

Bodem & Klimaat Netwerk – Veehouderij

Rapportage 2019

**Jan-Paul Wagenaar¹, Maaïke van Agtmaal¹, Pedro Janssen¹,
Bo Stout² en Moira de Klyn¹**

Met bijdragen van Evert Prins¹, Koos Verloop³, René Schils³ en Marieke Jelsma⁴

¹ Louis Bolk Instituut ² Centrum voor Landbouw en Milieu, ³ WPR/WLR, ⁴ Van Hall Larenstein
Leeuwarden





Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit

Dit project is gefinancierd door het ministerie van LNV in het kader van de klimaatbeleid

COLOFON

Dit rapport is tot stand gekomen binnen het Project '2.2c Netwerk paraplu veehouderij' 2019-2023 (2.2c) m.b.t. koolstof in landbouwbodems in het kader van het LNV-klimaatbeleid.

© juni 2020

Bodem & Klimaat Netwerk – Veehouderij

39 pagina's

Jan-Paul Wagenaar¹, Maaïke van Agtmaal¹, Pedro Janssen¹, Bo Stout² en Moira de Klyn¹

Met bijdragen van Evert Prins¹, Koos Verloop³, René Schils³ en Marieke Jelsma⁴

¹ Louis Bolk Instituut ² Centrum voor Landbouw en Milieu, ³ WPR/WLR ⁴ Van Hall Larenstein Leeuwarden

Voorwoord

In 2018 is het project Slim Landgebruik Bodem & Klimaat- Netwerk Veehouderij begonnen. Dit project is onderdeel van de projectenportfolio Slim Landgebruik. Het doel is om koolstofvastleggende maatregelen te vinden, te monitoren en te evalueren aan de hand van netwerken van ondernemers. Zij passen maatregelen toe, en demonstreren deze, met als doel om binnen de landbouwsectoren op minerale gronden vanaf 2030 een vastlegging van 0.5 – 1 Mton CO₂ per jaar extra te realiseren als gevolg van aangepast landgebruik en bodembeheer.

Verschillende partners werken constructief en plezierig aan opzet en invulling van dit deelproject. Daarnaast heeft een grote groep ondernemers in drie verschillende regio's (en ondernemers in een landelijk netwerk) op een positieve manier de handschoen opgepakt om te gaan werken aan het vastleggen van CO₂. Zij verlenen medewerking aan het verrichten van een bodemmeting en het beschikbaar stellen van relevante bedrijfsinformatie. Alles bij elkaar een goede basis om het Netwerk Veehouderij de komende jaren verder invulling te geven.

Wij danken de vele ondernemers die binnen het traject bereid zijn deel te nemen. Hun vaak inspirerende bijdragen aan zowel de kennisbijeenkomsten alsook in individuele gesprekken aan de keukentafel hebben een rijk beeld opgeleverd van wat de bodem en bodemmaatregelen kunnen bijdragen aan de klimaatopgave. Specifiek danken we de veehouders die bereid zijn om hun percelen beschikbaar te stellen voor zowel een 0-meting alsook maatregelen in te zetten op de percelen en de effecten ervan te delen met de onderzoekers nu en in de komende jaren.

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Doelstellingen	9
3 Werkwijze	10
3.1 Aan de slag: maatregelen in netwerken	10
3.2 Financiële onderbouwing koolstofmaatregelen / organische stof opbouw	10
3.3 Kennisuitwisseling en begeleiding	10
3.4 Experimenteerruimte maatregelen	10
3.5 Bodemkwaliteitsmetingen	11
3.6 Analyse en maatwerkondersteuning	11
4 Resultaten	12
4.1 Aan de slag: maatregelen in netwerken	12
4.2 Financiële onderbouwing koolstofmaatregelen en opbouw organische stof	16
4.3 Kennisuitwisseling en begeleiding	18
4.4 Experimenteerruimte maatregelen	19
4.5 Bodemkwaliteitsmetingen	20
4.6 Analyse en maatwerkondersteuning	26
5 Conclusies en aanbevelingen voor vervolg	27
Referenties	30
Bijlage 1: Bemonsteringsprotocol 2019 netwerk veehouderij	31
Bijlage 2: Metingen en analyses BLN-indicatorset	36
Bijlage 3: Implementatievragen deelnemers	37
Bijlage 4: Minimale dataset BNS: gemiddelden ($\pm$ SD) per netwerk	38

Samenvatting

Het werkplan van het Netwerk Veehouderij Slim Landgebruik 2019 is volgens planning uitgevoerd en afgerond. Door de Coronacrisis zijn werkzaamheden in een aantal gevallen op een andere manier ingevuld. Met name het groepswork kon vanaf het vroege voorjaar 2020 geen doorgang meer vinden.

Er is goed samengewerkt met de regiopartners in de netwerken. Dit is een meerwaarde: er kan gebruik gemaakt worden van de autonome structuur in de 3 regio's, er is lokale ondersteuning bij bemonstering en dataverzameling en het verzorgen van het lopend contact met deelnemers. In Friesland wordt samengewerkt met Van Hall Larenstein en Living Lab Friesland. Dit biedt een goede link met het onderwijs en een breed netwerk waarin werken aan vernieuwing in de landbouw centraal staat. In Brabant wordt samengewerkt met Stichting Duinboeren. Dit is een actieve partner met een grote achterban en een breed pallet aan bodemgerichte activiteiten in de melkveehouderij. In Gelderland wordt samengewerkt met Stichting HOEduurzaam. Dit is een club van 'gewone boeren', bij elkaar gebracht met name rondom bodem en waterwinning.

De deelnemers aan de netwerken hebben de in 2018 ingezette maatregelen over het algemeen goed door kunnen zetten in 2019. Op zandgrond is het vanwege de droogte lastiger gebleken om de ingezette maatregelen op de geselecteerde percelen vol te houden. In een aantal gevallen was de grasmat afgestorven en moest de keuze gemaakt worden om opnieuw in te zaaien. Alle ondernemers streven naar een hoog aandeel permanent grasland, neem bv. de huiskavels, die gaat een boer echt niet op de kop zetten. Er is ook volop aandacht voor de positie van mais in wisselteelt met gras in relatie tot verbeteren van het aandeel bodemkoolstof. Metingen in de Lange Termijn Experimenten (LTE's) laten vooralsnog geen effect van het verhogen van de leeftijd van grasland op organische stof zien. Metingen in de netwerken bevestigen tot heden wat er uit de LTE's komt: de hoeveelheid organische stof in de laag 0-30 cm lijkt op zand niet toe te nemen in de bodem onder permanent grasland t.o.v. tijdelijk grasland. Uit de beoordeling van de profielkuilen blijkt bovendien dat de bewortelingsdiepte en -intensiteit te wensen over laat. In het vervolg in 2020 heeft de ontwikkeling van organische stof op (droge) zandgrond onze speciale aandacht!

Ten behoeve van de financiële onderbouwing van koolstof vastleggende maatregelen in de veehouderij zijn 2 maatregelen doorgerekend, het toedienen van compost en de wisselteelt mais-grasklaver (60-20/20). Voor het toedienen van compost variëren de meerkosten tussen de 257 en 576 euro per ha (groencompost) en 79 en 358 euro per ha (gft-compost), afhankelijk van regio en gebruikte referentie bedrijfsvoering.

Voor de wisselteelt mais-grasklaver komen er positieve financiële verschillen uit voor gangbare bedrijfsvoeringen met 18 kliter melk/ha (158 euro/ha) en 25 kliter melk/ha (194 euro/ha) als die bedrijven wisselteelt van mais-grasklaver toepassen.

In 2018 is een begin gemaakt met het systematisch verzamelen van implementatievragen bij alle netwerkdeelnemers. Dit is in 2019 voortgezet, o.a. tijdens de keukentafelgesprekken en de gezamenlijke beoordeling van de profielkuilen. In 2020 wordt verder vorm gegeven aan de geplande en voortschrijdende uitwerking van de implementatievragen. Vanwege de Coronacrisis zijn er vanaf maart 2020 geen groepsbijeenkomsten meer georganiseerd. Dit is als een gemis ervaren, maar kon uiteindelijk afdoende worden opgevangen met een alternatieve aanpak.

In de verschillende netwerken is ingezet op het initiëren van veldproeven en demonstratieactiviteiten die de ontwikkeling van koolstof vastleggende maatregelen bij de deelnemers ondersteunen en stimuleren. Zo is er netwerk breed ingezet om respiratiemetingen te doen op de genomen grondmonsters. Doel van deze extra analyse is de activiteit van de microbiële bodemgemeenschap vast te stellen. Dit sluit goed aan op vragen van veel ondernemers m.b.t. de relatie tussen de ontwikkeling van organische stof en bodembioologie. Verder is in de verschillende netwerken ingespeeld op de mogelijkheid om lopende initiatieven op het gebied van bodembeheer en landgebruik te koppelen aan demonstratieactiviteiten en aanvullende metingen, zowel bodemkwaliteit als bodemkoolstof.

In 2019 – 2020 zijn bodemkwaliteitsmetingen en bodemkoolstofmetingen succesvol uitgevoerd in de verschillende regio's van het netwerk veehouderij. De resultaten die in dit rapport zijn gepresenteerd vallen binnen de bandbreedte die verwacht was op basis van grondslag en bedrijfsvoering van de deelnemende bedrijven. Najaar 2020 zal een verdere analyse van de tot dan toe beschikbare resultaten plaatsvinden.

In 2019 is voor alle deelnemende bedrijven informatie verzameld om op perceelsniveau een koolstofbalans op te stellen. Omdat de manier van inventariseren voor de nulmeting in 2018 nog niet gereed c.q. optimaal was zijn in 2019 zowel de opbrengst en bemesting voor 2018 en 2019 verzameld. Er is gewerkt aan het verkrijgen van inzicht in de bodemkoolstofbalans op perceels- en op bedrijfsniveau. De benodigde informatie voor modellering van bodemkoolstof in RothC is gereed.

1 Inleiding

De klimaatdoelstelling van de overheid is om binnen de landbouw in 2030 een vastlegging van 0,5-1 Mton CO₂ per jaar te realiseren door aangepast landgebruik en bodembeheer. Dit komt neer op een gemiddelde van 500 – 1000 kg/ha/jaar (ofwel 140-270 kg C) CO₂-vastlegging in de bodem op een totaal oppervlak van 2 miljoen hectare minerale landbouwgrond.

De mogelijke bijdrage voor vastlegging van CO₂ door landbouwsectoren en landgebruik zijn reeds beschreven (Lesschen et al., 2012). Om te laten zien welke bijdrage het vastleggen van CO₂ in de bodem kan leveren is het gewenst (1) de bijdrage van managementmaatregelen, zoals deze in de praktijk voorkomen, aan koolstofvastlegging te kwantificeren; (2) uitkomsten/resultaten met de praktijk te toetsen via ondernemers (voorlopers) die actief bodem-klimaatmaatregelen nemen in bestaande netwerken en (3) mogelijkheden te verkennen die ondernemers ertoe bewegen verdere maatregelen toe te passen.

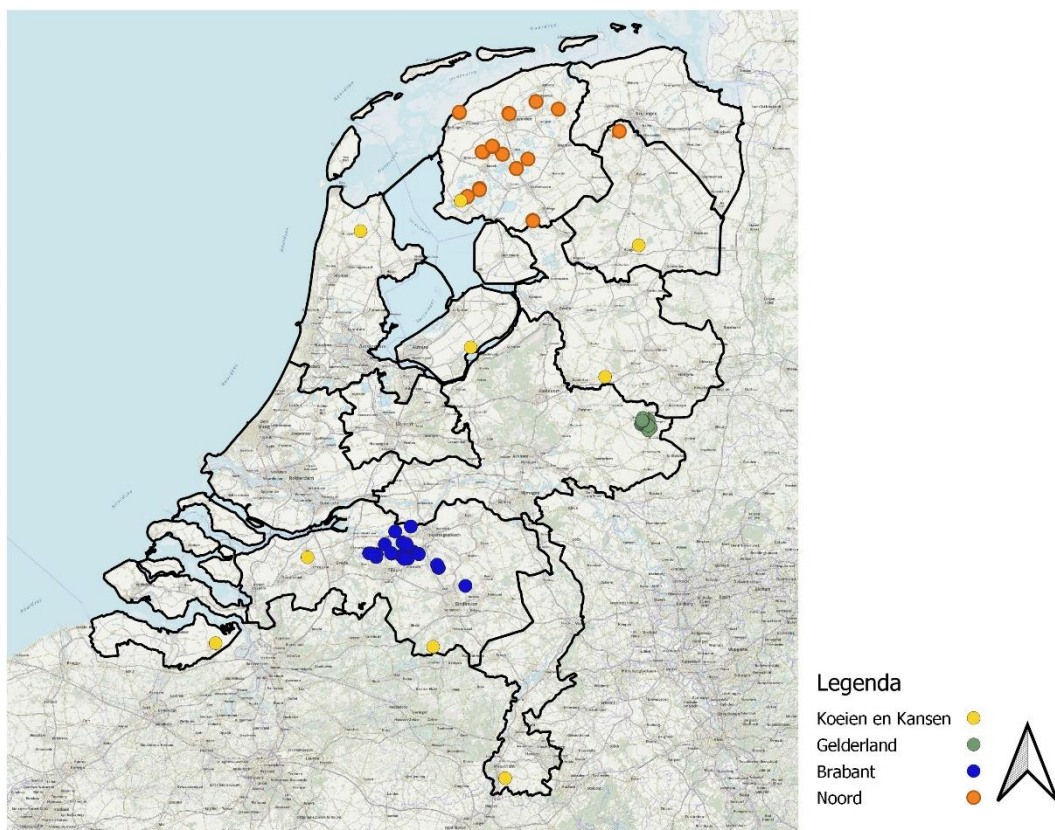
Slim Landgebruik is onderverdeeld in drie programmalijnen met elk een aparte focus:

1. Monitoring en borging van emissiereductie
2. Demonstratie en netwerken
3. Kennisontwikkeling en –verspreiding

Om zicht te krijgen welke bijdrage de bodem kan leveren aan het vastleggen van CO₂ is het zinvol middels demonstraties en netwerken te onderzoeken wat in de praktijk mogelijk is, wat al gedaan wordt en wat nog kan worden gedaan. Hierbij staat het stimuleren en ondersteunen voorop, naast het toetsen en kwantificeren. In 2018 is gestart met netwerkgroepen in drie regio's: Friesland, Gelderland en Brabant. In 2018 is er op deelnemende bedrijven in de regio een nulmeting met name gericht op bodemkoolstof uitgevoerd. In 2019 is op alle deelnemende bedrijven een aanvullende bemonstering uitgevoerd gericht op bodemkwaliteit (BLN-indicatorset, Hanegraaf et al., 2019) en bodemkoolstof.

In 2018 zijn drie regionale melkveehouderij-netwerken geselecteerd, te weten Van Hall Larenstein Leeuwarden - Living Lab Friesland (Friesland), Stichting HOEduurzaam (Gelderland) en Carbon Valley / Stichting Duinboeren (Noord-Brabant). Daarnaast is begin 2019 ook het landelijke netwerk Koeien & Kansen betrokken. In figuur 1 zijn de geografische locaties van deelnemers en netwerken gepresenteerd.

In de netwerken werken ondernemers samen aan het bevorderen van bewustwording, kennisuitwisseling en demonstratie van duurzaam bodembeheer. In de rapportage van 2018 (Wagenaar et al., 2019) is de selectie en achtergrond van de deelnemende netwerken uitgebreid beschreven.



Figuur 1: geografische locatie van deelnemers en netwerken Slim Landgebruik – Netwerk Veehouderij (2019)

2 Doelstellingen

Het doel van het 'Bodem & Klimaat Netwerk' is om met een relevante en passende set aan klimaatmaatregelen binnen netwerken en demonstraties aan de slag te gaan. Dit in aansluiting op de klimaatopgave van 0,5-1 Mton CO₂-reductie in 2030 en tevens ingebed in een bredere doelstelling om meer duurzaam bodembeheer en een duurzame landbouw te realiseren.

Het doel is:

- Een brug te vormen tussen het wetenschappelijk onderzoek en de praktijk en daarbij kennis- en onderzoeksresultaten te valideren. Samenwerking met de praktijk om duurzaam bodembeheer en klimaatvriendelijke landbouwmaatregelen handen en voeten te geven. Dit middels testen en demonsteren en telers te verleiden hiermee aan de slag te gaan.
- Uitbreiding van het netwerk met een extra groep (ca 15 ondernemers) op zand in zuidwest Nederland.
- Verzamelen van kwantitatieve meetresultaten en inzichten over bodemkoolstof en bodemkwaliteit. Dit om te weten of er daadwerkelijk koolstof wordt vastgelegd als gevolg van geïmplementeerde bodemmaatregelen. Zo is het van belang de voorraad aan organische stof in de bodem te kennen, als ook de effecten van de verschillende maatregelen die genomen worden vast te stellen. Daarmee kan de impact van maatregelen worden berekend en gemonitord. Ook is het van belang instrumenten te ontwikkelen waarbij op eenvoudige wijze veranderingen kunnen worden vastgesteld en toepasbaar zijn in de praktijk.
- Zichtbaar krijgen van wat wordt gedaan (maatregelen, metingen, uitdagingen en dilemma's) en dit verbinden met de maatschappelijke opgaven rond bodem, klimaat, biodiversiteit.

3 Werkwijze

In het werkplan 'Bodem & Klimaat Netwerk – Veehouderij 2019-2023 (2.2c)' zijn voor 2019 een aantal uit te voeren activiteiten beschreven. In dit hoofdstuk zal de werkwijze voor de verschillende activiteiten kort beschreven worden.

3.1 Aan de slag: maatregelen in netwerken

Tijdens de bedrijfsbezoeken/keukentafelgesprekken eind 2018 hebben deelnemers in drie regionetwerken en één landelijk netwerk - op basis van hun ambities en mogelijkheden - één of meerdere CO₂-vastleggende maatregelen voor toepassing op hun bedrijf geselecteerd. Met ondernemers is afgesproken dat jaarlijks relevante informatie en data m.b.t. ervaringen met maatregelen en bedrijfsvoering worden verzameld. In 2019 is dit tijdens individuele bedrijfsbezoeken opgehaald door partners en regiopartners. Hiermee wordt vorm gegeven aan het op maat inregelen en borgen van de maatregelen op de deelnemende bedrijven. Tijdens de bezoeken is er tevens ruimte voor sparring en kennisuitwisseling.

3.2 Financiële onderbouwing koolstofmaatregelen / organische stof opbouw

Gericht in kaart brengen van de te verwachten economische kosten en baten van 2 geselecteerde CO₂-vastleggende maatregelen in de veehouderij met inzet en actualisatie van bestaande modellen en berekeningen. Bedrijfseconomische onderbouwing is van belang voor het ontwikkelen van maatregelpakketten gespecificeerd naar grondsoort en type bedrijf. In 2019 is gewerkt aan wisselteelt mais-gras(klaver), leeftijd grasland en eventueel extra opbrengen van organische stof in de vorm van compost.

3.3 Kennisuitwisseling en begeleiding

Het organiseren van bijeenkomsten met ondernemers waarin kennis en ervaringen worden uitgewisseld en de deelnemers uitgedaagd. Het betreft bijeenkomsten waarin de opgestelde bodemverbeteringsplannen samen met collega-ondernemers en een deskundige adviseur worden besproken en veldbijeenkomsten waarin bevindingen en effecten van de toegepaste maatregelen op percelen van deelnemers centraal staan. Indien opportuun wordt tijdens bijeenkomsten en contact met individuele deelnemers ook ingegaan op reeds geïnventariseerde vragen in 2018-2019.

3.4 Experimenteerruimte maatregelen

In dit onderdeel wordt gewerkt aan het finetunen en verdiepen van CO₂-vastleggende maatregelen. Op maximaal 2 bedrijven per regionetwerk wordt experimenteerruimte gecreëerd om reeds ingezette maatregelen te finetunen of om nieuwe, kansrijke maatregelen te

ontwikkelen. Er kan ook gekeken worden naar het effect van een combinatie van verschillende maatregelen.

3.5 Bodemkwaliteitsmetingen

In dit onderdeel wordt de basis gelegd om de samenhang tussen bodemkoolstof en bodemkwaliteit vorm te geven. In aanvulling op bodemkoolstof worden op alle bedrijven gegevens verzameld ten aanzien van algemene bodemkwaliteit. Hierbij worden metingen op alle percelen volgens protocol (Bijlage 1) uitgevoerd. Het betreft zowel bodemkoolstofmetingen (bovengrond 0-30 cm) als bodemkwaliteitsmetingen volgens BLN-indicatorset (Bijlage 2).

Het aandeel C-elementair, ofwel organische gebonden koolstof, is van belang om de opslag van koolstof in de bodem te bepalen. C-elementair kan door Eurofins op twee manieren worden gemeten: met de NIRS- en met de Dumas-methode. De tweede methode is nauwkeuriger (Koopmans *et al.*, 2019), maar de analyse duurt langer.

Om de hoeveelheid bodemkoolstof (ton C/hectare) te berekenen is de Dumas-methode gebruikt. Om C-elementair om te rekenen naar organische stof is ook de bulkdichtheid van de bodem nodig. Indien analyseresultaat beschikbaar was is hier mee gerekend, in gevallen waar de resultaten nog niet binnen waren is er op basis van de literatuur een goede inschatting gemaakt van de bulkdichtheid in klei (Hoekstra en Poelman, 1982) en zand (Wösten *et al.*, 2001).

$$\text{Bulkdichtheid}_{\text{klei}} = 0.6117 + (0.003601 * \text{kleigehalte}) + (0.002172 * (\text{OS-gehalte})^2) + (0.01715 * \log(\text{OS-gehalte}))$$

$$\text{Bulkdichtheid}_{\text{zand}} = 0.667 + (0.021 * \text{OS-gehalte})$$

De koolstofvoorraad in de bodem (ton/ha/bodemlaag) is als volgt berekend:

$$\text{Koolstofvoorraad} = \text{Volume} * \text{bulkdichtheid} * \text{C-elementair}$$

waarbij:

$$\text{Volume} = \text{volume bodemlaag 0-30cm van 1ha oppervlakte} = (0,3 * 10.000) = 3.000\text{m}^3$$

3.6 Analyse en maatwerkondersteuning

De hoeveelheid CO₂ die wordt vastgelegd kan op bedrijfsniveau worden doorgerekend met een ondersteunende tool. Hierbij worden voor deelnemende bedrijven het bouwplan en toegepaste maatregelen op de geselecteerde percelen doorgerekend over meerdere jaren, afhankelijk van de perceel-specifieke informatie die beschikbaar is. Dit geeft zicht op de organische stofbalansen op perceel- en bedrijfsniveau. Berekeningen worden uitgevoerd op basis van data en informatie beschikbaar gemaakt onder 3.1 en 3.5 middels inzet model NDICEA en/of Roth-C.

4 Resultaten

4.1 Aan de slag: maatregelen in netwerken

In de drie regionetwerken zijn in het derde en vierde kwartaal van 2019 tijdens twee aparte bezoeken, of een gecombineerd langer bezoek, de volgende activiteiten uitgevoerd:

Keukentafelgesprek

- Terugkoppeling per deelnemer van in de 2018 verzamelde informatie en resultaten aan de hand van hiervoor samengestelde bedrijfsportfolio's
- Doorspreken bevindingen en ervaringen met genomen maatregel(en) die bedrijven inzetten ten aanzien van koolstofvastlegging
- Verzamelen van managementinformatie ten aanzien van bemesting en opbrengst van percelen waar maatregelen worden toegepast

Bodembemonstering, zowel bodemkwaliteit als bodemkoolstof volgens protocol (zie hoofdstuk 3). Met het oog op het delen van kennis en historisch landgebruik werd de ondernemer, indien mogelijk, actief betrokken bij het beoordelen van de profielkuilen op zijn of haar bedrijf. Hier was bewust voor gekozen om de terugkoppeling van de nulmeting 2018 ook in het veld te kunnen doen en de deelnemers te betrekken bij de monsternamen en de bodembeoordeling. Hierna volgen de resultaten en inzichten die de bedrijfsbezoeken eind 2018 hebben opgeleverd.

Portfolio

Per netwerk en per deelnemer is een samenvatting gemaakt van de resultaten. Deze zijn vastgelegd in een individueel 'bedrijfsportfolio'. De bedrijfsportfolio bevat specifieke bedrijfsinformatie, details van geselecteerde percelen met toegepaste CO₂-vastleggende maatregelen en analyseresultaten van de nulmeting in 2018. Het bedrijfsportfolio is met alle deelnemers individueel besproken. Hierin was aandacht voor de verschillen tussen de percelen per bedrijf (inclusief verdichtingsprofiel) en hoe de uitkomsten zich verhielden tot de gemiddelde gemeten waarden in het regionetwerk. De genomen maatregel werd geëvalueerd: Is de maatregel uitgevoerd zoals in 2018 uitgevoerd? Waren er belemmeringen? Wat waren de bevindingen van de ondernemer? Verder is bij alle deelnemers op percelen waarin 2018 een maatregel is toegepast een profielkuil gegraven en beoordeeld, en zijn grondmonsters ten behoeve van koolstofbepaling (zie protocol Bijlage 1 en Bijlage 2) genomen.

Maatregelen

Tabel 1 geeft aan welke maatregelen in de drie netwerken worden genomen in het kader van koolstofvastlegging. De maatregelen zijn onderverdeeld op hoofdmaatregelen die een-op-een te verbinden zijn aan de Tabel Lesschen (2012) en specifieke maatregelen welke aangeven hoe een deelnemer de hoofdmaatregel specifiek invult. De hoofdmaatregel 'Overig' omvat (innovatieve)

maatregelen die niet direct aan de maatregelen die de Tabel Lesschen staan gerelateerd kunnen worden.

Tabel 1: Implementatiepercentage van de verschillende maatregelen binnen de netwerken.

Hoofdmaatregel	Maatregel specifiek	Friesland	Brabant	Gelderland
Divers grasland	kruidenmengsel inzaaien	21%	0%	6%
	natuurlijk kruidenrijk	0%	0%	0%
	rietzwenk	5%	5%	0%
	grasklaver	5%	11%	0%
Toedienen extra organische stof	vaste mest	11%	16%	6%
	Bokashi	11%	0%	0%
	biomassa/houtsnippers	0%	21%	25%
	compost	5%	5%	0%
Verhogen leeftijd grasland	leeftijd grasland verhogen	21%	37%	56%
Overig	kurzrasen/beweiding	5%	0%	0%
	bekalken	5%	0%	0%
	permacultuur	10%	0%	0%
	maaien/beweiden	0%	5%	6%

De meest toegepaste maatregelen zijn het verhogen van de leeftijd van grasland en het toedienen van extra organische stof. Per regio kan de invulling behoorlijk verschillen. In Friesland hebben de meeste deelnemers relatief al een groot aandeel permanent grasland en zijn de maatregelen waaraan wordt gewerkt gelijkmatiger verdeeld over de verschillende hoofdmaatregelen. In Brabant en Gelderland wordt er beperkt aan 'Overige' maatregelen gewerkt. In Gelderland valt het werken aan een wisselteelt mais-grasklaver ('60-20-20') onder de hoofdmaatregel verhogen leeftijd grasland.

Bedrijfsbezoeken

Gelderland (16 deelnemers)

De Achterhoek is in 2018 en 2019 geteisterd door droogte met als gevolg dat er veel 'on geplande' wijzigingen in het bouwplan hebben plaatsgevonden. Dit betekent dat geselecteerde maatregelen in sommige gevallen niet doorgezet konden worden. Zo is op een aantal percelen grasland gescheurd i.v.m. de droogte. Een belangrijk gegeven is dat de deelnemers van HOEduurzaam in een waterwinningsgebied liggen. De afstand van een perceel tot een pompstation (beregening) is een van de belangrijkste factoren die bepalen of de opbrengst goed of minder goed is. Zelfs in oktober 2019, na een periode met regelmatige regenval, zijn er nog percelen die vlak onder het maaiveld (10-20 cm diepte) droog zijn. Een andere belangrijke factor is het bodemtype. Alle deelnemende percelen liggen in een klein, omsloten gebied van zo'n 2000 hectare (Haarloseveld en Olden Eibergen). Ondanks deze kleine

omvang is er een grote diversiteit qua bodems. De percelen van deelnemers zijn grofweg in twee categorieën in te delen: de oude esgronden, met een dikke bouwvoor en relatief hoger organisch stofgehalte, en de gronden waarbij men binnen +/- 40 cm op het onderliggende dekzand zit. In deze laatste categorie zit ook relatief veel ijzeroer in de ondergrond en over het algemeen is het organische stofgehalte wat lager.

Het netwerk in de Achterhoek is al enkele jaren bezig met de aanwending van compost, dikke fractie mest en sloot- en bermmaaisel. Naast de focus op compost/organische meststoffen zijn ondernemers ook bewust bezig met de positie van mais in het bouwplan. Sommige ondernemers kiezen voor continue maisteelt i.c.m. permanent grasland, een aantal ondernemers richt zich op de 60-20-20% maatregel waarin mais afgewisseld wordt met gras(klaver). Op dit moment zijn er nog maar weinig ondernemers bezig met maatregelen zoals kruidenrijk grasland of de teelt van grasklaver of luzerne. Wat verder opviel is dat de meeste ondernemers ten aanzien van bemesting en opbrengst vaak slechts een ruwe inschatting kunnen geven.

De bodembemonstering van 2018 en 2019, keukentafelgesprekken met de ondernemers en een bijeenkomst, waarin de resultaten zijn besproken met het netwerk, hebben geleid tot de identificatie van een paar onderwerpen waar de komende tijd de focus op zal liggen. Wat opviel tijdens de beoordeling van de profielkuilen is dat de bewortelingsdiepte en -intensiteit op de meeste percelen wat te wensen over laat. Het verbeteren van de beworteling zal dan ook een belangrijk onderwerp worden. Hiervoor zal enerzijds aandacht worden besteed aan de mogelijkheid om diep-wortelende gewassen te telen, zoals kruidenrijk grasland, luzerne, klaver of diep-wortelende vanggewassen; anderzijds zal het onderwerp van bodemverdichting worden opgepakt. Een groot deel van de percelen in de Achterhoek heeft een vrij hoge indringingsweerstand, die de wortelgroei kan belemmeren. Een verbeterde beworteling zou niet alleen direct in staat zijn om meer water en nutriënten vast te houden voor het gewas, maar ook leiden tot een verhoogde input van organische stof dieper in de bodem. Een verhoging van het organische stofgehalte is in de Achterhoek met name interessant door het belang van een verhoging van het watervasthoudend vermogen.

Friesland (19 deelnemers)

Het netwerk in Friesland viel op door het aantal deelnemers dat al langere tijd bewust met hun bodems bezig zijn vanuit verschillende projecten die eerder in dit netwerk zijn uitgevoerd. De deelnemers toonden veel interesse in het veld bij het bekijken van de profielkuilen en het uitvoeren van de Bodem Conditie Score. Door de droogte van de afgelopen twee jaren zijn er enkele maatregelen aangepast. Zo is bijvoorbeeld een perceel ingezaaid met een graskruidenmengsel met het oog op droogtetolerantie.

Vooral de interactie met de deelnemers bij het beoordelen van de bodem gaf een goede input over vragen waar deelnemers nog mee zitten. Er liggen nog veel vragen over hoe de hoeveelheid bodemleven beïnvloed kan worden en in welke mate dit gedefinieerd wordt door de

bodem zelf. Veel deelnemers gaven ook aan dat ze eigenlijk zelf te weinig onder de grond kijken en het als waardevol hadden ervaren om dit nu te doen.

De deelnemende bedrijven liggen in Friesland ver uit elkaar waardoor er een aardige verscheidenheid van bodemtypen en omstandigheden aanwezig is. Vergeleken met de twee andere regionetwerken is de verscheidenheid aan bodemsoorten binnen Friesland groter. Er zijn drie grondsoorten aanwezig, namelijk zand, klei en klei op veen. Opvallend is dat in dit netwerk de doordringbaarheid van de bodem zeer goed scoorde bij het overgrote deel van de deelnemers. Dat heeft te maken met de grondsoort (o.a. geen dekzand onder de teeltlaag) en de omstandigheden (niet te droog) maar ook met het beheer (veel permanent grasland). Een ander opvallend punt is dat de deelnemers goed scoorden op de hoeveelheid bodemkoolstof. Ook dit heeft te maken met bodemtype (klei & klei op veen), maar omdat de aandelen uiteenlopen van < 5% en > 15% speelt beheer/landgebruik ook een rol. Deelnemers hadden vaak ook vragen over de vergelijking van resultaten van het eigen bedrijf en die van andere netwerkdeelnemers. Dit gaf interessante discussies, temeer gezien de verscheidenheid in bodemtypen die in het netwerk aanwezig zijn. Ook is er een deelnemer toegevoegd aan het netwerk.

Brabant (18 deelnemers)

Het netwerk Stichting Duinboeren/Carbon Valley is gesitueerd rond de Loonse en Drunense duinen in midden Brabant. De deelnemende bedrijven zijn erg divers qua bedrijfsvoering, maar er zijn ook veel overeenkomsten. Vrijwel alle bedrijven liggen op zandgrond en de meeste bedrijven pachten beheersgronden. Alle maatregelen binnen het netwerk zijn volgens afspraak uitgevoerd met twee uitzonderingen. Bij één bedrijf is de maatregel uitgesteld en met vertraging toegepast doordat er geen compost beschikbaar was op het afgesproken tijdstip, bij een ander bedrijf is om logistieke reden het meetvlak 50 meter opgeschoven. Over het algemeen waren de deelnemers positief over de genomen maatregelen. Los van bovengenoemde werden er geen belemmeringen ervaren en werd de implementatie van de maatregelen niet als moeilijk ervaren. Naast de keukentafelgesprekken werd aansluitend ook de bodembemonstering gedaan. De profielkuil werd in aanwezigheid van de deelnemende boeren beoordeeld. Dit gaf de mogelijkheid om de bodemparameters en verdichtingsprofielen (resultaten 2018) in de context van het bodemprofiel te plaatsen. Samen met deelnemers werd gekeken naar bewortelingsdiepte, aanwezigheid van wormen en wormengangen, de teeltlaag, verstorende lagen en verdichting. Deze terugkoppeling in het veld werd door de deelnemers zeer gewaardeerd. De meeste vragen van de deelnemers hadden betrekking op het bodemleven.

Koeien & Kansen

Net als in 2018 zijn in de bemonsteringsronde 2019 een aantal bedrijven uit Koeien & Kansen bemonsterd. In 2018 zijn 5 bedrijven bemonsterd, in 2019 zijn daar 4 bedrijven aan toegevoegd. Alhoewel het bemonsteringsprotocol hetzelfde is worden bij de Koeien & Kansen bedrijven alle

representatieve percelen bemonsterd. Hiermee komt bedrijfsbrede informatie beschikbaar, die gekoppeld kan worden aan andere metingen (N, P, etc.) die historisch in dit netwerk verzameld zijn. Dit is de specifieke meerwaarde van het netwerk Koeien & Kansen in het Netwerk Veehouderij van Slim Landgebruik. In 2020 wordt een studie uitgevoerd naar de relatie tussen maatregelen t.b.v. koolstofvastlegging en de effecten op N en P (zie werkplan Netwerk Veehouderij 2020).

4.2 Financiële onderbouwing koolstofmaatregelen en opbouw organische stof

In de netwerken wordt met groepen ondernemers onderzocht of en hoe maatregelen om extra koolstof in de bodem op te slaan inpasbaar zijn in het bedrijf. Een van de factoren die daarin een rol spelen zijn de kosten en baten van de maatregelen. Voor het doorrekenen van de kosten van het toedienen van compost op melkveebedrijven is gekeken naar bedrijfssituaties (referenties) die representatief zijn voor de deelnemers aan de netwerken. Voor de maatregelen toedienen van compost en wisselteelt mais-grasklaver (60-20/20) is in deze paragraaf een kosten-baten afweging geschetst. Beide maatregelen, samen met de maatregel verhogen leeftijd grasland, zullen in 2020 op basis van de laatste resultaten en inzichten opnieuw worden doorgerekend met het programma BBRP (WLR).

Toedienen van compost

Ondernemers zijn bereid om compost toe te passen op hun bedrijf. Tegelijkertijd geven zij aan dat het ten koste gaat van hun mestplaatsingsruimte. De kosten daarvan worden nu geëxpliciteerd. Het toedienen van compost kan een maatregel worden in het GLB. Dit maakt deze berekening extra relevant.

In een speciaal voor Slim Landgebruik uitgewerkte notitie (Rougoo, 2020) is een berekening gemaakt van de meerkosten van aanwending van compost op gras- of maisland op verschillende type veebedrijven in verschillende regio's van het land. Tabel 2 geeft een schatting van de meerkosten van toepassing van groencompost of GFT-compost. Als uitgangspunt is genomen dat 17 kuub groencompost of 12 kuub GFT-compost per hectare wordt aangewend. Beide gevallen resulteren in een gift van circa 90 kg N uit compost. Uitgangspunt van de berekening is dat in de referentiesituatie maximaal dierlijke mest wordt aangewend. Als compost wordt aangewend, zal een deel van de dierlijke mest moeten worden afgevoerd. Dit brengt kosten met zich mee.

De kosten voor aankoop en aanwending van groencompost bedragen bijna € 300,- per hectare. De overige kosten zijn kosten voor extra afvoer van dierlijke mest. Een uitzondering vormt het Brabantse melkveebedrijf dat niet meedoet met de derogatie. Op melkveebedrijven met derogatie wordt in de referentiesituatie de hoeveelheid toe te passen dierlijke mest op grasland ook al snel gelimiteerd door de fosfaatgebruiksnorm. Op het bedrijf zonder derogatie is de

Tabel 2: Schatting van de meerkosten per hectare van aanwending van 17 kuub groencompost of 12 kuub GFT-compost.

Regio	Bedrijf	Derogatie	Beweiding	Gewas	Groencompost (17 kuub)	GFT-compost (12 kuub)
Achterhoek	Melkvee	Ja	Ja	Gras	€ 480,-	€ 261,-
				mais	€ 576,-	€ 358,-
Friesland	Melkvee	Ja	Ja	Gras	€ 489,-	€ 280,-
				Mais	€ 499,-	€ 290,-
Noord-Brabant	Melkvee	Ja	Ja	Gras	€ 480,-	€ 261,-
				Mais	€ 576,-	€ 358,-
		Nee	Nee	Gras	€ 257,-	€ 79,-
				Mais	€ 519,-	€ 299,-
	Varkens	Nee	n.v.t.	Mais	€ 452,-	€ 249,-

stikstofnorm voor dierlijke mest altijd de beperkende factor. Als compost wordt toegepast op een melkveebedrijf zonder derogatie, kan dan nog steeds eenzelfde hoeveelheid dierlijke mest worden toegepast. Hiervoor is nog voldoende fosfaatruimte (en de stikstof uit compost komt slechts voor 10% ten laste van de kunstmest-N ruimte) en kan er zelfs worden bespaard op fosfatkunstmest.

De kosten van GFT-compost komen lager uit. Dit komt omdat de kosten van aankoop en aanwending van GFT-compost lager zijn dan van groencompost.

Wisselteelt mais-grasklaver (60-20/20)

Het doel van deze maatregel is om te meten wat de netto winst in organische stofvastlegging kan zijn bij het toepassen van 60-20/20 (permanent gras-grasklaver/mais).

Naast permanent grasland hebben veel melkveebedrijven tijdelijk grasland en maisteelt. Uit proeven (Van Eekeren en De Wit, 2018) blijkt dat een driejarige wisselteelt tussen mais en gras(klaver) in combinatie met permanent grasland resulteert in een optimaal organische stofgehalte. Op bedrijfsniveau kan dat ingezet worden op 40% van het areaal van het bedrijf, dus 20% mais en 20% grasklaver. Daarbij kan de overige 60% van het bedrijf permanent grasland blijven, waar de organische stof binnen de gegeven bedrijfsvoering gemaximaliseerd kan worden.

Op basis van berekeningen met BBRP werden een gangbare bedrijfsvoering met 18.000 kg melk en 25.000 kg melk, en het 'gangbare' landgebruik, voor en na invoering van 60-20/20 doorgerekend (tabel 3).

Tabel 3: Economisch resultaat gangbare bedrijfsvoering met en zonder verandering van landgebruik

	18k/melk/ha		25k/melk/ha	
	zonder 60-20/20	met 60-20/20	zonder 60-20/20	met 60-20/20
Opbrengsten melk (A)	€ 342.865	€ 0	€ 341.620	€ 0
Toegerekende Kosten (B)	€ 124.231	-€ 10.297	€ 142.493	-€ 8.535
krachtvoer	€ 54.340	-€ 3.950	€ 55.626	-€ 6.625
ruwvoer en overig	€ 21.536	-€ 4.686	€ 41.878	-€ 923
stikstofkunstmest	€ 6.515	-€ 2.565	€ 5.131	-€ 1.489
kalikunstmest	€ 1.442	€ 646	€ 1.825	€ 314
zaaizaad	€ 2.961	€ 278	€ 2.139	€ 202
Niet toegerekende kosten (C)	€ 228.401	€ 2.854	€ 228.401	€ 1.942
loonwerk	€ 38.840	€ 583	€ 32.116	-€ 386
mestafvoer	€ 7.688	€ 2.145	€ 17.102	€ 2.347
algemeen	€ 17.300	€ 0	€ 17.300	€ 0
Arbeidsopbrengst (A+B+C)	-€ 9.767	€ 7.443	-€ 24.687	€ 6.593
Voordeel per ha		€ 158		€ 194

Bij een hogere intensiteit is het berekende voordeel van een verbeterd landgebruik iets lager dan bij een extensiever bedrijf (6.593 euro versus 7.443 euro). Maar het voordeel is nog steeds fors en per hectare landgebruik zelfs groter (194 euro versus 158 euro). Bij een intensievere bedrijfsvoering spelen met name de besparing op krachtvoerkosten een belangrijke rol en in mindere mate de ruwvoerkosten. Meer opname van weidegras speelt hierbij een rol.

4.3 Kennisuitwisseling en begeleiding

In 2018 is een begin gemaakt met het verzamelen van implementatievragen bij alle deelnemers. Dit is in 2019 voortgezet, o.a. tijdens de keukentafelgesprekken en de gezamenlijke beoordeling van de profielkuilen. Een overzicht van de verzamelde vragen is weergegeven in Bijlage 3. In het overzicht in Bijlage 3 is aangegeven op welke manier de vragen zijn gecategoriseerd, op welke manier de vragen worden opgepakt en wie daarvoor aan zet is. Er wordt voortdurend aan dit overzicht gewerkt.

Daarnaast worden kennisbijeenkomsten georganiseerd. Vanwege de Coronacrisis zijn er vanaf maart 2020 geen groepsbijeenkomsten meer georganiseerd. Dit wordt als een gemis ervaren. Voor de Coronacrisis heeft een bijeenkomst in Gelderland plaatsgevonden. Twee geplande vervolgbijeenkomsten in maart en april 2020 zijn uitgesteld en worden indien mogelijk in de zomer van 2020 alsnog georganiseerd. In Friesland moest een bijeenkomst tot 2 maal toe afgelast

worden. I.p.v. een fysieke bijeenkomst zijn informatie en resultaten digitaal gedeeld (PowerPoint). Ook in Brabant kon een Slim Landgebruik bijeenkomst geen doorgang vinden. Echter zowel voor als na de slimme lockdown hebben onderzoekers van het Louis Bolk Instituut, die betrokken zijn bij verschillende projecten in het netwerk in Brabant, informatie en resultaten met deelnemers kunnen delen.

4.4 Experimenteerruimte maatregelen

In de verschillende regio's heeft afstemming plaatsgevonden welke maatregelen verder onderzoek of verdieping nodig hebben. Vanuit de netwerken kwamen er vragen over de rol van het bodemleven in de opbouw van organische stof. Binnen de experimenteerruimte is dit opgepakt door bij de genomen grondmonsters binnen de netwerken respiratiemetingen te doen om de activiteit van de microbiële bodemgemeenschap vast te stellen. Dit is een eerste stap om de activiteit van het bodemleven te kwantificeren en te verbinden aan de maatregelen die zijn gekozen om de koolstofvastlegging in de bodem te vergroten. De resultaten van deze meting komen na de zomer 2020 beschikbaar.

In Gelderland wordt gekeken naar organische stofopbouw in grasland na de teelt van aardappelen en de invloed van droogte op organische stofontwikkeling.

Op een van de percelen in Gelderland zien we een situatie die zich daar vaker voordoet: grasland wordt gescheurd t.b.v. een aardappelteelt. Dit perceel is na de droogte van 2018 zodanig slecht geworden dat vernieuwing nodig was. Zodoende heeft de ondernemer het in 2019 verhuurd aan een aardappelteler en is het in het najaar 2019 wederom ingezaaid met gras. De aardappelen zijn minimaal bemest i.v.m. de stikstof die vrijkomt bij de vertering van de grasmast. Dit gebeurt vaker in de omgeving, maar roept de vraag op wat er gebeurt met het organische stofgehalte in de bodem: hoeveel organische stof breekt er hierdoor af, en in welk tempo is er sprake van herstel naar het oorspronkelijke gehalte organische stof? Dit perceel zal, om deze ontwikkelingen te volgen, in de fase 2020-2023 jaarlijks worden bemonsterd. Een optie is om hier de introductie van diepwortelende gewassen (grassen of kruiden) in demovorm aan te koppelen.

In Friesland is gekeken naar het effect van het doorzaaien van kruiden in bestaand grasland. Hier zijn de laatste jaren aangepaste machines voor ontwikkeld. Vanuit de sector is hier veel belangstelling voor, want met de beoogde aanpak wordt grasland niet 100% gescheurd terwijl er wel dieper wortelende gewassen kunnen worden geïntroduceerd. De voorlopige resultaten richten zich op opkomst- en persistentiemetingen. Resultaten qua organische stof sluiten aan op de nulmeting Slim landgebruik van 2018 en zullen op termijn beoordeeld kunnen worden.

In Brabant is belangstelling voor het effect van woelen op beworteling en organische stof opbouw tot op 60 cm diepte. Een opgezette praktijkproef is in het kader van Slim Landgebruik Lange Termijn Experimenten (Effectiviteit Maatregelen) eind 2019 bemonsterd. De resultaten hiervan

worden ook voor demodoeleinden gebruikt. Daarnaast is er belangstelling voor het vergroten van het inzicht ten aanzien van de ontwikkeling van organische stof op beheersgronden. Naast een praktijkproef die in 2019 is opgezet, is er ook een bedrijf dat met veel beheersgronden werkt. De praktijkproef wordt vanuit het Netwerk Veehouderij gevolgd, op het bedrijf is op representatieve percelen begin 2020 een nulmeting (bodemkoolstof) uitgevoerd. In 2020 wordt gekeken of het zinvol is om ook de praktijkproef te bemonsteren.

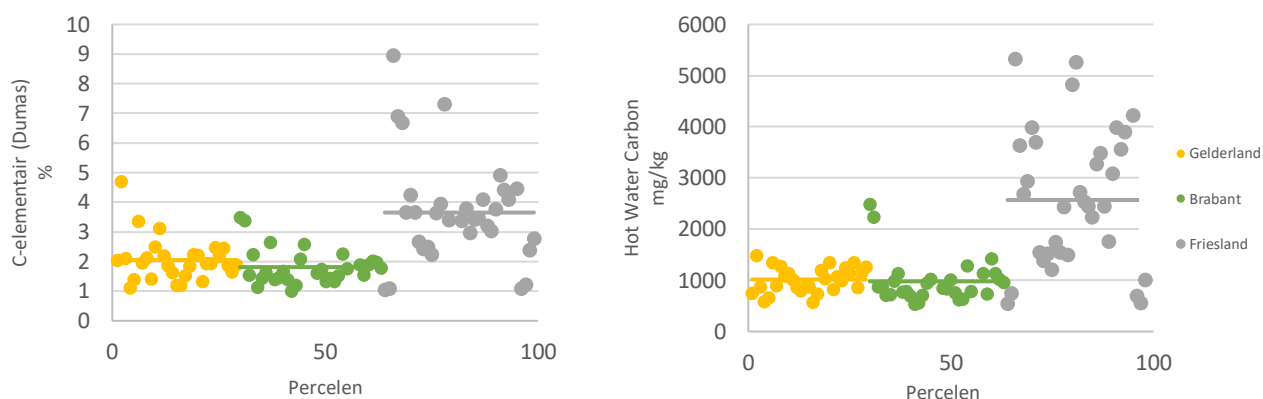
4.5 Bodemkwaliteitsmetingen

In Bijlage 4 zijn voor de indicatoren van de BLN indicatorset, gerelateerd aan hun bereik (organische stof, fysisch, chemisch, biologisch, bodemscan, indringingsweerstand, integratie) de gemiddelden per netwerk weergegeven. In deze paragraaf worden kort een aantal indicatoren kort toegelicht.

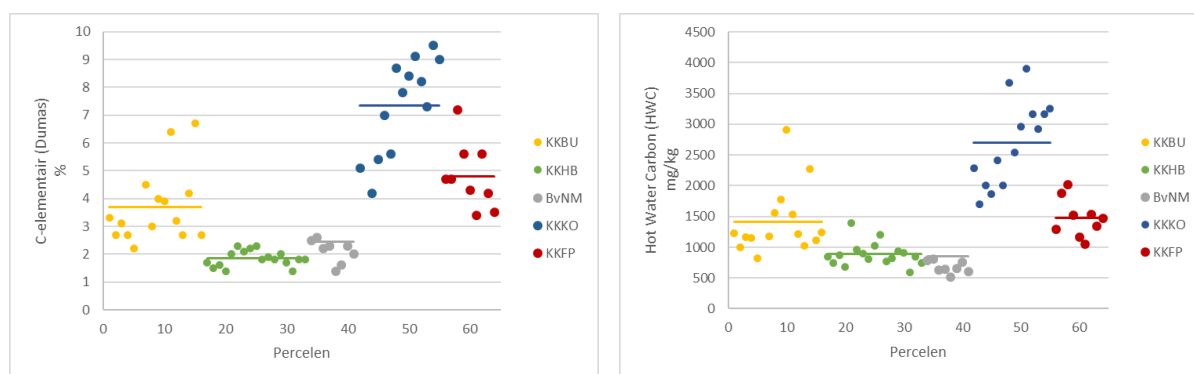
Organische stof in de bodem

In figuur 2a zijn de meetresultaten weergegeven van twee van de koolstofbepalingen die in 2019 uitgevoerd zijn in de regionale netwerken. In figuur 2b zijn de resultaten van de Koeien & Kansen bedrijven apart gepresenteerd. De hoeveelheid C-elementair (Dumas), ofwel organische gebonden koolstof, is van belang om de opslag van koolstof in de bodem te bepalen. Hot Water Carbon (HWC), de in wateroplosbare koolstofverbindingen, is een indicator voor labiele organische koolstof. De HWC-waarde is sensitief voor bodem gerelateerde maatregelen, zoals het toepassen van verschillende meststoffen, en heeft een duidelijke link met bodemleven en bodemvruchtbaarheid (Ghani *et al.*, 2003).

Binnen de netwerken is duidelijk een relatie tussen C-elementair, HWC en grondslag te zien. Op de zandgronden in Brabant en Gelderland ligt het percentage koolstof lager dan in de Friese klei en klei-op-veengronden. De HWC-waarden op zand (Gelderland en Brabant) liggen tussen de 500 en de 1500 mg/kg, op de klei en klei-op-veen liggen de meeste waarden tussen de 2000 en 4000 mg/kg, met een uitschieter tot meer dan 5000 mg/kg. C-elementair en HWC waarden geven dus een duidelijke splitsing tussen lutum-armere zandgronden in Gelderland en Brabant en lutumrijke klei- en klei-op-veengronden in Friesland.



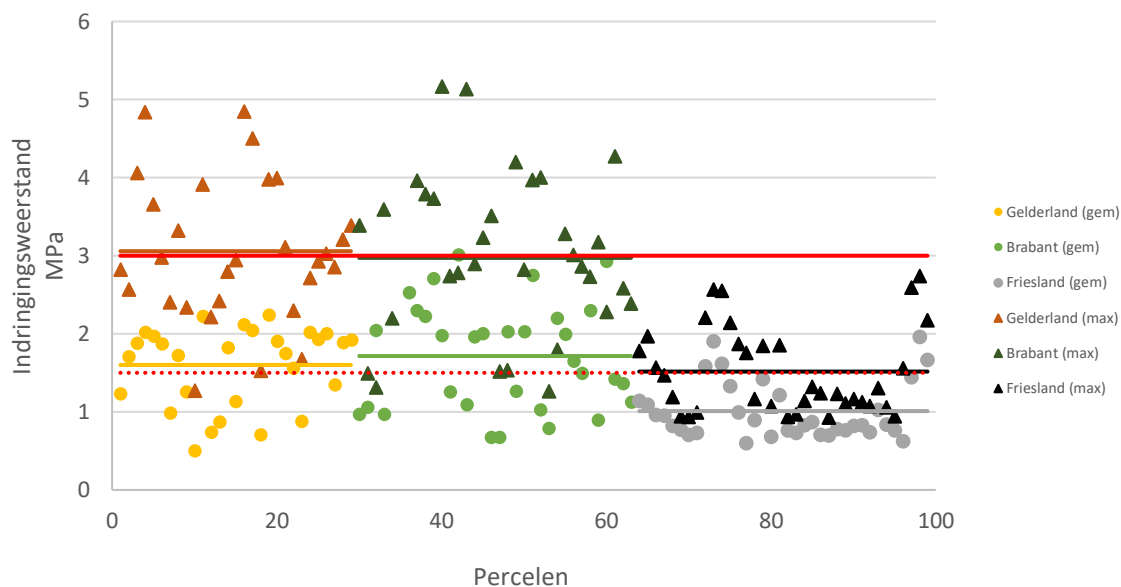
Figuur 2a: De gehalten C-elementair gemeten met de Dumas methode (links) en HWC-waarden (rechts) op de gemeten percelen. Metingen zijn verricht in de laag 0-30 cm. De lijnen geven het gemiddelde per regio weer.



Figuur 2b: De gehalten C-elementair gemeten met de Dumas methode (links) en HWC-waarden (rechts) op de percelen van de bedrijven van Koeien & Kansen. Metingen zijn verricht in de laag 0-30 cm. De lijnen geven het gemiddelde per bedrijf weer.

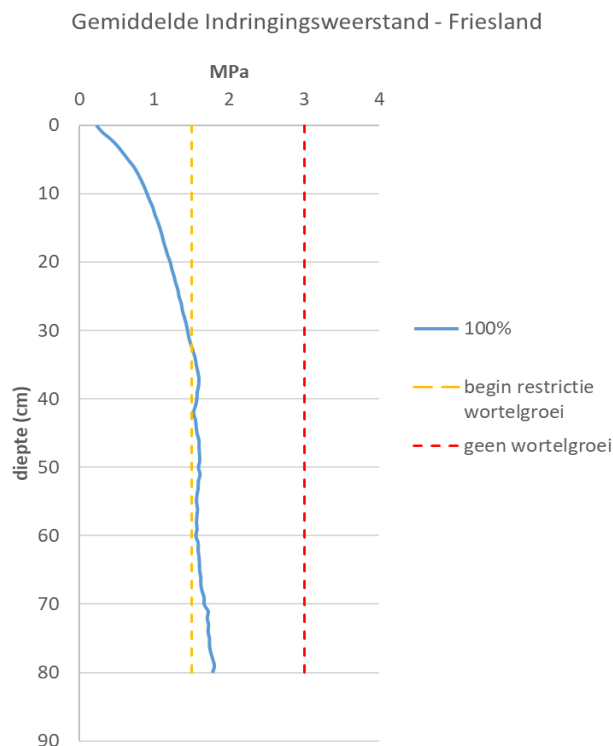
Indringingsweerstand en bodemverdichting

Door middel van metingen met een penetrologger is de indringingsweerstand van de bodem op alle bemonsteringslocaties gemeten. De indringingsweerstand geeft een indicatie voor de mate van bodemverdichting, welke kan duiden op een verdichting, een mogelijke storende laag of een ploegzool. Bodemverdichting belemmert de wortelgroei wanneer de indringingsweerstand hoger is dan 1,5 MPa; een weerstand hoger dan 3 MPa laat nauwelijks wortelgroei meer toe (Locher & de Bakker, 1990). Figuur 3 laat zien dat grondslag een rol speelt. De (droge) zandgronden in Gelderland en Brabant hadden in 2019 duidelijk een hogere indringingsweerstand. De maximale waarden overschrijden hier vaak de kritieke waarde van 3 MPa. In Friesland wordt deze waarde in geen enkel perceel overschreden. De gemiddelde indringingsweerstand ligt voor Gelderland en Brabant rondom de 1,5 MPa, het punt waarop de wortelgroei belemmerd wordt door bodemverdichting. In Friesland ligt het gemiddelde lager, rond de 1 MPa.

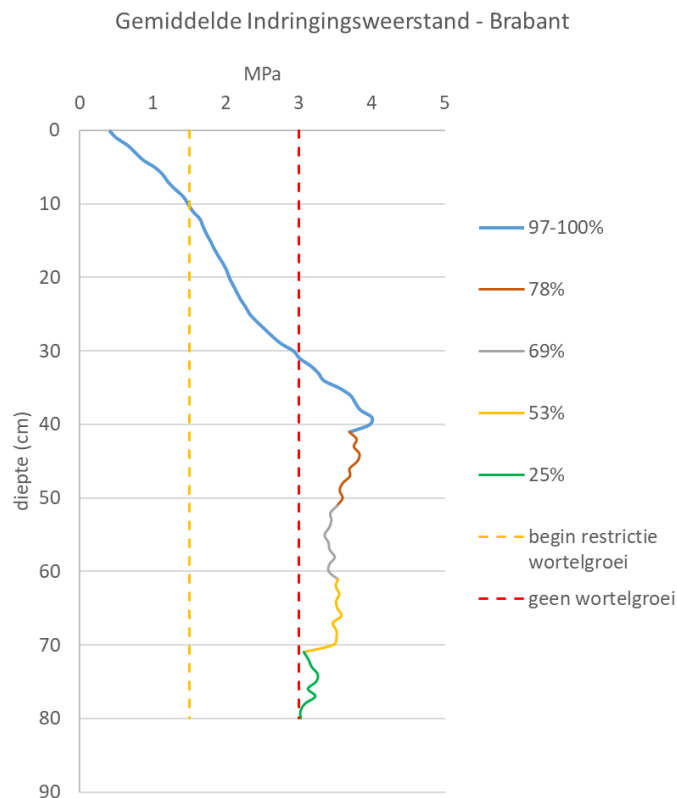


Figuur 3: Gemiddelde (bolletjes) en maximale (driehoekjes) indringingsweerstand op de gemeten percelen. De lijnen geven het gemiddelde per regio/netwerk weer. Vanaf een weerstand van 1,5 MPa (rode stippellijn) wordt de wortelgroei belemmerd, vanaf 3 MPa (rode lijn) stagneert de wortelgroei.

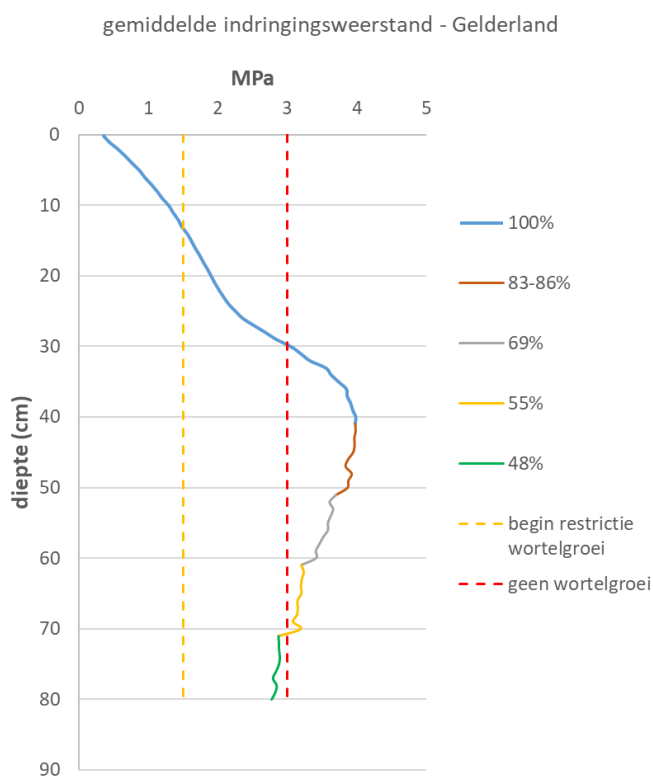
In figuur 4 (a t/m c) is de gemiddelde indringingsweerstand per regionetwerk op een andere manier weergegeven. Duidelijk wordt vanaf welke diepte de indringingsweerstand toeneemt en welk aandeel van de metingen tot welke diepte gerealiseerd (en meetelde in het gemiddelde) kon worden. In deze figuren wordt per regio (en grondslag) duidelijk in welke mate de wortelgroei mogelijk verstoord wordt door verdichting.



Figuur 4a: de gemiddelde gemeten indringingsweerstand in Friesland raakt slechts de lijn van het begin van de restrictie op de wortelgroei (1,5 MPa). 100 % van de bedrijven zijn gemeten tot de maximale meetdiepte van 80 cm.



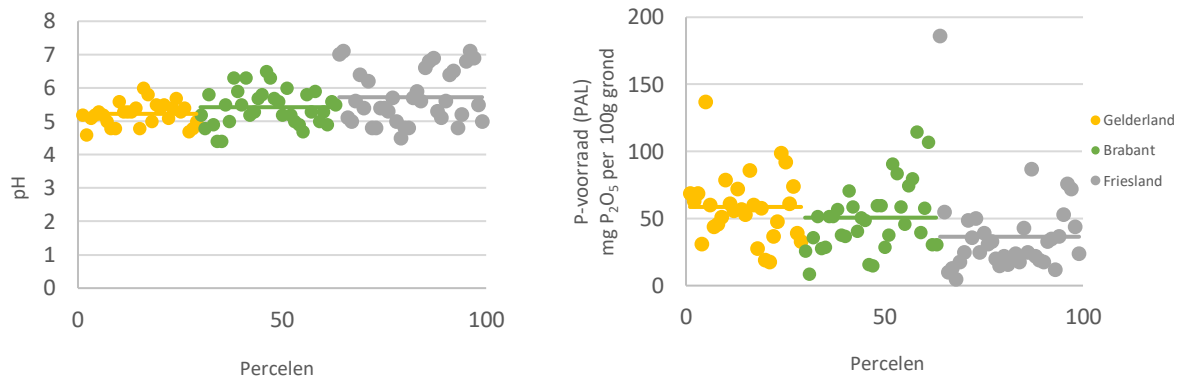
Figuur 4b: de gemiddelde gemeten indringingsweerstand in Brabant reikt vanaf 30 cm diepte tot over de grens van mogelijke wortelgroei (3 MPa). 100% van de percelen is gemeten tot de meetdiepte van 41 cm diepte. Bij grotere meetdiepten werden bij een steeds kleiner aantal percelen behaald. Dit is in de figuur aangegeven.



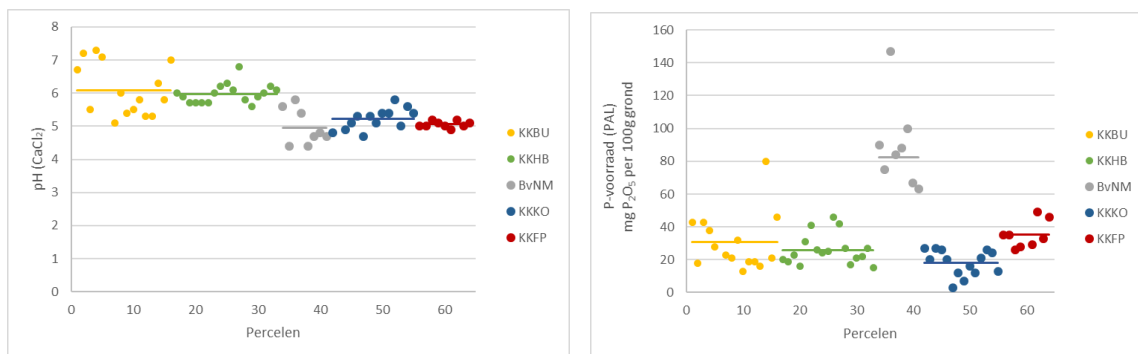
Figuur 4c: de gemiddelde gemeten indringingsweerstand in Gelderland reikt vanaf 30 cm meetdiepte voorbij de grens van mogelijke wortelgroei (3MPa). 100% van de bedrijven kon gemeten worden tot een meetdiepte van 40 cm. Bij grotere meetdiepten werden bij een steeds kleiner aantal percelen behaald. Dit is in de figuur aangegeven.

pH en fosforbeschikbaarheid in de bodem

De pH (zuurgraad) in graslandbodems van de grond ligt over het algemeen tussen de 4,5-6 op zand en op veen. Dit komt overeen met de gevonden waarden in de netwerken in Gelderland, Brabant en Friesland (figuur 5a). Op kleigrond ligt de pH hoger, veelal tussen de 6-7 met name op de jonge zeeklei die van nature nog een relatief hoog kalkgehalte bevat. In figuur 5b zijn de resultaten van de Koeien & Kansen bedrijven apart gepresenteerd.



Figuur 5a: De waarden voor zuurgraad (pH; links) en P-beschikbaar (PAL; rechts) op de gemeten percelen. Metingen zijn verricht in de laag 0-30 cm. De lijnen geven het gemiddelde per regio/netwerk weer.



Figuur 5b: De waarden voor zuurgraad (pH; links) en P-beschikbaar (PAL; rechts) op de percelen van de bedrijven van Koeien & Kansen. Metingen zijn verricht in de laag 0-30 cm. De lijnen geven het gemiddelde per bedrijf weer.

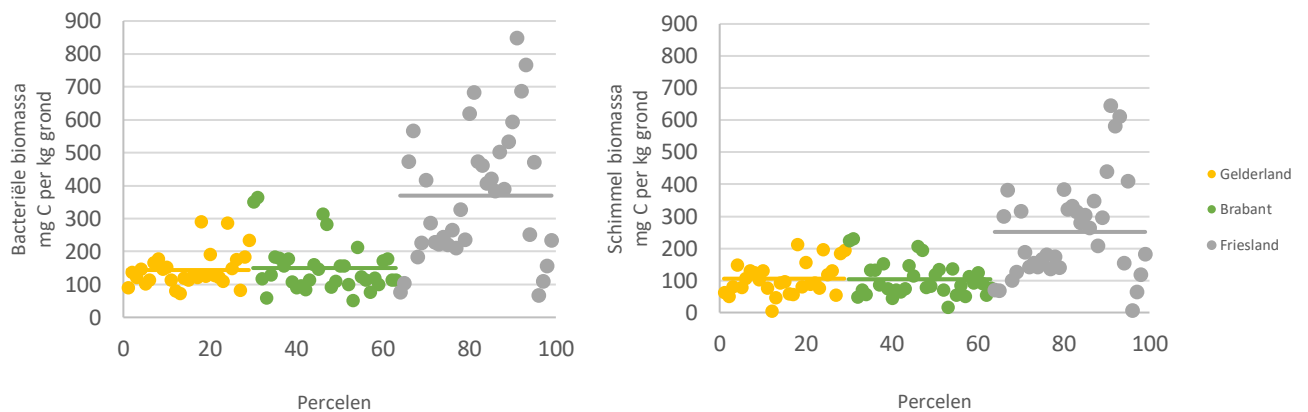
Het plant-beschikbare fosfaat (P-voorraad) ligt op de zandgronden van Gelderland en Brabant gemiddeld hoger dan in Friesland. Hier speelt ook een verschil in pH een rol; de P-voorraad is meestal het hoogst bij een pH tussen de 5,5 en 6,5 (Amery & Vandecasteele, 2015). Omdat de pH in Friesland vaker boven deze bandbreedte uitkomt, verklaart dit de gemiddeld lagere P-beschikbaarheid in Friesland.

Bacterie- en schimmelbiomassa

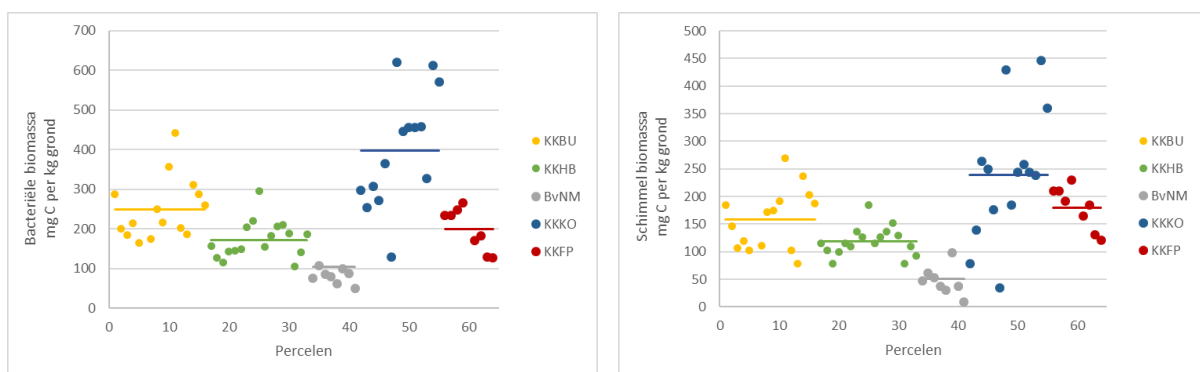
Bacteriën en schimmels zijn van belang voor de omzetting van organische stof en het beschikbaar maken van voedingsstoffen in de bodem. In figuur 6a zijn waarden voor bacteriële- en schimmelbiomassa gepresenteerd. In figuur 6b zijn de resultaten van de Koeien & Kansen bedrijven apart gepresenteerd. Bacteriën zetten over het algemeen makkelijk afbreekbaar

materiaal met een lage C/N verhouding om, daar waar schimmels de omzetting van moeilijker afbreekbare organische stof verzorgen.

Om een indicatie te krijgen van het microbiële bodemleven zijn er binnen de netwerken ook aanvullende metingen gedaan aan de samenstelling en verhouding van verschillende bodemmicroben. Deze gegevens zijn (juli 2020) echter nog niet binnen.



Figuur 6a: Waarden voor bacteriële- (links) en schimmelbiomassa (rechts) op de percelen uit de netwerken. Metingen zijn verricht in de laag 0-30 cm. De lijnen geven het gemiddelde per regio weer.

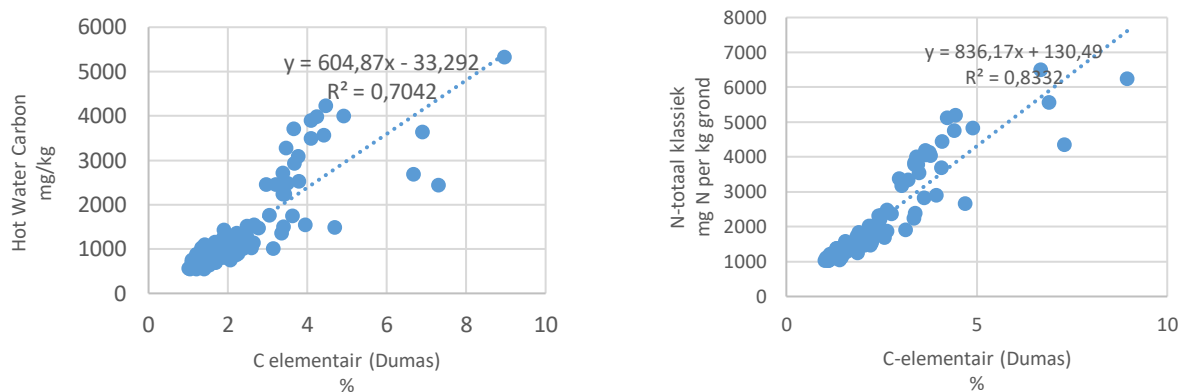


Figuur 6b: Waarden voor bacteriële- (links) en schimmelbiomassa (rechts) op de percelen van de bedrijven van Koeien & Kansen. Metingen zijn verricht in de laag 0-30 cm. De lijnen geven het gemiddelde per bedrijf weer.

Relatie bodem-C en bodemkwaliteit

Door binnen Slim Landgebruik naast metingen aan de koolstofvoorraad in de bodem de volledige set aan bodemindicatoren uit de BLN te meten is het mogelijk koolstofopslag in de bodem te relateren aan andere bodemparameters. Op deze manier kan worden gekeken of en hoe koolstofopslag in de bodem kan bijdragen aan de bodemkwaliteit.

Figuur 7 laat bijvoorbeeld een sterke correlatie tussen C-elementair en HWC ($R^2=0,70$) en een duidelijke relatie tussen C-elementair en N-totaal ($R^2=0,83$) zien. Relaties tussen verschillende bodemparameters en koolstofopslag zijn belangrijk om het effect van maatregelen in te schatten en draagvlak onder de veehouders te vergroten. Binnen het werkplan voor 2020 willen we ons dan ook voornamelijk op deze relaties focussen om goed te kunnen onderbouwen wat de bijdrage van koolstofopslag aan de kwaliteit van de bodem kan betekenen.



Figuur 7: De correlatie tussen het C-elementair (Dumas) en Hot Water Carbon (HWC), links, en C-elementair (Dumas) en N-totaal (rechts) binnen de netwerken veehouderij Gelderland, Brabant en Friesland.

4.6 Analyse en maatwerkondersteuning

In 2019 is voor alle deelnemende bedrijven informatie verzameld om op perceelsniveau een koolstofbalans op te stellen. Het kostte veel moeite om zowel voor opbrengst (ton droge stof gras / ha) als bemesting (kg C-N-P-K / ha) op perceelsniveau goed in kaart te brengen. Veehouders houden t.b.v. de Kringloopwijzer een meer generieke boekhouding bij. Aan de opbrengstkant moet onderscheid gemaakt worden tussen maaien en weiden. De laatste laat zich wat moeilijker inschatten, omdat ook het aantal koeien, urenweiden en oppervlakte van het perceel beschikbaar gesteld mee genomen moeten worden. M.b.t. bemesting moet op perceelsniveau uitgezocht worden hoeveel en welke meststoffen in welke periode aangewend zijn. In het geval van runderdrijfmest (RDM) hangen de gehalten af van het mestopslagsysteem en of er (hoeveel) water bijgemengd wordt. Omdat de manier van inventariseren voor de nulmeting in 2018 nog niet gereed c.q. optimaal was zijn in 2019 zowel de opbrengst en bemesting voor 2018 en 2019 verzameld. Omdat het NDICEA vooral ingestoken is op akkerbouw, was het lastig om voor grasland (van zeer uiteenlopende leeftijden) bruikbare, en voor de boer herkenbare, voorspellingen te doen. In juni 2020 is hiervoor wel een oplossing bedacht. Zomer 2020 is alle benodigde informatie voor modellering in RothC gereed. Inzet is dat de data van het netwerkveehouderij direct na de zomer aangeboden kan worden voor doorrekening in RothC.

Om voor de deelnemers naast op perceelsniveau ook op bedrijfsniveau inzicht in de koolstofbalans te verkrijgen is in juni 2020 besloten om de C-module van DLV advies voor 10 bedrijven uit te voeren. Hiermee wordt getoetst of de verzamelde data voldoet voor de berekening van de koolstofbalans. Resultaten komen na de zomer 2020 beschikbaar.

5 Conclusies en aanbevelingen voor vervolg

Om te beginnen kan gesteld worden dat de werkzaamheden in het Netwerk Veehouderij in 2019-2020 volgens planning uitgevoerd en afgerond zijn. Hierbij wordt aangetekend dat door de Coronacrisis werkzaamheden in een aantal gevallen op een andere manier zijn uitgevoerd dan gepland. Met name het groepswork kon vanaf het vroege voorjaar 2020 geen doorgang vinden. Voor het werkplan 2020 wordt er rekening mee gehouden dat mogelijk voor een aantal activiteiten wederom een alternatieve aanpak gehanteerd zal moeten worden. Op basis van opgedane ervaringen en inzichten lijkt dit weinig beperkingen op te leveren.

Er is goed samengewerkt met de regiopartners in de netwerken. Dit is een meerwaarde: er kan gebruik gemaakt worden van de autonome structuur in de 3 regio's, er is lokale ondersteuning bij bemonstering en dataverzameling en het verzorgen van het lopend contact met de deelnemers. Verder biedt de samenwerking laagdrempelige aansluitmogelijkheden op relevante recente en historische projecten. Dit laatste is ook belangrijk voor maatregelen die in de Lange Termijn Experimenten (LTE's) gevolgd worden (kruidenrijk grasland, leeftijd grasland, etc.) en maatregelen waarvan er geen wetenschappelijke opgezette experimenten voorhanden zijn.

Deelnemers in de netwerken gaan voor bodemkwaliteit en organische stof. In het kader van welk project dat is, lijkt voor hen minder belangrijk. Het Netwerk Veehouderij stuurt op het zichtbaar maken (en houden) van de specifieke meerwaarde van Slim Landgebruik (degelijk bemonsteringsprotocol en –plan, feedback, kennisuitwisseling op verschillende niveaus, continuïteit).

In Friesland wordt samengewerkt met Van Hall Larenstein en Living Lab Friesland. Dit biedt een goede link met het onderwijs en een breed netwerk waarin het werken aan vernieuwing in de landbouw centraal staat. In Brabant wordt samengewerkt met Stichting Duinboeren. Dit is een actieve partner met een grote achterban. Bij de bemonstering in 2019 waren 2 jonge veehouders betrokken bij het graven van de profielkuilen. Dit was vooraf goed aangelopen (collegiale integriteit): een meerwaarde voor gravers en kijkers! In Gelderland wordt samengewerkt met Stichting HOEduurzaam. Dit is een bijzonder netwerk. Geen pioniers en voorlopers, maar gewone boeren, bij elkaar gebracht rondom bodem en waterwinning. Er valt in dit netwerk inhoudelijk nog veel te behalen!

De deelnemers aan de netwerken hebben de in 2018 ingezette maatregelen over het algemeen goed door kunnen zetten in 2019. Ook was er bijna geen verloop van deelnemers. In 2020 behoeft dit extra aandacht tijdens de bedrijfsbezoeken. Vanwege het achterwege blijven van groepsbijeenkomsten is het contact met de deelnemers niet optimaal geweest.

Op zandgrond is vanwege de droogte lastiger gebleken om de ingezette maatregelen op de geselecteerde percelen vol te houden. In een aantal gevallen was de grasmat afgestorven en moest de keuze gemaakt worden om opnieuw in te zaaien. Ten behoeve van de continuïteit is hiermee is zo goed mogelijk omgegaan. Ook vragen boeren op (droge) zandgrond zich af of het streven naar een hoger aandeel permanent grasland goed uitpakt voor hun bedrijfsvoering. Alle ondernemers streven naar hoog aandeel permanent grasland, neem bv. de huiskavels, die gaat een boer echt niet op de kop zetten. Er is ook volop aandacht voor de positie van mais in

wisselteelt met gras in relatie tot verbeteren van de bodemkoolstof. Maar. Metingen in de Lange Termijn Experimenten (LTE's) laten vooralsnog geen effect van het verhogen van de leeftijd van grasland op organische stof zien. Een verklaring hiervoor kan zijn dat er een disbalans in geselecteerde graslandpercelen ouder dan bv. 10 jaar kan zijn of dat graslandpercelen ouder dan 10 jaar in de praktijk schaars zijn. Metingen in de netwerken bevestigen tot heden wat er uit de LTE's komt: de hoeveelheid organische stof in de laag 0-30 cm lijkt niet toe te nemen in de bodem onder permanent grasland t.o.v. tijdelijk grasland. Uit de beoordeling van de profielkuilen blijkt bovendien dat de bewortelingsdiepte en -intensiteit te wensen over laat. Het is wenselijk om het verband tussen het gehalte organische stof in de laag 0-10 cm t.o.v. van de laag 20-30 cm of dieper verder uit te zoeken. In het vervolg in 2020 heeft de ontwikkeling van organische stof op (droge) zandgrond onze speciale aandacht!

Ten behoeve van de financiële onderbouwing van koolstof vastleggende maatregelen in de veehouderij zijn 2 maatregelen doorgerekend, het toedienen van compost en de wisselteelt mais-grasklaver (60-20/20). Voor het toedienen van compost variëren de meerkosten tussen de 257 en 576 euro per ha (groencompost) en 79 en 358 euro per ha (gft-compost), afhankelijk van regio en gebruikte referentie bedrijfsvoering.

Voor de wisselteelt mais-grasklaver komen er positieve verschillen uit voor gangbare referentie bedrijfsvoeringen met 18 kliter melk/ha (158 euro/ha) en 25 kliter melk/ha (194 euro/ha) wanneer die de wisselteelt mais-grasklaver gaan toepassen.

Beide maatregelen, samen met de maatregel verhogen van de leeftijd van grasland, zullen in 2020 op basis van de laatste resultaten en inzichten worden doorgerekend met het programma BBRP (WLR).

In 2018 is een begin gemaakt met het systematisch verzamelen van implementatievragen bij alle deelnemers. Dit is in 2019 voortgezet, o.a. tijdens de keukentafelgesprekken en de gezamenlijke beoordeling van de profielkuilen. In 2020 wordt verder vorm gegeven aan de geplande en voortschrijdende uitwerking van de implementatievragen.

Vanwege de Coronacrisis zijn er vanaf maart 2020 geen groepsbijeenkomsten meer georganiseerd. Dit is als een gemis ervaren. Zoals eerder aangegeven, in het vervolg in 2020 wordt rekening gehouden met dat mogelijk voor een aantal activiteiten een alternatieve benadering gehanteerd zal moeten worden.

In de verschillende netwerken is ingezet op het initiëren van veldproeven en demonstratieactiviteiten die de ontwikkeling van koolstof vastleggende maatregelen bij de deelnemers ondersteunen en stimuleren. Zo is er netwerk breed ingezet om respiratiemetingen te doen op de genomen grondmonsters. Doel hiervan is de activiteit van de microbiële bodemgemeenschap vast te stellen. Dit is een eerste stap om de activiteit van het bodemleven te kwantificeren en te verbinden aan de maatregelen die zijn gekozen om de koolstofvastlegging in de bodem te vergroten. Dit sluit goed aan op vragen van veel ondernemers m.b.t. de relatie tussen ontwikkeling van organische stof en bodembiologie. Verder is in de verschillende

netwerken ingespeeld op de mogelijkheid om lopende initiatieven op het gebied van bodembeheer en landgebruik te koppelen aan demonstratieactiviteiten en metingen. Dit zal in 2020 verder opgepakt en ingevuld worden.

In 2019 – 2020 zijn bodemkwaliteitsmetingen en bodemkoolstofmetingen succesvol uitgevoerd in de verschillende regio's van het Netwerk Veehouderij. De resultaten die in dit rapport zijn gepresenteerd vallen binnen de bandbreedte die te verwachten was op basis van grondslag en bedrijfsvoering van de deelnemende bedrijven. Najaar 2020 zal een verdere analyse van de resultaten plaatsvinden.

In 2019 is voor alle deelnemende bedrijven informatie verzameld om op perceelsniveau een koolstofbalans op te stellen. Omdat de manier van inventariseren voor de nulmeting in 2018 nog niet gereed c.q. optimaal was zijn in 2019 zowel de opbrengst en bemesting voor 2018 en 2019 verzameld. Om voor de deelnemers naast op perceelsniveau ook op bedrijfsniveau inzicht in de koolstofbalans te verkrijgen is de C-module van DLV advies voor 10 bedrijven ingezet. Hiermee wordt de dataverzameling verder aangejaagd (bv. het beschikbaar stellen van generieke informatie zoals Kringloopwijzer, gecombineerde opgave en bodemanalyses en landgebruik per perceel) en wordt getoetst of de verzamelde data voldoet voor de berekening van de koolstofbalans. Resultaten hiervan komen na de zomer 2020 beschikbaar.

Voorts is zomer 2020 alle benodigde informatie voor modellering in RothC gereed. Inzet is dat de data van het netwerkveehouderij direct na de zomer aangeboden kan worden voor doorrekening in RothC.

Referenties

- Amery, F. & Vandecasteele, B. (2015) Wat weten we over fosfor en landbouw? Deel 1: Beschikbaarheid van fosfor in bodem en bemesting. Merelbeke, ILVO.
- Burgt, G.J.H.M. van der, G.J.M. Oomen, A.S.J. Habets and W.A.H. Rossing (2006). The NDICEA model, a tool to improve nitrogen use efficiency in cropping systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 74: 275-294.
- Eekeren van, N. en Wit de, J. (2018), Verandering landgebruik voor bodemkwaliteit ook winstgevend voor intensieve bedrijven, *Veefocus* juni 2018.
- Ghani, A., Dexter, M., & Perrott, K. W. (2003). Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. *Soil biology and biochemistry*, 35(9), 1231-1243.
- Hanegraaf, M.C., Van den Elsen, H.G.M., De Haan, J.J. en Vosser, S.M., Bodemkwaliteitsbeoordeling van landbouwgronden in Nederland – indicatorset en systematiek, versie 1.0. Wageningen Research, Rapport WPR-795. 34 p.; 1 fig; 2 tab; 23 ref.
- Hoekstra, C. en J.N.B. Poelman, 1982. Dichtheid van gronden gemeten aan de meest voorkomende bodemeenheden in Nederland. Stichting voor Bodemkartering, rapport nr. 1582, 47 blz.
- Koopmans, C.J., B. Timmermans, J.P. Wagenaar, J. van 't Hull, M. Hanegraaf en J. de Haan (2019). Evaluatie van maatregelen voor het vastleggen van koolstof. Resultaten uit Lange Termijn Experimenten (LTE's). Louis Bolk Instituut en Wageningen UR.
- Lesschen, J.P., H. Heesmans, J. Mol-Dijkstra, A. van Doorn, E. Verkaik, I. van den Wyngaert en P. Kuikman (2012). Mogelijkheden voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw en natuur. Alterra rapport 2396 ISSN 1566-7197. 64 p.
- Locher, W.P. H de Bakker (red) (1990). Bodemkunde van Nederland, del 1: Algemene Bodemkunde. Malmberg, Den Bosch, 440 pag. ISBN 90 208 3545 9.
- Rougoor, C. (2020), Berekening kosten van aanwending van compost, CLM, 8 p.
- Wagenaar J.P., Maaike van Agtmaal en Nine Douwes Dekker (2019), Bodem & Klimaat Netwerk – Veehouderij, rapportage 2018, Louis Bolk Instituut, 69 p.
- Wit, J. de, S. van der Goor, J. Pijlman en N. van Eekeren (2018). Opbouw organische stof met blijvend grasland. *Vfocus* april 2018: 32-33.
- Wösten, J.H.M., G.J. Veerman, W.J.M. de Groot en J. Stolte. 2001. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks. Vernieuwde uitgave 2001. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, Alterra-rapport 153. 86 p.

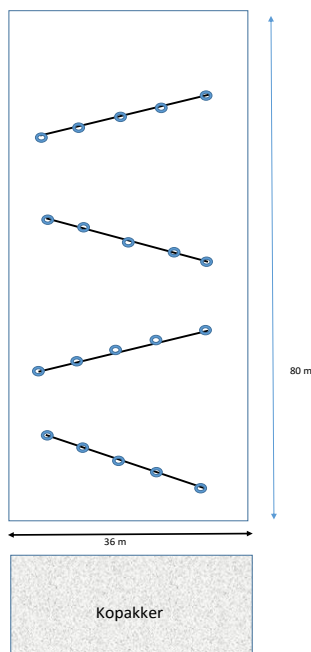
Bijlage 1: Bemonsteringsprotocol 2019 netwerk veehouderij

Overleg altijd met de boer voor je gaat bemonsteren!

De monstername bestaat uit de volgende onderdelen:

1. Bepaling van het meetvak
2. Methode voor het nemen van een grondmonster
3. Grondmonster t.b.v. chemische analyse
4. Grondmonster voor PFLA
5. Visuele bodembeoordeling
6. Ringen voor watervasthoudend vermogen en bulkdichtheid
7. Penetrologger voor verdichting

1. Bepaling van het meetvak



In de netwerken wordt op twee percelen (of twee punten in hetzelfde perceel) gemeten. In beide percelen wordt de hieronder beschreven set metingen uitgevoerd. Op bedrijven waar ook in 2018 is bemonsterd, worden de metingen in 2019 uitgevoerd in hetzelfde meetvlak als 2018 (gebruik hiervoor vastgelegde GPS-gegevens uit 2018).

Voor de bedrijven die dit jaar nieuw in het project worden opgenomen, bepaal een meetvak op de volgende manier:

- Selecteer een te bemonsteren strook van 36m x 80m,
- Blijf 5 meter weg uit de kanten/kopakker van het perceel,
- Vermijd afwijkende en niet-representatieve stukken,
- Pas de afmetingen van dit vak zo nodig aan indien afspraken met de boer over bepaalde maatregelen (bijvoorbeeld in een smallere strook) zijn gemaakt.

2. Methode voor het nemen van een grondmonster

- Zorg voor gelabelde zakken voor je begint. Je houdt zo goed bij welke monsters genomen zijn.
- Op de guts staat om de 5 cm een streepje; om de gewenste diepte duidelijker af te kunnen lezen kun je met een stift of tape het maatstreepje accentueren.
- Vlakke teelt: De guts wordt recht (verticaal) de grond in gestoken tot de gewenste diepte.
- Beddenteelt: Verspreid steken, ook in het stukje tussen plantrij en rijpad.
- Ruggen teelt: De guts iets schuin richting het midden van de rug, halverwege de hoogte in het schuine vlak van de rug gestoken tot de gewenste diepte.
- Draai de guts zodanig dat de zijkant van de guts als het ware een beetje langs de rand van het gaatje schaaft en schraapt, dit om de bovenste 10 cm goed gevuld te krijgen.
- Guts recht uit de grond trekken en controleer of de guts goed vol zit.
- Afkeuren als:
 - a) meer dan 2 cm onderin niet goed gevuld
 - b) gaten in de kolom van meer dan 1 cm
 - c) bovenin onvoldoende gevuld. Lastig bij droge grond, soms te corrigeren door later van de bovenste 10 cm apart te steken.
- Gebruik het duimpje om de grond uit de guts te verwijderen, mik goed in het emmertje.

3. Grondmonsters t.b.v. chemische analyse

- a. Stel steekdiepte vast door een proefsteek te maken en de bodemlaag 0-30 te bepalen. Let op, gras of bovengrondse gewasresten tellen hiervoor niet mee. De totale steekdiepte kan dus iets groter zijn dan 30 cm. Markeer de steekdiepte op de guts met een tie-wrap, tipp-ex of een watervaste stift.
- b. Neem op 20 plaatsen telkens 2 steken van 30 cm diep binnen het meetvak volg daarbij een W-vormig patroon (zie bijlage 1). In totaal neem je dus 40 steken.
Omdat de monsters over 2 zakken verdeeld moeten worden, is het voorstel om met twee emmers te werken en op de 20 plaatsen telkens 1 guts in de ene emmer te doen, en 1 guts in de andere. Op deze manier verkrijgen we twee representatieve mengmonsters uit het meetvak.
- c. Gebruik hiervoor een guts met een diameter van 1 cm.
 - a. Steek zowel in de rij als tussen de rij (bij grasland is dit niet van toepassing).
 - b. Gras of bovengrondse gewasresten die op het perceel liggen worden niet meegenomen. Zorg daarom dat bovengrondse gewasresten uit het monster verwijderd worden en dat je bij de 0-30 laag pas vanaf de bodemlaag de guts afsteekt zodat gras/gewasresten in de guts blijven zitten.
- d. Meng de monsters in de emmers goed. **Niet met de hand maar met een lepel of schepje om besmetting (PFLA) te voorkomen!**
Verdeel de grond in de emmers over:
 - haal uit een van de emmers een buisje voor **PFLA (zie 4)**. Sticker begint met **PFL**
 - doe het restant van deze emmer vervolgens in de monsterzak die begint met **HWC**
 - doe de grond uit de andere emmer in de monsterzak met code die begint met **EUR**
- e. Breng de monster zo snel mogelijk na monsternamen naar LBI.

4. Grondmonster voor PFLA

Zie procedure vanaf 3d.

- meng grond in de emmer goed, **niet met de hand maar met een lepel of schepje om besmetting te voorkomen**
- haal uit een van de emmers een buisje (30 ml) voor **PFLA (zie 3)**. Sticker begint met **PFL**, een half buisje is voldoende!
- let op dat je dit niet met de hand doet maar het als het ware opschept uit de emmer (buisje is schoon!) handschoenen zijn op de ze manier niet noodzakelijk
- **bewaar het buisje koel, maximaal 8 graden C**

extra info:

- de 30 ml buisjes liggen klaar op het LBI
- uiteindelijk worden de monsters ingevroren, maar het is geen probleem als dit pas gebeurt als ze op het LBI zijn, mits de monsters koel worden bewaard
- vriezen en daarna weer laten ontdooien mag i.i.g. niet!

5. Visuele bodembeoordeling

- Graaf een profielkuil van 50x50x50cm in het midden van het 36x80m meetvak.
- Maak een foto van de profielwand met daarbij het meetlint waaruit de diepte zichtbaar wordt, en kaartje waarop de code van het meetvak zichtbaar is.
- **Vul enkele onderdelen van het beoordelingsformulier in (toegevoegd), voordat de profielkuil verder verstoord wordt.**
- Steek met de spade een ongestoorde kluit van 20x20x25cm uit de zijkant van de kuil, met een diepte 0-25 cm, bij voorkeur rond een plant (bij knolgewassen aan de zijkant van het gewas).

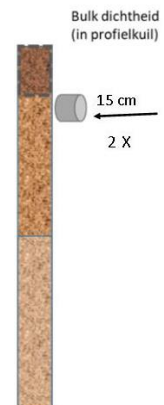
- Haal de kluit goed ondersteund naar boven, zodat hij intact blijft.
- Leg de kluit zijwaarts op de plastic zak neer.
- Breek de kluit met beide handen voorzichtig doormidden.
- Steek een tweede kluit, op dezelfde wijze, maar dan op een diepte 25-50cm, en volg dezelfde handelingen.
- Vul de rest van het formulier van de visuele bodembeoordeling in (toegevoegd).



6. Watervasthoudendheid/Bulkdichtheid

Plaats 2 bulkdichtheidsringen naast elkaar op 15 cm diepte.

De bulkdichtheid moet worden bemonsterd door de ringen in te brengen langs de wand van de profielkuil. Plaats de slagkop op de ring en duw de ring volledig in de wand. Tik indien nodig lichtjes met een rubberen hamer. Steek na het plaatsen de ring rondom uit en snij overtollige bodem af. Als de ring niet geheel is gevuld, leeg deze dan zorgvuldig en bemonster opnieuw een andere zijde van de kuil. Verzegel de ringen door de doppen op de ring te plaatsen, en stop de ring in het corresponderende gelabelde zakje.



7. Penetrologger

Meet de verdichting 10x in het proefveldoppervlak met de penetrologger.

Zet de GPS aan en wacht tot deze satellietcontact heeft (dit legt gelijk de locatie van het meetvlak vast). Meet de verdichting in het meetvak in de vorm van een 'W' lopend. Steek de eerste steek in de hoek rechtsonder, gezien vanaf de weg waarlangs je het perceel betreden hebt, zodat deze GPS coördinaten als referentie kunnen worden gebruikt. Meet tot minimaal 80 cm.

Gebruik de punt met een hoek van 60°. Let er bij het steken op dat je de pin met de juiste snelheid (2m/s) in de bodem drukt (dit is te zien aan het balkje op de display). Penetrologgermetingen/uitslagen zijn erg gevoelig voor welke monsternemer de meting doet. Een vast persoon is daarom het beste.

Beoordelingsformulier Bodem Conditie Score (BCS)

Locatie:

Naam beoordelaar	
Datum	
Bedrijf/LTE	
Code meetvlak	

Perceel- en teeltgegevens:

Gewas op moment bemonstering	
Toestand perceel: bv. droog, nat, etc.	
Recent veel of weinig neerslag?	
Ploegdiepte	
Bijzonderheden	

Bodemprofiel:

Voorafgaand aan het uitsteken van kluiten uit de profielkuil:		
Beworteling		
Bewortelingsdiepte (cm)	cm	
Storende lagen		
Is er een storende laag aanwezig	Ja / Nee	
Zo, ja welke diepte in profiel (cm)	cm	
Zo, ja welke dikte (cm)	cm	
Beoordeling op basis van de uitgestoken kluiten:		
Structuur		
% Scherpblokkig 0-25 cm	%	
% Rondvorming 0-25 cm	%	
% Kruimelbaar 0-25 cm	%	
% Poeder / Niet te beoordelen 0-25 cm	%	
% Scherpblokkig 25-50 cm	%	
% Rondvorming 25-50 cm	%	
% Kruimelbaar 25-50 cm	%	
% Poeder/Niet te beoordelen 25-50 cm	%	

Beworteling			
Relatief voor gewas en bodemlaag:	Intensief	Redelijk	Slecht
Beworteling 0-25 cm			
Beworteling 25-50 cm			
Bodemleven 0-25 cm			
Bodemleven 25-50 cm			
In absolute termen:	Intensief	Redelijk	Slecht
Beworteling 0-25 cm			
Beworteling 25-50 cm			
Bodemleven 0-25 cm			
Bodemleven 25-50 cm			
Beoordeling			
Waardering van het profiel (1 – 10) (geef een rapportcijfer)			
Toelichting op de waardering ¹ (bijzonderheden m.b.t. profiel)			

¹ Maak bij de beoordeling gebruik van brochures Bodemscan zand- en dalgronden, Bodemconditie, De Kuil,

Bijlage 2: Metingen en analyses BLN-indicatorset

Tabel 1 Overzicht metingen en methoden

Bereik	Indicator	Methode	Laboratorium
Koolstof & organische stof	C-elementair	Elem. analyse ¹	Eurofins
	C-totaal	1150 °C ²	Eurofins
Fysisch	Organische stof	NIRS ³	Eurofins
	Organische stof-gloeiverlies	Gloeiverlies ⁴	Eurofins
	Textuur (klei/silt/zand)	NIRS	Eurofins
	Watervasthoudend vermogen	pF bak	BDB
	Bulkdichtheid	Ringen 100 cc	BDB
	Weerstand	Penetrologger	LB1/WUR
	Nmin		Eurofins
Chemisch	N-totaal	Dumas-Klassiek	Eurofins
	pH-ClCl ₂	ClCl ₂ -extr.	Eurofins
	P-voorraad (P-AI)		Eurofins
	P-beschikbaar	ClCl ₂ -extr.	Eurofins
	P _w ¹	berekening	Eurofins
	K-CEC	NIRS	Eurofins
	K-beschikbaar	ClCl ₂ -extr.	Eurofins
Biologisch	HWC	Extractie	WenR
	Pot min. N (PMN)	NIRS	Eurofins
	Microbiële biomassa	NIRS	Eurofins
	Microbiële activiteit	NIRS	Eurofins
	Schimmelbiomassa	NIRS	Eurofins
	Bacteriële biomassa	NIRS	Eurofins
	Bodemscan	Visueel	LB1/WPR
Visuele beoordeling			

¹ Soil organic carbon (SOC elementaire C analysis gevolgd door droge verbranding (Yeomans and Bremner, 1991; Soon and Abboud, 1991, ISO 10694). Internal classical code = COR6

² Total Carbon: SOC + inorganic carbon. Verbranding bij 1150 °C (NEN 15936). Internal classical code = CTT6

³ Near Infra Red Spectroscopy

⁴ Gloeiverlies bij 550 °C (NEN 5754, 2005). Internal classical code = GLV1

Bijlage 3: Implementatievragen deelnemers

	AANPAK	LITERATUUR	PORTFOLIO	Kennis	Kennis	Meten	Combinaties	Actie 2020
			analyse	Praktijk LEZING	Praktijk EXCURSIE	Experimenteerruimte	vragen	
	Geinventariseerde Praktijkvragen toepassing klimaatmaatregelen							
	Langjarig grasland + kruidenrijk							
1	Extra wortelontwikkeling bij meerjarig grasland (droogtegevoelig)?	X	?	x	X	x	4	factsheet (LBI)
2	Graslandvernieuwing en koolstofvastlegging op klei en klei op veen						4/5/6	factsheet (LBI)
3	Scheuren grasland en koolstof verlies	X	?	X			4/5/6	factsheet (LBI)
4	Wat is divers grasland (ook oud grasland?)				x	X		factsheet (LBI)
5	Extensief en intensief beheerd grasland en koolstofopbouw	X	X	?	-	?	9 en 6	agenderen
6	grazen en maaien en opbouw organische stof	X	x	-	-	?	5 en 9	deskstudie
7	Bodemdiversiteit en bovengrondse productie	x					8	
8	Bodemleven en koolstofvastlegging	x					7	
9	ANLb en koolstofvastlegging (uitgesteld maaibeheer en randen)	X					5 en 6	
	Mais in stroteelt (LBI)							
10	Belang uitgangssituatie: structuur + waterhuishouding							factsheet (LBI)
11	Onder welke omstandigheden levert stroteelt vergelijkbare opbrengsten			x	x			factsheet (LBI)
12	Stroteelt en organische stofopbouw en bodemleven		?			?		
13	Stroteelt en graslandrotatie							factsheet (LBI)
	Compost en bemesting							
14	Soort compost			X	x			factsheet (CLM)
15	Tijdstip composttoediening en inwerken?	x	?	X	x	?		factsheet (CLM)
16	Welke organische mest toepassen?	x		X		x		factsheet (CLM)
	Tijdstip toedienen organische mest			x				factsheet (CLM)
17	Onderscheid grasland en mais?	x						
18	Deel organische mest bewaren voor vanggewas -> nitraat uitspoeling?	x		x				factsheet (CLM)

Bijlage 4: Minimale dataset BNS: gemiddelden ($\pm$ SD) per netwerk

	<i>Parameter</i>	<i>Eenheid</i>	<i>Gelderland</i>	<i>Brabant</i>	<i>Friesland</i>
Organische stof	C-elementair (NIRS)	%	2,2 ($\pm$ 0,7)	1,8 ($\pm$ 0,6)	4,3 ($\pm$ 2,8)
	C-elementair (Dumas))	%	2,1 ($\pm$ 0,7)	1,8 ($\pm$ 0,6)	3,7 ($\pm$ 1,8)
	OS-Gloeiverlies	%	4,2 ($\pm$ 1,1)	4,0 ($\pm$ 1,5)	9,3 ($\pm$ 4,9)
	O.S. - NIRS	%	4,0 ($\pm$ 1,1)	3,4 ($\pm$ 1,1)	7,7 ($\pm$ 4,9)
	C/OS		0,5 ($\pm$ 0,0)	0,5 ($\pm$ 0,0)	0,6 ($\pm$ 0,0)
	C-totaal	%	2,2 ($\pm$ 0,8)	1,9 ($\pm$ 0,6)	4,5 ($\pm$ 2,6)
	HWC	mg/kg	1016,3 ($\pm$ 245,5)	979,7 ($\pm$ 431,2)	2569,0 ($\pm$ 1343,4)
Fysisch	Bodem-C	ton C/ha	86,8 ($\pm$ 27,4)	73,3 ($\pm$ 20,8)	130,1 ($\pm$ 54,0)
	Watervasthoudend vermogen	cm ³ /cm ³	0,2 ($\pm$ 0,0)	0,2 ($\pm$ 0,0)	0,3 ($\pm$ 0,1)
	Klei	%	2,4 ($\pm$ 2,0)	5,3 ($\pm$ 10,0)	26,7 ($\pm$ 16,5)
	Silt	%	11,8 ($\pm$ 2,9)	15,7 ($\pm$ 10,2)	29,8 ($\pm$ 12,1)
	Zand	%	81,8 ($\pm$ 4,1)	75,6 ($\pm$ 19,3)	35,4 ($\pm$ 26,3)
	Indringingsweerstand gemiddeld	MPa	1,6 ($\pm$ 0,5)	1,7 ($\pm$ 0,7)	1,0 ($\pm$ 0,4)
	Indringingsweerstand maximaal	MPa	3,1 ($\pm$ 0,9)	3,0 ($\pm$ 1,1)	1,5 ($\pm$ 0,6)
	Bulkdichtheid	g/cm ³	1,4 ($\pm$ 0,1)	1,4 ($\pm$ 0,1)	1,2 ($\pm$ 0,2)
	pF 0	cm ³ /cm ³	0,4 ($\pm$ 0,0)	0,5 ($\pm$ 0,0)	0,5 ($\pm$ 0,1)
	pF 2.0	cm ³ /cm ³	0,2 ($\pm$ 0,0)	0,2 ($\pm$ 0,1)	0,4 ($\pm$ 0,1)
Chemisch	pF 2.7	cm ³ /cm ³	0,2 ($\pm$ 0,0)	0,2 ($\pm$ 0,1)	0,4 ($\pm$ 0,1)
	pF 4.2	cm ³ /cm ³	0,1 ($\pm$ 0,0)	0,1 ($\pm$ 0,1)	0,1 ($\pm$ 0,1)
	pH-CaCl ₂		5,2 ($\pm$ 0,3)	5,4 ($\pm$ 0,5)	5,7 ($\pm$ 0,8)
	N-totaal NIRS	mg N/kg	1626,2 ($\pm$ 358,9)	1490,9 ($\pm$ 625,2)	3719,2 ($\pm$ 1863,9)
	C/N		13,3 ($\pm$ 2,1)	12,0 ($\pm$ 1,7)	11,4 ($\pm$ 2,5)
	N-totaal klassiek = kjeldahl	mg N/kg	1625,5 ($\pm$ 393,8)	1565,9 ($\pm$ 671,0)	3721,4 ($\pm$ 1669,5)
	N-min najaar CaCl ₂	kg/ha	15,8 ($\pm$ 7,5)	12,0 ($\pm$ 5,4)	21,1 ($\pm$ 11,4)
	P-beschikbaar (P-PAE)	mg P/kg	3,4 ($\pm$ 2,0)	3,4 ($\pm$ 3,9)	1,4 ($\pm$ 1,8)
	P-beschikbaar (Pw)		54,8 ($\pm$ 23,8)	50,4 ($\pm$ 34,8)	26,1 ($\pm$ 20,3)
	P-voorraad (PAL)	mg P ₂ O ₅ /100 g	58,6 ($\pm$ 25,2)	50,6 ($\pm$ 24,8)	36,4 ($\pm$ 31,9)
Biologisch	K-beschikbaar (K-PAE)	mg K/kg	88,4 ($\pm$ 32,0)	79,6 ($\pm$ 41,6)	126,3 ($\pm$ 62,5)
	K-voorraad (NIRS)	mmol/kg	1,9 ($\pm$ 0,5)	2,2 ($\pm$ 1,0)	8,8 ($\pm$ 6,5)
	Pot min. N (PMN) - NIRS	kg N/ha	56,7 ($\pm$ 20,7)	48,1 ($\pm$ 20,5)	101,3 ($\pm$ 44,2)
	Microbiële biomassa	mg C/kg	63,2 ($\pm$ 37,7)	48,1 ($\pm$ 20,4)	101,3 ($\pm$ 44,2)
	Bacteriële biomassa	mg C/kg	143,7 ($\pm$ 53,8)	149,8 ($\pm$ 76,5)	369,6 ($\pm$ 201,4)
	Schimmel biomassa	mg C/kg	105,7 ($\pm$ 50,4)	104,0 ($\pm$ 52,7)	251,4 ($\pm$ 154,9)
	Schimmel/bacterie-ratio		0,7 ($\pm$ 0,2)	0,7 ($\pm$ 0,2)	0,7 ($\pm$ 0,1)
Bodemscan	ploegdiepte	cm	25,6 ($\pm$ 6,2)	30,0 ($\pm$ 0,0)	29,9 ($\pm$ 1,5)
	bewortelingsdiepte	cm	31,3 ($\pm$ 10,2)	41,1 ($\pm$ 7,0)	46,1 ($\pm$ 9,7)
	storende laag	aantal	10	4	10
	diepte storende laag	cm	35,0 ($\pm$ 6,1)	36,3 ($\pm$ 7,5)	31,5 ($\pm$ 7,3)
	dikte storende laag	cm	8,3 ($\pm$ 4,1)	11,0 ($\pm$ 4,2)	9,9 ($\pm$ 4,8)

Scherpblokkigheid (0-25cm)	%	26,8 (±14,7)	26,2 (±20,5)	14,5 (±13,8)
Beworteling relatief (0-25cm)	score (0-2)	1,0 (±0,6)	1,4 (±0,6)	1,9 (±0,2)
Bodemleven relatief (0-25cm)	score (0-2)	1,0 (±0,7)	1,3 (±0,8)	1,7 (±0,5)
Beworteling absoluut (0-25cm)	score (0-2)	1,0 (±0,6)	1,3 (±0,7)	1,9 (±0,4)
Bodemleven absoluut (0-25cm)	score (0-2)	0,9 (±0,6)	1,2 (±0,8)	1,6 (±0,5)
Scherpblokkigheid (25-50cm)	%	39,3 (±14,4)	43,5 (±30,3)	37,1 (±23,3)
Beworteling relatief (25-50cm)	score (0-2)	0,4 (±0,6)	1,0 (±0,6)	1,6 (±0,6)
Bodemleven relatief (25-50cm)	score (0-2)	0,6 (±0,6)	0,5 (±0,6)	0,9 (±0,7)
Beworteling absoluut (25-50cm)	score (0-2)	0,3 (±0,5)	0,8 (±0,7)	1,4 (±0,8)
Bodemleven absoluut (25-50cm)	score (0-2)	0,4 (±0,6)	0,4 (±0,6)	0,8 (±0,8)