
- ☐ Bodembioïlogie analyse
- ☐ Drone analyse
- ☐ Aaltjes (en/of andere plagen) onderzoek

Overige (geef nadere toelichting)

3. Met welke reden heeft u een dergelijke analyse laten uitvoeren?

- ☐ Om meer over de bodem te weten te komen en mijn beheer aan te passen aan de toestand van de bodem.
- ☐ Verplicht van de wetgever.
- ☐ Om precisiebemesting toe te passen.
- ☐ Om mijn beheermethoden van afgelopen jaren te monitoren.

4. Voldoet het huidige aanbod van bodemanalyses aan uw vraag naar kennis over uw bodem?

- ☐ Ja, echter ben ik niet zo veel bezig met bodem analyses.
- ☐ Ja, en ik ben op de hoogte van verschillende soorten analyses (biologisch, chemisch, fysisch).
- ☐ Nee, ik zou graag nieuwe analyses willen toepassen die beter aansluiten bij mijn bedrijf.

Anders (geef nadere toelichting)

5. Welke parameters zijn voor u belangrijk in een bodemanalyse? (meerdere antwoorden mogelijk)

- ☐ NPK, p-al, pw
- ☐ NLV (Stikstof Leverend Vermogen)
- ☐ Spoorelementen
- ☐ Fysische parameters
- ☐ pH
- ☐ Organisch stof (gehalte en C/N verhouding)
- ☐ Stand van het gewas
- ☐ Bacterie functie
- ☐ Bacterie massa
- ☐ Schimmel massa
- ☐ Overige (geef nadere toelichting)

6. Wat voor een advies verwacht u of wenst u na het uitvoeren van een bodemanalyse?

- ☐ Bemestingsadvies
- ☐ Bewerking/beheer advies
- ☐ Rotatie/gewas advies
- ☐ Ik heb niet zozeer een advies

Anders, namelijk:

7. Zou u geïnteresseerd zijn in een bodemanalyse die informatie geeft over de functie die de aanwezige (actieve) bodembacteriën innemen?

- ☐ Uitermate waarschijnlijk
- ☐ Waarschijnlijk
- ☐ Enigszins waarschijnlijk
- ☐ Onwaarschijnlijk
- ☐ Uitermate onwaarschijnlijk

8. Voert u de monsternamming het liefst zelf uit of laat u dit liever uitvoeren?

- ☐ Ja, ik neem graag zelf het monster, en ik maak daarbij gebruik van een protocol.
- ☐ Ja, ik neem graag zelf het monster.
- ☐ Nee, ik heb liever dat een gespecialiseerde partij het monster komt nemen.
- ☐ Het maakt voor mij geen verschil of ik het monster zelf neem of dat een andere partij dit doet.

9. Hoe belangrijk is gebruiksgemak bij het kiezen van een bodemanalyse?

- ☐ Uitermate belangrijk
- ☐ Belangrijk
- ☐ Enigszins belangrijk
- ☐ Onbelangrijk
- ☐ Uitermate onbelangrijk

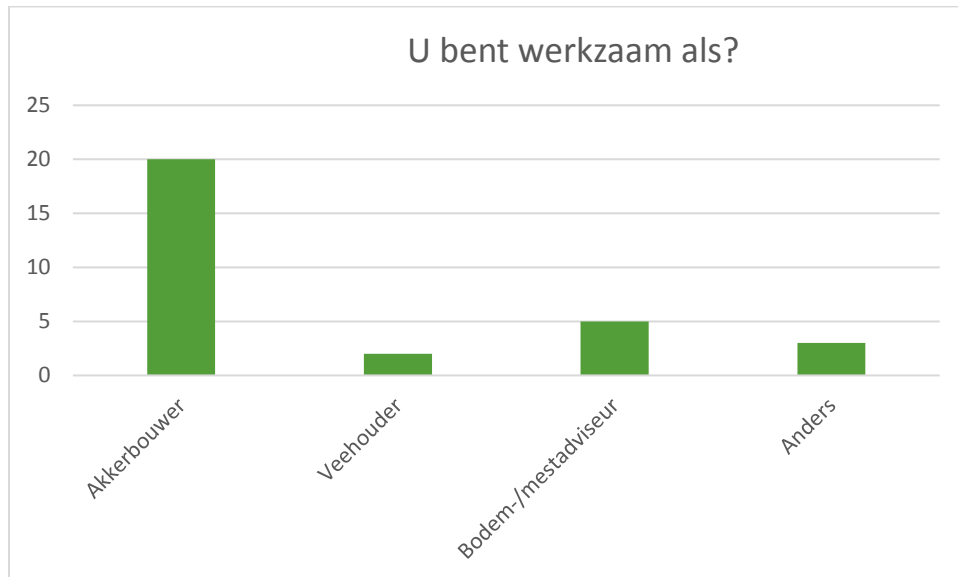
Wat verstaat u vervolgens onder gebruiksgemak?

10. Hoeveel bent u bereid te besteden aan het verkrijgen van meer informatie over de functionaliteit van de bodembacteriën en een bijpassend advies?

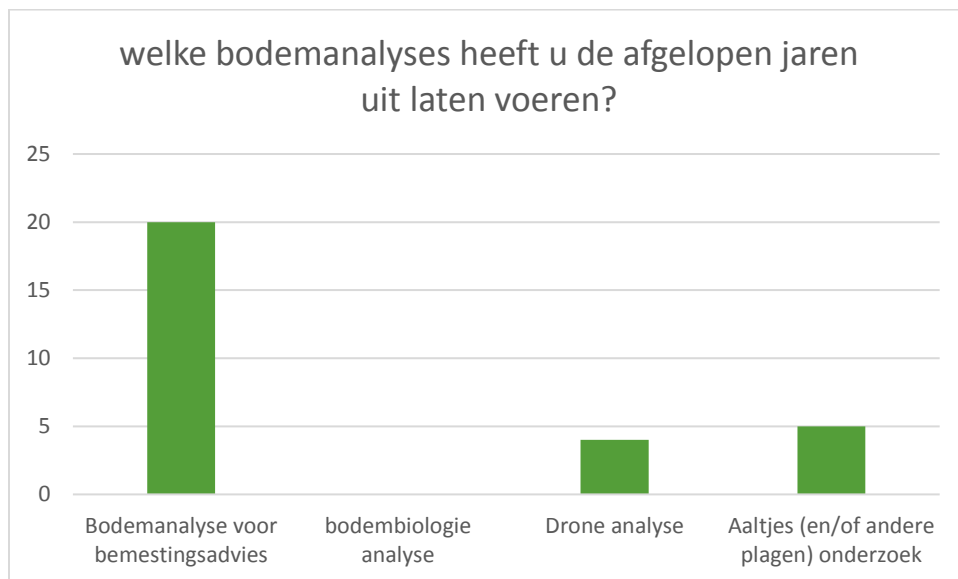
- ☐ Het huidige aanbod heeft naar mijn wens een goede prijs/kwaliteit verhouding en een analyse die meer op kan leveren is dan voor mij ook meer waard.
- ☐ Ik vind het huidige aanbod te prijzig en zal niet snel meer willen investeren in nieuwe bodemanalyses.
- ☐ Vergelijkbaar met het huidige aanbod, waar u nu gebruik van maakt.

Overige (geef nadere toelichting)

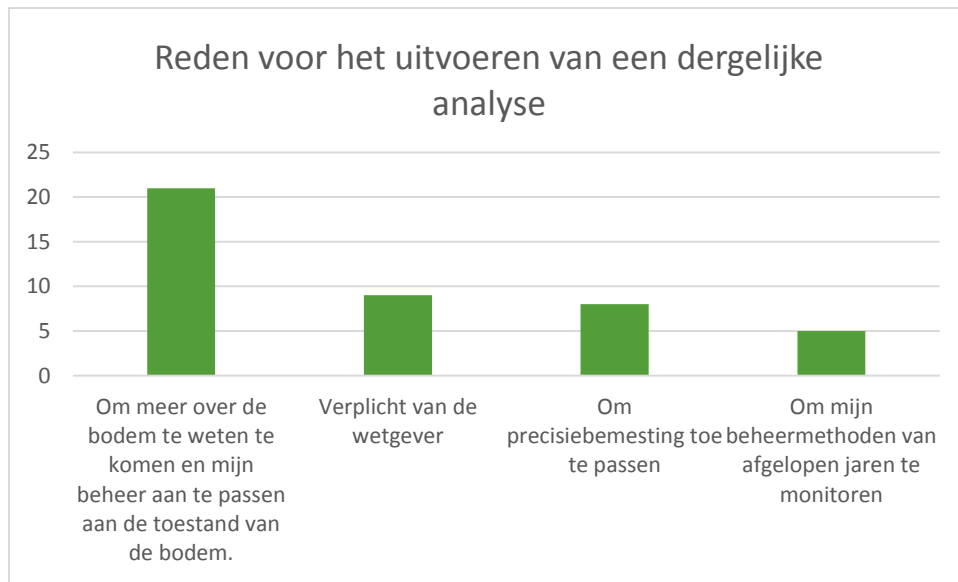
Vraag 1



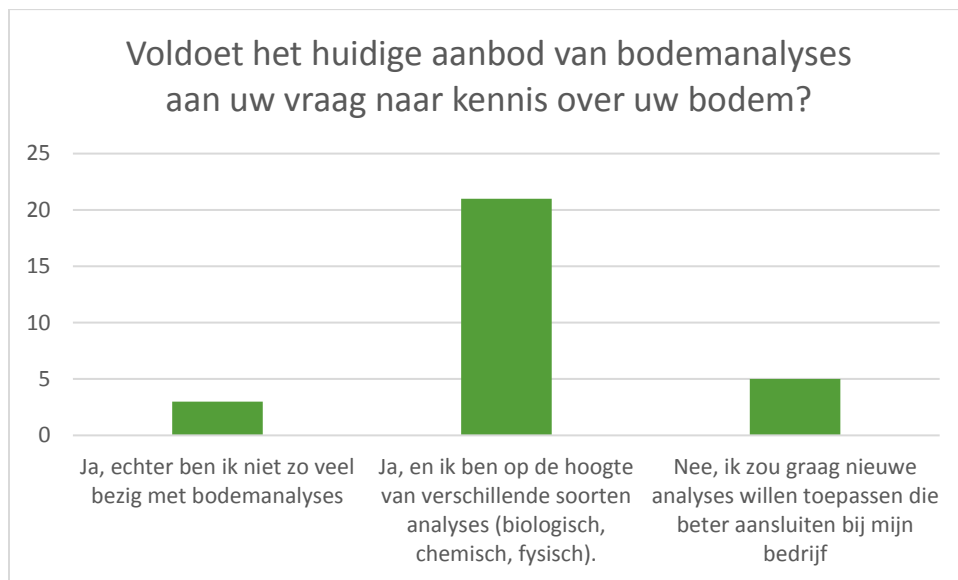
Vraag 2



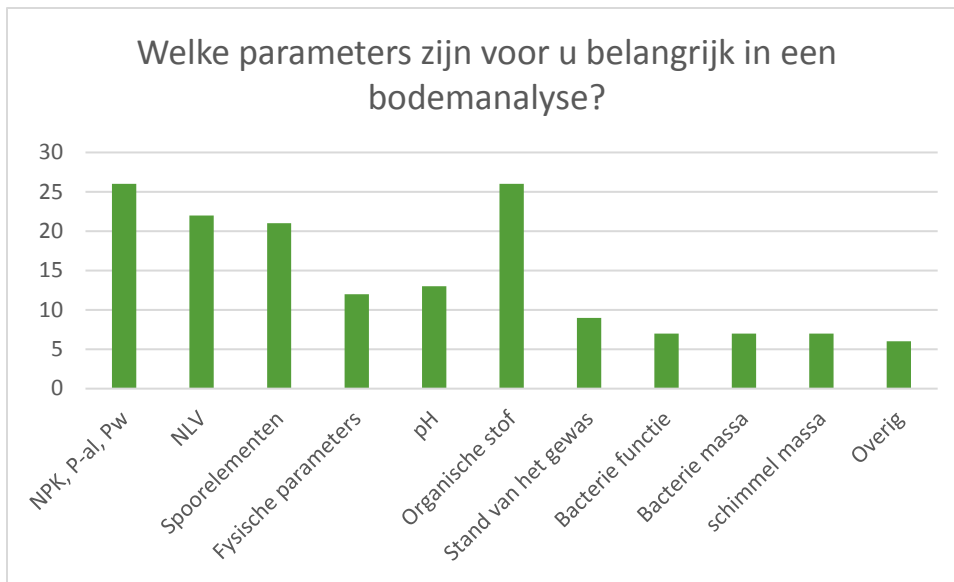
Vraag 3



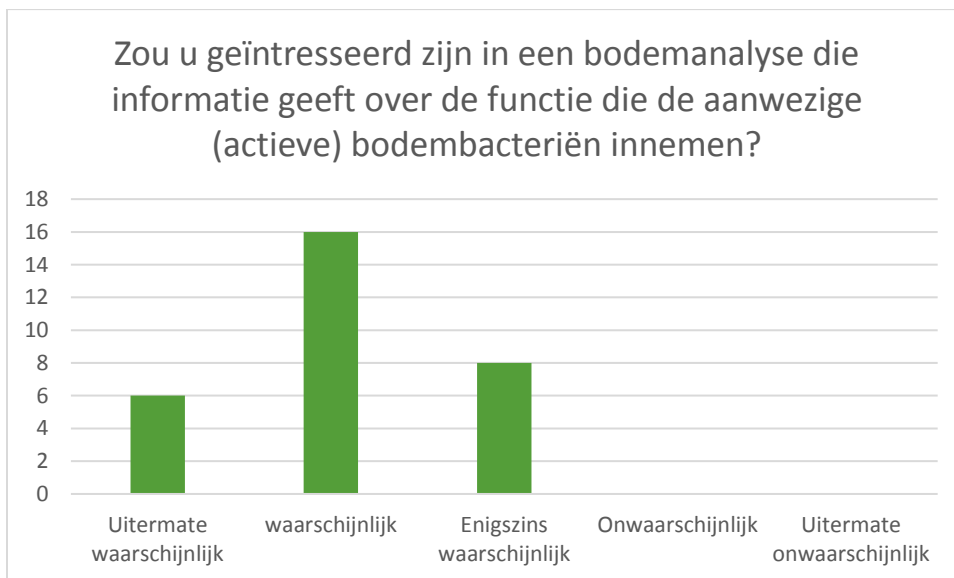
Vraag 4



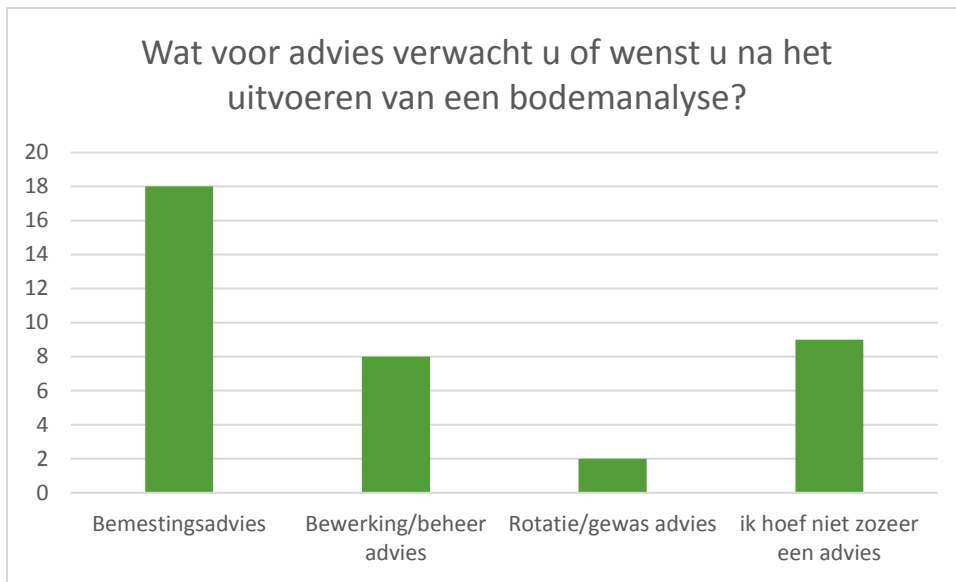
Vraag 5



Vraag 6



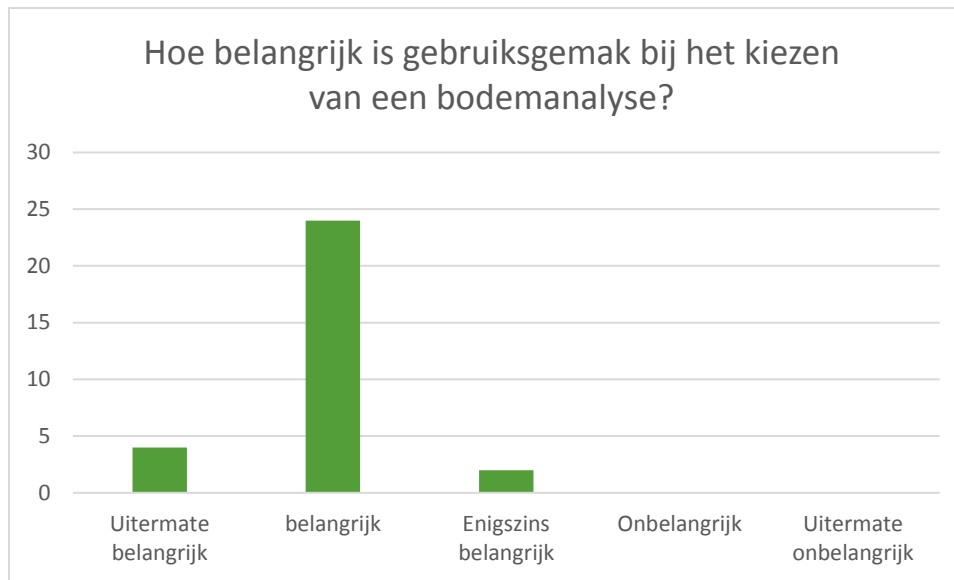
Vraag 7



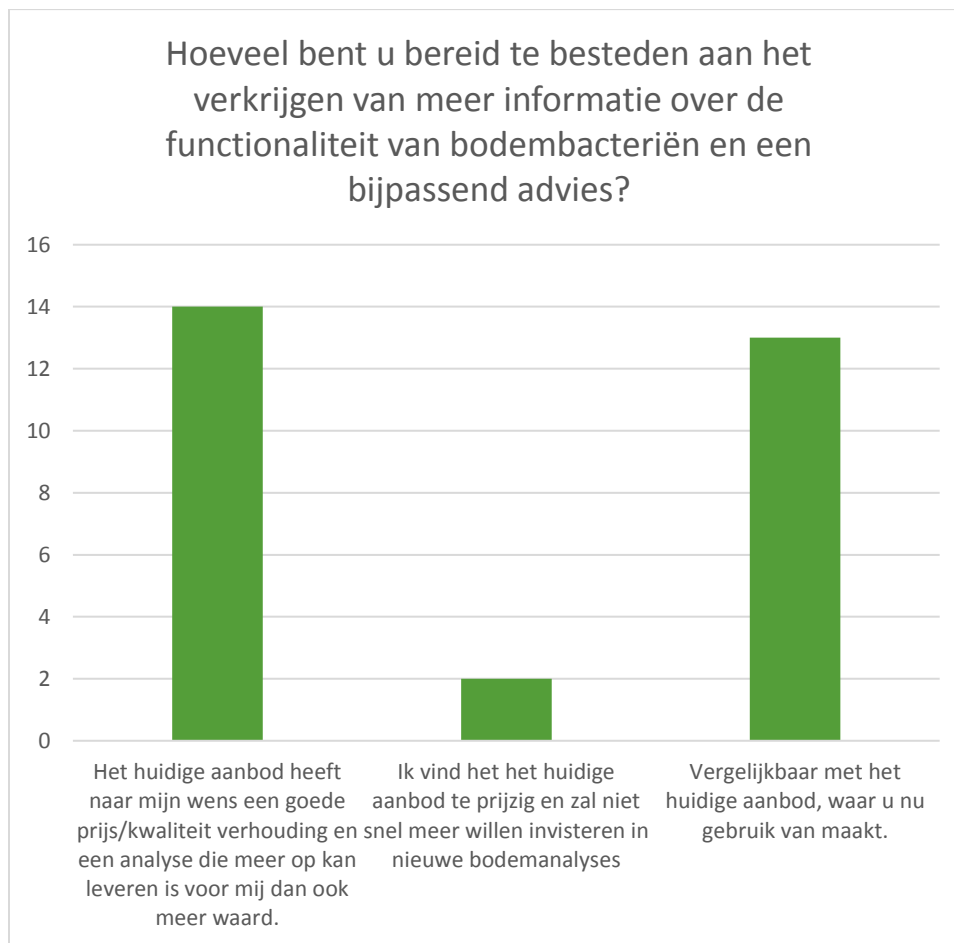
Vraag 8



Vraag 9



Vraag 10



Welke bodemanalyses worden bij jullie klanten veel gebruikt?

- *Vooraf verplichte analyses met in ieder geval Pw getal voor akkerbouw en P-al voor grasland.*
- *Andere analyses worden wel gedaan maar er is moeite met aflezen van volledige eurofins analyse.*
- *De monsternamen voor dergelijke analyses worden vaak door professionals gedaan, dit met de reden dat agrariërs graag willen dat de analyse goed gebeurt.*

Met welke reden worden deze analyses dan gebruikt?

- *De insteek van de analyses is vrijwel altijd voor de mestwetgeving.*
- *Soms ook voor het valideren van eigen energie die gestopt wordt in een beter bodem beheer.*

Bent u tevreden over de resultaten van de verschillende analyses?

- *De resultaten van de analyses op zichzelf zijn niet verkeerd.*
- *Agrariërs maar ikzelf ook vind het soms nogal lastig om de resultaten van een volledige analyse te kunnen interpreteren en daar dan ook een beheer advies voor af te geven.*

Zou u geïnteresseerd zijn in een bodemanalyse die informatie geeft over de functie van de actieve bacteriën?

- *Ja het is zeker interessant, maar het is de vraag of agrariërs ook gaan handelen naar het resultaat uit de analyse.*
- *Een dergelijke analyse kan heel interessant worden als je het omdraait, de bodembiochemie toetsen naar je beheermethoden.*
- *Het lijkt ons onwaarschijnlijk dat er op de kortere termijn al dusdanig veel bekend is over de resultaten van beheermethoden en de invloed daarvan op het bodemleven.*
- *De referentiewaarde (de cirkel) moet een waarde zijn die op het specifieke veld voor de optimale situatie zorgt, en deze moet haalbaar zijn.*

Grootste problemen voor de komende jaren wat betreft de bodemvruchtbaarheid van de agrarische bodem:

- *Schaalvergroting*
- *Klimaat*
- *De maatschappelijke context*



