

Bodem & Klimaat Netwerk - Veehouderij

Jan-Paul Wagenaar¹, Maaïke van Agtmaal¹, Nine Douwes Dekker²

Met bijdragen van Merel Hondebrink¹, Koos Verloop³, René Schils³, Gerjan Hilhorst³ en Marieke Jelsma⁴

¹ Louis Bolk Instituut ² Centrum Landbouw & Milieu, ³ WUR Plant / WUR LR, 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' binnen het projectcluster '2018-2019 m.b.t. koolstof in landbouwbodem in het kader van het LNV-klimaatbeleid.

© 2019

Bodem & Klimaat Netwerk – Veehouderij

Definitief rapport 4-7-2019

69 pagina's

Jan-Paul Wagenaar¹, Maaike van Agtmaal¹, Nine Douwes Dekker²

Met bijdragen van Merel Hondebrink¹, Koos Verloop³ en Marieke Jelsma⁴

¹ Louis Bolk Instituut ² Centrum Landbouw & Milieu, ³ WUR Plant ⁴ Van Hall Larenstein Leeuwarden

Voorwoord

Voorjaar 2018 begonnen de voorbereidingen voor het project Slim Landgebruik Bodem & Klimaat- Netwerk Veehouderij. In de loop van 2018 is met verschillende partners constructief en plezierig aan opzet en invulling van dit deelproject van Slim Landsgebruik gewerkt.

Daarnaast heeft een grote groep ondernemers in drie verschillende regio's op een positieve manier de handschoen opgepakt om te gaan werken aan het vastleggen van CO₂ en heeft daartoe medewerking verleend aan het verrichten van een nulmeting bodem en het beschikbaar stellen van basis bedrijfsinformatie. Alles bij elkaar een goede basis om het Netwerk Veehouderij de komende jaren verder invulling te geven. Dank aan een ieder die hier zijn of haar medewerking aan heeft verleend.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Doelstelling	13
3 Werkwijze	14
3.1 Startbijeenkomsten / Kennissessies	14
3.2 Keukentafelgesprekken	14
3.3 Nulmeting bodem & afstemming percelen	14
3.4 Koolstof voorraad in de bodem	17
4 Startbijeenkomsten / kennissessies in de regio's	18
4.1 Carbon Valley / Duinboeren	18
4.2 Living Lab Friesland / Van Hall Larenstein Leeuwarden	19
4.3 HOEduurzaam	20
4.4 Koeien & Kansen	21
5 Uitkomsten keukentafelgesprekken	22
5.1 Carbon Valley / Duinboeren	22
5.2 Living Lab Friesland / Van Hall Larenstein Leeuwarden	25
5.3 Stichting HOEduurzaam	28
5.4 Koeien & Kansen	30
5.5 Maatregelen in de netwerken	32
5.6 Kansen en belemmeringen	33
6 Nulmeting van de bodem op de bedrijven	35
6.1 Bodemverdichting: metingen met de penetrologger	35
6.2 Organische stof	36
6.3 Verschillen tussen de koolstof metingen	38
6.4 Berekening van de koolstofvoorraad in de bodem	38
7 Samenwerking, data en Klimaat Max	41
7.1 Afspraken rond samenwerking	41
7.2 Klimaat max bedrijven	42
8 Conclusies en aanbevelingen	43
8.1 Conclusies	43
8.2 Aanbevelingen	45
8.3 Plannen voor de periode 2019-2023	45
Referenties	47
Bijlagen	48
Bijlage 1: Protocol bemonstering	49
Bijlage 2.1 Verslag startbijeenkomst Carbon Valley (Brabant)	52
Bijlage 2.2 Verslag startbijeenkomst Living Lab/VHL Leeuwarden (Friesland)	54
Bijlage 2.3 Verslag startbijeenkomst HOEduurzaam (Gelderland)	55
Bijlage 3: Kengetallen Vee & Land deelnemers netwerken	57
Bijlage 4 Overzicht gemeten chemische parameters nulmeting	59
Bijlage 5 Gemiddelde doordringbaarheid (penetrologger) per bedrijf, per netwerk	63
Bijlage 5.1 Penetrologgerdata netwerk Friesland A	64

Bijlage 5.2 Penetrologgerdata netwerk Friesland B	65
Bijlage 5.3 Penetrologgerdata netwerk Brabant A	66
Bijlage 5.4 Penetrologgerdata netwerk Brabant B	67
Bijlage 5.5 Penetrologgerdata netwerk Gelderland A	68
Bijlage 5.6 Penetrologgerdata netwerk Gelderland B	69

Samenvatting

In de melkveehouderij functioneren diverse netwerken van agrarisch ondernemers. Deze netwerken zijn veelal gericht op het bereiken van maatschappelijke en/of bedrijfsmatige doelen zoals bijvoorbeeld het duurzaam telen van voedergewassen of het sluiten van kringlopen. De activiteiten van de netwerken richten zich daarbij niet primair op klimaatmitigatie, maar vaak op het behouden van de productie op de lange termijn. Veel ervan hebben als focus om de efficiëntie van gebruik van mineralen te bevorderen. Vanuit het klimaatbeleid van het ministerie van LNV ligt er de opgave om in 2030 in landbouwbodems 1 Mton CO₂-equivalenten vast te leggen. Het doel van Slim Landgebruik Bodem & Klimaat - Netwerk Veehouderij (project 2.2c) is om samen met bestaande, autonome netwerken in de praktijk te verkennen in welke mate melkveehouderijbedrijven door het toepassen van geselecteerde maatregelen een bijdrage kunnen leveren aan het vastleggen van CO₂ in de bodem. Naast het monitoren van het effect van maatregelen wordt ook gekeken naar kansen en belemmeringen en welke kennis ondernemers nodig hebben om effectief met koolstofvastlegging aan de slag te kunnen.

In mei/juni 2018 is een lijst van kandidaat-netwerken opgesteld. Op basis van criteria zoals autonomie en bestaanszekerheid van het netwerk, potentieel t.a.v. CO₂-vastlegging en inpasbaarheid van geïdentificeerde maatregelen (Lesschen, 2012) is een inschatting gemaakt van de geschiktheid van individuele netwerken voor deelname aan Slim Landgebruik Bodem & Klimaat. Hierbij was het concreet invulling geven aan de relatie tussen maatregelen en de koolstofbalans in de bodem een belangrijke factor. Op basis van de inventarisatie zijn drie regionale netwerken en een landelijk netwerk geselecteerd.

Vanaf september 2018 zijn voor de verschillende netwerken start- en kennisbijeenkomsten georganiseerd. Doel hiervan was ondernemers te enthousiasmeren tot deelname, gelegenheid geven tot het delen van ervaringen, maar ook om kennis- en implementatievragen te inventariseren. Na de startbijeenkomsten meldden zich verdeeld over 3 netwerken in totaal 52 deelnemers aan. Later kwamen daar nog 5 deelnemers uit het landelijk netwerk bij. In hoofdstuk 4 zijn de details van de bijeenkomsten schreven.

Eind 2018 zijn keukentafelgesprekken gevoerd met individuele ondernemers, CO₂-vastleggende maatregelen geselecteerd per bedrijf, nulmetingen bodem uitgevoerd op geselecteerde bedrijfspercelen en opgevraagde bedrijfsdata verwerkt. Resultaten worden in de loop van 2019 teruggekoppeld naar LNV en de netwerken zelf.

In de periode 2019 – 2023 wordt contact onderhouden met de netwerken en deelnemers; hen is tevens gevraagd te registreren welke landbouwpraktijken -naast de afgesproken maatregelen ten behoeve van koolstofopslag- zij uitvoeren gedurende de voornoemde periode. Voornemen is om de klimaatmitigatie effecten vast te stellen na een periode van 5 jaar.

Tijdens de keukentafelgesprekken kwamen het verhogen van de leeftijd van grasland en het aanbrengen van extra organische stof als meest kansrijk en praktisch inpasbaar naar voren. Ook divers grasland heeft een potentieel t.a.v. koolstofvastlegging, al moet de komende jaren duidelijk worden of veehouders een hiervoor benodigde effectief hoge diversiteit op een deel van hun percelen kunnen realiseren.

De leeftijd van grasland hangt op zandgrond af van het aandeel wisselteelt mais-gras en of er op een bedrijf continue-maisteelt toegepast wordt. Op bedrijven waar naast gras een substantieel aandeel mais geteeld wordt, zal het accent van de klimaat-slimme implementatie liggen op optimalisatie van zowel bodemkwaliteit als koolstofvastlegging. Deelnemers zien naast kansen ook belemmeringen. M.b.t. verhogen leeftijd grasland worden genoemd waardevermindering grond t.g.v. mogelijk wetgeving m.b.t. permanent grasland en korte pachtcontracten. Kosten en verlies aan opbrengst en voederwaarde wordt als een belemmering voor het toepassen van divers grasland genoemd. Voor het aanbrengen van extra organische stof is vooral de kwaliteit van het aan te wenden materiaal beperkend. In hoofdstuk 5 zijn de details van de geselecteerde maatregelen, kansen en belemmeringen beschreven.

Op basis van meetresultaten in de Lange Termijn Experimenten (project 2.2a) is gekozen om in deze rapportage met C-elementair (0-30 cm) als maat voor bodemkoolstof te werken. De nulmetingen bodem resulteren in een representatief aandeel bodemkoolstof per grondsoort, waarbij de variatie binnen grondsoort voornamelijk wordt bepaald door specifieke karakteristieken en management van het geselecteerde perceel, de leeftijd van het grasland (klei en zand) en het al dan niet verbouwen van mais (zand). In het laatste geval maakt het uit of mais in continu-teelt of wisselteelt met grasklaver wordt verbouwd. M.b.t. bodemverdichting is vastgesteld dat er binnen de regionale netwerken verschillen waren verschillen in verdichting, maar dat het patroon per netwerk hetzelfde was. Tussen de netwerken zijn er wel duidelijke verschillen. Er is een portfolio ontworpen om individuele deelnemers digitaal en/of op papier 'lopend' feedback te kunnen geven. Dit omvat ook een werkplan waarin afspraken zijn gemaakt m.b.t. de implementatie van CO₂-vastleggende maatregelen op geselecteerde percelen op de bedrijven en de monitoring van effecten van deze maatregelen. In hoofdstuk 6 zijn de details van de nulmeting bodem beschreven.

Tot slot is gekeken naar samenwerking, data en klimaat max bedrijven (hoofdstuk 7) en zijn conclusies en aanbevelingen gemaakt, ook m.b.t. vervolg (hoofdstuk 8). Op basis van het proces en de voorlopige resultaten wordt verwacht dat de CO₂-vastleggende maatregelen die in de netwerken veehouderij worden toegepast de potentie bieden voor een substantiële bijdrage aan het doel van 1 Mton CO₂-emissievermindering in de landbouw. In het vervolg moet hiervoor wel een effect-inschatting op regionaal en nationaal niveau uitgevoerd worden.

1 Inleiding

De klimaatdoelstelling van de overheid is om binnen de sector landbouw en landgebruik uiteindelijk in 2030 een vastlegging van 1 Mton CO₂ per jaar te realiseren door het gebruik en beheer van land en bodem. Dit komt neer op een gemiddelde van 500 – 1000 kg CO₂ (ofwel 125-250 kg C) vastlegging per hectare per jaar in de bodem, voor in totaal 2Mha landbouwgrond.

Binnen de klimaatenvelophe is de mogelijke bijdrage voor vastleggen van CO₂ van de sector landbouw en landgebruik beschreven in het traject 'Klimaatwinst uit doordacht landgebruik', in dit rapport 'Slim Landgebruik Bodem & Klimaat – Netwerk Veehouderij' of kortweg 'Netwerk Veehouderij' genoemd. Om te laten zien dat de bodem een bijdrage kan leveren aan het vastleggen van CO₂ is het gewenst (1) de bijdrage van management maatregelen aan koolstofvastlegging te kwantificeren, (2) de resultaten met de praktijk te inventariseren aan de hand van demonstraties en netwerken en (3) methoden te ontwikkelen om boeren ertoe te bewegen deze maatregelen toe te passen.

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

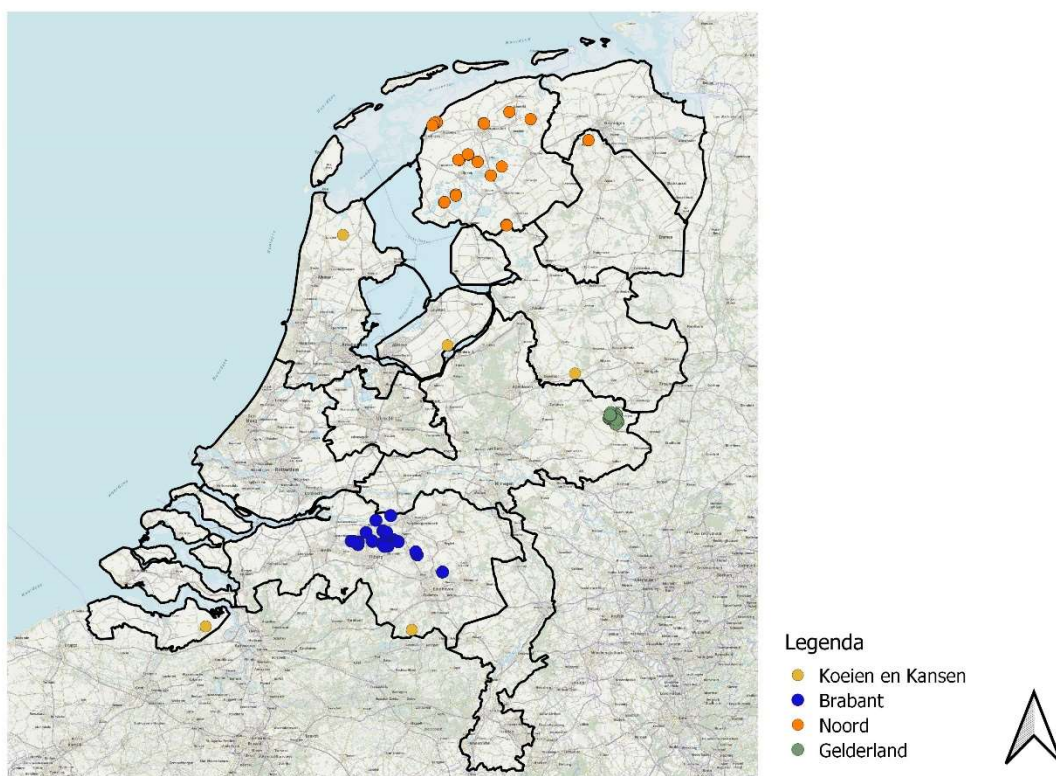
1. Monitoring en borging van emissiereductie
2. Demonstratie en netwerken
3. Kennisontwikkeling en –verspreiding

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. Daarbij staat het stimuleren en ondersteunen, naast het toetsen en kwantificeren, voorop.

In Nederland zijn op dit moment een aantal agrarische netwerken actief die gericht zijn op het bereiken van bepaalde doelen zoals bijvoorbeeld duurzaam telen van voedergewassen of het sluiten van kringlopen. Deze netwerken en projecten richten zich daarbij niet primair op klimaatmitigatie, maar vaak op het behouden van de productie op de lange termijn. Daarbij ligt de focus binnen de melkveehouderij vaak op de dieren, in plaats van op de bodem. Derhalve wordt in bestaande projecten slechts in enkele gevallen de rol van de bodem meegenomen als optie voor het beperken van de broeikasgasemissie door het opslaan van CO₂ in de bodem. Door in deze netwerken en projecten ook het effect op koolstofopslag door genomen maatregelen mee te nemen en andere maatregelen die koolstofopslag stimuleren te introduceren, kan op een effectieve wijze worden gewerkt aan een bredere toepassing van maatregelen voor het vastleggen van CO₂.

Bij aanvang van het project was het onduidelijk welke maatregelen veehouders nemen die bijdragen aan koolstofvastlegging in de bodem en in hoeverre deze maatregelen en acties breed toepasbaar zijn in de praktijk van de melkveehouderij. Ook was niet duidelijk in hoeverre maatregelen representatief zijn voor de landbouw als geheel en samen kunnen leiden tot de gewenste emissiereductie in de landbouw.

In een voorbereidend traject (Hull et al., 2018) stond de selectie en voorbereiding van een passende set aan demonstraties en netwerken centraal. Om tot een gerichte keuze te komen is een overzicht gemaakt van actieve regionale netwerken, aantallen deelnemers, looptijd, bestaanszekerheid, potentieel en ambities ten aanzien van CO₂-vastlegging en klimaatopgave, beschikbaarheid van data, etc. Met de geïdentificeerde netwerken is contact opgenomen om te verkennen of er interesse is voor deelname aan Bodem & Klimaat – Netwerk Veehouderij en welke informatie de netwerken al beschikbaar hebben. Zo is o.a. onderzocht wat het potentieel is voor toepassing van maatregelen, welke basisdata worden verzameld en wat het netwerk zou willen en kunnen bijdragen aan maatregelenontwikkeling en kennisverspreiding. Uiteindelijk zijn drie regionale melkveehouderij-netwerken geselecteerd, te weten Living Lab Friesland i.s.m. Van Hall Larenstein Leeuwarden (Friesland), Stichting HOEduurzaam in de Achterhoek (Gelderland) en de Carbon Valley / Stichting Duinboeren (Noord-Brabant). Daarnaast is begin 2019 ook een samenwerking aangegaan met het landelijke netwerk Koeien & Kansen. In de netwerken (Figuur 1) werken ondernemers gericht samen aan het bevorderen van bewustwording, kennisuitwisseling en demonstratie van duurzaam bodembeheer.



Figuur 1: Regionale melkveehouderijnetwerken die meedoen aan Slim Landgebruik Bodem & Klimaat – Netwerken Veehouderij; Carbon Valley (Brabant), Hoeduurzaam (Gelderland), Living Lab Friesland/Van Hall Larenstein Leeuwarden (Friesland) en Koeien & Kansen (landelijk)

Het Living Lab in Friesland heeft als doel om economische verdienmodellen te ontwikkelen waarmee natuurinclusieve landbouw blijvend kan worden ingepast in de agrarische bedrijfsvoering. Dit netwerk wordt ondersteund door de provincie Friesland. De ondernemers in dit gebied zijn bereid om biodiversiteit op hun bedrijf te verhogen en meer kennis op te doen door middel van de kennisuitwisseling via het netwerk.

Carbon Valley / Stichting Duinboeren werkt samen met agrarische ondernemers rond de Loonse en Drunense Duinen in Noord-Brabant en (regionale) overheden aan een gebiedsgerichte aanpak voor duurzame landbouw. Hierbij wordt ook expliciet geluisterd naar geluiden vanuit de agrarische sector, opdat vragen uit het veld en eisen op maatschappelijk en economisch gebied, snel en doeltreffend kunnen worden vertaald naar projecten in het buitengebied. Stichting Duinboeren heeft vier pijlers, te weten innovatie, verbreding, leefbaarheid en landschapsbeheer. Onder de noemer "innovatie" is onder andere het project "Boeren en Biodiversiteit" uitgevoerd, waarbij werd gekeken naar hoe biodiversiteit kan bijdragen aan een stabiele productie.

HOEduurzaam is een stichting in het gebied Haarloseveld en Olden Eibergen ("HOE"), wat ongeveer 2.000 hectare beslaat. Het gebied is onder andere een belangrijk waterwingebied, wat goed bodembeheer tot speerpunt maakt. Derhalve streven de inwoners van Haarloseveld en Olden Eibergen naar verbetering van de bodemkwaliteit en naar het opwekken van duurzame energie. Het bestuur van de stichting bestaat uit Jan

Stokkers (eigenaar melkveebedrijf in mts. met zoon in Olden Eibergen), Bertus Hesselink (eigenaar rundveebedrijf in Geesteren), Marius Lensink (gemengd bedrijf en boerderijcamping in Haarloseveld) en Henk Leever (burger en woonachtig in Haarloseveld). Koeien & Kansen is een landelijk netwerk en onderzoekt de mogelijkheden om een duurzame melkveehouderij te ontwikkelen. Hierbij gaat het om milieuthema's zoals nutriëntenmanagement en –emissies, broeikasgassen, waterkwaliteit maar ook economie. Het project bestaat uit 16 commerciële bedrijven en proefbedrijf De Marke.

2 Doelstelling

Het doel van Slim Landgebruik Bodem & Klimaat - Netwerk Veehouderij is om met een relevante passende set aan netwerken en demonstraties aan de slag te gaan die aansluit bij de klimaatopgave van 1Mton CO₂-reductie in 2030 ingebed in een bredere doelstelling om meer duurzaam bodembeheer en een duurzame landbouw te realiseren.

In de eerste fase van het project, eind 2018 - begin 2019, is ingezet op:

1. Het opstarten van de samenwerking met de praktijk om duurzaam bodembeheer en klimaatvriendelijke landbouwmaatregelen handen en voeten te geven middels testen en demonsteren en veehouders te verleiden hiermee aan de slag te gaan.
2. Het meten van de uitgangssituatie (nulmeting) m.b.t. koolstof in de bodem. Om te weten of er daadwerkelijk koolstof kan worden vastgelegd als gevolg van geïmplementeerde bodemmaatregelen is het van belang zowel de uitgangssituatie van de voorraad organische stof in de bodem te kennen, als ook de effecten vast te stellen van de verschillende maatregelen die genomen worden. Daarmee kan de impact van maatregelen worden berekend en gemonitord. Ook is het van belang te werken aan een aanpak hoe het effect van CO₂-vastleggende maatregelen op een eenvoudige wijze kan worden vastgesteld en welke tools of instrumenten hierbij in de praktijk gebruikt kunnen worden.
3. Het zichtbaar maken van wat wordt gedaan (maatregelen, metingen, uitdagingen en dilemma's) en dit te verbinden met de maatschappelijke opgaven rond bodem, klimaat en biodiversiteit.
4. Een opzet ontwikkelen om de netwerken vanaf 2019 gedurende vijf jaar te ondersteunen.

3 Werkwijze

3.1 Startbijeenkomsten / Kennissessies

Per netwerk is in het laatste kwartaal van 2018, in afstemming met/door de netwerkpartners, een startbijeenkomst georganiseerd. Hierin zijn kort de doelstellingen van Bodem & Klimaat Netwerk Veehouderij toegelicht en is ingegaan op de realisatie van 1 Mton CO₂-emissievermindering in de landbouw op nationaal niveau. Er is ook aandacht besteed aan het verkrijgen van inzicht in maatregelen die kunnen worden ingezet om CO₂ vast te leggen in de bodem. Hierbij was ruimte om te bespreken welke maatregelen praktisch haalbaar zijn in de praktijk en wat ondernemers er mogelijk van kan weerhouden om maatregelen toe te passen.

3.2 Keukentafelgesprekken

In november en december 2018 zijn in drie netwerken 54 keukentafelgesprekken gevoerd. De keukentafelgesprekken waren gericht op het verzamelen van een selectie van relevante bedrijfskengetallen en achtergrondinformatie van de deelnemende bedrijven. Tevens werd tijdens het keukentafelgesprek besproken welke CO₂-vastleggende maatregel geschikt was om toe te passen op het deelnemende bedrijf. Vervolgens werd een geschikte maatregel uitgewerkt en perceel of percelen geselecteerd waar deze toegepast kon worden toegepast. Op deze manier werden de maatregelen gericht op CO₂-vastlegging per bedrijf, op maat besproken en de toepassing ervan in de bedrijfsvoering getoetst.

Bij het keukentafel-gesprek met de deelnemers is een gestructureerde open vragenlijst als leidraad gebruikt. Deze vragenlijst richtte zich op:

- Het verzamelen van de belangrijkste bedrijfskengetallen, samenstelling grasland- en voedergewassenareaal en het bespreken van de beschikbaarheid van bedrijfsdata
- Bodem- en klimaatrelevante maatregelen die deelnemer in het recente verleden (10-15 jaar) toepaste en ervaren uitdagingen (kansen) en dilemma's (bedreigingen)
- Welke kansen ondernemers voor CO₂-vastleggende maatregelen zien in de nabije toekomst zowel op het eigen bedrijf alsook voor de melkveehouderij als geheel
- Definitieve selectie van 1 of 2 percelen en maatregelen voor een nulmeting.

De gebruikte vragenlijst is op aanvraag beschikbaar.

3.3 Nulmeting bodem & afstemming percelen

Het doel van het totale project 2.2 is om te toetsen in hoeverre verschillende maatregelen koolstof opslaan in de bodem. Om dit te kunnen toetsen zijn gegevens nodig uit verschillende bronnen, zowel uit experimenten als uit de praktijk. De metingen in de verschillende deelprojecten voorzien hierin: 2.2a: lange termijn experimenten, 2.2b: netwerken akkerbouw en 2.2c: netwerken veehouderij.

Het doel van de nulmeting bodem is om eenduidige baseline data te verkrijgen in een brede groep van bedrijven en om op basis hiervan in de toekomst het effect van CO₂-vastleggende maatregelen te kunnen toetsen. De nulmeting bodem in de netwerken heeft telkens op 1 of 2 percelen per bedrijf van deelnemers plaatsgevonden. Op het perceel of percelen werd een CO₂-vastleggende maatregel wel (behandeling) of niet (controle) toegepast.

Voorkeur hierbij was:

- a. behandeling en controle in te zetten op één en hetzelfde perceel; het effect van de maatregel wordt in de tijd gevolgd
- b. lukte het niet om een behandeling/referentie op één perceel te realiseren, dan werden 2 vergelijkbare percelen geselecteerd; op één perceel werd de maatregel wel - en op het andere perceel niet toegepast; het effect van de maatregel wordt in de tijd gevolgd
- c. lukte het niet een maatregel in behandeling – controle toe te passen, dan werden op basis van bedrijfsvoering/bodem beheer 2 representatieve percelen geselecteerd; de ontwikkeling van de organische stof wordt in de tijd gevolgd

In geval c is er geen sprake van behandeling versus controle. Dit kan in een aantal gevallen wel interessant zijn, bv. heel oud grasland of specifieke grondsoorten die minder vaak voorkomen. Hierom is het belangrijk de bedrijfsvoering goed te documenteren, zodat de waargenomen resultaten/patronen kunnen worden herleid.

De bepalingen in de nulmeting betreffen in eerste instantie bodem-chemische bepalingen gericht op de koolstofvoorraad in de bodem. Daarnaast is op verzoek van de opdrachtgever op alle meetpunten de bodemverdichting bepaald middels een penetrologger-bepaling.

Tijdens het gehele proces van bemonstering, monstervoorbehandeling en analyses in het laboratorium is een monitoringsprotocol (bijlage 1) gevolgd dat is afgestemd met de Lange Termijn Experiment bemonsteringen (project 2.2a) en CC-NL metingen (project 1.3) en zijn gebaseerd op de JRC bemonstering procedures (Fernandez-Ugalde O. et al., 2017).

Voor de bemonstering is een gestandaardiseerd meetvak van 80 x 36 meter per meetlocatie uitgezet. De locatie van het meetvak is vastgelegd met de GPS van de penetrologger. In het meetvak is een W-vorm uitgelegd. Langs de W-vorm is een representatief mengmonster (40 steken) genomen met een 1 cm diameter guts van de laag 0-30 cm. Het bodemprofiel 0-30 cm is vastgelegd middels een foto van de guts.

Om vergelijking met beschikbare historische bedrijfsdata op deelnemende melkveebedrijven mogelijk te maken, is ook een representatief mengmonster (40 steken) genomen van de laag 0-10 cm met een grasboor.

Voor de penetrologger bepalingen zijn per meetvak een 10-tal steken tot 80 cm diepte genomen in de uitgelegde W-vorm in het meetvak.

De bemonstering in het Netwerk Veehouderij is uitgevoerd door bemonsteringsteams van het LBI, CLM en VHL Leeuwarden.

De chemische analyses zijn uitgevoerd door Eurofins Agro. Hierbij is gestreefd naar een samenhangende meetset:

- Koolstofvoorraad. Als basis van de meetset is het noodzakelijk te weten wat de huidige koolstofvoorraad in de bodem is. De in tabel 3.3.1 genoemde metingen zijn geschikt voor een zo precies mogelijke schatting van de huidige koolstofvoorraad en dienen als referentie voor metingen in de toekomst. De bepalingen betroffen C-elementair klassiek (SOC) en organische stof-gloeiverlies (SOM).
- Aansluiting bij de praktijk. Naast het meten van de koolstofvoorraad is het ook belangrijk om aan te sluiten bij de praktijk. Om de vertaalslag te kunnen maken tussen de op precisie gerichte meetgegevens over de koolstofvoorraad en de gegevens waar agrariërs mee werken is het belangrijk om de in de praktijk gebruikte, vaak op NIR(S) gebaseerde organische stof data, mee te nemen. De overige bepalingen betroffen C-totaal en NIR klei %, pH-CaCl₂ en N-totaal klassiek.

Tabel 3.3.1 Bepalingen op akkerbouw monsters in Bodem & klimaat Netwerk

Parameter	Methode	Reden meting	Opmerking
C-elementair klassiek (SOC)	Code COR6	Betrouwbare schatter bodem C	Betrouwbare en gangbare meting
Organische stof –gloeiverlies (SOM)	Code GLV1 Gloeiverlies bij 550 °C	Gangbare schatter van bodem C	Slechte schatter van bodem C
C-totaal (TOC)	SOC + anorganische C Verbranding bij 1150 °C	Geeft alle C in de bodem	Geeft ook anorganisch C
C-organisch	NIR(S)	Praktijkmeting C	Minder betrouwbare schatter
Kleifractie	NIR(S)	Relatie met OS stabiliteit	Gebruikt voor afleiden bulkdichtheid
pH	CaCl ₂	Relatie met OS afbraak	
N-totaal	Dumas-klassiek	N opslag schatten	Gangbare meting

Koeien & Kansen bedrijven

Het betrekken van het netwerk Koeien & Kansen bij het Netwerk Veehouderij is als volgt aangepakt: op basis van bedrijfskenmerken, geografische ligging van bedrijven en bodemtype zijn 5 bedrijven geselecteerd voor deelname. Voor de nulmeting bodem is het hierboven beschreven protocol gebruikt. In tegenstelling tot de drie regionale netwerken zijn op de 5 geselecteerde Koeien & Kansen bedrijven alle relevante percelen (percelen in eigendom, nabij huiskavel) bemonsterd. Op de overige bedrijven van Koeien & Kansen kan bij analyses en evaluaties van maatregelen gebruik worden gemaakt van een lopend bemonsteringsprogramma waarin de bodem van alle percelen per bedrijf eens per 4 jaar wordt bemonsterd.

3.4 Koolstof voorraad in de bodem

Om de koolstofvoorraad in de bodem te berekenen is de bulkdichtheid van de bodem nodig. Deze is in de netwerken niet gemeten. Wel is er met behulp van de literatuur een goede inschatting te maken van de bulkdichtheid in klei (Hoekstra en Poelman, 1982) en zandgrond (Wösten et al., 2001).

$$Dichtheid_{klei} = 0.6117 + (0.003601 * kleigehalte) + (0.002172 * (C\text{-}elementair)^2) + (0.01715 * \log(C\text{-}elementair))$$

$$Dichtheid_{zand} = 0.667 + (0.021 * C\text{-}elementair)$$

De koolstofvoorraad in de bodem is als volgt te berekenen:

$$Koolstofvoorraad = volume * dichtheid * C\text{-}elementair$$

Het aantal tonnen koolstof per hectare in de laag 0-30 cm wordt dan berekend door:

- volume = volume 1 hectare bodemlaag 0-30 cm = 1000 m³ (100m * 100m * 0,30m)
- dichtheid (zie formules hierboven)
- C-elementair (is gemeten)

4 Startbijeenkomsten / kennissessies in de regio's

In de drie geselecteerde netwerken/regio's zijn startbijeenkomsten georganiseerd. Per netwerk is gekeken hoe dit het meest effectief georganiseerd kon worden. In twee gevallen is de startbijeenkomst gecombineerd met kennisinput ten aanzien van koolstoflandbouw / koolstofvastlegging verzorgd door verschillende experts. In één geval is gestart met een kennisbijdrage aan een reeds geplande bijeenkomst, gevolgd door een startbijeenkomst verdeeld over 2 dagen. In het landelijk netwerk is aangesloten op geplande bijeenkomsten. In dit hoofdstuk worden kort de belangrijkste bevindingen en kennisvragen per netwerk beschreven. In bijlage 2.1 t/m 2.3 zijn verslagen van de bijeenkomsten toegevoegd.

4.1 Carbon Valley / Duinboeren

Deelnemers aan het netwerk Carbon Valley zijn actief bezig met de bodem en het nemen van maatregelen om de bodemkwaliteit te verbeteren. Dat doen ze op verschillende manieren. Naast het verhogen van de leeftijd van grasland, vaak in relatie tot rotatie gras- en maisteelt en vergroten van diversiteit van grasland, wordt ook gewerkt aan het opbrengen van extra organische stof (natuur- en bermmaaisel) of het toepassen van een begrazingssysteem dat mogelijk de beworteling bevordert en daardoor de bodem organische stof doet toenemen.

In dit netwerk waren de aanwezige ondernemers aanvankelijk sceptisch; een deel van de ondernemers droeg aan dat de taak voor verminderde CO₂-uitstoot bij de landbouw wordt gelegd, terwijl er onvoldoende naar andere sectoren wordt gekeken. Uiteindelijk verschoof de discussie echter richting de mogelijkheden om op melkveebedrijven koolstof vast te leggen en welke maatregelen daarvoor geschikt zijn. Zelf droegen deelnemers weidegang, blijvend grasland, niet kerende grondbewerking (NKG), het opbrengen compost en vaste mest in plaats van drijfmest aan als potentiële maatregelen.

Kennisvragen

- Hoeveel aanvoer van organische mest is er nodig om tot een verhoging te komen van het organische stofgehalte in de bodem en wat is hierbij de rol van stikstof?
- Rol van bemesting (N/P) op koolstofvastlegging en de mogelijke consequenties voor bemestingsplan?
- Afwenteling van koolstofvastlegging op bv. N-emissie en waterkwaliteit
- Wat wordt verstaan onder divers grasland? Valt oud divers grasland hier ook onder?
- In hoeverre speelt het bodemleven een rol in koolstofvastlegging en hoe kunnen we het aanwezige bodemleven meten?
- Is er een verschil in de opbouw van organische stof op meer extensief beheerd grasland (natuurbeheer) dan op intensief beheerd grasland en is een strategische keuze voor het inzetten van maatregelen op de een van de twee aan te bevelen?

- Hoe kunnen reeds geïnitieerde natuurbeheerpakketten (bv. randenbeheer, uitgestelde maaidatum) zo goed mogelijk worden gecombineerd resulterend in een efficiënte koolstofvastlegging?

Overige vragen vanuit de zaal

- Behoeftte aan eenvoudig kader/tool om de verschillende maatregelen die in het bedrijf al worden toegepast/verzorgd te kunnen toetsen m.b.t. koolstofvastlegging
- Hoe lang duurt het project? Voor hoe lang zeg je toe?
- Moet je bij deelname ook altijd maatregelen treffen?
- Hoe kan je meten/weten of een maatregel effect heeft?

Belemmeringen

De huidige regelgeving rond permanent grasland en de slechte kwaliteit van bermmaaisel werden ervaren als belemmeringen om meer koolstof vast te leggen op het bedrijf.

4.2 Living Lab Friesland / Van Hall Larenstein Leeuwarden

Vanuit het Living Lab Friesland (LLF) kwam vroeg in het proces zelf de vraag of hun netwerk aan kon sluiten bij het Netwerk Veehouderij. Melkveehouders betrokken bij LLF focussen zich op een hoog aandeel blijvend grasland, veel weidegras dat met intensief omweiden maximaal benut wordt, en zeer weinig krachtvoer in het rantsoen. In onderlinge afstemming met LLF zijn een aantal melkveehouders betrokken die met Van Hall Larenstein Leeuwarden (VHL) meedoen aan relevante onderzoeksprojecten op het gebied van oud en divers grasland meedoen.

Met een presentatie over koolstoflandbouw is de startbijeenkomst zeer inhoudelijk, komen de veehouders met veel vragen en wordt duidelijk dat koolstofvastlegging, kringlooplandbouw en duurzaam bodembeheer in Friesland een goede voedingsbodem hebben. Tijdens de startbijeenkomst gaven veehouders aan graag aan de slag te gaan met maatregelen gericht op het verhogen van de leeftijd van grasland en het vergroten van de graslanddiversiteit. Een enkeling zet in op het verhogen organische stof of een alternatief begrazingssysteem. Er is grote behoefte aan een goede meting van het effect van maatregelen en kennisinput inzake koolstofvastlegging.

Kennisvragen

- Maximalisatie van koolstofvastlegging op klei en klei op veen: wat is voor klimaat een verstandige strategie ten aanzien van graslandvernieuwing?
- Behoeftte aan eenvoudig kader/tool om de verschillende maatregelen die al op het bedrijf worden toegepast/verzorgd te kunnen toetsen m.b.t. koolstofvastlegging
- Hebben specifieke manieren van maaien en grazen effect op de opbouw van organische stof?
- Kan een optimale techniek van doorzaaien (gras, kruiden) een alternatief zijn voor graslandvernieuwing en bijdragen aan een beter organisch stofgehalte?

- Naast kennisvragen zijn er ook vragen ten aanzien van specifieke bedrijfsplannen en coaching

Overige vragen vanuit de zaal

- Hoe lang duurt het project? Voor hoe lang zeg je toe?
- Moet je bij deelname ook altijd maatregelen treffen?
- Welke data-input vraagt het project tussen 2018 en 2024?
- Wordt er nog een keer bemonsterd en zo ja wanneer?
- Welke informatie wordt er gevraagd tussen de bemonsteringen door?
- Komt er tijdens het project ook een terugkoppeling van o.a. de verzamelde data?
- Welk effect heeft de zuurtegraad (pH) van de grond op de opbouw van OS?
- Wat is het effect van bovengronds uitrijden op OS opbouw?
- Wat is het effect van uitgestelde maaidatum op bodem en OS?
- Wat is het effect van de Oostenrijkse methode (kickstart compost) op bodem(leven) en OS op lange termijn?

Belemmeringen

Er zijn geen grote belemmeringen, behalve dat oud grasland mogelijk een beperking vormt m.b.t. langjarige koolstofvastlegging (door het afvlakken van de curve van koolstof-opslag).

4.3 HOEduurzaam

In de Achterhoek zijn ondernemers vanuit HOEduurzaam projectmatig al specifiek met bodemkoolstof aan de slag. De voornaamste maatregelen die in dit netwerk zijn uitgevoerd hebben betrekking tot beter bodembeheer en hoe dit de uitspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen te verlagen. Voorbeelden van eerder getroffen maatregelen zijn het toedienen van humuszuur en telen van vroege maisrassen, wat de teelt van vanggewassen en groenbemesters vergemakkelijkt. Daarnaast is er gekeken naar het onderzaaien van gras in de maisteelt en naar de mogelijkheden om het mais-bouwplan minder intensief te maken. Verder werd er in het verleden gebruik gemaakt van mestscheiders; deze werden geacht bij te dragen aan de verdeling van de organische stof over het bedrijf. Ook werd eerder al organische stof opgebracht in de vorm van bijvoorbeeld slootmaaisel of geitenmest vermengd met stro.

Voor de het project Netwerken Melkveehouderij werd op 29 september 2018 een kennissessie georganiseerd (aangehaakt op reeds geplande bijeenkomst) en op 2/3 december kwamen tijdens twee startbijeenkomsten twee maal acht deelnemers bij elkaar. Deze deelnemers zijn bewust met de bodem bezig en bereid om maatregelen in te passen op hun bedrijf, hoofdzakelijk in de vorm van het verhogen van leeftijd van grasland of het opbrengen van organische stof. In veel gevallen wordt na 5 à 6 jaar het grasland gescheurd en wordt er mais of aardappelen geteeld, gevolgd door grasland.

Door de eerdere projecten van HOEduurzaam waren ondernemers reeds bekend met maatregelen ten behoeve van organische stof verhoging in de bodem. Het netwerk is geïnteresseerd in vervolgbijeenkomsten en terugkoppeling over de meetgegevens.

Kennisvragen

- Wat zijn de gevolgen van meerjarig grasland op het organische stofgehalte?
- Hoe draagt compost bij aan de vruchtbaarheid van de grond?
- Hoe kan de groei van de gewassen worden geoptimaliseerd m.b.v. de voorgestelde maatregelen?
- Wat is het optimale moment om compost op te brengen?
- Wat is het effect van eenmalig grasland scheuren op de koolstof-gehalten in de bodem?
- Wat zijn de voordelen van vaste mest t.o.v. drijfmest voor het organische stofgehalte en de bodemvruchtbaarheid?
- Wat is het effect van beweiden op de bodemkwaliteit?

Overige vragen vanuit de zaal

- Is het verplicht om qua maatregel een behandeling en controle op je bedrijf/perceel toe te passen?
- Hoe sluit dit project aan op eerdere projecten (bijvoorbeeld Gezond Zand)
- In welke mate is de ondernemer verantwoordelijk

Belemmeringen

Geen noemenswaardige belemmeringen.

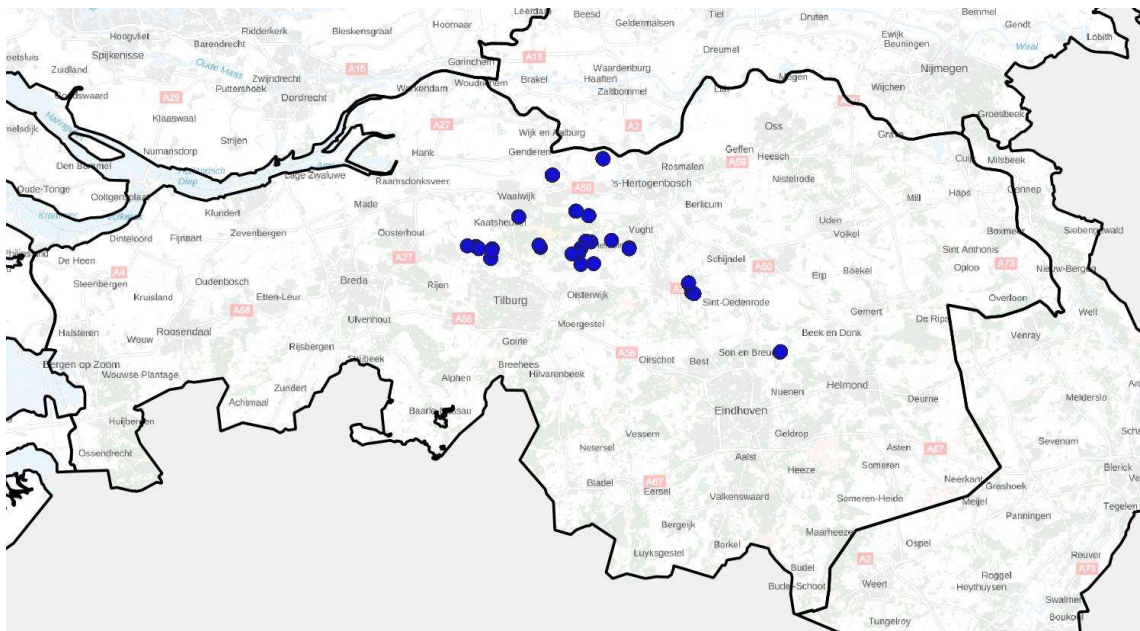
4.4 Koeien & Kansen

In het najaar 2018 zijn met de projectleiding van Koeien & Kansen afspraken gemaakt om een aantal Koeien & Kansen-bedrijven mee te laten lopen in Slim Landgebruik - Bodem & Klimaat Netwerk Veehouderij. Omdat Koeien & Kansen niet de capaciteit had de keukentafelgesprekken en nulmeting in 2018 te realiseren is dit doorgeschoven naar begin 2019. In Februari 2019 heeft het LBI, in afstemming met Koeien & Kansen en de projectleiding van Slim Landgebruik Bodem & Klimaat, een bemonstering van 5 bedrijven (alle relevante percelen) georganiseerd en uitgevoerd. Koeien & Kansen heeft eind maart 2019 een aantal bijeenkomsten voor hun deelnemers georganiseerd waarbij het inzetten van maatregelen ten behoeve van koolstofvastlegging besproken en beschreven zijn.

5 Uitkomsten keukentafelgesprekken

5.1 Carbon Valley / Duinboeren

Tijdens de startbijeenkomst begin november 2018 is ondernemers gevraagd of ze belangstelling hadden om mee te doen aan het inpassen van CO₂-vastleggende maatregelen op het bedrijf in het kader van het Netwerk Veehouderij. Dit resulteerde uiteindelijk in 18 potentiële deelnemers. Om tijdens de opstartfase nog de mogelijkheid te hebben uitval van deelnemers te ondervangen, of om selectie toe te passen, zijn alle 18 aangemelde ondernemers meegenomen in de activiteiten van Slim Landgebruik. Daarnaast speelde dat één van de Lange Termijn Experimenten (LTEs, project 2.2.a) op het gebied van melkveehouderij wordt uitgevoerd bij melkveehouders die ook meedoen aan Carbon Valley. Ook hierom is iets ruimer met de inclusie van deelnemers omgegaan. In Figuur 5.1 is de geografische locatie van de deelnemers van dit netwerk weergegeven.



Figuur 5.1 Geografische locatie deelnemers netwerk Carbon Valley

Bedrijfsinformatie

De bedrijven die in Brabant deelnemen aan het Netwerk Veehouderij verschillen sterk van elkaar. In tabel 5.1 zijn een aantal kengetallen van de deelnemende bedrijven gegeven. Bijlage 3 (Tabel 1) geeft een overzicht van kengetallen vee & land van individuele deelnemers in Brabant.

Het areaal land in gebruik door een bedrijf loopt uiteen van 28 tot 145 hectare. De bedrijfsvoering verschilt tussen de bedrijven; er is maar één bedrijf met een biologische bedrijfsvoering. Daarnaast combineert een deel van de deelnemende bedrijven melkveehouderij met akkerbouw, het houden van varkens of vrije-uitloopkippen. Vrijwel alle

deelnemende bedrijven nemen deel aan de derogatie, hiervan heeft een deel een rotatie tussen gras- en maisteelt, binnen de derogatie. Van de ondernemers die niet deelnemen aan de derogatie geven de meesten praktische en logistieke bezwaren als reden. Een voorbeeld hiervan is dat wanneer mais geteeld wordt op gepacht land met korte pachtcontracten, het niet loont te investeren in het bodemorganische stofgehalte. Een ander voorbeeld is wanneer mais geteeld wordt op percelen op afstand van de boerderij/huiskavel.

Tabel 5.1 Belangrijke kengetallen/bedrijfsinfo van deelnemende melkveebedrijven

Kengetal	
Areaal (hectare per bedrijf)	28 - 145
Aantal Melkkoeien	45 – 145
Intensiteit melkproductie (kg/ha)	NB
Bedrijfsvoering	Gangbaar (17) en biologisch (1)
Combinatie activiteiten	Akkerbouw (1), Varkens (2), Pluimvee (2)
Mais (%)	< 20% van totaal areaal/bedrijf
Jong grasland (%) <6 jaar	0%-50% van totaal areaal/bedrijf
Oud grasland (%) >6 jaar	45%-80% van het totaal areaal/bedrijf
Overig: graskruiden	Nihil

De ondernemers in dit netwerk zijn al bewust bezig met maatregelen die bijdragen aan het verhogen van het organische stofgehalte in de bodem. Hier liggen goede kansen met het oog op CO₂-vastlegging, maar er worden ook belemmeringen genoemd. Een voorbeeld hiervan is de regelgeving rondom permanent grasland. Er zijn boeren die nu elke vijf jaar hun grasland scheuren, ondanks een goede productie en een goede botanische samenstelling. Ze doen dit – preventief - om te voorkomen dat deze percelen als permanent grasland geclassificeerd worden.

In tabel 5.2 is aangegeven met welke maatregelen de deelnemers hebben toegezegd om aan de slag te gaan. Hierbij is een onderverdeling gemaakt tussen de hoofdmaatregelen die op basis van de tabel van Lesschen (2012) zijn benoemd en de invulling hiervan in de praktijk. Het valt op dat een hoofdmaatregel soms i.c.m. een andere maatregel wordt vormgegeven. Dit is soms bewust, soms praktisch onvermijdbaar. Geen van de deelnemers gaat met mais in stroken werken. Dit betekent echter niet dat er niets aan het verbeteren van de bodem organische stof op maispercelen wordt gedaan. Dit krijgt onder het opbrengen van organische stof of door het verhogen van leeftijd grasland (rotatie gras-maisteelt) alsnog vorm.

Tabel 5.2 Gekozen maatregelen CO₂-vastlegging van de deelnemers in Brabant

Hoofdmaatregel	Bedrijven (n)	Invulling	Percelen (n)
Leeftijd grasland verhogen	9	divers-	1
		divers+	3
		jong	5
		oud	5
		OS-	1
		OS+	3
Divers grasland	1	jong	1
		oud	1
Extra OS toedienen	7	OS-	7
		OS+	7
Anders	1	weiden	1
		maaien	1

Conclusies

- Deelnemers in dit netwerk verschillen in areaal, aantal melkkoeien en bedrijfsvoering
- Deelnemers zijn al bewust bezig met maatregelen gericht op het verhogen van het organische stofgehalte in de bodem, met name d.m.v. leeftijd grasland en het aanvoeren van extra organische stof; wisselteelt gras-mais speelt hierbij een belangrijke rol.
- GFT-compost en sloot- en bermmaaisel worden nauwelijks gebruikt omdat ondernemers vinden dat deze producten te veel vervuiling/afval bevatten (plastic, glas, etc.).
- Het monitoren van de effecten per maatregel vraagt veelal om toepassingen/experimenten binnen één perceel. Bij het toepassen van maatregelen wordt binnen één perceel vaak naar één maatregel gekeken.
- De keuze van slechts één maatregel per bedrijf voor het verhogen van organische stof is niet overal praktisch. In de praktijk neemt een bedrijf vaak meerdere maatregelen en lopen de maatregelen door elkaar.

Aanbevelingen

Naar aanleiding van de gesprekken met de deelnemers binnen het netwerk Carbon Valley (stichting Duinboeren) zijn de volgende aanbevelingen opgesteld:

1. Belemmeringen inpassing maatregelen wegnemen
 - Perceptie van ondernemers inzake (mogelijke) beperkende regelgeving rond permanent grasland belemmert de maatregel leeftijd grasland verhogen. Nu wordt er soms onnodig gescheurd om te voorkomen dat een perceel de status permanent grasland krijgt. Als melkveehouders duidelijkheid krijgen of regelgeving veilig genoeg

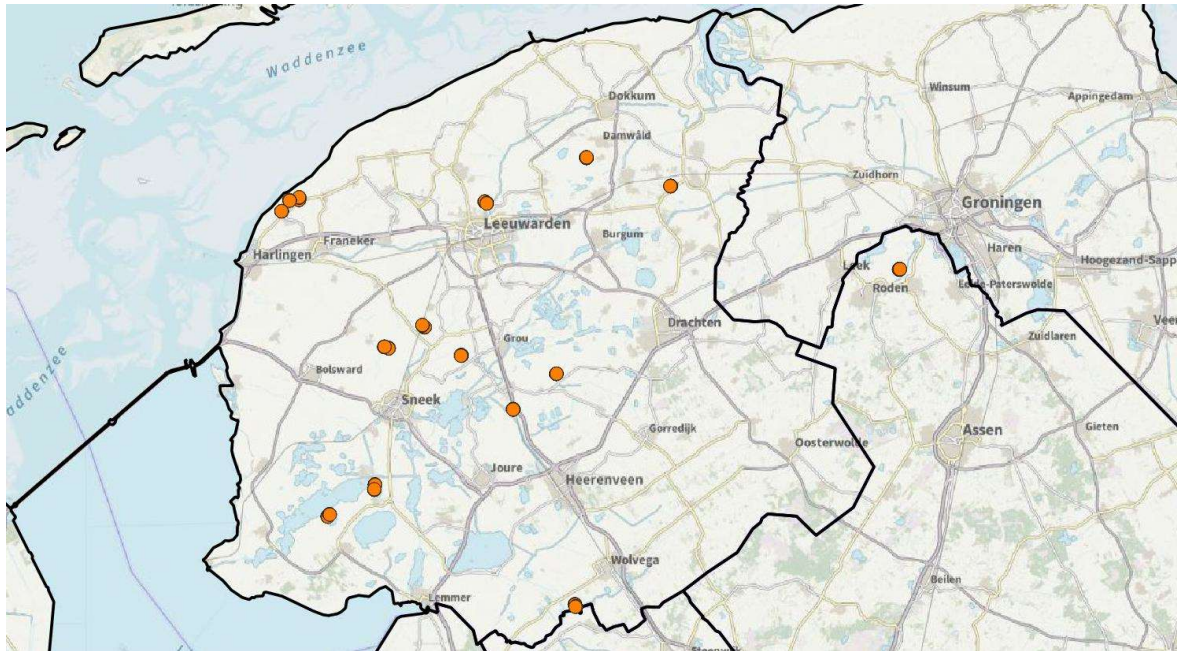
is om grasland ook na 5 jaar niet te scheuren, wordt de bereidheid om koolstof via het verhogen van de leeftijd van grasland toe te passen groter.

- Kortdurende pachtcontracten en onzekerheid over beschikbaarheid percelen na pachtcontract belemmeren investering in het verhogen van de bodem organische stof omdat onzeker is of deze investering wordt terugverdiend. Langere pachtcontracten zouden een impuls kunnen geven voor behoud en verhoging van organische stof.
- Vervuiling van organische stof bronnen zoals bermmaaisel, slootmaaisel en GFT-compost is voor veel ondernemers een belemmering om dit toe te passen op het bedrijf. Veel van hen staan positief tegenover het principe en zouden graag maaisel willen inwerken mits ze bijvoorbeeld zelf de keuze krijgen van welke locaties dit komt (bijvoorbeeld wel maaisel uit een natuurgebied, niet het bermmaaisel van de provinciale weg). Hierin is winst te behalen voor zowel ondernemers als aanbieders.
- Het creëren van duidelijkheid in ontwikkeling van wet- en regelgeving met betrekking tot stalsystemen die vaste mest produceren/mest scheiden is gewenst. Ondernemers die met het oog op de toekomst stalaanpassingen overwegen, zijn bereid de overstap naar bijv. potstal of kwatrijnstalsysteem te verkennen. Uit het oogpunt van regelgeving rond stikstofemissie is dit nu niet mogelijk.

5.2 Living Lab Friesland / Van Hall Larenstein Leeuwarden

Vanuit het Living Lab Friesland is in een vroeg stadium de interesse om deel te nemen kenbaar gemaakt. Belangrijkste reden hiervoor is dat in Friesland verschillende groepen veehouders actief bezig zijn met weidevolgels, duurzaam grasland en duurzaam bodembeheer. In samenspraak met beoogde netwerkpartners in Friesland is besloten deelnemers aan het Living Lab Friesland te combineren met deelnemers aan relevante graslandprojecten van Van Hall Larenstein Leeuwarden.

Potentiele deelnemers zijn voor de startbijeenkomst benaderd om deel te nemen aan het Netwerk Veehouderij. Tijdens de startbijeenkomst waren 12 deelnemers aanwezig, in de week na de startbijeenkomst sloten nog 6 deelnemers aan. Dit resulteerde uiteindelijk in 18 potentiele deelnemers. Om tijdens de opstartfase nog de mogelijkheid te hebben uitval van deelnemers te ondervangen of selectie toe te passen zijn alle 18 aangemelde ondernemers meegenomen in de activiteiten van Slim Landgebruik. Figuur 5.2 geeft de geografische locatie van de deelnemers in dit netwerk.



Figuur 5.2 Geografische locatie deelnemers netwerk Living Lab Friesland / Van Hall Larenstein Leeuwarden

Bedrijfsinformatie

In tabel 5.3 zijn een aantal kengetallen van de deelnemende bedrijven in Friesland gegeven. Bijlage 3 (Tabel 2) geeft een overzicht van kengetallen vee & land van individuele deelnemers in Friesland. Van de melkveehouders die in Friesland deelnemen aan het netwerk valt op dat bijna twee-derde een biologische bedrijfsvoering heeft. Verder is een belangrijk gegeven dat bedrijven zich op verschillende grondsoorten bevinden: 4 op zand, 9 op klei en 5 op klei op veen. Van de 18 deelnemers zijn er 16 melkveehouder en 2 akkerbouwer (op klei; gangbaar). De laatste 2 zijn meegenomen omdat zij een samenwerking met een veehouder hebben en aan permacultuur werken. Dit laatste is mogelijk van toegevoegde waarde m.b.t. extra vastlegging CO₂. De verschillen in areaal zijn behoorlijk (van 38 tot 235 ha), evenals het aantal stuks melkvee en de intensiteit van de melkproductie. Qua landgebruik wijkt Friesland af van de andere deelnemende netwerken. Het aandeel van het areaal mais (2%) is zeer klein en ook het aandeel jong grasland (4% - exclusief graskruiden) is beperkt. Het overgrote deel van het areaal is grasland ouder dan 6 jaar. Het aandeel graskruiden (10%) is ten opzichte van andere regio's relatief hoog in Friesland. Voor een deel bestaat dit uit nieuw ingezaaide percelen, voor een deel uit oud divers grasland. Met betrekking tot het potentieel van divers grasland voor CO₂-vastlegging bestaat tussen jong en oud divers grasland een groot verschil. Voor oud divers grasland benadert het OS-gehalte mogelijk de maximale waarde gegeven landgebruik en management (Wit et al. 2018).

Tabel 5.3 Overzicht van de bedrijven binnen het netwerk Friesland

Kengetal	
Areaal (hectare per bedrijf)	90 (38 – 235)
Aantal Melkkoeien	116 (65 – 250)
Intensiteit melkproductie (kg/ha)	11709 (5338 – 17573)
Bedrijfsvoering	Gangbaar (8) en biologisch (10)
Combinatie activiteiten	Akkerbouw - permacultuur (2)
Mais (%)	Gemiddeld 2% van totaal areaal/bedrijf
Jong grasland (%) <6 jaar	Gemiddeld 4% van totaal areaal/bedrijf
Oud grasland (%) >6 jaar	Gemiddeld 84% van totaal areaal/bedrijf
Overig: graskruiden	Gemiddeld 10% van totaal areaal/bedrijf

In tabel 5.4 is aangegeven met welke maatregelen de deelnemers hebben toegezegd aan de slag te gaan. Hierbij is een onderverdeling gemaakt tussen de hoofdmaatregelen die op basis van de tabel van Lesschen (2012) zijn benoemd en de invulling hiervan in de praktijk. De meeste deelnemers zetten in op het verhogen van de leeftijd van grasland of diversiteit grasland. Daarnaast zijn het toedienen van extra organische stof en weiden of maaien toegevoegde behandelingen. Eerder is al aangegeven dat 2 akkerbouwers zijn betrokken. Naast de gegeven redenen bieden deze bedrijven ook een relevante uitgangssituatie qua nul- en vervolgmeting op klei (bouwland) en de mogelijk specifieke waarde van permacultuur.

Tabel 5.4 Gekozen maatregelen CO₂-vastlegging van de deelnemers in Friesland

Hoofdmaatregel	Bedrijven (n)	Invulling	Percelen (n)
Leeftijd grasland verhogen	5	divers-	1
		divers+	1
		jong	3
		oud	3
		kalk-	1
		kalk+	1
Divers grasland	6	divers-	5
		divers+	7
Extra OS toedienen	4	OS-	4
		OS+	4
Anders	3	perma	2
		akker	2
		weiden	1
		maaien	1

Conclusies

Qua landgebruik wijkt Friesland af van de andere deelnemende netwerken:

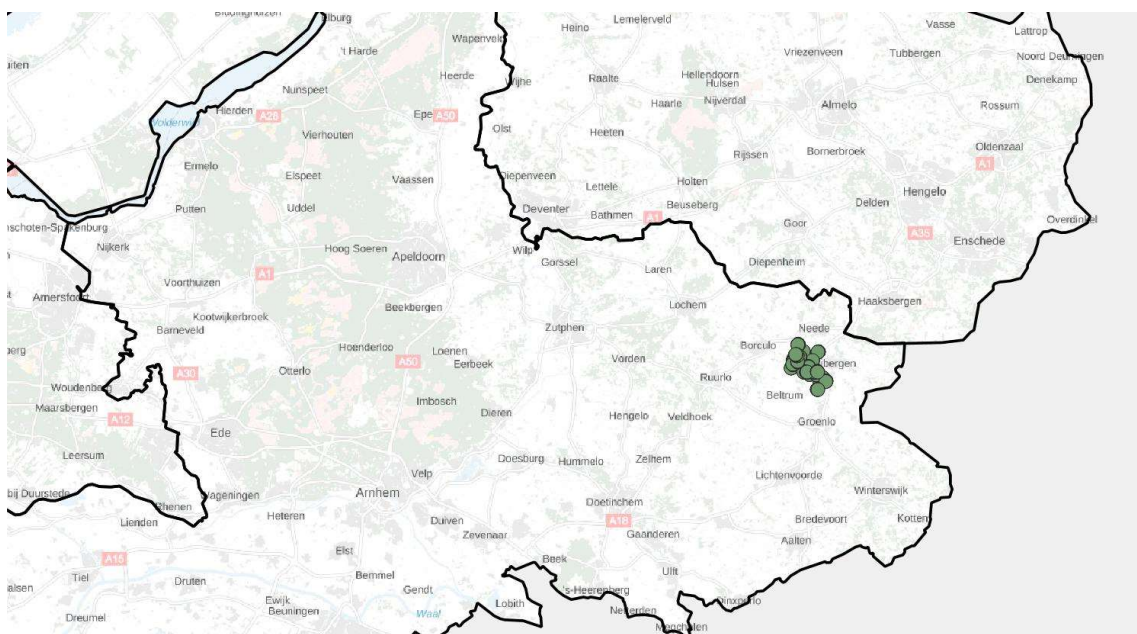
- het aandeel van het areaal mais (2%) is beperkt
- ook het aandeel jong grasland (4% - exclusief graskruiden) is beperkt
- het overgrote deel van het areaal is grasland ouder dan 6 jaar
- het aandeel divers grasland (10%) is t.o.v. andere regio's relatief hoog.

Aanbevelingen

Met betrekking tot het potentieel van divers grasland voor CO₂-vastlegging bestaat tussen jong en oud divers grasland een groot verschil. Voor oud divers grasland benadert het organische stofgehalte eerder de maximale waarde, gegeven landgebruik en management. Het heeft de prioriteit om in het vervolg het toepassen van een laagdrempelig instrument om de koolstofkringloop op individuele bedrijven inzichtelijk te maken, i.c.m. met het doorrekenen van de potentie van deelnemers om koolstof vast te leggen, mogelijk doorgetrokken naar een plausibele inschatting voor de regio.

5.3 Stichting HOEduurzaam

In het netwerk HOEduurzaam zijn eerder projecten uitgevoerd waarin werd gekeken naar het verhogen van het gehalte bodemorganische stof. Ook voor het Netwerk Veehouderij waren ondernemers enthousiast, met name over het opbrengen van extra organische stof en het verhogen van de leeftijd van grasland. Dit sluit namelijk goed aan bij de ambities van de ondernemers, zoals de vruchtbaarheid van de grond verhogen d.m.v. de Vruchtbare Kringloop Achterhoek (VKA) gedachte, organische stofgehalte verhogen en het optimaliseren en realiseren van voorziene groei. Figuur 5.3 geeft de geografische locatie van de deelnemers in dit netwerk.



Figuur 5.3 Geografische locatie deelnemers netwerk HOEduurzaam

Bedrijfsinformatie

In tabel 5.5 zijn een aantal kengetallen van de deelnemende bedrijven in Gelderland gegeven. Bijlage 3 (Tabel 3) geeft een overzicht van kengetallen vee & land van individuele deelnemers in Gelderland.

Het valt op dat de intensiteit van de melkproductie bij de deelnemers aan het netwerk in Gelderland het hoogst is van de drie deelnemende netwerken. Er zijn geen deelnemers met een biologische bedrijfsvoering en relatief weinig bedrijven met een tweede tak. Het aandeel mais komt overeen met dat van het netwerk in Brabant, en het aandeel grasland jonger dan 6 jaar lijkt hoger dan in Brabant.

Tabel 5.5 Overzicht van de bedrijven binnen het netwerk HOEduurzaam

Kengetal	
Areaal (hectare per bedrijf)	41 (18 – 95)
Aantal Melkkoeien	77 (33 – 150)
Intensiteit melkproductie (kg/ha)	16975 (11600 – 25532)
Bedrijfsvoering	Gangbaar (16) en biologisch (0)
Combinatie activiteiten	Akkerbouw (1)
Mais (%)	Gemiddeld 21% van het totaal areaal in gebruik
Jong grasland (%) <6 jaar	Gemiddeld 58% van het totaal areaal in gebruik
Oud grasland (%) >6 jaar	Gemiddeld 17% van het totaal areaal in gebruik
Overig: graskruiden	Gemiddeld 4% van het totaal areaal in gebruik

In tabel 5.6 staat een overzicht van de CO₂-vastleggende maatregelen die worden genomen door de ondernemers in de Achterhoek. Hierbij is een onderverdeling gemaakt tussen de hoofdmaatregelen die op basis van de tabel van Lesschen (2012) zijn benoemd en de invulling hiervan in de praktijk. Hierbij is '60-20-20' de benadering waarbij ingezet wordt op het realiseren van een aandeel permanent grasland van 60% i.c.m. een wisselteelt van 20% mais en 20% grasklaver. Het gaat hier vooral om het verbeteren van bodemkwaliteit in de wisselteelt zowel als het zo goed mogelijk productief houden van het aandeel permanent grasland.

De meeste ondernemers gaan aan de slag met het bouwplan mais – gras. 60-20-20 staat hier voor het optimaliseren van het bouwplan richting een zo hoog mogelijk percentage blijvend grasland (60%), en daarnaast een wisselteelt met 20% gras-klaver en 20% mais. De overige bedrijven richten zich specifiek op maisteelt (in stroken, toevoegen extra organische stof).

Tabel 5.6: Gekozen maatregelen CO₂-vastlegging van de deelnemers in Gelderland

Hoofdmaatregel	Bedrijven (n)	Invulling	Percelen (N)
Lft	13	60-20-20	14
Lft		divers+	1
Lft		grazen	1
Lft		OS-	1
Lft		OS+	6
MaisinStrook	3	60-20-20	3
OS		60-20-20	3

Conclusies

- Productie intensiteit per ha is het hoogst in het netwerk in Gelderland
- Geen deelnemers met biologische bedrijfsvoering
- Vergeleken met Brabant relatief meer grasland in de categorie 0-6 jaar; dit betekent dat maisteelt vaker op nieuwe percelen plaatsvindt.

Aanbevelingen

1. Registratie perceelsopbrengst
2. Vanuit de ondernemers in Gelderland is het interessant om de jaarlijkse opbrengst te registreren van percelen waar maatregelen worden toegepast, maar ook van de percelen waar geen CO₂-vastleggende maatregelen zijn geïmplementeerd. Onder maatregelen valt bijvoorbeeld het type bemesting, het moment van toepassen en de hoeveelheid bemesting en de manier van aanwenden.
3. Wanneer er herinzaai wordt toegepast speelt moment van inzaai een rol in de hoogte van de opbrengst. De financiële kosten voor de herinzaai, de compositie van de herinzaai, de weersomstandigheden, de grondsoort, de grondwatertrap en de stikstofgift, naast de hoeveelheid potentiële organische-stof-verlies, zijn alle factoren die in acht genomen dienen te worden¹.
4. Verder gaf een deel van de ondernemers aan langdurig grasland te willen hebben, maar ervan te worden weerhouden om dit langer dan 5 jaar te doen door de huidige wetgeving, omdat het gras dan automatisch permanent grasland wordt. Verder voelen de ondernemers zich vaak belemmerd door de mestwetgeving; de ervaring is dat er te veel naar limieten wordt gekeken en te weinig naar hoe deze beperkingen doorvoeren in de bedrijfsvoering, bijvoorbeeld op het niveau van organische stof.

5.4 Koeien & Kansen

De deelnemers aan Koeien & Kansen is verzocht om na te denken over hun bijdrage aan Bodem& Klimaat – Netwerk Veehouderij door het nemen van maatregelen ten behoeve

¹ <http://webapplicaties.wur.nl/software/herinzaaiwijzerfe/>

van koolstofopslag. Op 4 en 11 maart 2019 zijn bijeenkomsten gehouden om ideeën te concretiseren en vast te leggen. Alle 16 deelnemers waren gemotiveerd om maatregelen te treffen of hun al langer bestaande werkwijze te evalueren. In de discussie viel op dat deelnemers over het algemeen veel inzicht hebben in neveneffecten en in de crux van opslag van koolstof in de bodem. Tabel 5.7 geeft een overzicht van de geplande maatregelen. Op veel bedrijven zijn maatregelen naar voren gekomen rondom dierlijke mest en compost die zijn gericht op de aanvoer van producten die rijk zijn aan organische stof of vervanging van kunstmest door dierlijke mest. Veel genoemd zijn ook de maatregelen om de graszode te verrijken met kruiden of andere grassoorten. Omdat alle bedrijven van Koeien & Kansen meegedaan hebben aan de hier gepresenteerde inventarisatie en op vijf geselecteerde bedrijven op alle relevante percelen is bemonsterd zonder dat een hierbij een maatregel (controle – behandeling) is vastgelegd, wijkt de systematiek van presenteren af in tabel 5.7. In het vervolg wordt dit voor de 5 deelnemende bedrijven zoveel mogelijk gelijk getrokken.

Tabel 5.7: Geplande maatregelen op Koeien & Kansen bedrijven.

Hoofdmaatregel	Invulling	Aantal maal gepland
Bouwplan/landgebruik	Vruchtwisseling aanpassen	1
	MKS oogsten i.p.v. snijmaïs	1
	Meer gras minder akkerbouw	2
Bodembewerking maïs	Strokonteelt maïs	2
	Niet kerende/beperkte grondbewerking	3
Graslandmanagement	Soortenrijk grasbestand (diep-wortelend)	2
	Kruidenrijk grasland	1
	Doorzaaien grasland	3
	Behoud zodekwaliteit d. goed management	2
	Meer beweiden	0
Bemesting	Bemesting o.b.v. dierlijke i.p.v. kunstmest	2
	Toepassen vaste/ruige mest/stalmest	2
	Aanvoer compost/slootmaaisel	2
	Anders verdelen mest	2
Drainage	Optimaliseren	1
	Onder water drainage (veen)	2
Overig		4
Totaal		32

Vervolg

In het vervolg willen onderzoekers de Koeien & Kansen-deelnemers van concrete informatie en advies voorzien bij het uitvoeren en evalueren van maatregelen, op basis van vragen van de deelnemers zelf. Eén van de veelgehoorde kennisvragen, zowel binnen als buiten

het project, is of er een indicatie kan worden gegeven van de verwachte effecten. Op basis van aanduiding van de percelen waar maatregelen worden uitgevoerd en de informatie over de percelen, zou het project graag zo specifiek mogelijke voorspellingen willen doen over de te verwachten ontwikkeling van de C-opslag in de bodem en daarmee van de effecten van maatregelen. Daarnaast gaat in Koeien & Kansen veel aandacht uit naar het integraal evalueren van maatregelen. Dit houdt in dat er aandacht wordt besteed aan effecten en eventuele neveneffecten van een maatregel. Hiermee geeft het project invulling aan de prangende vragen van ondernemers over hoe verschillende duurzaamheidsaspecten gecombineerd kunnen worden. Zoals gezegd is het daarnaast relevant om neveneffecten van maatregelen gericht op C-opslag te onderzoeken. Indien mogelijk zou Koeien & Kansen graag meer bedrijven toevoegen aan de kern van 5 bedrijven waar door Netwerk Veehouderij intensief bemonsterd is. Tenslotte zou Koeien & Kansen kunnen bijdragen aan de kennis over dit onderwerp door de meetreeksen over de C voorraad te evalueren, die sinds 1998 worden opgebouwd.

5.5 Maatregelen in de netwerken

Tabel 5.8 geeft een overzicht van de maatregelen die zijn ingezet in de drie regionale netwerken. Hierbij is een indeling gemaakt op toegepaste hoofdmaatregel (Leeftijd grasland verhogen (Lft), divers grasland (Divers), strokenteelt in mais (MaisinStrook), aanbrengen van extra organische stof (OS) en overig (Anders). Onder 'Invulling' is gespecificeerd hoe geprobeerd wordt de hoofdmaatregel te bewerkstelligen. Hierbij is '60-20-20' de benadering waarbij ingezet wordt op het realiseren van een aandeel permanent grasland van 60% i.c.m. een wisselteelt van 20% mais en 20% grasklaver. Het gaat hier vooral om het verbeteren van bodemkwaliteit in de wisselteelt zowel als het zo goed mogelijk productief houden van het aandeel permanent grasland.

De leeftijd van grasland verhogen en het aanbrengen van extra organische stof bieden het meeste potentieel. Vanwege het beperkte areaal en maisteelt/permanent grasland heeft divers grasland een bescheiden potentieel t.a.v. koolstofvastlegging.

Vastgesteld is ook dat ondernemers in de praktijk niet één maatregel toepassen, maar een combinatie van meerdere maatregelen. Het gaat vaak om combinaties van leeftijd grasland verhogen en divers grasland, of leeftijd grasland verhogen en het aanbrengen van extra organische stof. Hoewel in de netwerken zoveel mogelijk is geprobeerd de toepassing van één maatregel per bedrijf in te zetten en te monitoren, is het verstandig, waar mogelijk, ook de combinaties van maatregelen scherp te volgen.

Tabel 5.8: overzicht van ingezette maatregelen ten behoeve van CO₂-vastleggende maatregelen in de drie regionale netwerken

Hoofdmaatregel	Regio: Bedrijven	Invulling	Regio: Percelen	Gelderland	Brabant	Friesland
Lft	27	60-20-20	14	14		
Lft		divers-	2		1	1
Lft		divers+	5	1	3	1
Lft		e_jong	8		5	3
Lft		f_oud	8		5	3
Lft		kalk-	1			1
Lft		kalk+	1			1
Lft		OS-	2	1	1	
Lft		OS+	9	6	3	
Divers	7	divers-	5			5
Divers		divers+	7			7
Divers		e_jong	1		1	
Divers		f_oud	1		1	
MaisinStrook	3	60-20-20	3	3		
OS	11	60-20-20	3	3		
OS		OS-	11		7	4
OS		OS+	11		7	4
Anders	4	a_perma	2			2
Anders		b_akker	2			2
Anders		c_weiden	3	1	1	1
Anders		d_maaien	2		1	1

5.6 Kansen en belemmeringen

Tabel 5.9 geeft een overzicht van kansen en belemmeringen met betrekking tot verschillende maatregelen die door ondernemers werden benoemd tijdens de keukentafelgesprekken. De strekking van dit overzicht is dat ondernemers het potentieel van de geselecteerde maatregelen onderschrijven. De grootste belemmeringen, vooral voor bedrijven op zandgronden met een intensieve melkproductie per hectare, zijn de mogelijke invoering van een peildatum voor permanent grasland door de RVO en de kwaliteit van het uitgangsmateriaal voor compost. Verder vindt men maisteelt in stroken weliswaar interessant, maar vanwege derogatie, praktische omstandigheden en opbrengstverwachtingen biedt deze maatregel een te kort perspectief. Dit maakt het inzetten op een wisselteelt mais-grasklaver gericht op het onderhouden van bodemvruchtbaarheid des te belangrijker. Dit wordt in de praktijk opgepakt en kan binnen het netwerk veehouderij verder worden ondersteund.

Tabel 5.9: overzicht van door ondernemers genoemde kansen en belemmeringen ten aanzien van CO₂-vastleggende maatregelen in de drie regionale netwerken

MAATREGEL	KANS	BELEMMERING
Grasland		
Leeftijd grasland verhogen	Is voor veel veehouders een optie; biedt in termen van areaal potentie	Perceptie 'peildatum permanent grasland' door RVO
Diversiteit grasland verhogen	Is heel veel interesse voor, sector breed!	Succesvol vestigen van divers grasland Kosten/vermindering voederwaarde
Voedergewassen		
Wisselteelt mais en grasklaver	Aantrekkelijke combinatie met leeftijd grasland verhogen	Pachtgronden - risico op OS verlies; Blijft wisselteelt, dus tijdspanne voor OS opbouw is gelimiteerd
Strokenteelt	-	Past niet binnen derogatie; kosten mechanisatie; opbrengst
Mest en reststromen		
Meer organische mest aanwenden	veehouders zien vaste mest als brede kwalitatieve impuls voor bodembeheer	Investering; belemmerende wetgeving voor stallen als potstal of kwatrijnstal
Meer groen of GFT compost aanwenden	Indien veehouder invloed heeft op herkomst (kwaliteit); Regionaal / lokaal materiaal optimaal benutten is extra plus voor kringloop en win-win (bv. gemeenten die anders afvoeren)	Kwaliteit, resultaat in relatie tot kosten

6 Nulmeting van de bodem op de bedrijven

Om de effecten van de gekozen maatregelen in kaart te kunnen brengen moeten deze over de tijd gemonitord worden. In 2018 is de uitgangssituatie bij de deelnemende bedrijven in kaart gebracht. Na het groeiseizoen (november-december) is een nulmeting gedaan met een set van bodem-chemische en -fysische eigenschappen. Specifiek gemeten in de verkregen bodemonsters zijn het vochtgehalte, stikstof (N-totaal), P-PAE, P-AL, TK, kalium (K), totale bodemvoorraad zwavel (S), magnesium (Mg), natrium (Na), organische stof (d.m.v. gloeiverlies, NIRS en C elementair klassiek), lutum percentage, S-PAE, pH-CaCl₂, en anorganische koolstof (C-anorganisch). Het organische stofgehalte en het lutumpercentage hangen sterk samen met de fysische structuur van de bodem. In bijlage 4 is een overzicht gegeven van de belangrijkste gemeten chemische parameters in de nulmeting bodem.

Om inzicht te verkrijgen in de bodemstructuur is de indringingsweerstand (met behulp van een penetrologger) gemeten; dit geeft een indicatie voor de mate van bodemverdichting. Uiteindelijk dienen de parameters integraal te worden benaderd, bodem-chemische, fysische en biologische parameters hangen namelijk nauw met elkaar samen.

6.1 Bodemverdichting: metingen met de penetrologger

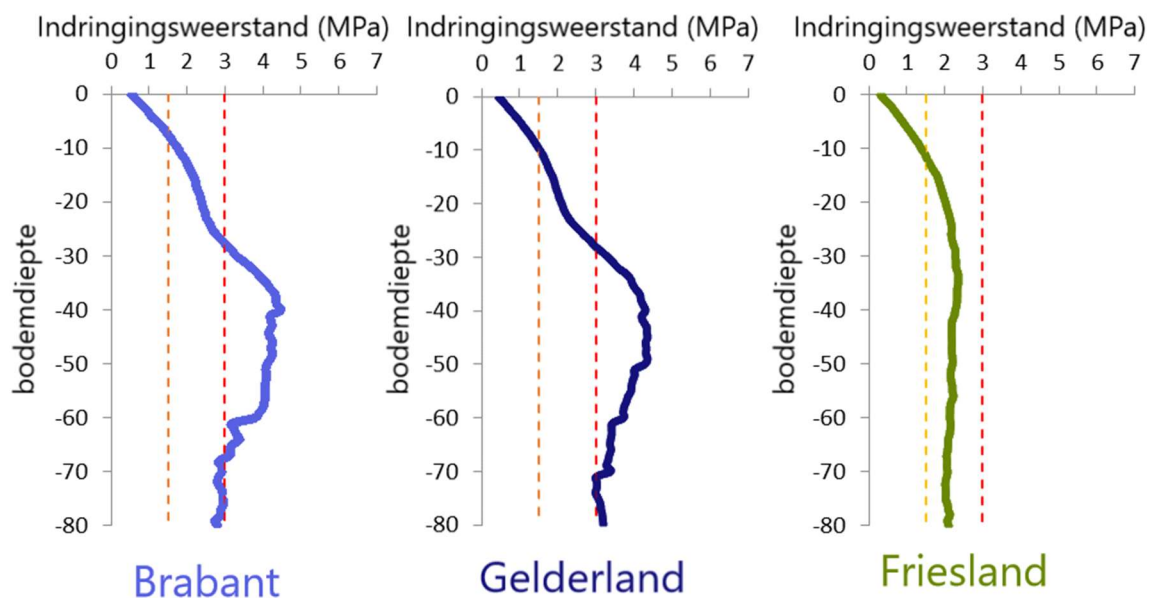
In bijlage 5 zijn de resultaten van de metingen met de penetrologger gepresenteerd per bedrijf. Penetrologger-resultaten zijn het gemiddelde van 10 metingen per perceel. Bij harde grondlagen op grotere diepte zijn er regelmatig missende waarden, omdat de benodigde kracht in deze gevallen te hoog was ($>6 - 7$ MPa). Meetpunten binnen een laag van 10 cm worden alleen weergegeven als meer dan 40% van de punten gemeten is.

Vanaf 1.5 MPa kan er verminderde beworteling worden waargenomen. In lichte zavel- en zandgronden komen wortels niet of nauwelijks door de grond vanaf 3 MPa (o.a. Van den Akker & de Groot, 2008). Voor een volledig beeld is het in de toekomst wellicht nuttig ook de bulkdichtheid te bepalen (zie ook zie paragraaf 3.4), daar de indringingsweerstand erg afhankelijk is van de omstandigheden, en bulkdichtheid een constantere waarde is; in combinatie met het bodemtype geeft deze een waardevolle aanvulling op de indringingsweerstand met betrekking tot bodem verdichting en beworteling. Daarnaast is het in sommige percelen niet mogelijk geweest tot de diepte van 80 cm te komen, waardoor er beperkt informatie is over de verdichting in deze lagen. Over het algemeen leek de indringingsweerstand tussen de percelen binnen bedrijven beperkt te variëren binnen een regionetwerk bij een vergelijkbare grondsoort. Het is van belang dat bijgehouden wordt welk specifiek management is uitgevoerd op het perceel waar gemeten wordt.

Grondsoorten en verschil indringingsweerstand/verdichting

Binnen de regionale netwerken waren er weliswaar verschillen in verdichting, maar het patroon per netwerk was hetzelfde. Tussen de netwerken zijn er wel duidelijke verschillen.

In Friesland is de indringingsweerstand op de meeste bedrijven tussen de 0 en de 3,5 MPa en wordt de kritische grens van 3 MPa, waarbij wortelgroei hinder ondervindt, nauwelijks overschreden (zie figuur 6.1 - Friesland). Er was hier slechts 1 bedrijf (zandgrond) dat een duidelijk hogere indringingsweerstand had, wat mede een gevolg kan zijn van de grondsoort. De meeste boerden op klei of klei op veen, slechts een enkeling op zand. In Gelderland lag de gemiddelde indringingsweerstand binnen het netwerk aanmerkelijk hoger dan in Friesland (zie figuur 6.1 - Gelderland), met name dieper dan 20 cm. De indringingsweerstand varieerde van 0-6 MPa en bij meer dan helft van de bedrijven werd op minimaal 1 perceel de kritische grens van 3 MPa overschreden. Hetzelfde patroon was zichtbaar binnen het netwerk in Brabant. Net als in Gelderland lagen de meeste percelen op zandgrond en varieerde de indringingsweerstand van 0 tot meer dan 6 MPa (zie figuur 6.1 - Brabant). Zeker in de diepere bodemlagen (onder de bouwvoor) overschreed de indringingsweerstand bij de meeste bedrijven de grens van 3 MPa.



Figuur 6.1: Gemiddelde waarden van de indringingsweerstand van alle percelen van de deelnemers van de 3 netwerken. Vanaf 1.5 MPa kan er verminderde beworteling worden waargenomen, vanaf 3 MPa komen wortels niet of nauwelijks door de grond.

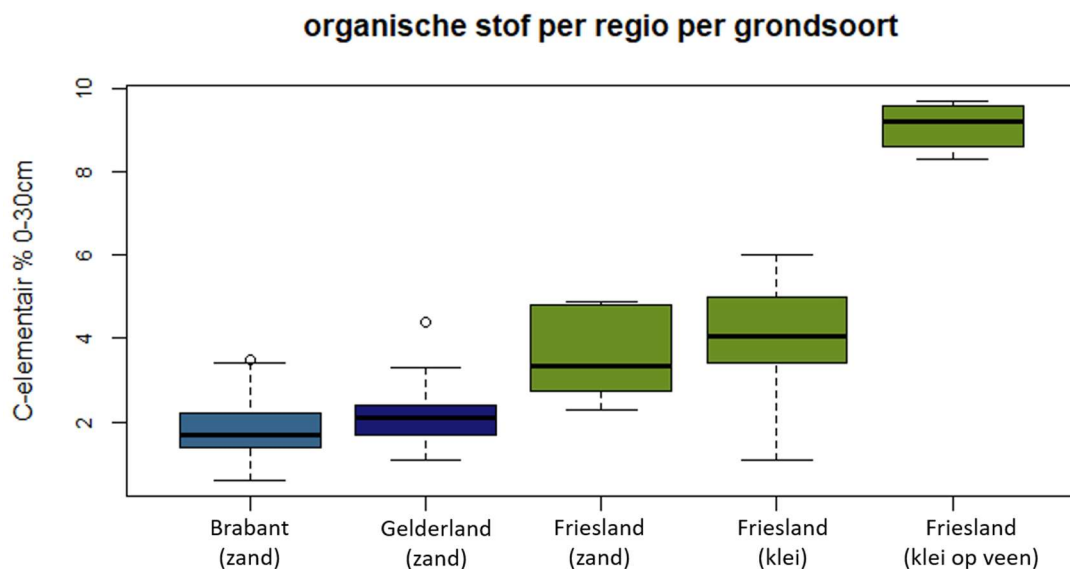
6.2 Organische stof

Vanuit het perspectief van ondernemers is het organische stofgehalte van belang voor het functioneren van de bodem; het kan bijdragen aan zowel fysische, chemische als biologische bodemweerbaarheid, door middel van onder andere nutriëntenbinding en watervasthoudend vermogen. Daarnaast is koolstofopslag van belang om de klimaatdoelstellingen te halen.

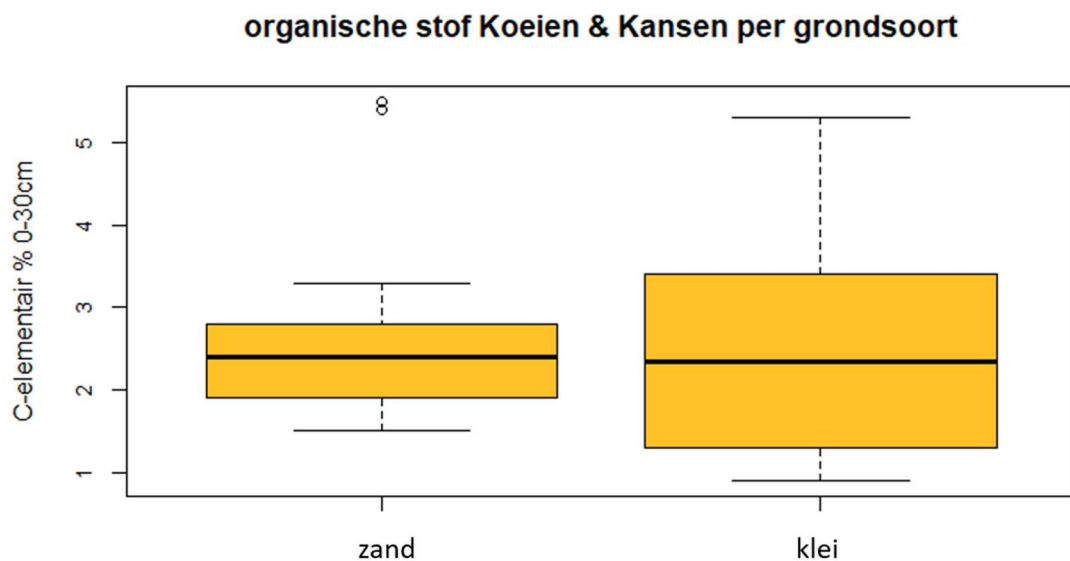
In het Netwerken Veehouderij zijn in 2 lagen (0-30 cm, 0-10 cm) organische stof-bepalingen gedaan. De laag 0-30 cm is standaard gekozen om het organische stofgehalte te bepalen. Echter, historische metingen in grasland zijn vaak alleen in 0-10 cm uitgevoerd. Het organische stofgehalte in de laag 0-10 cm is t.g.v. relatief veel invloed van beworteling in de

toplaag erg variabel. De laag 0-10 cm is toch meegenomen om de uitkomsten te kunnen vergelijken met eventueel beschikbare historische data.

In de figuren is het percentage C-elementair gegeven voor de regionetwerken (figuur 6.2) en voor Koeien & Kansen (figuur 6.3). Het aandeel C-elementair wordt in de eerste plaats sterk beïnvloed door de grondsoort. De gemeten gehalten C-elementair zijn in Brabant net iets lager dan in Gelderland met een mediaan van 1,7% versus 2,1%. De Friese zandgronden komen iets hoger uit, met een mediaan van 3,4% c-elementair. Klei en klei op veen hebben meer c-elementair, in klei zit de mediaan bij 4,1%, in klei op veen op 9,1%. Op de Koeien & Kansen bedrijven is mediaan voor het aandeel C-elementair op zand en klei 2,4%. Op zand wordt op Koeien & Kansen bedrijven iets meer C-elementair gemeten, op klei iets minder.



Figuur 6.2: Mediaan aandeel C-elementair (%) per grondsoort, per regio



Figuur 6.3: Mediaan aandeel C-elementair (%) per grondsoort, Koeien & Kansen

6.3 Verschillen tussen de koolstof metingen

In het project Slim Landgebruik Bodem & Klimaat 'Evaluatie van maatregelen voor het vastleggen van koolstof – Resultaten uit Lange Termijn Experimenten' (project 2.2a, Koopmans et al., 2019) is gekeken naar de relatie tussen de verschillende koolstof en organische stofbepalingen die volgens het analyseprotocol zijn bepaald door Eurofins. Correlaties tussen OS-NIRS, OS-gloeiverlies en C-elementair laten zien dat NIRS ten opzichte van de andere twee methoden afwijkt bij kleigronden, en grotere variatie vertoont. Voor het eindverslag van project 2.2a is besloten om in de berekening van de koolstofvoorraad uit te gaan van C-elementair. Omdat binnen Slim Landgebruik Bodem & Klimaat gerekend wordt aan C of CO₂ en niet aan organische stof, en er variatie en onzekerheid bestaat over hoeveel C er nu in organische stof zit, is dit de belangrijkste grond om bij de berekeningen van C- of CO₂-vastlegging uit te gaan van C-elementair.

6.4 Berekening van de koolstofvoorraad in de bodem

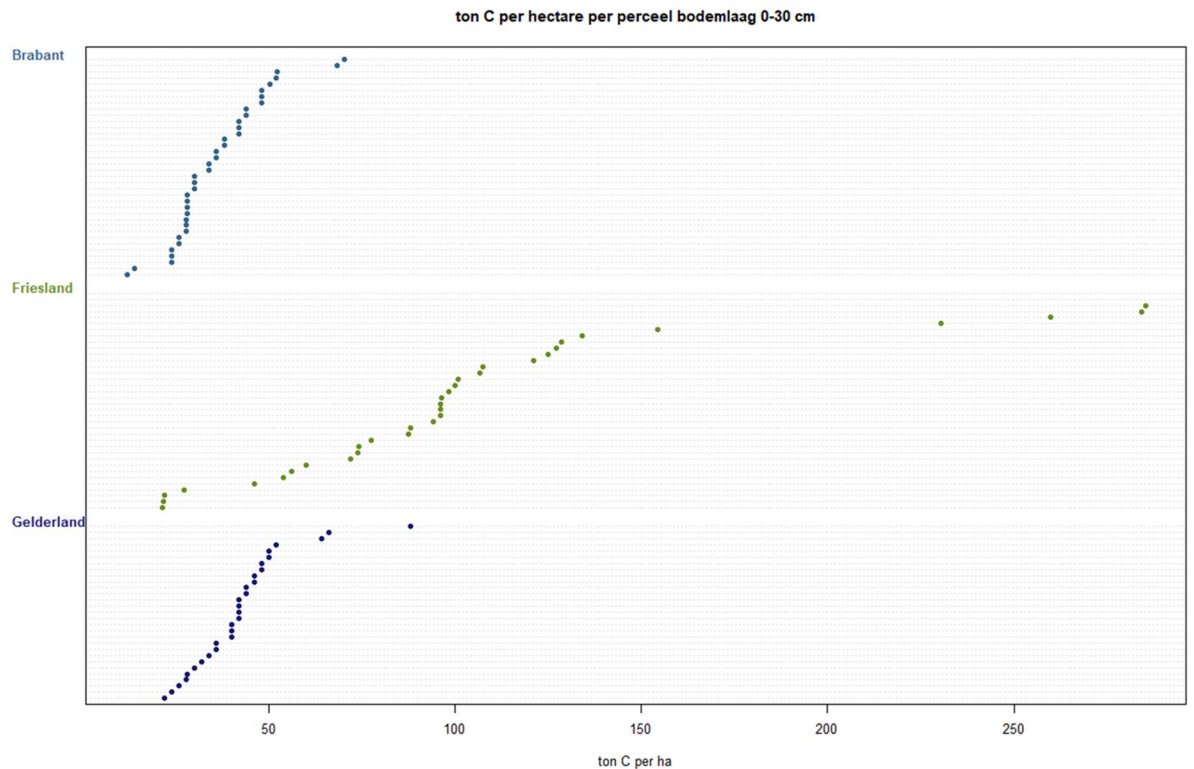
Met de uitkomsten van de nulmeting kan er op basis van een aantal aannames een schatting worden gemaakt van de voorraad koolstof die er op dit moment in de bodem zit. De koolstofvoorraad in de bodem is als volgt te berekenen:

$$\text{voorraad koolstof} = \text{volume} * \text{dichtheid} * \text{OS gehalte (C – elementair)}$$

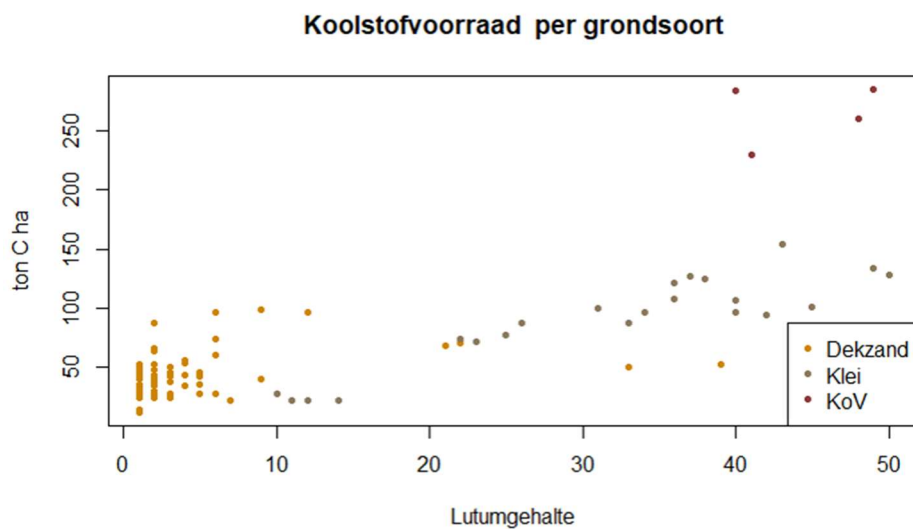
Daarbij wordt de bulkdichtheid door een formule (zie paragraaf 3.4) benaderd. Wanneer de gemeten waarden worden omgerekend naar koolstofvoorraad per hectare zijn er grote verschillen te zien binnen en tussen de netwerken (zie figuur 6.4 en 6.5).

In Brabant, op zandgrond, is de variatie in koolstofvoorraad 38 ton per hectare, waarbij de laagste percelen rond de 12 ton liggen en de percelen met de grootste koolstofvoorraad een gehalte hebben van meer dan 50 ton. De meeste percelen zaten echter tussen de 25 en 50 ton koolstof per hectare. Daarnaast bevonden een tweetal bedrijven binnen dit netwerk zich op kleigrond. Eén van deze bedrijven had met 70 ton C per hectare in de laag 0-30 cm een beduidend grotere koolstofvoorraad dan de zandgrondpercelen in Brabant. In Gelderland is grotendeels dezelfde trend te zien. De gemeten percelen zaten tussen de 22 en 88 ton koolstof per hectare. Opmerkelijk is dat hier een aantal percelen tussen zaten met een grote koolstofvoorraad (>75 ton C per hectare in de laag 0-30 cm) die een lutumgehalte van minder dan 10% hadden (figuur 6.5). Dit mogelijk kan te maken hebben met het opbrengen van extra organische stof.

In Friesland ligt de voorraad flink hoger dan in de andere regio's; dit is vooral een effect van grondsoort. De meeste percelen binnen dit netwerk zaten op kleigrond of klei op veen. Dit is ook te zien als de koolstofvoorraad in de bodem wordt uitgezet tegen het gemeten lutumgehalte. Bijna alle percelen uit Friesland met een lutumgehalte van boven de 30% hadden een koolstofvoorraad van minimaal 100 ton per hectare (figuur 6.4 en 6.5).



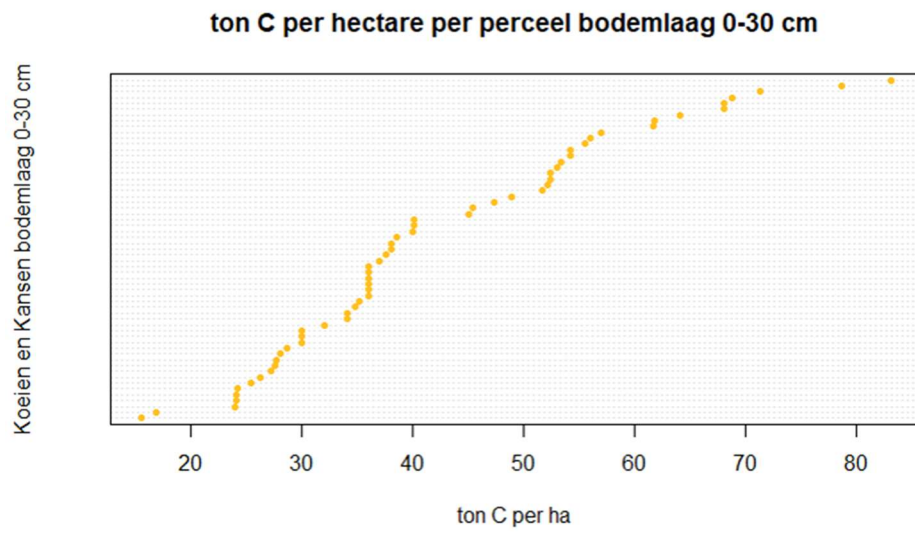
Figuur 6.4: Koolstofvoorraad (ton C per ha in de laag 0-30cm) in de regionale netwerken



Figuur 6.5: koolstofvoorraad (ton C per ha in de laag 0-30cm) stof per grondsoort (lutumgehalte)

Koeien & Kansen

De variatie in koolstofvoorraad is met een verschil van 70 ton C per hectare (tussen de 10 en de 83 ton) in de Koeien & Kansen bedrijven vergelijkbaar met de spreiding binnen de netwerken in Brabant en Gelderland. Het feit dat binnen Koeien & Kansen op alle percelen van 5 bedrijfslocaties gemeten is, tegenover 16 of meer locaties binnen de netwerken geeft een goed beeld van de verschillen die op perceelsniveau binnen een bedrijf kunnen bestaan en die kan oplopen tot >20 ton C per hectare.



Figuur 6.6: koolstofvoorraad (ton C per ha in de laag 0-30cm) voor Koeien & Kansenbedrijven

7 Samenwerking, data en Klimaat Max

7.1 Afspraken rond samenwerking

Met de regionetwerken is afgesproken om vanaf 2019 jaarlijks 2 kennisbijeenkomsten te organiseren in samenwerking met het Louis Bolk Instituut en het CLM. Daarbij wordt in het eerste (2019) en laatste jaar (2023) terugkoppeling gegeven over de uitgevoerde metingen en de uitkomsten per bedrijf. Op deze manier krijgen de ondernemers inzicht in de ontwikkeling van de organische stof en koolstofvoorraad in de bodem van de geselecteerde percelen op hun bedrijf. De uitkomsten van de metingen in 2023 kunnen worden gekoppeld aan de maatregelen die zijn toegepast op de individuele bedrijven. Effectiviteit en potentie van maatregelen kunnen op deze manier geëvalueerd worden.

Data van deelnemers worden binnen het netwerk herkenbaar gedeeld. Buiten het netwerk en in de terugkoppeling naar het ministerie van LNV zijn de data geanonimiseerd en derhalve niet herleidbaar naar de individuele bedrijven. Voor hun bijdrage aan het project (deelname aan bijeenkomsten, keukentafelgesprekken, aanleveren van informatie en bijhouden van management) wordt met deelnemers op basis van inzet en tijdsbesteding, net als in 2018, een geldelijke vergoeding afgesproken.

Beschikbaarheid data

Tijdens de keukentafelgesprekken is ondernemers gevraagd bedrijfsinformatie en kengetallen beschikbaar te stellen, die relevant zijn voor de doelstellingen van het project Slim Landgebruik Bodem & Klimaat- Netwerk Veehouderij. Hierbij is gericht gesproken over het generiek beschikbaar stellen van gegevens die ondernemers al vastleggen, bijvoorbeeld via de Kringloopwijzer (KLW). Het voordeel van werken met Kringloopwijzergegevens is dat op een eenduidige manier gegevens over het aantal dieren, het areaal, het mestgebruik en de voerproductie beschikbaar gemaakt kunnen worden. Sommige ondernemers geven aan hier geen probleem mee te hebben en leveren per ommegaande hun Kringloopwijzergegevens aan. Andere ondernemers zijn niet bereid hun KLW gegevens generiek aan te leveren, maar zijn wel bereid de specifieke kengetallen die het Netwerk Veehouderij nodig heeft aan te leveren. Vooralsnog is gekozen om middels een aantal eenvoudige gerichte formats de benodigde gegevens bij de ondernemers te verzamelen. In het vervolg wordt gekeken of en hoe KLW-gegevens gebruikt kunnen worden en dubbel werk voor ondernemers en onderzoekers kunnen beperken.

Tijdens de analyse van de keukentafelgesprekken bleek het lastig om snel en effectief volledige gegevens op een gestandaardiseerde manier te verzamelen, met name met betrekking tot bemesting en opbrengst percelen (productie, toediening, aan- en afvoer, gehalten). De gegevens die hierover beschikbaar zijn worden vooralsnog niet in dit verslag beschreven. De informatie behoeft een extra slag in aanscherping en verificatie in 2019 voordat het ten behoeve van koolstofvastlegging en opbouw organische stof gebruikt kan worden.

7.2 Klimaat max bedrijven

Bij de klimaatopgave wordt vooral ingezet op optimalisatie van onderdelen in het klassieke bedrijfssysteem. Kennis van - en ervaring met - nieuwe bedrijfssystemen wordt nog onvoldoende benut. Voorbeelden van onderdelen zijn: werken met een verhoogde en maximale organische stofinput, uitwisseling en afstemming tussen akkerbouw- en veehouderijbedrijven, gebruik van randen en rijpaden voor biomassa en bosschages, biomassa-input van terreinbeheerders of extra biomassa door keuze in gewassen/rassen en teelt in stroken. Naast bovengenoemde voorbeelden op het gebied van klimaatmitigatie, is er ook behoefte aan klimaatadaptatie: een veerkrachtig landbouwbedrijf wat beter kan omgaan met extremen zoals lange droogteperioden of extreme regenval en het tegen van verdichting en bevorderen bodemstructuur. We weten dat bedrijfssystemen die organische stof centraal stellen zowel maatschappelijke diensten kunnen leveren (mitigatie) alsook de verdien capaciteit op lange termijn borgen (adaptatie).

Middels regionale "klimaat max" bedrijven kunnen verschillende inrichtingsscenario's verkend worden. Centrale uitgangspunten zijn: het maximaliseren van de klimaatbijdrage (mitigatie, adaptatie) van de landbouwsystemen, door organische stofverliezen te minimaliseren en door (extra) organische stof aan te brengen en te optimaliseren. Dit kan echter alleen onder de voorwaarde van duurzaam beheer van de bodem met een minimalisatie van emissies (afwenteling); niet alleen broeikasgassen, maar ook bijv. nitraat. Het doel is om bij deze inrichtingsscenario's tot een evenwichtig en robuust bedrijfsmodel te komen waarbij de klimaatbijdrage gemaximaliseerd wordt.

Het voorstel is om op drie regionaal representatieve bedrijven op minimaal tien hectare klimaatmaatregelen tot een maximum door te voeren. Hierbij zoeken we geen optimalisatie t.o.v. alleen productie, maar maximalisatie naar klimaatfuncties. Met deze benadering wordt helder wat de bovengrens van het bereik is, en wat de neveneffecten zijn. De uitvoering wordt een ontwerp van drie tot vier scenario's, afspraken met drie regiobedrijven, nulmetingen, inzet voor maatregelen (bouwplan, bemesting, os opbouw en aanvoer, omgang met oogstresten etc.), meting en monitoring van bodemkwaliteit, registratie van opbrengsten, emissies broeikasgassen, nitraat etc., jaarlijkse rapportage en evaluatie met eventuele tussentijdse bijstelling, kennisuitwisseling en –overdracht.

Voor de insteek van klimaat max bedrijven kan gedacht worden aan pionier-voorloper bedrijven, bedrijven die een goede mindset hebben voor klimaatmaatregelen maar nog veel moeten realiseren, of bedrijven die door hun omgeving als aansprekend en herkenbaar voorbeeld gezien worden. Per regio en opgave moet gekeken worden welke benadering het beste resultaat zal geven.

8 Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies

Op basis van bijeenkomsten, keukentafelgesprekken en nulmeting van de bodem worden de volgende conclusies getrokken:

1. Deelnemers aan het Netwerk Veehouderij zijn aan de slag met CO₂-vastleggende maatregelen: het verhogen van leeftijd grasland, diversiteit grasland en het opbrengen van extra organische stof, of combinaties van deze maatregelen.
2. Naast bovengenoemde maatregelen benoemen deelnemers beperkt andere maatregelen. Potentiele maatregelen die naar voren komen hebben betrekking op organische stofopbouw door specifiek maai-weidebeheer en het incorporeren van permacultuur.
3. Op basis van de CO₂-vastleggende maatregelen waarmee ondernemers aan de slag gaan, is de verwachting dat de veehouderij een aanzienlijke bijdrage aan de beoogde koolstofvastlegging zal kunnen leveren.
4. Uit de kennissessies komt naar voren dat deelnemers aan het Netwerk Veehouderij veel behoefte hebben aan kennis. Met name op maat toepassing van CO₂-vastleggende maatregelen en impact en effect op bodem, gewas en koolstofcyclus op bedrijfsniveau. Ook m.b.t regionale inpassing van CO₂-vastleggende maatregelen is er behoefte aan ondersteuning ten aanzien van eenduidige implementatie en effect-toetsing.
5. Ten aanzien van het beschikbaar stellen van data en voortschrijdende monitoring hebben deelnemende ondernemers vragen m.b.t. consequenties indien hun gegevens bij de overheid terecht komen. Dit speelt vooral t.a.v. generieke verzamelmethoden, zoals Kringloopwijzer (KLW), en minder bij beperkte en gerichte verzameling van gegevens en informatie ondernomen door het Netwerk Veehouderij. Databeschikbaarheid zal in het vervolg verder opgepakt worden.
6. Het ontwikkelde en toegepaste bemonsteringsprotocol c.q. analyseaanpak heeft een grote meerwaarde. Wisselende analysemethoden en analyselaboratoria maken een vergelijking van beschikbare historische bedrijfsdata onmogelijk. De eenduidige nulmeting uitgevoerd in 2018/2019 biedt een goede basis om in de toekomst wel een degelijke vergelijking te maken.
7. De leeftijd van grasland verhogen en het aanbrengen van extra organische stof bieden het meeste potentieel. Ook divers grasland heeft een potentieel t.a.v. koolstofvastlegging, al moet de komende jaren duidelijk worden of veehouders een hiervoor benodigde effectief hoge diversiteit op een deel van hun percelen kunnen realiseren.
8. De leeftijd van grasland hangt op zandgrond vaak af van het aandeel wisselteelt mais-gras en of er op een bedrijf op bepaalde percelen continue-maisteelt toegepast wordt.
9. Op bedrijven waar naast gras een substantieel aandeel mais geteeld wordt, zal het accent van de klimaat-slimme implementatie liggen op optimalisatie van zowel bodemkwaliteit als koolstofvastlegging.

10. Het gericht toepassen van CO₂-vastleggende maatregelen in de wisselteelt mais-gras biedt een potentieel voor koolstofvastlegging c.q. bodemverbetering. Hier wordt de netwerken op zand (met name Gelderland) op ingezet. Het gaat om het gericht inpassen van grasklaver of vanggewas. Ook wordt ingezet naar het aanbrengen van extra organische stof. Praktische toepasbaarheid, effect en kosten bepalen de mate waarin veehouders deze maatregelen toepassen. In het geval van organische stof zijn ook herkomst en kwaliteit belangrijke factoren voor ondernemers om wel of niet tot het opbrengen van extra organische stof over te gaan te gaan. Daarnaast is intensiteit van het bedrijf bepalend: is er ruimte in de mestboekhouding om extra compost aan te voeren?
11. Op bedrijven waar (bijna) geen mais verbouwd wordt, zal het verhogen van de leeftijd van grasland en het aandeel divers grasland afhangen van de productie van voldoende hoeveelheid droge stof per ha/jaar en de kwaliteit (voederwaarde/eiwitgehalte) hiervan. Met de ondernemers wordt gewerkt aan hoe ouder wordend grasland zo goed mogelijk productief gehouden kan worden. In het geval van divers grasland wordt gekeken welke percelen op welke manier (herinzaai, doorzaai, natuurlijke vegetatie) divers gemaakt kunnen worden. Het opbrengen van extra organische stof speelt op klei vaak een beperkte rol.
12. Veehouders hebben aangegeven behoefte te hebben aan extra informatie over de maatregelen die ze toepassen. Met name over de werking van een vanggewas onder mais is nog veel onbekend. Ook over de invloed van grondbewerking (ploegen, spitten, niet-kerende grondbewerking (NKG)) op de koolstofvastlegging leven vragen. Meerdere deelnemers aan de netwerken streven naar vervanging van kunstmest door organische meststoffen, zowel dierlijk als plantaardig. Ze zien de huidige mestwetgeving als een beperking om meer organische mest aan te voeren en zo bij te dragen aan de klimaatopgave.
13. In de veehouderij wordt ingezien dat 'leeftijd van grasland verhogen' potentie heeft. Een aandachtspunt is dat veehouders op zand terughoudend zijn om een substantieel deel van hun grasland meer dan 5 jaar grasland te laten blijven. Zij anticiperen op regelgeving die met terugwerkende kracht (peildatum) van toepassing zou kunnen worden: als percelen 5 jaar of langer grasland zijn geweest worden deze bestempeld als permanent grasland. Veehouders verwachten dat hun land hierdoor minder waard wordt (niet meer aantrekkelijk voor verhuur of verkoop voor akkerbouw/bloembollenteelt) en er is hun veel aan gelegen om te voorkomen dat hun percelen de status permanent grasland krijgen. Dit vormt een belemmering om een deel van het graslandareaal niet of later te scheuren voor maisteelt en hiermee de organische stofopbouw onder grasland te maximaliseren. Belemmering is ook de kortdurende pacht waardoor er niet geïnvesteerd wordt in de bodem.
14. Vastgesteld is ook dat ondernemers in de praktijk niet één maatregel toepassen, maar een combinatie van meerdere maatregelen. Het gaat vaak om combinaties van leeftijd grasland verhogen en divers grasland, of leeftijd grasland verhogen en het aanbrengen van extra

organische stof. De afweging welke maatregelen het meeste opleveren in termen van koolstofopslag en bodemverbetering en de specifieke toepassing van deze maatregelen in de praktijk heeft aandacht nodig. Hoewel in de netwerken zoveel mogelijk is geprobeerd de toepassing van één maatregel per bedrijf in te zetten en te monitoren, is het verstandig, waar mogelijk, ook de combinaties van maatregelen scherp te volgen.

8.2 Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen worden gedaan:

1. Met de netwerken wordt de uitdaging aangegaan om de maatschappelijke en wetenschappelijke ontwikkeling rond koolstofvastlegging in minerale bodems ook handen en voeten te geven in de landbouwpraktijk. Het is wenselijk, ook vanuit de praktijk, de klimaatinspanning te verbinden met duurzaam bodembeheer en bodemkwaliteit mee te nemen in Bodem & Klimaat – Netwerk Veehouderij.
2. Het vergroten van de integraliteit, bv. door eventuele afwenteling en kosten/baten van CO₂-vastleggende maatregelen mee te nemen, is nodig om succesvolle en brede toepassing van CO₂-vastleggende maatregelen te realiseren.
3. Eenduidige en betrouwbare bemonstering en meting is noodzakelijk om een eenduidige nulmeting van percelen te realiseren en effecten van maatregelen naar de toekomst toe te kunnen vergelijken. Aan het ontwikkelde protocol moet de komende jaren strak vastgehouden worden.
4. Handelingsperspectief bieden aan de ondernemers vanuit een wetenschappelijke en betrouwbare benadering is wat de praktijk zoekt en wat nodig is om tot eenduidige boodschappen in klimaatperspectief te komen. Een beslissingsondersteunende benadering is hiervoor de basis. Hiervoor zal een instrumentarium beschikbaar en toegankelijk moeten worden gemaakt.
5. De evaluaties van maatregelen in de lange termijn experimenten (2.2a) leveren een basis voor de effectieve bijdrage CO₂-vastleggende maatregelen en koolstofvastlegging in de bodem. Bij inbedding in de praktijk zullen deze maatregelen handen en voeten moeten krijgen: "hoe ziet de toepassing van die maatregel er op mijn bedrijf precies uit? Hoe en wanneer is het onderwerken van groenbemesters effectief? Hoe benutten we grasland het beste om zoveel mogelijk koolstof in de bodem te houden?". In de praktijk vindt ook het finetunen van de maatregelen voor specifieke grondsoorten en/of type bedrijfsvoering plaats. Het is belangrijk om hier in het vervolg voldoende aandacht aan te geven.

8.3 Plannen voor de periode 2019-2023

Vanaf 2019 wordt de volgende aanpak voorgesteld:

- a) Uitwerking en terugkoppeling van verzamelde data en het opzetten van de afgesproken vervolgmonitoring met netwerkpartners, individuele deelnemers en (regio)netwerken. Voor

iedere deelnemer een portfolio maken waarin afspraken, verzamelde en te verzamelen gegevens overzichtelijk beschikbaar zijn (digitaal en op papier). Goede afspraken maken met netwerkpartners over invulling project en rol netwerkpartners en deelnemers vanaf 2019.

- b) Praktische inbedding van CO₂-vastleggende maatregelen op deelnemende bedrijven in de regionetwerken verder vormgeven door goede aansluiting op de praktijk en door ondernemers op maat te steunen bij de diverse implementatievragen. Indien mogelijk experimenteerruimte creëren om implementatie te bevorderen of te verbeteren, of om nieuwe maatregelen te verkennen.
- c) Op basis van reeds geïnventariseerde of nieuwe kennisvragen rond koolstofvastlegging in de landbouwpraktijk en toepassing van CO₂-vastleggende maatregelen worden in alle netwerken 2 keer per jaar kennisbijeenkomsten verzorgd, of wordt aangesloten bij door de netwerken georganiseerde bijeenkomsten.
- d) Was er eerder sprake van gewenste opschaling, lijkt het met bijna 60 deelnemende bedrijven verstandig in 2019 in te zetten op borging en kwalitatieve ondersteuning. Zie ook bovenstaande punten a, b en c.
- e) Verdieping van de data-analyse door koppeling aan de instrumentontwikkeling (praktijkmodel, datahub, Kringloopwijzer) om zo zicht te krijgen op de effecten en potentie van CO₂-vastleggende maatregelen en vertaling naar bedrijfs- en regionaal niveau. Bewust inzetten op 2 sporen: laagdrempelig praktijkmodel dat inzicht van ondernemers vergroot en inzet stimuleert. Anderzijds samen met project 3.1 (modellen) inzetten op goed onderbouwde simulatie van koolstofvastlegging op individuele bedrijven en in regio's.
- f) Verdieping en verbinding van de klimaatmaatregelen met duurzaam bodembeheer. Indien noodzakelijk geacht, ondersteunen met aanvullende bemonstering bv. een bredere set aan indicatoren van bodemkwaliteit. Integraliteit kan verder vormgegeven worden door eventuele afwenteling en economische implicaties van CO₂-vastleggende maatregelen mee te nemen.
- g) Inrichten van één klimaat max bedrijf per regionetwerk waarbij de maximale haalbaarheid van meerdere klimaatmaatregelen inzichtelijk worden gemaakt, afgestemd op regionale condities.

Bovenstaande punten zijn meegenomen in een projectvoorstel dat in mei 2019 is ingediend bij het ministerie van LNV.

Referenties

- Fernández-Ugalde O., A. Orgiazzi, A. Jones, E. Lugato, P. Panagos (2017). LUCAS 2018 – Soil components: Sampling instructions for surveyors, EUR 28501 EN, doi 10.2760/023673.
- 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.
- Hollis, J. M., Hannam, J., & Bellamy, P. H. (2012). Empirically-derived pedotransfer functions for predicting bulk density in European soils. *European Journal of Soil Science*, 63(1), 96-109.
- Hull, J. van 't, J. de Haan, A. van der Linden, P. Kuikman, W. Dijkman, N. Douwe Dekker, J.P. Wagenaar en C.J. Koopmans, 2018. Demonstratie en netwerken – fase 1 – voorbereiding en selectie. Voorbereiding van demonstraties en netwerken binnen 'Klimaatwinst uit doordacht landgebruik'. Wageningen University and Research, Louis Bolk Instituut en CLM, 25 p.
- Koopmans, C.J., S. Staps, N. van Eekeren en M. Hondebrink (2018 in concept). Verkenning perspectieven voor CO₂ opslag in agrarische bodem van Noord-Brabant. Louis Bolk Instituut, rapp. Nr 2018-018 LbP. 33 p.
- Koopmans, C.J., Timmermans, B., Wagenaar, J.P., Hull, van 't, J., Hanegraaf, M. en Haan de, J. (2019). Evaluatie van maatregelen voor het vastleggen van koolstof, 54 p.
- Resultaten uit Lange Termijn Experimenten (LTE's)
- Lange M., N. Eisenhauer, C.A. Sierra et al, (2015). Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage. *Nat. Commun.* 6: 6707.
- 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.
- Minasny, B., & McBratney, A. B. (2018). Limited effect of organic matter on soil available water capacity. *European Journal of Soil Science*, 69(1), 39-47.
- Pribyl, Douglas W. "A critical review of the conventional SOC to SOM conversion factor." *Geoderma* 156.3-4 (2010): 75-83.
- Van den Akker, J. J. H., & De Groot, W. J. M. (2008). Een inventariserend onderzoek naar de ondergrondverdichting van zandgronden en lichte zavelen (No. 1450). Alterra.
- Smit, A., & Kuikman, P. J. (2005). Organische stof: onbemand of onbekend? (No. 1126). Alterra.
- 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.
- 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.

Bijlagen

Bijlage 1: Protocol bemonstering

Het doel van de netwerk projecten 2.2 is om te toetsen in hoeverre verschillende maatregelen koolstof opslaan in de bodem. Om dit te kunnen toetsen zijn gegevens nodig uit verschillende bronnen, zowel uit experimenten als uit de praktijk. De metingen in de verschillende deelprojecten (2.2a: lange termijn experimenten, 2.2b: netwerken akkerbouw en 2.2c: netwerken veehouderij) voorzien hierin.

Doel protocol

Het verkrijgen van een representatief bodemonmonster uit de laag 0-30 cm van bouwland en grasland.

Materiaal

- Smalle guts, check voor scherpte
- Duimpje
- Emmertje
- Monsterzakken (gelabeld)
- Veehouderij extra graslandboor 0-10 cm)

Werkwijze

1. Een representatieve bemonstering van het perceel staat voorop voor de twee geselecteerde percelen per bedrijf (figuur 1).

Selecteer hiervoor een te bemonsteren strook 36 x 80 m uit de kopakker en kanten van het perceel. Vermijdt afwijkende en niet-representatieve stukken. Pas dit vak zo nodig aan indien afspraken met de boer over bepaalde maatregelen (bijvoorbeeld in een smaller strook) zijn gemaakt. Doel is om dezelfde voor het perceel representatieve strook ook in komende jaren terug te kunnen traceren.

Blijf 5 m uit de kanten van het perceel en weg bij de koppakker

2. Noteer de breedte en ligging van de strook in samenhang met de GPS locatie van de hoek van het meetvak rechtsonder.

3. Neem een foto van een guts steek (figuur 1c)

Maak een proefsteek in de bodemlaag 0-30 cm. Let op, gras of bovengrondse gewasresten tellen hiervoor niet mee. De totale steekdiepte kan dus iets groter zijn dan 30 cm.

Neem een foto.

Markeer de steekdiepte op de guts met een watervaste stift

4. Neem op 20 plaatsen telkens 2 steken van 30 cm diep binnen het meetvak volg daarbij een patroon zoals aangegeven in figuur 1

- Steek zowel in de rij als tussen de rij (dit geldt uiteraard niet voor grasland).
- Verwijder gras/bovengrondse gewasresten

Gebruik hiervoor een guts met een breedte van 1 cm.

Gras of bovengrondse gewasresten die op het perceel liggen worden niet meegenomen. Zorg daarom dat bovengrondse gewasresten uit het monster verwijderd worden en dat 30 cm diep wordt gestoken in de minerale laag.

Zorg ook dat je steeds verticaal steekt. Het gaat om de totale organische stof in de laag 0-30 cm.

5. Verzamel het monsters in de vooraf gelabelde monsterzakken

6. Leg de locatie vast door een GPS-meting met de penetrologger bij de eerste steek

Zet de GPS aan en wacht tot deze satellietcontact heeft (dit legt gelijk de locatie van het meetvlak vast).

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

Meet de verdichting in het meetvlak op 10 plekken daarbij weer de W-vorm volgend.

Meet tot minimaal 80 cm.

Gebruik de smalste punt. Let er bij het steken op dat je de pin met de juiste snelheid in de bodem drukt (dit is te zien aan het balkje op de display). Penetrologger

metingen/uitslagen zijn erg gevoelig voor welke monsternemer de meting doet en het vocht. Een vast persoon is daarom het beste.

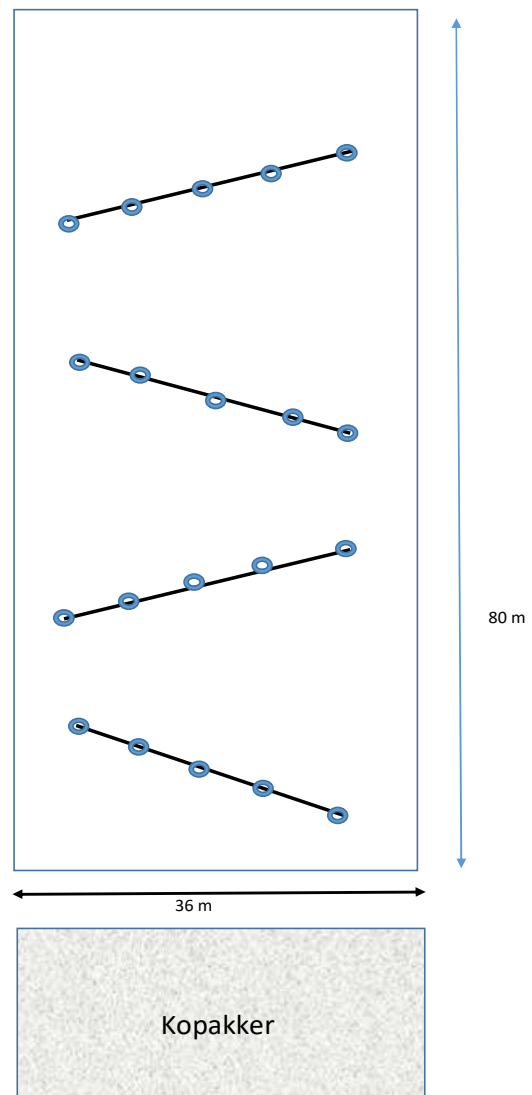
8. Veehouderij: neem ook nog 40 steken 0-10 cm in een aparte emmer/monsterzak

Volg hierbij de procedure als in stap 1 maar neem hiervoor de grasland boor

9. Sla de monsters koel op en stuur deze volgens afspraak en met het juiste order formulier naar Eurofins

Toelichting methode

- Zorg voor gelabelde zakken voor je begint. Dit werkt makkelijk en bovendien heb je betere controle of alle 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 het maatstreepje accentueren.
- Het aantal steken is 40 waarbij we op 20 plekken telkens 2 steken nemen.
- 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 wordt recht (verticaal) 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.
- Recht uit de grond trekken en controleer of de guts goed vol zit.
- Afkeuren als:
 - Meer dan 2 cm onderin niet goed gevuld
 - Gaten in de kolom van meer dan 1 cm
 - 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.



Bijlage 2.1 Verslag startbijeenkomst Carbon Valley (Brabant)

Datum: 9/11/2018 10.45 – 15.00 uur

Locatie: Fam. Van Balkom, Heikant 10a in Helvoirt

Aantal deelnemers: 21 veehouders, 6 facilitators/onderzoekers

Opzet: inhoudelijke presentatie (kennisinput), plenaire afstemming met aanwezige veehouders gericht op deelname, maatregelen en databeschikbaarheid; 's middags een inhoudelijke presentatie over koolstofmaatregelen in het kader van 'Carbon Valley'

Partners/partijen aanwezig: LBI, CLM, Duinboeren

Algemeen

Het project Carbon Valley / Stichting Duinboeren werkt samen met agrarische ondernemers rond de Loonse en Drunense Duinen in Noord-Brabant, overheden en regionale overheden aan een gebiedsgerichte aanpak voor duurzame landbouw. Hierbij wordt ook expliciet geluisterd naar geluiden vanuit de agrarische sector, opdat er snel en doeltreffend vragen uit het veld en eisen op maatschappelijk en economisch gebied kunnen worden vertaald naar projecten in het buitengebied². De stichting heeft vier pijlers, te weten innovatie, verbreding, leefbaarheid en landschapsbeheer.

Inhoudelijk deel

Ter inleiding is er een presentatie gegeven over het project Slim Landgebruik. Dit is geïntroduceerd als een kans voor de landbouw, aangezien een deel van de boeren aanvankelijk protesteerden over de taak die wel bij de landbouw, maar niet bij de andere (industriële) sectoren lijkt te liggen. Zo kwam er een vraag uit de groep over welke breedte er wordt gekeken als er wordt gezegd dat er 1 Mton koolstof dient te worden vastgelegd. Uiteindelijk verschoof de discussie richting de mogelijkheden om op melkveebedrijven koolstof vast te leggen en welke maatregelen daarvoor geschikt zijn. Ook kwam compensatie ter sprake en werden er verdienmodellen besproken waarbij de landbouw bijvoorbeeld CO₂ zou kunnen compenseren voor de luchtvaart.

Er gaan bij de Duinboeren ook proeven meelopen in de LTE's ("onderbroekenboeren"); dit is een combi van praktijkpercelen en proeven. Netwerken hoeven geen statistische aantoonbare verschillen aan te tonen, dienen ter vertaling naar de praktijk; het is een grove vergelijking.

Maatregelen bespreken

Bij het bespreken van maatregelen ten behoeve van koolstofopslag in de landbouw droegen ondernemers zelf de volgende maatregelen: weidegang, blijvend grasland, Niet Kerende Grondbewerking (NKG), opbrengen compost en vaste mest in plaats van drijfmest.

Diversiteit van grasland kwam in deze lijst niet voor, oftewel het inzaaien van kruiden/functioneel kruidenmengsel. Uit experimenten (van DSV) is gebleken dat de massa en diepte van de

² <http://www.bijdeduinboeren.nl/home/>

beworteling bij draagt aan OS. Nick van Eekeren (LBI) noemde als voorbeeld dat met name de afgelopen droge zomer het positieve effect van kruiden op de opbrengst evident was.

Conclusies en afspraken

Ondernemers hadden kritische vragen over het monitoringsprotocol en er is toegelicht dat het vergelijken van twee percelen slechts ter indicatie dient, omdat er voor een daadwerkelijk controle exact dezelfde maatregelen moeten worden toegepast. Verder is er gevraagd of de ondernemers akkoord zijn met het verwerken en delen van data die uit het project komen, op basis van metingen op hun percelen, waarmee zij akkoord gingen. Er wordt in de loop van 2019 een bijeenkomst georganiseerd waarin een terugkoppeling van de resultaten en kennisuitwisseling aan bod komen.

Bijlage 2.2 Verslag startbijeenkomst Living Lab/VHL Leeuwarden (Friesland)

Algemeen

Datum: 19/11/2018 – 10.00 – 14.00 uur

Locatie: Dairy Campus

Aantal deelnemers: 12 veehouders en 6 overig

Opzet: inhoudelijke presentatie en werkvorm met veehouders gericht op maatregelen en deelname

Partners/partijen aanwezig: LBI, CLM, Van Hall Larenstein Leeuwarden, Living Lab Friesland

Inhoudelijk deel

In het ochtendprogramma verzorgde Emiel Elferink, VHL, een inleiding over het belang van koolstof in de landbouw: 'koolstoflandbouw, wat betekent dat voor de melkveehouderij?'. Centraal hierin stonden bodem, klimaatverandering, organische stof, belang van organische stof voor de landbouw, koolstofvoorraad in bodems en de effecten van klimaatverandering op bodem. Veehouders waardeerden deze kennisinput enorm en kwamen met veel vragen. Daarna presenteerde Nine Douwes Dekker de aanleiding, doel, mogelijke maatregelen om koolstof vast te leggen in de veehouderij en de voorziene aanpak van Slim Landgebruik, specifiek project 2.2c Netwerken Veehouderij. Boeren werden aan het eind van deze presentatie uitgenodigd om deel te nemen aan het project. Indien ze daartoe bereid waren volgde na de lunch een gerichte werksessie.

Maatregelen bespreken

In een gerichte werksessie werd in met groepjes van 2-3 veehouders besproken hoe boeren tegen koolstoflandbouw en het vastleggen van organische stof aankeken. Ook of ze al maatregelen gericht op organische stof op hun bedrijf toepassen en of ze in het kader van Slim Landgebruik met voorgestelde specifieke maatregelen (leeftijd grasland, divers grasland, bouwplan mais) aan de slag zouden willen. Deze werkvorm bleek zeer effectief en individueel kwamen veehouders goed aan bod om nog resterende vragen te stellen. Voor veehouders die mee wilden doen werd de bedrijfssituatie beschreven, net zoals representatieve percelen waar maatregelen toegepast konden worden.

Conclusies & Afspraken

- goede opkomst en actieve belangstelling
- goede en plezierige samenwerking tussen partners SL en regionale netwerken, resulterend in effectieve logistiek en stimulering van deelnemers
- constructieve houding veehouders, kennisinput zeer gewaardeerd, vertaalslag naar maatregelen op eigen bedrijf gemaakt
- afspraken monsternamen en keukentafelgesprek gemaakt, alle gepland voor de periode 19/11/18 – 10/12/18

Bijlage 2.3 Verslag startbijeenkomst HOEduurzaam (Gelderland)

Datum: 29/9/2018 (plenaire aankondiging SL) en 3-4/12/2018 13.30 – 16.00 uur (groepsbijeenkomsten)

Locatie: Camping Veldzicht, Veldweg 1, Haarlo, Nederland

Aantal deelnemers: 16 veehouders

Opzet: korte inhoudelijke presentatie (kennisinput), daarna uiteen in kleine groepen:

overeenstemming met veehouders gericht op maatregelen en deelname

Partners/partijen aanwezig: LBI, CLM, HOEduurzaam

Algemeen

HOEduurzaam is een netwerk in de Achterhoek (Gelderland). "HOE" staat voor Haarloseveld en Olden Eibergen, een gebied wat ongeveer 2000 hectare beslaat, waar onder andere water wordt gewonnen. De inwoners/ondernemers van het gebied hebben onder andere als doel gesteld om de bodem op een duurzame manier te beheren en te benutten; dit komt bijvoorbeeld tot uiting in een aantal projecten die HOEduurzaam uitgevoerd heeft en uitvoert, zoals Gezond Zand³, wat liep van 2012 – 2014.

Inhoudelijk deel

Voor de bijeenkomsten in december, had er een algemene avondbijeenkomst plaatsgevonden in september 2018, waarin een aantal inhoudelijke zaken werd besproken. Allereerst werd de achtergrond van Slim Landgebruik geschetst door Wim Dijkman en Peter Kuikman: het kabinet heeft de opgave de CO₂-uitstoot van Nederland terug te dringen, waarbij de landbouw een belangrijke rol kan spelen. Door middel van duurzaam bodembeheer, is het mogelijk extra koolstof (C) op te slaan in de bodem, wat als gunstige bijkomstigheid heeft dat zo de bodemkwaliteit kan worden versterkt.

Het project van Slim Landgebruik houdt onder andere in, zo is met de ondernemers gedeeld, dat er een rapportage systeem wordt opgezet voor landbouw gebaseerd op data die reeds voor andere doeleinden worden verzameld, met aanvulling van eventuele andere data (mei telling - gecombineerde opgave). Het gericht toepassen van maatregelen in de netwerken in de veehouderij verschaffen inzicht in het effect van de maatregelen. Ondernemers krijgen inzicht in de rol van de maatregelen op het bedrijf, door de terugkoppeling van de gegevens, vanuit de metingen in het veld en de vertaling naar forfaitaire getallen. Een van de netwerken die een dergelijke belangrijke rol kan spelen is HOEduurzaam; zij zijn uitgenodigd om partner te worden van het project Slim Landgebruik.

³ <http://hoeduurzaam.nl/wp-content/uploads/2016/03/BrochureHoeduurzaam-Definitief.pdf>

Na afloop van deze korte introductie, is de ondernemers gevraagd om met het CLM en LBI in gesprek te gaan. Hierop werd enthousiast gereageerd en zodoende is de vervolgbijeenkomst in december gepland.

Maatregelen bespreken

Omdat de doelstelling eerder was toegelicht waren de bijeenkomsten in december gericht op toe te passen maatregelen bij deelnemers aan het netwerk. Op de bijeenkomsten in december is wel een korte inleiding gegeven, alvorens uiteen te gaan in kleine groepen en per 3-4 ondernemers kort te bespreken welke maatregelen zij graag toe zouden passen op hun percelen. Hierbij is besproken wat de ondernemers ten tijde van de bijeenkomst al toepasten qua maatregelen, of zij akkoord zijn met het meten en monitoren van de percelen in 2018 en 2023 en de verwerking en het delen van de data die daaruit voortvloeien. Daarnaast is hen gevraagd vast te leggen welke maatregelen (zowel de maatregelen ten behoeve van de koolstofopslag, als de overige maatregelen) worden toegepast op de percelen. Dit zou eventueel kunnen betekenen dat de ondernemers een aantal keer als woordvoerder zullen dienen voor de maatregelen en ervaringen binnen het netwerk HOEduurzaam.

Conclusies en afspraken

Doordat ondernemers al eerder in projecten betrokken waren geweest, leken de ondernemers enerzijds enthousiast over het toepassen van maatregelen, anderzijds leverde dat ook enige beperking op wat betreft de variatie in maatregelen. De voornaamste maatregel betrekking te hebben op het toebrengen van organisch materiaal op het land. Een aantal ambities van ondernemers was: vruchtbaarder grond d.m.v. Vruchtbare Kringloop Achterhoek (VKA) gedachte, Organische stof verhogen, het optimaliseren en realiseren van voorziene groei. Er was een plezierige samenwerking tussen het LBI, CLM en HOEduurzaam en ook de communicatie naderhand met dit netwerk verliep soepel.

Bijlage 3: Kengetallen Vee & Land deelnemers netwerken

Tabel 1 kengetallen vee & land deelnemers Brabant

Code	Nkoe	melk/ha	Grondsoort	totaal	mais	mais_rot	pacht_TBO	gras	gras 0-3	gras 3-6	gras >6	gkruiden	overig	opmerking
MB03	1	1	zand	50,0	7,0	4,2	14,0	43,0	1,2	18,0	20,1	3,5	0,0	
MB08	2	2	zand	45,0	0,0	0,0	11,0	34,0	0,0	0,0	34,0	0,0	0,0	
MB04	3	3	zand	55,0	11,0	11,0	0,0	44,0		20,0	21,2	2,8	0,0	
MB05	4	4	zand	145,0	35,0	0,0	48,0	110,0				0,0	0,0	
MB06	5	5	zand	45,0	8,5	0,0	0,0	36,5	4,5	0,0	32,0	0,0	0,0	
MB02	6	6	zand	28,0	4,8	0,0	0,0	23,2	>8			0,0	0,0	
MB16	7	7	zand	36,0	7,1	4,6	16,0	28,9	3,0	4,7	21,2	0,0	0,0	
MB14	8	8	zand	50,0	10,0	0,0	18,0	40,0	6,0	2,0	32,0	0,0	0,0	
MB13	9	9	zand	65,0	13,0	0,0	20,0	52,0	6,0	7,0	36,4	2,6	0,0	
MB07	10	10	zand	63,0	12,0	12,0	0,0	51,0				0,0	0,0	
MB01	11	11	zand	60,0	12,0	0,0	12,0	36,0	0,0	0,0	36,0	0,0	0,0	
MB11	12	12	zand	45,0	0,0	0,0	12,0	45,0	5,6		38,4	1,0	0,0	
MB15	13	13	zand	37,0	0,0	0,0	10,0	27,0				0,0	0,0	
MB10	14	14	zand	80,0	0,0	12,0	5,0	35,0			35,0	0,0	33,0	akkerbouw
MB12	15	15	zand	43,0	6,0	0,0	8,0	37,0	5,0	11,0	11,0	0,0	10,0	uitloop kip
min	1	1		28	0	0	0	23	0	0	11	0	0	
max	15	15		145	35	12	48	110	6	20	38,4	3,5	33	
gem.	8,0	8,0		56,5	8,4	2,9	11,6	42,8	3,2	7,0	28,8	0,5	2,9	

Tabel 2 kengetallen vee & land deelnemers Friesland

Code	Nkoe	melk/ha	Grondsoort	totaal	mais	mais_rot	pacht_TBO	gras	gras 0-3	gras 3-6	gras >6	gkruiden
MF02	Akker		Zware klei									
MF03	285	5610	zware klei/veen	235,0	0,0	0,0	6,0	235,0	0,0	0,0	225,0	10,0
MF04	96		zware klei/veen	157,0	0,0	0,0	0,0	157,0	0,0	0,0	157,0	0,0
MF05	200		Zware klei	108,0	0,0	0,0	0,0	108,0	3,0	0,0	105,0	0,0
MF06			knippige klei									
MF07	99	7580	lemig zand	98,0	0,0	0,0	60,0	98,0	0,0	0,0	90,0	8,0
MF08	106	12185	lemig zand	65,0	0,0	0,0	0,0	65,0	0,0	0,0	10,0	55,0
MF09	180		moerig zand	80,0			0,0	80,0	7,0		70,0	3,0
MF10	250		zavel/zand/veen	115,0	25,0	0,0	0,0	90,0	0,0	14,0	75,0	1,0
MF11	80		klei op veen	65,0	0,0	0,0	11,0	65,0	0,0	5,0	60,0	0,0
MF12	82	17573	knippige klei	55,0	0,0	0,0	0,0	55,0	0,0	8,0	46,0	1,0
MF13	71	8620	zware zavel/klei	58,0	0,0	0,0	0,0	58,0	0,0	12,0	46,0	0,0
MF14	66	5338	zware klei	75,0	0,0	0,0	0,0	75,0	0,0	4,0	41,0	30,0
MF16	123	13281	zware klei	70,0	0,0	0,0	7,0	70,0	2,0	0,0	61,0	7,0
MF17	65	14757	knippige klei	38,0	0,0	0,0	0,0	38,0	0,0	0,0	36,7	1,3
MF18	73	10940	zware knipklei	55,7	0,0	0,0	0,0	55,7	0,0	0,0	53,1	2,6
MF19	108	15109	zware klei op veen	68,5	0,0	0,0	0,0	68,5	0,0	0,0	68,5	0,0
MF20	Akker		zware klei									
min	65	5338		38	0	0	0	38	0	0	10	0
max	250	17573		235,0	25,0	0,0	60,0	235,0	7,0	14,0	225,0	55,0
gem.	115,6	11709,2		89,5	1,8	0,0	5,6	87,9	0,8	3,1	76,3	7,9

Tabel 3 kengetallen vee & land deelnemers Gelderland

Code	Nkoe	melk/ha	Grondsoort	totaal	mais	mais_rot	pacht_TBO	gras	gras 0-3	gras 3-6	gras >6	gkruiden	overigha	Opmerking
MA14	90	21778	zand	45,0	9,0	0,0	1,8	36,0		36,0				
MA11	150	25532	zand	47,0	7,0	7,0	4,5	40,0		40,0				
MA07	40	20408	zand	24,5	4,5	0,0	0,0	20,0		20,0			7,3	levert mest; koopt 3.25 ha gras en 4 ha mais
MA15			zand	37,7	6,1	0,0	0,0	31,4		31,4			0,2	granen
MA09	geen koe	geen koe	zand	17,5	13,2	0,0	0,0	3,3		3,3			1,0	akkerrand
MA10	150	12616	zand	95,0	18,6	18,6	0,0	21,4		21,4			34,0	10 graszaad, 19.6 graan, 4.6 aardappel
MA13	60	19500	zand	30,0	4,0	0,0	0,0	25,0		25,0			1,0	voederbieten
MA16	60	17698	zand	27,8	5,4	0,0	0,0	22,4		22,4				
MA12	33	13330	zand	21,7	4,3	0,0	15,6	17,4		17,4				
MA06	60	12789	zand	39,8	7,4	0,0	0,0	32,3		32,3				
MA08	120	16418	zand	67,0	13,0	0,0	0,0	54,0		54,0				
MA02	50	14262	zand	29,6	4,8	0,0	0,0	24,8		24,8				
MA05	40	11600	zand	35,0	8,0	0,0	0,0	27,0		27,0				
MA03	83	15169	zand	53,4	3,8	0,0	15,0	30,4		30,4			4,2	graan
MA01	50		zand											
MA04	88	19569	zand	40,0	5,5	0,0	0,0	34,5	0,0	35,5				
min	33	11600		18	4	0	0	3	0	3			0	
max	150	25532		95	19	19	16	54	0	54			34	
gem.	76,7	16974,5		40,7	7,6	1,7	2,5	28,0	0,0	28,1			7,9	

Bijlage 4 Overzicht gemeten chemische parameters nulmeting

Regio	Bedrijf	Perceel	Bodemtype	Diepte	Silt	Zand	Lutum	pH-CaCl2	P-AL	N-Totaal	OS-gloeï	C-org-elem	Osnir	C-anorg	CTOTcalc
Achterhoek	MA01	1	Dekzand	10	16	78	2		72	1550	3,9	2,1	4	0,05	2,15
Achterhoek	MA01	1	Dekzand	30	14	80	2	4,9	80	1410	3,9	2,1	4	0,05	2,15
Achterhoek	MA02	1	Dekzand	10	13	76	3		64	2870	8,3	4,7	8,9	0,07	4,77
Achterhoek	MA02	1	Dekzand	30	11	80	2	4,6	65	2780	7,3	4,4	7,5	0,03	4,43
Achterhoek	MA02	2	Dekzand	10	17	78	1		72	1640	4,1	2	4,2	0,05	2,05
Achterhoek	MA02	2	Dekzand	30	15	79	2	5,1	73	1600	4,2	2	4	0,05	2,05
Achterhoek	MA03	1	Dekzand	10	10	88	1		29	1250	2,4	1,4	2,6	0,04	1,44
Achterhoek	MA03	1	Dekzand	30	11	86	1	5,3	30	940	2,5	1,3	2,5	0,03	1,33
Achterhoek	MA04	1	Dekzand	10	9	87	1		160	1180	3	1,5	3	0,05	1,55
Achterhoek	MA04	1	Dekzand	30	11	85	1	5,4	163	1210	2,9	1,5	2,8	0,04	1,54
Achterhoek	MA05	2	Dekzand	10	12	83	1		52	1820	4	2,1	4,5	0,05	2,15
Achterhoek	MA05	2	Dekzand	30	13	82	1	4,9	52	1650	4,1	2,1	4	0,04	2,14
Achterhoek	MA05	1	Dekzand	30	10	82	2	5,2	57	2380	6	3,2	5,8	0,05	3,25
Achterhoek	MA05	1	Dekzand	10	9	82	1		50	3320	8,2	4,4	7,9	0,05	4,45
Achterhoek	MA06	1	Dekzand	30	14	79	2	4,6	60	1760	4,6	2,4	4,8	0,06	2,46
Achterhoek	MA06	2	Dekzand	10	9	82	2	4,3	76	3090	7,5	3,4	7,7	0,05	3,45
Achterhoek	MA06	2	Dekzand	30	10	84	1	4,5	96	1900	4,9	2,5	5,1	0,07	2,57
Achterhoek	MA06	1	Dekzand	10	14	79	2		62	1610	5,2	2,6	5,1	0,07	2,67
Achterhoek	MA07	1	Dekzand	10	14	81	1		76	1440	4	2,3	4	0,04	2,34
Achterhoek	MA07	1	Dekzand	30	9	86	1	5,3	74	1550	3,8	2	4,2	0,06	2,06
Achterhoek	MA07	2	Dekzand	10	11	81	2		65	2310	6	3,2	6,3	0,04	3,24
Achterhoek	MA07	2	Dekzand	30	10	82	2	5,2	64	1950	5,7	3,3	5,9	0,04	3,34
Achterhoek	MA08	2	Dekzand	30	15	81	1	5,3	65	1200	3,5	1,8	3,5	0,05	1,85
Achterhoek	MA08	1	Dekzand	10	15	79	2		51	1510	4,2	2,4	4,5	0,05	2,45
Achterhoek	MA08	2	Dekzand	10	15	79	2		67	1390	3,6	1,8	3,8	0,05	1,85
Achterhoek	MA08	1	Dekzand	30	15	79	2	5,4	51	1410	4,2	2,4	4,5	0,05	2,45
Achterhoek	MA09	1	Dekzand	30	11	85	1	5,6	67	1370	3,4	1,8	3,5	0,06	1,86
Achterhoek	MA09	2	Dekzand	10	9	85	2		49	1710	3,8	1,9	4	0,04	1,94
Achterhoek	MA09	2	Dekzand	30	12	82	3	5,1	44	1350	2,8	1,2	3	0,04	1,24
Achterhoek	MA09	1	Dekzand	10	8	86	2		66	1400	3,6	1,6	3,6	0,04	1,64
Achterhoek	MA10	1	Dekzand	10	10	81	6	6,3	82	1310	3,2	1,8	3,6	0,03	1,83
Achterhoek	MA10	1	Dekzand	30	15	76	7	6	87	970	2,1	1,1	2,6	0,07	1,17
Achterhoek	MA10	2	Dekzand	10	15	75	6		63	1680	3,6	1,9	4,2	0,11	2,01
Achterhoek	MA10	2	Dekzand	30	14	77	6	5,7	65	1120	2,7	1,4	3,1	0,03	1,43
Achterhoek	MA11	2	Dekzand	30	17	76	3	5,5	67	1760	4,2	2,5	4,4	0,04	2,54
Achterhoek	MA11	1	Dekzand	10	19	67	8		23	2930	5,7	3	6,4	0,12	3,12
Achterhoek	MA11	1	Dekzand	30	17	70	9	4,9	24	2090	3,8	2	4,6	0,14	2,14
Achterhoek	MA11	2	Dekzand	10							5,3	2,6	5,3		
Achterhoek	MA12	1	Dekzand	30	16	74	5	5,4	26	2220	4,7	2,3	5,1	0,06	2,36
Achterhoek	MA12	2	Dekzand	10	12	79	5	5,7	21	2240	4	2	4,6	0,06	2,06
Achterhoek	MA12	2	Dekzand	30	11	80	6	5,4	21	1280	2,7	1,4	3,1	0,06	1,46
Achterhoek	MA12	1	Dekzand	10	18	72	4		27	2840	5,9	2,8	6,2	0,07	2,87
Achterhoek	MA13	1	Dekzand	10	12	84	1		44	1580	3,7	2	3,7	0,05	2,05
Achterhoek	MA13	1	Dekzand	30	7	87	2	5,3	42	1590	4,2	2,2	4,1	0,03	2,23
Achterhoek	MA13	2	Dekzand	10	8	86	1	5,5	40	1810	5,1	2,6	5,1	0,03	2,63
Achterhoek	MA13	2	Dekzand	30	10	85	1	5,1	42	1720	4,1	2,1	4	0,05	2,15
Achterhoek	MA14	2	Dekzand	30	9	87	1	5,3	97	1650	4,3	2,1	4,1	0,05	2,15
Achterhoek	MA14	2	Dekzand	10	8	85	2		109	2010	5,2	2,8	5,2	0,06	2,86
Achterhoek	MA14	1	Dekzand	30	11	83	2	5,6	94	1920	4,5	2,6	4,7	0,06	2,66
Achterhoek	MA14	1	Dekzand	10	11	82	2		110	2010	4,9	2,7	4,9	0,05	2,75
Achterhoek	MA15	1	Dekzand	30	16	78	2	5,4	57	1810	4,2	2,2	4,2	0,05	2,25
Achterhoek	MA15	2	Dekzand	10	13	82	1		75	1640	4,2	2,3	4,3	0,06	2,36
Achterhoek	MA15	2	Dekzand	30	12	83	1	4,6	76	1560	4,1	2,3	4,3	0,05	2,35
Achterhoek	MA15	1	Dekzand	10	9	83	2		49	2580	6	2,9	5,9	0,04	2,94
Achterhoek	MA16	2	Dekzand	10	5	90	1		33	2380	4,7	2,4	4,8	0,05	2,45
Achterhoek	MA16	2	Dekzand	30	6	90	1	5,1	40	1830	3,7	1,7	3,6	0,05	1,75
Achterhoek	MA16	1	Dekzand	10	9	86	1		30	2390	5,3	2,3	5,4	0,06	2,36
Achterhoek	MA16	1	Dekzand	30	5	91	1	4,9	37	1620	3,5	1,6	3,4	0,04	1,64

Regio	Bedrijf	Perceel	Bodemtype	Diepte	Silt	Zand	Lutum	pH-CaCl2	P-AL	N-Totaal	OS-gloei	C-org-elem	Osnir	C-anorg	CTOTcalc
Brabant	MB01	1	Dekzand	30	10	61	22	5,1	26	4510	6,9	3,5	8	0,13	3,63
Brabant	MB01	2	Dekzand	10	13	56	21		10	5160	8,9	5,6	10,6	0,19	5,79
Brabant	MB01	1	Dekzand	10	11	55	23		41	6090	9,8	5,3	13,1	0,17	5,47
Brabant	MB01	2	Dekzand	30	14	57	21	4,8	8	3890	7,1	3,4	8,7	0,17	3,57
Brabant	MB02	1	Dekzand	10	8	85	1		42	2640	6	3,3	6,2	0,04	3,34
Brabant	MB02	1	Dekzand	30	9	86	1	4,8	50	1620	4,8	2,6	4,9	0,04	2,64
Brabant	MB02	2	Dekzand	10	7	86	3		26	1790	3,4	1,8	3,8	0,09	1,89
Brabant	MB02	2	Dekzand	30	10	84	3	5,2	35	1500	3,1	1,9	3,3	0,08	1,98
Brabant	MB03	1	Dekzand	10	9	88	1		28	1270	3,1	1,5	3,1	0,04	1,54
Brabant	MB03	1	Dekzand	30	8	89	1	4,3	30	950	2,8	1,4	2,8	0,03	1,43
Brabant	MB03	2	Dekzand	10	9	88	1		30	1310	3,5	1,5	3,4	0,04	1,54
Brabant	MB03	2	Dekzand	30	6	90	1	4,4	34	1330	3,1	1,5	3,1	0,04	1,54
Brabant	MB04	1	Dekzand	30	11	84	1	5,1	49	1910	4,1	2,1	4,1	0,04	2,14
Brabant	MB04	2	Dekzand	10	10	84	1		44	2640	5,5	2,5	5,8	0,05	2,55
Brabant	MB04	2	Dekzand	30	10	86	1	4,6	48	1770	4,5	2,4	4,4	0,04	2,44
Brabant	MB04	1	Dekzand	10	9	85	1		53	2440	5,6	2,7	5,6	0,04	2,74
Brabant	MB05	1	Dekzand	30	9	88	1	5,7	60	1200	2,8	1,5	2,8	0,03	1,53
Brabant	MB05	1	Dekzand	10	7	89	1		54	1540	4	1,7	3,7	0,04	1,74
Brabant	MB05	2	Dekzand	10	9	88	1		33	1550	3,4	1,6	3,5	0,05	1,65
Brabant	MB05	2	Dekzand	30	7	90	1	5,6	40	1340	2,7	1,4	2,7	0,03	1,43
Brabant	MB06	2	Dekzand	10	16	80	1		64	1080	2,6	1,4	2,7	0,03	1,43
Brabant	MB06	1	Dekzand	30	16	78	2	5,7	39	1430	3,7	1,9	3,7	0,04	1,94
Brabant	MB06	1	Dekzand	10	15	80	2		38	1420	3,5	1,8	3,7	0,05	1,85
Brabant	MB06	2	Dekzand	30	19	78	1	6,1	66	1020	2,5	1,4	2,6	0,04	1,44
Brabant	MB07	1	Dekzand	10	8	87	2		48	1520	3,4	1,6	3,5	0,06	1,66
Brabant	MB07	2	Dekzand	30	10	86	2	5,3	39	1150	2,2	1,2	2,5	0,04	1,24
Brabant	MB07	2	Dekzand	10	9	87	1		37	1460	2,9	1,4	2,9	0,04	1,44
Brabant	MB07	1	Dekzand	30	11	85	2	5,6	61	1100	2,3	1,2	2,5	0,03	1,23
Brabant	MB08	2	Dekzand	10	11	83	1		44	1990	5,1	2,7	5,1	0,04	2,74
Brabant	MB08	1	Dekzand	10	10	83	2		41	1890	5,1	2,6	5	0,04	2,64
Brabant	MB08	1	Dekzand	30	13	82	1	5,6	42	1690	4,4	2,4	4,6	0,05	2,45
Brabant	MB08	2	Dekzand	30	11	84	1	5,5	39	1600	4,5	2,4	4,6	0,05	2,45
Brabant	MB09	1	Dekzand	30	16	78	3	5	64	1350	2,9	1,4	3	0,04	1,44
Brabant	MB09	2	Dekzand	10	15	80	2		40	1460	3,2	1,7	3,4	0,03	1,73
Brabant	MB09	2	Dekzand	30	13	82	2	5,4	40	1190	2,8	1,4	2,9	0,03	1,43
Brabant	MB09	1	Dekzand	10	20	72	4		52	1830	4,1	1,8	4,2	0,04	1,84
Brabant	MB10	1	Dekzand	10	36	27	32	6,1	20	2760	4,5	2,3	7	0,13	2,43
Brabant	MB10	2	Dekzand	10	45	9	40	6	20	2950	4,9	2,6	8,3	0,17	2,77
Brabant	MB10	1	Dekzand	30	32	29	33	6,3	17	2580	4,9	2,5	7,6	0,17	2,67
Brabant	MB10	2	Dekzand	30	41	14	39	6,4	17	2690	4,8	2,6	8,1	0,19	2,79
Brabant	MB11	2	Dekzand	10	15	81	1		60	1540	3,3	1,8		0,06	1,86
Brabant	MB11	2	Dekzand	30	14	81	2	5,6	60	1330	3,3	1,7	3,6	0,05	1,75
Brabant	MB11	1	Dekzand	30	9	87	1	5,7	53	1090	2,8	1,3	2,9	0,04	1,34
Brabant	MB11	1	Dekzand	10	13	83	1		53	1060	2,8	1,4	3	0,03	1,43
Brabant	MB12	1	Dekzand	10	18	72	4		29	2890	5,7	2,1	6	0,05	2,15
Brabant	MB12	1	Dekzand	30	17	75	5	5,1	26	1350	2,7	1,4	3,3	0,07	1,47
Brabant	MB12	2	Dekzand	10	16	78	3		35	1330	3	1,5	3,3	0,04	1,54
Brabant	MB12	2	Dekzand	30	15	79	3	6	34	1200	2,7	1,4	3	0,04	1,44
Brabant	MB13	2	Dekzand	30	18	77	2	5,3	85	1200	2,9	1,5	3,1	0,06	1,56
Brabant	MB13	1	Dekzand	10	19	77	2		94	1080	2,4	1,2	2,5	0,05	1,25
Brabant	MB13	1	Dekzand	30	21	75	2	5,2	90	1100	2,4	1,3	2,6	0,04	1,34
Brabant	MB13	2	Dekzand	10	17	78	2		96	1090	2,7	1,4	2,8	0,05	1,45
Brabant	MB14	2	Dekzand	30	24	68	4	5,1	36	1740	4,1	2,2	4,3	0,05	2,25
Brabant	MB14	2	Dekzand	10	24	68	4		38	1510	3,9	2	4,3	0,06	2,06
Brabant	MB14	1	Dekzand	10	26	66	4		33	1470	4,1	2	4,5	0,09	2,09
Brabant	MB14	1	Dekzand	30	27	64	5	5,1	31	1840	4,2	2,1	4,5	0,08	2,18
Brabant	MB15	1	Dekzand	10	7	91	1		62	590	1,4	0,7	1,5	0,03	0,73
Brabant	MB15	1	Dekzand	30	11	88	1	5,5	62	590	1,4	0,7	1,5	0,03	0,73
Brabant	MB15	2	Dekzand	10	11	87	1		63	720	1,2	0,6	1,3	0,04	0,64
Brabant	MB15	2	Dekzand	30	12	86	1	5,2	65	600	1,3	0,6	1,4	0,06	0,66
Brabant	MB16	2	Dekzand	30	25	68	4	5,1	45	1430	3,4	1,7	3,7	0,07	1,77
Brabant	MB16	1	Dekzand	30	21	70	5	5,9	107	1610	3,6	1,8	4	0,05	1,85
Brabant	MB16	2	Dekzand	10	37	56	4		44	1370	3,4	1,8	3,8	0,05	1,85
Brabant	MB16	1	Dekzand	10	29	63	4		106	1580	3,8	1,9	4,2	0,07	1,97
Brabant	MB17	1	Dekzand	10	12	81	2		62	2660	4,9	2,3	6,2	0,06	2,36
Brabant	MB17	1	Dekzand	30	12	84	1	5,4	85	1060	2,7	1,2	2,7	0,03	1,23
Brabant	MB17	2	Dekzand	10	10	87	1		88	1420	2,9	1,4	3,2	0,04	1,44
Brabant	MB17	2	Dekzand	30	8	87	1	5,2	61	1580	3,9	1,8	3,9	0,05	1,85
Brabant	MB18	1	Dekzand	10	12	76	3		46	4320	9,3	3,6	9,6	0,05	3,65
Brabant	MB18	1	Dekzand	30	21	72	3	5,1	52	2040	4	2,1	4,4	0,03	2,13
Brabant	MB18	2	Dekzand	10	15	79	2		134	1880	4,3	2,4	4,8	0,05	2,45
Brabant	MB18	2	Dekzand	30	12	83	1	5,3	141	1980	4,3	2,2	4,5	0,05	2,25

Regio	Bedrijf	Perceel	Bodemtype	Diepte	Silt	Zand	Lutum	pH-CaCl2	P-AL	N-Totaal	OS-gloei	C-org-elem	Osnir	C-anorg	CTOTcalc
Friesland	MF02	1 Klei		10	29	51	15		185	1590	2,6	1,5	3,8	0,41	1,91
Friesland	MF02	2 Klei		30	40	43	14	7,3	48	1130	2	1,1	3,1	0,25	1,35
Friesland	MF02	1 Klei		30	25	58	12	7,1	189	1130	2,1	1,1	2,9	0,39	1,49
Friesland	MF02	2 Klei		10	31	52	13	7,3	55	1440	2,5	1,3	3,5	0,22	1,52
Friesland	MF03	1 KoV		10	31	7	39		31	10010	22		25,4	0,24	
Friesland	MF03	1 KoV		30	34	0	49	4,8	15	7580	15,5	9,5	19,3	0,23	9,73
Friesland	MF03	2 KoV		10	32	6	41		33	10430	21,3		24,9	0,09	
Friesland	MF03	2 KoV		30	36	0	48	4,6	20	7520	14,7	8,9	18,6	0,22	9,12
Friesland	MF04	1 KoV		10	28	20	31		19	9830	21,3	11,75	23,3	0,08	11,83
Friesland	MF04	1 KoV		30	22	19	40	5	11	7190	16,6	9,7	20,4	0,32	10,02
Friesland	MF04	2 KoV		10	30	17	33		20	9180	19,3	10,8	21,6	0,11	10,91
Friesland	MF04	2 KoV		30	19	24	41	4,8	10	6400	14,7	8,3	18,1	0,19	8,49
Friesland	MF05	1 Klei		10	0	73	5	5,2	31	10120	21,2	9,1	20,5	0,12	9,22
Friesland	MF05	2 Klei		30	43	4	45	6,3	18	4080	7,3	4,1	10,5	0,17	4,27
Friesland	MF05	2 Klei		10	36	17	36	6,4	30	5420	9,3	4,9	12	0,22	5,12
Friesland	MF05	1 Klei		30	34	11	43	5,2	13	5480	10,8	6	13,6	0,22	6,22
Friesland	MF06	1 Klei		10	37	19	32		37	5840	11,4	5,8	13	0,13	5,93
Friesland	MF06	1 Klei		30	39	15	36	5,6	33	5300	9,6	5	11,5	0,16	5,16
Friesland	MF06	2 Klei		10	41	12	36		54	5320	10,2	5,2	12,5	0,12	5,32
Friesland	MF06	2 Klei		30	39	13	40	6,2	43	4530	7,6	4	10,4	0,16	4,16
Friesland	MF07	1 Dekzand		10	14	73	5		38	3530	8,2	3,5	8,5	0,05	3,55
Friesland	MF07	1 Dekzand		30	18	73	4	4,8	31	2560	5,3	2,8	6,4	0,05	2,85
Friesland	MF07	2 Dekzand		10	11	78	4		66	3540	7,2	3,3	7,7	0,07	3,37
Friesland	MF07	2 Dekzand		30	14	77	4	4,8	52	2230	4,6	2,7	5	0,05	2,75
Friesland	MF08	1 Dekzand		30	14	74	6	5,3	18	2380	6,1	3	6,1	0,07	3,07
Friesland	MF08	2 Dekzand		10	16	75	3		40	2330	6,1	3,1	5,8	0,06	3,16
Friesland	MF08	1 Dekzand		10	14	74	5		25	3040	7,4	3,8	7,1	0,08	3,88
Friesland	MF08	2 Dekzand		30	14	78	3	5,4	44	1790	4,6	2,3	4,5	0,05	2,35
Friesland	MF09	1 Dekzand		10	16	71	6		35	3290	7,1	3,7	8,2	0,05	3,75
Friesland	MF09	1 Dekzand		30	13	75	6	5,3	35	2750	6,4	3,7	6,9	0,07	3,77
Friesland	MF09	2 Dekzand		10	24	60	8		33	4080	8,3	4,7	10,4	0,09	4,79
Friesland	MF09	2 Dekzand		30	16	70	6	5,8	33	3070	7,6	4,8	8,1	0,09	4,89
Friesland	MF10	1 Dekzand		10	10	69	8		19	4730	13	6,8	12,9	0,08	6,88
Friesland	MF10	1 Dekzand		30	12	66	9	4,9	20	3770	12,6	4,9	12,8	0,14	5,04
Friesland	MF10	2 Dekzand		10	9	78	6		13	2500	7,4	3,7	6,9	0,05	3,75
Friesland	MF10	2 Dekzand		30	13	65	12	4,1	12	3490	9,7	4,8	11,8	0,06	4,86
Friesland	MF11	1 KoV		30	29	9	38	4,9	23	8600	22,6		26,5	0,2	
Friesland	MF11	2 KoV		10	26	19	33		32	9590	21,5	11,9	23,8	0,12	12,02
Friesland	MF11	1 KoV		10	28	15	33		46	10650	23,1	12,7	25,9	0,18	12,88
Friesland	MF11	2 KoV		30	27	11	41	4,7	24	7100	19,3		22,9	0,24	
Friesland	MF12	2 Klei		10	40	15	34		29	6100	11	6,2	13,6	0,12	6,32
Friesland	MF12	1 Klei		10	36	21	35	6,1	16	4400	7,3	4,4	9,9	0,11	4,51
Friesland	MF12	1 Klei		30	39	23	31	5,7	17	4360	7,5	4,3	8,7	0,07	4,37
Friesland	MF12	2 Klei		30	41	15	36	5,9	28	4620	7,5	4,5	10,3	0,1	4,6
Friesland	MF13	1 Klei		10	39	28	27	6	18	3810	5,9	3,8	8,6	0,08	3,88
Friesland	MF13	1 Klei		30	39	28	26	5,9	24	4120	7	3,9	9,1	0,03	3,93
Friesland	MF13	2 Klei		10	40	28	24	6,8	40	4120	6,9	3,8	9,1	0,22	4,02
Friesland	MF13	2 Klei		30	41	27	25	6,7	35	3580	6,2	3,5	8,3	0,13	3,63
Friesland	MF14	2 Klei		30	41	11	37	7	109	5140	8,8	5,2	11,5	0,33	5,53
Friesland	MF14	1 Klei		10	38	10	41		38	6050	11	6,2	14,3	0,1	6,3
Friesland	MF14	1 Klei		30	43	6	42	6,6	28	4560	7,5	3,9	10,4	0,2	4,1
Friesland	MF14	2 Klei		10	38	14	31		103	8590	16,6	9	19,2	0,13	9,13
Friesland	MF16	2 Klei		30	18	54	22	5	25	3330	6,2	3,4	7,9	0,07	3,47
Friesland	MF16	2 Klei		10	23	50	20		23	3420	6,8	3,9	8,2	0,14	4,04
Friesland	MF16	1 Klei		10	26	42	24		23	4020	7,8	4	9,5	0,07	4,07
Friesland	MF16	1 Klei		30	23	47	23	5,1	19	3360	6,5	3,3	8,3	0,15	3,45
Friesland	MF17	1 Klei		10	41	20	28		20	5800	9,5	5,4	12,2	0,21	5,61
Friesland	MF17	1 Klei		30	46	14	33	5,8	13	4160	6,7	3,8	9,3	0,13	3,93
Friesland	MF17	2 Klei		10	43	12	31		40	7600	12,7	7,5	16,2	0,17	7,67
Friesland	MF17	2 Klei		30	45	8	38	5,9	31	5500	9,1	5,1	12	0,09	5,19
Friesland	MF18	1 Klei		10	41	6	38		44	6830	13,4	7,5	16,3	0,23	7,73
Friesland	MF18	1 Klei		30	45	6	40	6,9	34	4600	8	4,4	10,9	0,18	4,58
Friesland	MF18	2 Klei		10	37	19	29		19	7590	14,2	8	16,8	0,17	8,17
Friesland	MF18	2 Klei		30	46	12	34	5	7	4510	7,3	4,1	9,6	0,1	4,2
Friesland	MF19	2 Klei		30	42	0	49	6,6	59	5240	8,7	5,2	12,7	0,15	5,35
Friesland	MF19	2 Klei		10	43	0	40	6,1	59	8950	16,2	9,5	20,3	0,18	9,68
Friesland	MF19	1 Klei		10	41	0	39		56	9930	18,5	9,9	22	0,23	10,13
Friesland	MF19	1 Klei		30	40	0	50	5,7	37	5130	8,9	5	12,5	0,2	5,2
Friesland	MF20	1 Klei		10	32	55	9	7,1	86	1350	2,8	1,3	3,1	0,18	1,48
Friesland	MF20	1 Klei		30	31	57	10	6,7	64	1400	2,5	1,4	3,3	0,05	1,45
Friesland	MF20	2 Klei		10	32	54	10		72	1600	4	2	4	0,03	2,03
Friesland	MF20	2 Klei		30	34	52	11	7,2	79	1140	1,9	1,1	3	0,16	1,26

Regio	Bedrijf	Perceel	Bodemtype	Diepte	Silt	Zand	Lutum	pH-CaCl2	P-AL	N-Totaal	OS-gloeï	C-org-elem	Osnr	C-anorg	CTOTcalc
K&K	KK01	6 Klei		10	33	45	17		18	2800	5,5	3,1	6,9	0,06	3,16
K&K	KK01	1 Klei		30	13	78	5		45	1730	3,7	2	4	0,05	2,05
K&K	KK01	2 Klei		10	22	59	11		48	3870	7,7	3,7	8,8	0,03	3,73
K&K	KK01	2 Klei		30	22	60	13		32	2390	5	2,6	6,1	0,04	2,64
K&K	KK01	3 Klei		10	25	50	16		53	4670	8,9	5,1	10,3	0,03	5,13
K&K	KK01	3 Klei		30	27	53	14		34	2950	6,1	3,3	7,3	0,03	3,33
K&K	KK01	4 Klei		10	25	50	17	6,2	21	3150	6,6	3,3	7,4	0,04	3,34
K&K	KK01	4 Klei		30	25	47	21	6,1	21	3760	6,6	3,3	8,5	0,03	3,33
K&K	KK01	1 Klei		10	19	70	7		41	2010	4,5	2,4	5,4	0,05	2,45
K&K	KK01	5 Klei		30	28	53	14	6,9	36	1970	5	2,6	5,9	0,03	2,63
K&K	KK01	8 Klei		30	25	50	20	5,6	16	2520	5,3	2,9	7,2	0,07	2,97
K&K	KK01	6 Klei		30	24	52	19	5,4	17	2420	4,8	2,7	6,2	0,05	2,75
K&K	KK01	7 Klei		10	16	73	7		44	1620	3,7	1,8	4,1	0,03	1,83
K&K	KK01	7 Klei		30	15	74	8		52	1610	3,2	1,8	4	0,03	1,83
K&K	KK01	8 Klei		10	25	54	14		16	3190	6,6	3,6	7,9	0,03	3,63
K&K	KK01	9 Klei		10	23	38	30	5,9	27	4530	8,8	5,3	10,9	0,05	5,35
K&K	KK01	10 Dekzand		10	19	73	4		33	1920	4,1	2	4,8	0,07	2,07
K&K	KK01	10 Dekzand		30	16	76	5		40	1540	3,3	1,7	3,8	0,04	1,74
K&K	KK01	5 Klei		10	29	50	15	6,6	37	3110	6,3	3,4	7,8	0,05	3,45
K&K	KK01	9 Klei		30	31	34	27	6,2	23	3470	6,9	3,7	8,7	0,18	3,88
K&K	KK02	6 Dekzand		10	13	80	3		70	1590	4	1,9	4,3	0,06	1,96
K&K	KK02	1 Dekzand		30	14	79	2		37	2130	5,1	2,8	5,5	0,03	2,83
K&K	KK02	2 Dekzand		10	15	75	3		48	3740	7,5	5,4	8,6	0,08	5,48
K&K	KK02	2 Dekzand		30	13	79	2		46	2720	6,4	3,2	6,7	0,04	3,24
K&K	KK02	3 Dekzand		10	10	78	3		21	4570	9	5,5	9,2	0,05	5,55
K&K	KK02	4 Dekzand		10	12	78	3		54	3010	6,9	3,1	7,9	0,03	3,13
K&K	KK02	1 Dekzand		10	15	79	2		31	1730	4,2	2,2	4,4	0,05	2,25
K&K	KK02	5 Dekzand		30	14	81	2		75	1120	3,2	1,5	3,4	0,03	1,53
K&K	KK02	3 Dekzand		30	12	77	3		19	3440	7,6	3,4	8,2	0,03	3,43
K&K	KK02	6 Dekzand		30	10	82	4		71	1680	3,9	2	4,1	0,05	2,05
K&K	KK02	7 Dekzand		10	13	80	3		67	1500	3,6	1,6	3,9	0,03	1,63
K&K	KK02	7 Dekzand		30	16	77	4		66	1260	3,4	1,5	3,7	0,03	1,53
K&K	KK02	8 Dekzand		10	16	75	4		59	2950	5,3	2,6	6,1	0,07	2,67
K&K	KK02	8 Dekzand		30	13	79	4		64	2070	4,5	1,8	4,8	0,06	1,86
K&K	KK02	9 Dekzand		10	9	88	1	4,7	101	1330	3,3	1,6	3,6	0,04	1,64
K&K	KK02	9 Dekzand		30	8	88	1		99	1390	3,4	1,8	3,5	0,03	1,83
K&K	KK02	5 Dekzand		10	10	85	2		77	1140	3,1	1,5	3,3	0,04	1,54
K&K	KK02	4 Dekzand		30	13	79	2		32	1910	6	3,4	6,3	0,03	3,43
K&K	KK03	5 Klei		30	31	33	25		77	1270	2	1,2	4,1	1,2	2,4
K&K	KK03	11 Klei		10	31	34	18		45	1190	2,7	1,3	3,9	1,88	3,18
K&K	KK03	10 Klei		30	28	40	15		47	1050	2,3	1,2	3,3	1,91	3,11
K&K	KK03	10 Klei		10	25	43	15		47	1080	2,2	1,1	3,3	1,88	2,98
K&K	KK03	9 Klei		30	32	34	16		37	1090	2,3	1,2	3,3	2,06	3,26
K&K	KK03	9 Klei		10	30	36	16		35	1070	2,1	1,1	3,2	2,07	3,17
K&K	KK03	8 Klei		10	28	36	26		70	1240	2	1,3	4	1,04	2,34
K&K	KK03	2 Klei		10	32	27	30		77	2000	3,3	1,8	5,5	1,08	2,88
K&K	KK03	7 Klei		10	32	32	26		71	1330	2,3	1,3	4,1	1,05	2,35
K&K	KK03	11 Klei		30	30	34	18		46	1200	2,6	1,4	3,8	1,96	3,36
K&K	KK03	6 Klei		10	28	35	23		78	1270	2,5	1,3	4,1	1,48	2,78
K&K	KK03	8 Klei		30	32	33	25		70	1280	2	1,3	3,9	1,1	2,4
K&K	KK03	5 Klei		10	31	34	24		71	1330	2,3	1,2	3,9	1,19	2,39
K&K	KK03	4 Klei		30	32	31	27		68	1360	2,4	1,4	4,4	0,98	2,38
K&K	KK03	4 Klei		10	31	30	28		76	1500	2,6	1,5	4,6	1,06	2,56
K&K	KK03	3 Klei		30	32	23	35		86	2030	3,5	2	5,8	0,88	2,88
K&K	KK03	3 Klei		10	33	24	34		91	2170	3,7	2,1	5,9	0,79	2,89
K&K	KK03	2 Klei		30	35	25	29		82	1830	3	1,7	5	1,13	2,83
K&K	KK03	1 Klei		10	32	28	29		76	2010	3,3	1,8	5,8	0,97	2,77
K&K	KK03	1 Klei		30	32	28	29		72	1740	2,8	1,6	5	1,07	2,67
K&K	KK03	6 Klei		30	31	32	23		78	1290	2,1	1,3	4,1	1,55	2,85
K&K	KK03	17 Klei		10	34	35	18		67	1450	2,9	1,5	4,3	1,37	2,87
K&K	KK03	7 Klei		30	29	36	26		71	1390	2,2	1,3	4,2	0,94	2,24
K&K	KK03	12 Klei		10	31	37	15		50	1090	2,4	1,2	3,3	1,87	3,07
K&K	KK03	17 Klei		30	31	39	16		59	1370	2,3	1,3	3,5	1,53	2,83
K&K	KK03	16 Klei		30	34	25	32		52	1810	2,9	1,7	5,3	0,82	2,52
K&K	KK03	16 Klei		10	34	26	31		54	1940	3,4	1,8	5,6	0,81	2,61
K&K	KK03	15 Klei		30	28	49	10		53	840	1,6	0,8	2,3	1,54	2,34
K&K	KK03	15 Klei		10	34	40	12		69	1100	2	1	3	1,59	2,59
K&K	KK03	14 Klei		30	25	64	4		56	800	1,7	0,9	2,1	0,78	1,68
K&K	KK03	14 Klei		10	28	60	4		58	860	1,8	0,9	2,1	0,87	1,77
K&K	KK03	13 Klei		30	33	25	33		51	1840	3,2	1,8	5,5	0,79	2,59
K&K	KK03	12 Klei		30	34	35	15		50	1080	2,3	1,2	3,6	1,84	3,04
K&K	KK03	13 Klei		10	33	28	29		45	2030	3,1	1,8	5,7	0,89	2,69
K&K	KK04	4 Dekzand		10	13	77	4		76	2620	5,9	2,8	6	0,06	2,86
K&K	KK04	11 Dekzand		10	12	79	3		43	2960	6,3	3,1	6,5	0,05	3,15
K&K	KK04	11 Dekzand		30	14	79	3		35	1920	3,7	1,9	4,1	0,05	1,95
K&K	KK04	12 Dekzand		10	14	82	1		66	1210	3,4	1,7	3,7	0,03	1,73
K&K	KK04	12 Dekzand		30	16	79	2	5,3	67	1260	3,4	1,8	3,6	0,05	1,85
K&K	KK04	5 Dekzand		10	13	76	5		23	2940	6,4	3,3	6,8	0,04	3,34
K&K	KK04	3 Dekzand		30	12	84	2	5,8	50	960	2,4	1,2	2,6	0,03	1,23
K&K	KK04	5 Dekzand		30	10	80	6		20	2010	4,1	2	4,5	0,06	2,06
K&K	KK04	10 Dekzand		30	12	83	2		52	1260	2,9	1,4	3,1	0,03	1,43
K&K	KK04	7 Dekzand		10	11	81	4		32	1960	4,1	2,1	4,4	0,04	2,14
K&K	KK04	6 Dekzand		10	12	80	3		40	2730	5,5	2,8	6,1	0,04	2,84
K&K	KK04	10 Dekzand		10	11	83	1		49	2250	4,6	2,5	4,7	0,04	2,54
K&K	KK04	9 Dekzand		30	11	83	3		38	1790	3,4	1,9	3,8	0,03	1,93
K&K	KK04	9 Dekzand		10	8	83	3		42	2680	5,7	2,7	5,7	0,05	2,75
K&K	KK04	3 Dekzand		10	8	86	2		49	1660	3,6	1,8	3,9	0,03	1,83
K&K	KK04	8 Dekzand		30	14	81	2		41	1510	3,3	1,6	3,4	0,04	1,64
K&K	KK04	7 Dekzand		30	11	81	4		33	1620	3,6	1,8	3,8	0,05	1,85
K&K	KK04	6 Dekzand		30	10	83	3		39	1930	4,2	1,8	4,3	0,04	1,84
K&K	KK04	2 Dekzand		30	13	81	3		75	1470	3,2	1,7	3,5	0,04	1,74
K&K	KK04	2 Dekzand		10	10	82	3		75	2120	5	2,4	5,3	0,04	2,44
K&K	KK04	1 Dekzand		30	9	81	6		15	1590	3,7	1,8	3,6	0,07	1,87
K&K	KK04	1 Dekzand		10	16	72	7		48	2300	4,7	2,4	5,5	0,09	2,49
K&K	KK04	8 Dekzand		10	12	82	2		41	2300	4,5	2,2	4,8	0,05	2,25
K&K	KK05	1 Klei		10	43	21	24		41	2800	6,3	3,4	7,6	0,76	4,16
K&K	KK05	9 Klei		10	34	31	23		58	2990	6,1	3,2	7,3	0,83	4,03
K&K	KK05	3 Klei		30	42	24	22		52	2410	4,5	2,6	6,4	1,03	3,63
K&K	KK05	4 Klei		10	40	27	21		61	2460	5,5	2,9	6,7	0,83	3,73
K&K	KK05	4 Klei		30	42	25</									

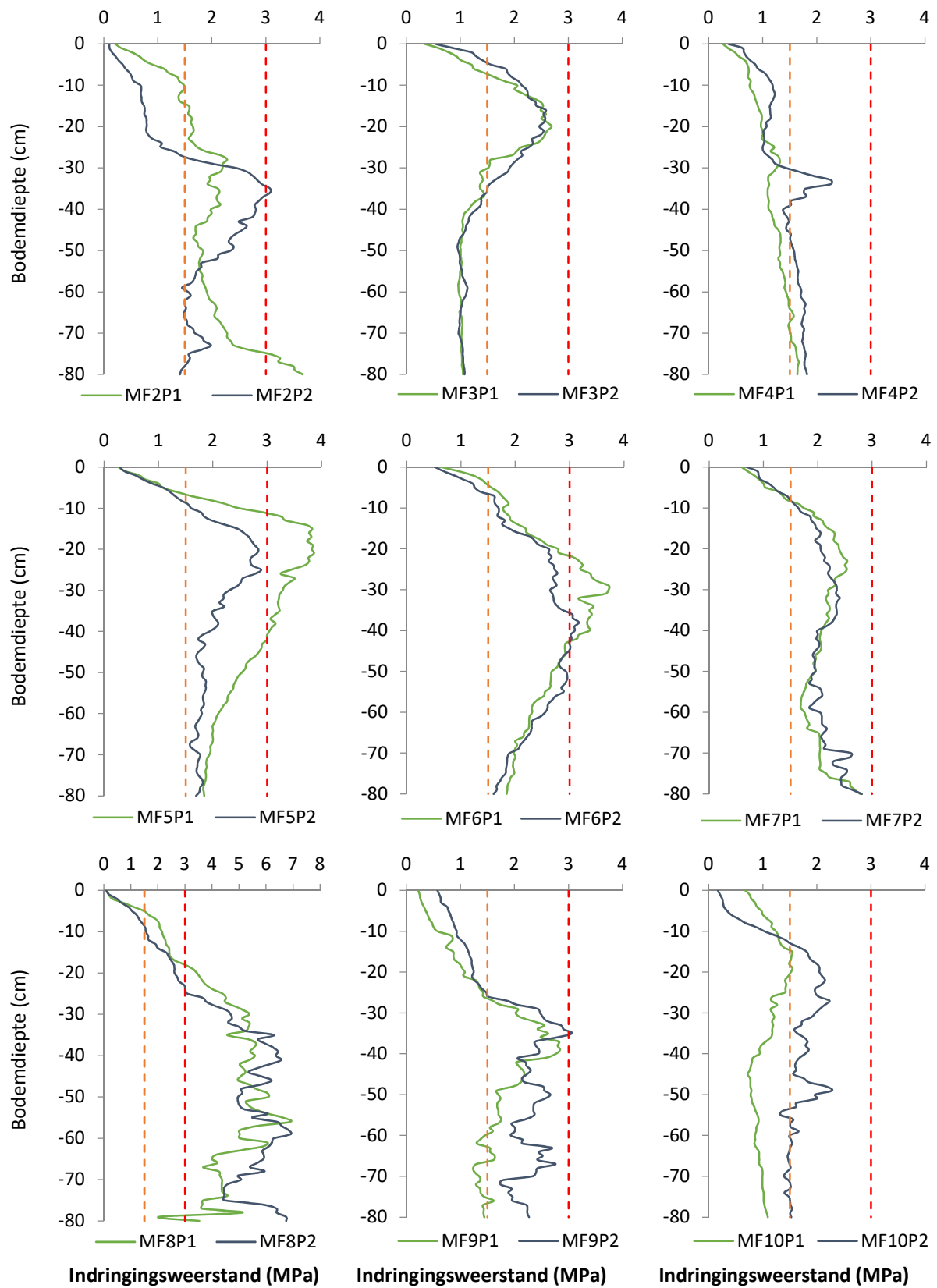
Bijlage 5 Gemiddelde doordringbaarheid (penetrologger) per bedrijf, per netwerk

Toelichting:

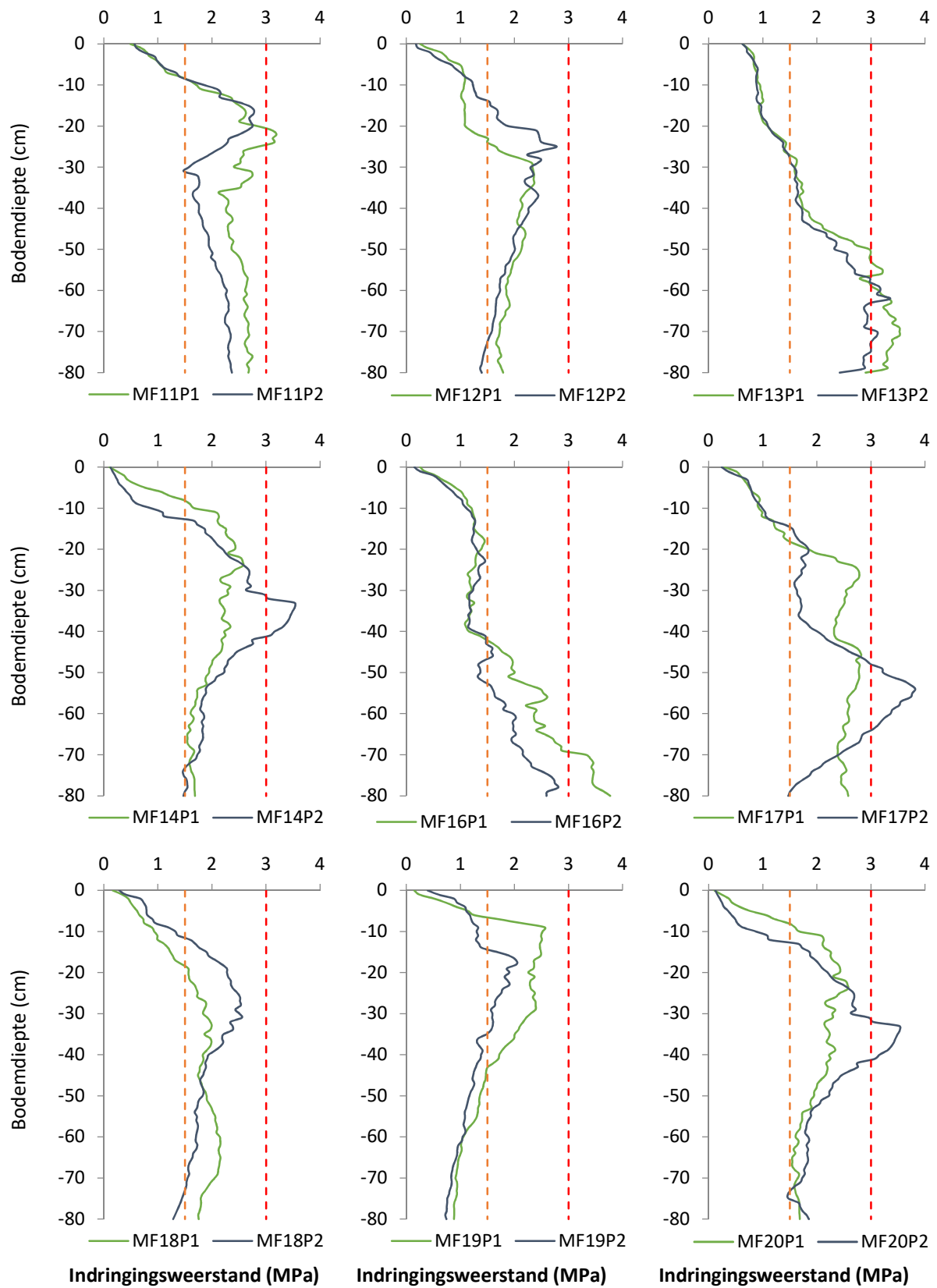
Penetrologgermetingen zijn gemiddelde van 10 metingen per perceel. Bij harde grondlagen op grotere diepte zijn er regelmatig missende waarden, omdat de benodigde kracht te hoog is. Meetpunten binnen een laag van 10 cm worden alleen weergegeven als meer dan 40% van de punten gemeten is.

Op de volgende pagina's volgen grafieken van de doordringbaarheid per bedrijf. Van ieder bedrijf is voor 2 percelen en/of meetvakken een meting (lijn) in beeld gebracht. Afhankelijk van regio en bedrijf betreft de meting (lijn) een nulmeting in een meetvak waarin een maatregel om koolstof vast te leggen, of controle, wordt weergegeven. In een aantal gevallen zal de controle een meting over de tijd zijn.

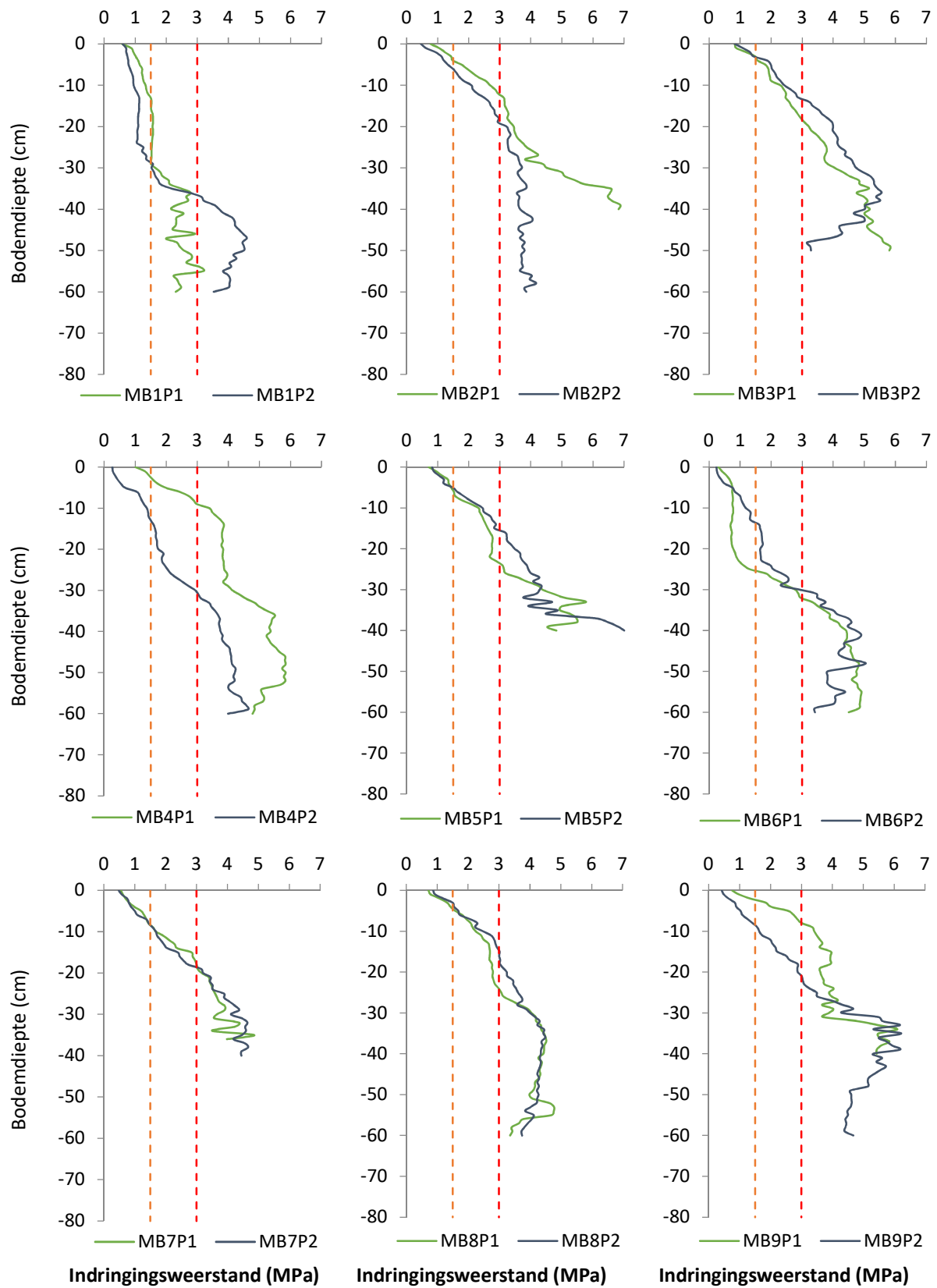
Bijlage 5.1 Penetrologgerdata netwerk Friesland A



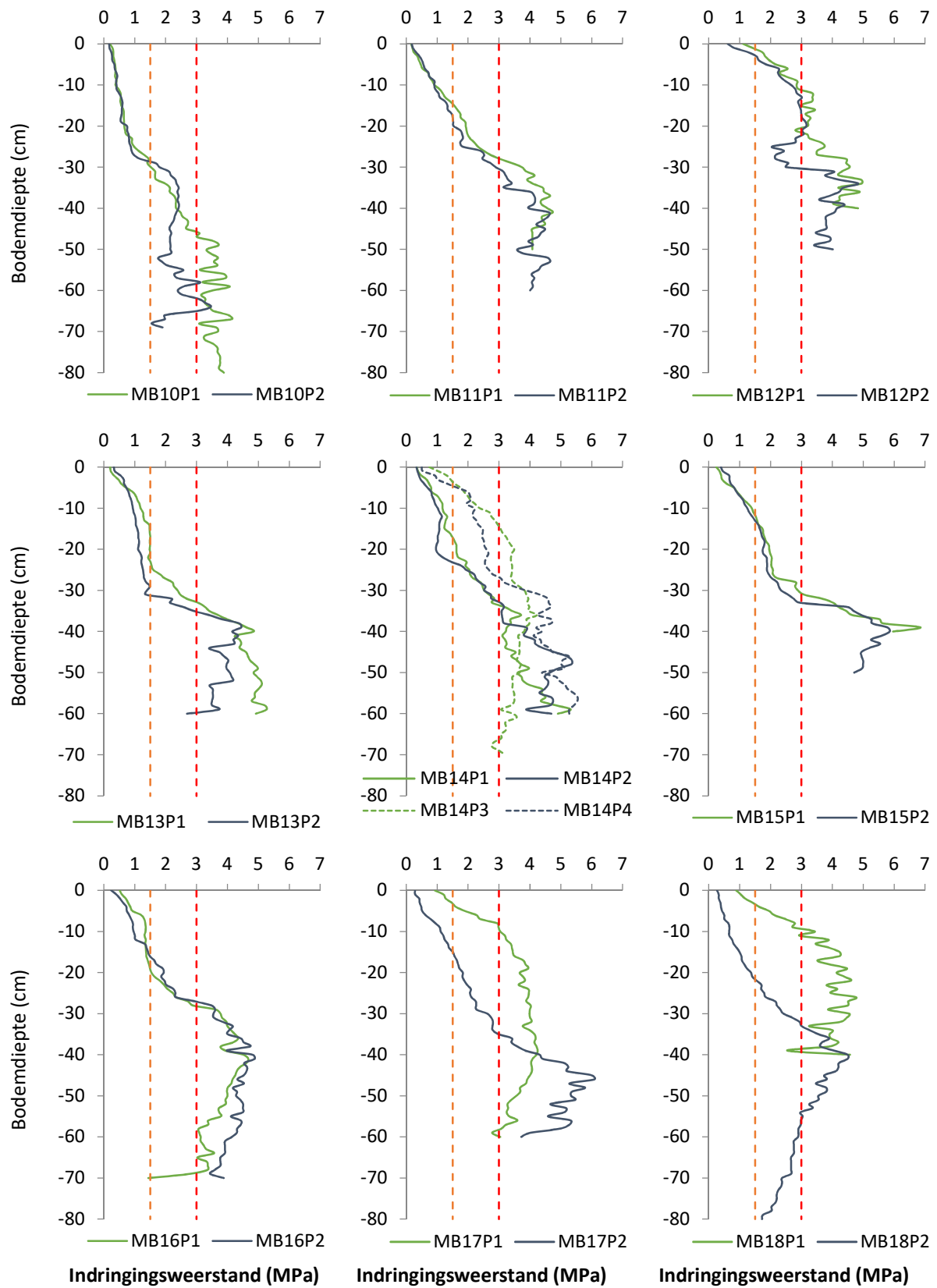
Bijlage 5.2 Penetrologgerdata netwerk Friesland B



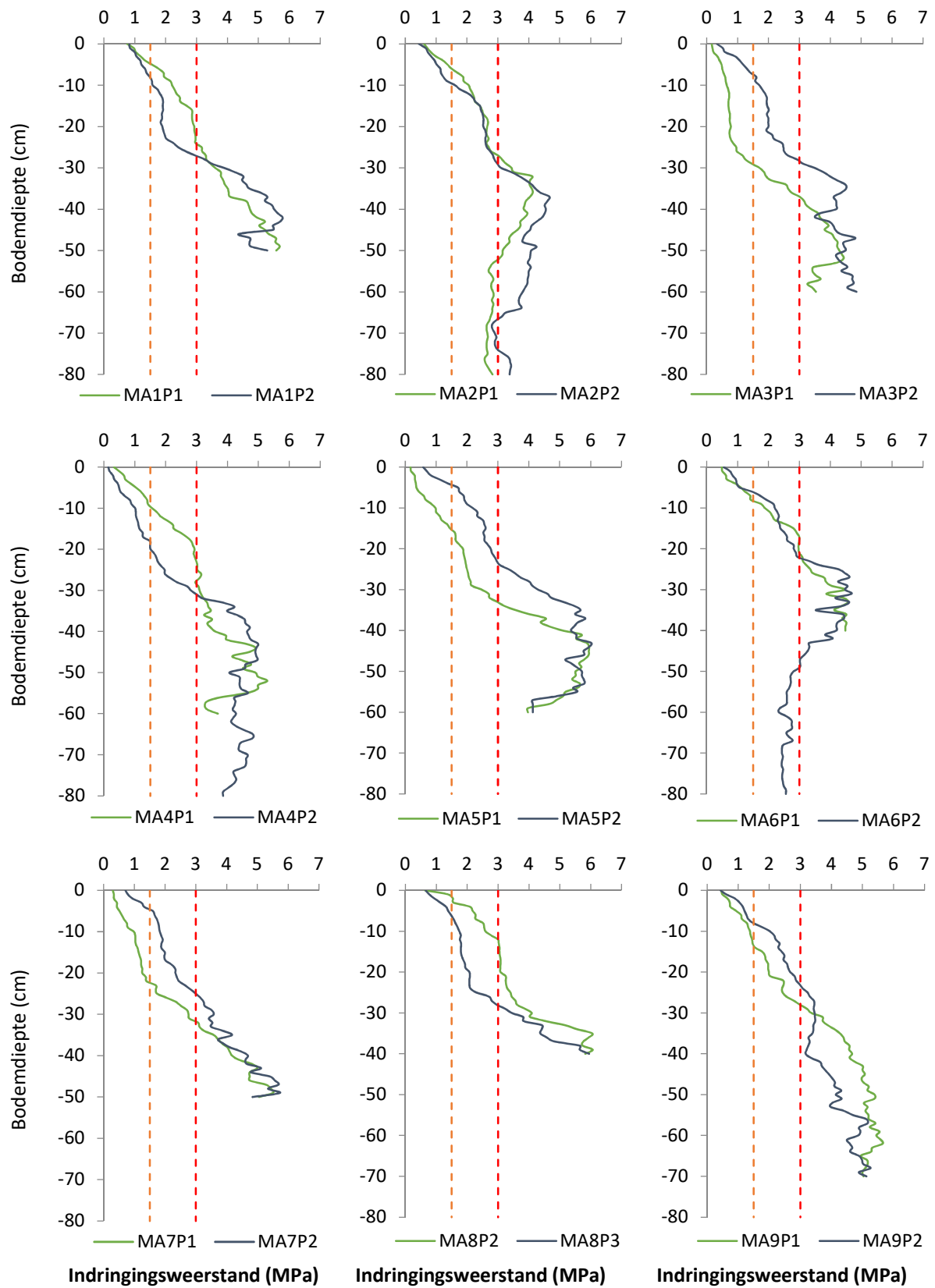
Bijlage 5.3 Penetrologgerdata netwerk Brabant A



Bijlage 5.4 Penetrologgerdata netwerk Brabant B



Bijlage 5.5 Penetrologgerdata netwerk Gelderland A



Bijlage 5.6 Penetrologgerdata netwerk Gelderland B

