

////////////////////////////////////

OPTIMALISEREN VAN BEMESTINGSSTRATEGIEËN VANUIT DE PRINCIPES VAN DE BIOLOGISCHE LANDBOUW

‘State of the art’ op basis van wetenschappelijke literatuur, proefrapporten en communicatie met onderzoekers en telers
5.10.2022

////////////////////////////////////

Koen Willekens, Andreas Cecelja, Victoria Nelissen, Jolien Bracke, Elena Leclercq, Paul Quataert, Pauline Deltour, Martijn De Naegel, Luk Sobry, Jasper Vanbesien, Ann Gomand, Jef Vercammen, Helena Vanrespaille, Tom Coussement, Annemie Elsen, Stefaan De Neve, Stany Vandermoere

INHOUD

1	Probleemstelling	9
2	Bodembeheerstrategieën in biologische teeltsystemen: een literatuurstudie	11
2.1	Inleiding: Biologische teeltsystemen	11
2.1.1	Zorg voor bodemkwaliteit	12
2.1.2	N- en P-emissie naar grond- en oppervlaktewater	13
2.1.3	Biodiversiteit in brede zin	14
2.1.4	Atmosferische emissies	14
2.1.5	Bedrijfsinkomen landbouwbedrijf	15
2.1.6	Landgebruik voor voedselproductie	15
2.2	Bodembewerking	17
2.2.1	Effecten van bodembewerking op organische stof	17
2.2.2	Effecten van bodembewerking op bodembioïologie	18
2.2.3	Effecten van bodembewerking op bodemstructuur	19
2.2.4	Effecten van bodembewerking op nutriëntenbalansen en emissies	20
2.2.5	Mogelijke aanpassingen aan bodembeweringsbeheer	21
2.3	Organische bemesting	22
2.3.1	Organische stofbalans	22
2.3.2	Effecten van organische stof op bodemfysische eigenschappen	24
2.3.3	Effecten van organische bemesting op bodembioïologie	24
2.3.4	Compostering	25
2.3.5	Effecten van organische bemesting op de nutriëntenbalans en gewasproductiviteit	26
2.4	Grasland en grasklaver	30
2.4.1	Organische stof in grasland en koolstofopslag	31
2.4.2	Effecten van grasland op bodembioïologie	32
2.4.3	Effecten van grasland op bodemstructuur	33
2.4.4	Effecten van graslandbeheer op nutriëntendynamieken en gewasproductiviteit	33
2.5	Vlinderbloemigen	34
2.5.1	Vlinderbloemigen voor organische stof	35
2.5.2	Effecten van vlinderbloemigen op nutriëntendynamieken en de waarde voor landbouwproductie	35
2.6	Groenbedekkers	37
2.6.1	Groenbedekkers voor organische stof	38
2.6.2	Effecten van groenbedekkers op bodembioïologie	39
2.6.3	Effecten van groenbedekkers op bodemstructuur	39



2.6.4	Effecten van groenbedekkers op nutriëntendynamieken en gewasproductiviteit	40
2.7	Gewasrotaties	44
2.7.1	De organische stofbalans en bodemkwaliteit in gewasrotaties	44
2.7.2	Effecten van gewasrotaties op bodembioïologie	45
2.7.3	Effecten van gewasrotaties op nutriëntendynamieken en productiviteit van landbouwsystemen	46
2.8	Integratie van plantaardige en dierlijke productie	47
2.8.1	Landgebruik – efficiënt ruimtegebruik	48
2.8.2	Opbouw organische stof	48
2.8.3	Bodemvruchtbaarheid	48
2.8.4	Nutriëntenbalans	48
2.8.5	Tewerkstelling	49
2.8.6	Importafhankelijkheid	49
2.8.7	Aanpasbaarheid bedrijfs- en ketenstructuur	49
2.8.8	Bedrijfsinkomen landbouwbedrijf	49
2.9	besluit	50
3	Ontsluiting van interne en externe rapporten – praktijkgericht onderzoek	51
3.1	Literatuuroverzicht groenbedekkers - Inagro	51
3.1.1	De gouden tip: planning	51
3.1.2	Welke groenbedekkers kan ik inzaaien?	52
3.1.3	Hoe en wanneer vernietigen?	53
3.1.4	Hoeveel draagt de groenbedekker aan de volgteelt bij?	54
3.1.5	Geeft een vlinderbloemige groenbedekker hoger risico op een hoog restnitraat in het najaar?	54
3.1.6	Vragen en antwoorden over groenbedekkermengsels	55
3.1.7	Welke zaaidichtheid?	59
3.2	Bemestingsproeven inagro afdeling biologische productie	60
3.2.1	Eenjarige proeven per teelt	61
3.2.2	Aardappelen	68
3.2.3	Knolselder	68
3.2.4	Granen	68
3.2.5	Meerjarige compostproef	69
3.2.6	Besluit	70
3.3	Samenvatting bemestingsproeven voor de biologische fruitteelt – pcfruit vzw – pps (2013-2018)	71
3.3.1	Opvolging Nmin in biologische fruitaanplantingen (CCBT, 2012-2013)	72
3.3.2	Organische bemesting en MAP4 in de biologische appel- en perenteelt (ADLO, 2012-2013)	73



3.3.3	Bemestingtypes in een fruitaanplanting van Conference (CCBT, 2014-2016)	74
3.3.4	Optimalisatie van de N-bemesting in Conference (CCBT, 2015-2016)	75
3.3.5	Oplossingen voor OS-opbouw in biologisch pitfruit onder MAP5 (ADLO, 2016-2017; CCBT, 2018)	77
3.3.6	Besluiten	78
4	Benchmarkverslagen.....	80
5	verslagen focusgroepen	83
5.1	Focusgroepen biologische landbouw	83
5.1.1	Grove groenteteelt	85
5.1.2	Voederbouw	92
5.1.3	Pitfruitteelt	95
5.1.4	Glastuinbouw	100
5.1.5	CSA-bedrijven (CSA = Community Supported Agriculture)	103
5.2	Focusgroepen gangbare landbouw	106
5.2.1	Grove groenteteelt	106
5.2.2	Voederbouw	112
5.2.3	Pitfruit	116
6	Bedrijfsbezoekverslagen	120
6.1	Grove groenteteelt	120
6.1.1	Voorstelling bedrijven	120
6.1.2	Stikstofbeheer	122
6.1.3	Koolstofopbouw	130
6.1.4	Discussie grove groenteteelt	132
6.1.5	Feedback op de modelleertools	133
6.2	Voederbouw	134
6.2.1	Voorstelling bedrijven	134
6.2.2	Stikstofbeschikbaarheid en verloop mineralisatie	135
6.2.3	Mineralenbalans	141
6.2.4	Organische stof	142
6.2.5	Mineralenbalans bedrijfseconomische boekhouding	145
6.3	Pitfruitteelt	149
6.3.1	Bedrijf 1 - appel	149
6.3.2	Bedrijf 2 - appel	151
6.3.3	Bedrijf 3 - appel	153
7	Discussienota's.....	156



7.1	Grove groenteteelt	156
7.1.1	Probleemstelling	156
7.1.2	Wat leeft er bij de telers?	156
7.1.3	Bemestingsstrategieën	157
7.1.4	Fosforbalans	160
7.1.5	Bodem organische stof	161
7.1.6	Besluit grove groenteteelt	161
7.2	Voederbouw	162
7.2.1	Probleemstelling	162
7.2.2	Wat leeft er bij de telers?	162
7.2.3	Prioritaire bodembeheermaatregelen en bemesting veehouderij	163
7.2.4	Besluit voederbouw	164
7.3	Pitfruitteelt	164
7.3.1	Probleemstelling	164
7.3.2	Bodembeheerstrategieën	166
7.3.3	Besluit pitfruitteelt	168
8	Meerjarige proeven	169
8.1	Groenteteelt - Voederbouw	170
8.1.1	Meerjarig wetenschappelijk proefopzet groenteteelt-voederbouw	170
8.1.2	Geplande metingen	172
8.1.3	Resultaten	173
8.2	Pitfruitteelt	230
8.2.1	Meerjarig wetenschappelijk proefopzet pitfruit	230
8.2.2	Resultaten	233
-	Standaard bodemanalyse najaar 2018 en najaar 2021	233
8.3	Simulaties van het OC-gehalte In lange termijn biologische rotaties ADHV RothC model/ Demeter-tool	258
8.3.1	Doel	258
8.3.2	Aanpak	258
8.3.3	DEMETER simulaties op langetermijnveldexperimenten in het buitenland	258
	Beschikbare gegevens	258
	Simulaties van het OC-gehalte a.d.h.v.. de DEMETER-tool	259
8.3.4	DEMETER simulaties op middellange termijnveldexperimenten in België	264
8.3.5	Conclusies	271
9	Validatieproeven	272



9.1	Validatieproeven biologische groenteteelt en voederbouw	273
9.1.1	Witte klaver in onderzaai versus groenbedekkermengsels in de stoppel gezaaid bij zomertarwe	273
9.1.2	Gereduceerde bodembewerking (Actisol) vs. ondiep en diep spitzfreen voor de teelt van prei	292
9.1.3	Groenbedekker vs. geen groenbedekker na planten van courgette	300
9.1.4	Grasklaver vernietigen in de zomer met volgteelt <i>Phacelia</i> vs. Alexandrijnse klaver vs. mengsel van beide.	308
9.1.5	Validatieproef Inwerken vs. maaien en wegvoeren van snijrogge/winterwikke voor pompoen	320
9.1.6	Validatieproef mineralenbalans grasklaverpercelen ILVO	329
	330	
9.1.7	Al dan niet bemesten na scheuren van grasklaver voor een teelt van spelt	332
9.1.8	Validatieproef TerraLife LeguFit vs. Japanse haver/phacelia na triticale en voor boontjes	342
9.1.9	Validatieproef TerraLife Solanum vs. Japanse haver/phacelia na boerenkool en voor pompoen	356
9.1.10	Bemesting grasklaver	368
9.2	Validatieproeven gangbare groenteteelt en voederbouw	376
9.2.1	Eén versus twee werkgangen bij suikerbiet	376
9.2.2	Veldbonen als voedergewas, inzaai met maïszaaier vs. graanzaaier	389
9.2.3	Luzerneteelt als voedercomponent: luzerne ingezaaid zonder vs. met rode klaver	404
9.2.4	Vanggewassen na struikbonen	417
9.2.5	Toepassing van een combinatie van stro en (stal)mest in het najaar	427
9.2.6	Ploegen of spitten voor de inzaai van wintertarwe	435
9.3	Validatieproeven pitfruit	441
9.3.1	Bevorderen van fosfervrijzetting en opname van mineralen bij Conference	441
9.3.2	Grasklavermaaisel naar de zwartstrook vs. tussenzaai van klaver in de grasbaan vs. groenbedekkermengsel in de grasbaan	462
10	Referenties.....	468



Afkortingenlijst

BOC	bodem organische koolstof
Cmic	microbiële koolstof
EOS	effectieve organische stof
DLV	Departement Landbouw en Visserij
GFT	groenten-, fruit- en tuinafval
GVE	grootvee-eenheden
HWP	heet water extraheerbare P
nmi	Nederlands meststoffeninstituut
NDICEA	Nitrogen Dynamics In Crop rotation in Ecological Agriculture
NKB	niet-kerende bodembewerking
Nmin	minerale N
OC	organische koolstof
OS	organische stof
P-AI	P extraheerbaar met ammoniumlactaat
PLFA	fosfolipid fatty acids = fosfolipidevetzuren
TOC	totaal organische koolstof





1 PROBLEEMSTELLING

Een goede bodemkwaliteit en een gezonde gewasontwikkeling zijn van groot belang in de biologische landbouw. Aanvoer van organisch materiaal speelt hierin een belangrijke rol. Hiermee wordt het organische stofgehalte in de bodem op het gewenste peil gehouden of gebracht, en wordt het bodemleven geactiveerd dat instaat voor de retentie en het ontsluiten van voedingsstoffen en in belangrijke mate bijdraagt tot de totstandkoming van een goede bodemstructuur. Wie op een organische manier bemest voert telkens het hele gamma aan plantenvoedingsstoffen aan. De dosering van de bemesting wordt echter doorgaans afgestemd op de stikstofbehoefte van het gewas. Ingeval van organische bemesting baseert men zich daartoe tevens op een geraamde stikstofwerking van de gebruikte middelen. Door de verstrengde fosforbemestingsnormen sinds MAP5 beperkt de fosfaatnorm eerder dan de stikstofnorm(en) de dosis van bepaalde organische bemestingsvormen. Niet enkel de stikstofaanvoer maar ook de aanvoer van organisch materiaal wordt gelimiteerd door de verstrengde fosforbemestingsnormen en daarmee ook het werken aan bodemkwaliteit middels organische bemesting.

De hoge fosfaattoestand van de cultuurgronden is te wijten aan overmatige P-input in het verleden in gangbare teeltsystemen, maar ook in een biologische bedrijfsvoering kan er door een overmatige aanwending van dierlijke mest P-aanrijking in de bodem zijn. Overmatige P-input hangt ook samen met een ongunstige verhouding tussen stikstof en fosfaat in een aantal organische bemestingsvormen. Specialisatie en ontmenging van plantaardige en dierlijke productie vergroot, ook in biologische teeltsystemen de behoefte aan externe aanvoer van organische bemestingsvormen. Dat houdt een risico in op een P-overschot en dus aanrijking van de P-voorraad. Het verzekeren van een voldoende aanvoer van organisch materiaal en stikstof in bio bij een gelimiteerde aanvoer van P noopt tot een 'omschakeling' op het vlak van bemesting en bodembeheer in het algemeen.

In dit project gaan de onderzoekspartners samen met de biologische telers op zoek naar bodembeheerstrategieën om bij een gelimiteerde externe aanvoer van P toch voldoende organisch materiaal en stikstof aan te brengen en of te behouden. De beoogde maatregelen en strategieën (combinaties van maatregelen) dienen de nutriëntenbenutting te verbeteren, de emissies te beperken en organisch materiaal aan te brengen met beperkte input van P. Voor verschillende plantaardige productiesystemen wordt er gezocht naar de meest geschikte (combinatie van) bemestingsvormen (plantaardig versus dierlijk) en een optimale valorisatie ervan door een passende wijze van opslag, behandeling en toepassing. Naast bemesting gaat de aandacht ook uit naar andere vormen van bodembeheer (groenbedekking, teeltopvolging, bodembewerking, ...) die het mogelijk maken om nutriënten te recyclen en organisch materiaal en stikstof aan te brengen. Ook wordt bekeken of en hoe een (her)integratie van de dierlijke en plantaardige productie een uitkomst kan bieden met betrekking tot de voorliggende problematiek. Dit project geeft de sector de kans om die problematiek wetenschappelijk te onderbouwen en samen te brainstormen en te onderzoeken welke oplossingsrichtingen mogelijk zijn binnen het Europese en Vlaamse kader van het Mestactieplan. Vanuit praktijkervaring (knelpuntenanalyse en brainstorm over oplossingsrichtingen), aangevuld met wetenschappelijk inzicht, zullen binnen dit project ook die oplossingsrichtingen naar voren geschoven worden die in economisch en logistiek opzicht haalbaar zijn.



Focus op de deelsectoren grove groenteteelt, voederbouw en pitfruit:

- Het project bevat enerzijds een **wetenschappelijk traject** om tot een beter begrip te komen van de impact van maatregelen en strategieën op de organische-stofhuishouding en de stikstofdynamiek, en van de achterliggende mechanismen. De eigen onderzoeksresultaten worden gebundeld en afgetoetst aan buitenlandse onderzoeksresultaten.
- Bij het wetenschappelijke traject, hoort ook de opstart van **twee wetenschappelijke proeven**: één voor de groenten-voederbouw en één voor het pitfruit.
- Parallel aan het wetenschappelijke traject, maar ook in wisselwerking ermee, loopt een '**participatief traject**' met sterke betrokkenheid van de biotelers. Het effect van de bedrijfsvoering op de nutriëntenstromen en de organische stofdynamiek, wordt voor drie bedrijven in elk van de drie deelsectoren onder de loep genomen. Telers kunnen deelnemen aan de **benchmarkbezoeken** in het buitenland en worden geëngageerd voor de **focusgroepen**. Naast wetenschappelijke proeven, worden een aantal maatregelen en strategieën **gevalideerd op praktijkpercelen**.

Appendix 4 van dit rapport bevat een voorstel voor een brochure over fosfaat in landbouwbodems. Deze zal bestaan uit twee delen. Het eerste zal gaan over het belang van fosfor en de processen die zich afspelen in de bodem. Het tweede deel gaat vervolgens over het beheer van bodemfosfor en reikt handvaten aan om fosforverliezen en onnodige P-ophoping in de bodem te vermijden, en zo de mogelijke P-verliezen naar het milieu te minimaliseren.



2 BODEMBEHEERSTRATEGIEËN IN BIOLOGISCHE TEELTSYSTEMEN: EEN LITERATUURSTUDIE

De volgende 8 items worden uitvoerig behandeld in de literatuurstudie:

1. Inleiding: biologische teeltsystemen
2. Bodembewerking
3. Organische bemesting
4. Grasland en grasklaver
5. Vlinderbloemigen
6. Groenbedekkers
7. Gewasrotaties
8. Integratie van plantaardige en dierlijke productie
9. Besluit

Na een inleiding omtrent biologische teeltsystemen (item 1) wordt er per bodembeheercategorie (items 2-7) toegelicht hoe individuele maatregelen kunnen bijdragen aan het beperken van de milieu-impact, de verbetering van de bodemkwaliteit, het behoud van de biodiversiteit en de beperking van de afhankelijkheid van externe hulpbronnen. Omdat het implicaties heeft voor het bodembeheer komt ook de integratie van plantaardige en dierlijke productie aan bod (item 8).

Elke rubriek (items 2-8) start met een stukje uitleg over de betekenis van het betreffende item en een kaderstukje over hoe dit item strategisch wordt toegepast in de Vlaamse biologische landbouw met het oog op een betere benutting van N, een beperking van de externe aanvoer van P en het behoud of de opbouw van de bodem organische stof. Vervolgens worden telkens verschillende deelaspecten in subrubrieken dieper uitgewerkt en gestaafd met beschikbare wetenschappelijke kennis.

2.1 INLEIDING: BIOLOGISCHE TEELTSYSTEMEN

Biologische landbouw, tuinbouw en veeteelt zijn productievormen met een hoog streefdoel inzake impactreductie op milieu, verbetering van de bodemkwaliteit, behoud van de biodiversiteit en beperking van de afhankelijkheid van externe hulpbronnen. Om op de markt als biologisch producent gecertificeerd te zijn, moet men aan een reeks Europees opgestelde productieregels voldoen. De restricties op gebruik van bemestingsvormen werden in Vlaamse wetgeving gegoten via het besluit van de Vlaamse Regering van 12 december 2008. Op biologische landbouwbedrijven wordt de grens gelegd op 170 kg stikstof (N) ha⁻¹ bij toepassing van dierlijke mest, equivalent aan een veebezetting van 2 grootvee-eenheden (GVE) ha⁻¹ (Vlaamse Overheid 2009). Sinds 2018 zijn bijkomende regels van kracht, specifiek het verbod op zeugmest uit gangbare veehouderijsystemen en een algemene verplichting om minimaal 20% van de dierlijke meststikstof uit biologische productie te halen (DLV 2017c). In biologische productie dient alle stikstof (N) van organische herkomst te zijn. De andere voedingselementen mogen ook in minerale vorm toegediend worden. Naast N uit dierlijke mest kan er N toekomen via plantaardige reststromen (e.g. compost, maaimeststoffen) of vlinderbloemige groenbemesters. Biologische landbouwproductie is er verder op gericht om via bodembeheer en teeltrotatie te werken aan de opbouw van organische stof (OS) en het optimaliseren van de bodembiologie



(e.g. stimuleren van ongewervelde fauna, symbiotische bacteriën en schimmels). De totale oppervlakte Europees bio-areaal bedraagt ruim 11 miljoen hectare en neemt 6,4% van het Europese landbouwareaal in beslag. Met 5,3% ligt België onder dit gemiddelde met nog een sterker verschil voor Vlaanderen (1,1%) (DLV 2017b).

In het volgende overzicht wordt de impact van de biologisch landbouw op milieu, bodemkwaliteit, biodiversiteit en maatschappij geëvalueerd, en dit in vergelijking met gangbare landbouw. Gezien chemisch-synthetische middelen niet toegelaten zijn in biologische teeltsystemen blijven deze buiten beschouwing.

2.1.1 Zorg voor bodemkwaliteit

Biologische telers zijn, meer dan conventionele telers, afhankelijk van de opbouw van bodemvruchtbaarheid via structuurverbetering (fysische vruchtbaarheid), nutriënten en OS-voorziening (chemische vruchtbaarheid) en stimulatie van bodemleven (biologische vruchtbaarheid) (Bokhorst & Koopmans, 2001). Conventionele telers richten zich in eerste instantie op de chemische bodemvruchtbaarheid en gerelateerde voedingstoffenbalans. De nutriënteninput is over het algemeen lager in biologische teeltsystemen.

De P-bemestingsnorm in Vlaanderen is het meest restrictief voor de hoeveelheid en het type van dierlijke bemesting dat landbouwers kunnen toepassen. Hierdoor wordt ook een rem gezet op de N-aanvoer via dierlijke bemesting. Reubens *et al.* (2013) toonden wel aan dat compostering van dierlijke mest, in bijmenging met plantaardige reststromen kan leiden tot hoogkwalitatieve bemestingsvormen met een gunstige nutriëntenverhouding, hoewel die praktijk nog knelpunten kent. Het is voor biologische telers dus een complexer verhaal om, binnen de grenzen van het mestbeleidskader, de gewassen van N te voorzien (Inagro 2016). Schrama *et al.* (2018) vonden echter dat de stabiliteit op biologisch beheerde percelen in termen van pH (een optimale pH zorgt voor een goede bindingscapaciteit voor nutriënten en de levering ervan aan het gewas), nutriëntenmineralisatie, beschikbaarheid van nutriënten en bodembiomassa hoger was dan deze in conventioneel beheerde percelen. Een koppeling van gegevens uit incubatieproeven over N-werkingssnelheid van verschillende bemestingsvormen aan proefveldresultaten kan assisteren in het inschatten van welke strategie toe te passen. Gezien de lange lijst van mogelijke bodembeheerstrategieën en organische bemestingsvormen is er nood aan concrete richtlijnen voor optimalisatie van gewasprestatie, op maat van specifieke teelten of rotaties en afhankelijk van bodemcondities.

In een meta-analyse door Mondelaers *et al.* (2009) werd gevonden dat het gehalte aan bodem-OS in biologische praktijken gemiddeld relatief 6,4% hoger ligt dan in conventioneel beheerde bodems. Dit kan men samenvattend verklaren door een frequenter gebruik van groenbemesters, organische bemestingsvormen en hergebruik van plantaardige reststromen. Ook door Schrama *et al.* (2018) werd een verhoging van het gehalte bodem-OS gemeten in biologische teelten, samen met een verbetering van bodemstructuur.

Hogere gehalten aan OS in de bodem (wat in biologische landbouw het geval is), zijn verbonden met een hogere erosieresistentie van de bodem. Het frequenter voorkomen van grasland kan eveneens leiden tot een algemeen lagere erosiegevoeligheid van biologische landbouwgronden. Dit is uitermate nuttig indien grasland als buffer wordt ingezet tussen akkerland en waterlopen.

Bodem-OS is een cruciale factor in het stimuleren van ongewervelde dieren, schimmels en bacteriën in de bodem. De afwezigheid van synthetische pesticiden en de in biologische teelten toegepaste bemestingsvormen



en bodembewerkingsstrategieën leiden tot een algemene verhoging van zowel diversiteit als hoeveelheid van bodemorganismen (Gabriel *et al.*, 2010; Van Geel *et al.*, 2015; Schrama *et al.*, 2018).

2.1.2 N- en P-emissie naar grond- en oppervlaktewater

Mondelaers *et al.* (2009) namen N-uitspoeling op in hun meta-analyse en vonden een significant lagere uitspoeling in biologische landbouw in vergelijking met conventionele landbouw. Wanneer uitsluitend gemengde systemen in beschouwing werden genomen, met dierlijke en plantaardige productie op hetzelfde bedrijf, was de variatie te groot om algemene verschillen te detecteren. In productie per eenheid nitraatuitspoeling werd echter geen verschil gevonden tussen beide hoofdsystemen. Op proefpercelen voor biologische teelten van Inagro lag in 2015 voor 80% van de gewassen het nitraatstikstofresidu onder de toenmalige norm (< 90 kg NO₃⁻-N per ha van 0 tot 90 cm). Voor de preiteelt lag het nitraatstikstofresidu dat jaar ruim boven de norm en net erboven voor broccoli (Inagro, 2016). Bij de staalnamecampagne van de Mestbank in 2015 lag het nitraatstikstofresidu voor prei op 122 kg per ha (n=147) (VLM, 2016a). De gemiddelde waarde van het nitraatstikstofresidu in 2015, metingen uitgevoerd door Inagro, lag voor prei (vers gebruik) op 170 en voor broccoli (vers gebruik) op 206 kg per ha (Inagro, ongepubliceerde gegevens). Prei en broccoli zijn, afhankelijk van teeltperiode en bodemomstandigheden, ook in de biologische teelt moeilijke teelten om de nitraatstikstofresidunorm in het najaar te halen. Schrama *et al.* (2018) vonden sterke reducties in N-concentraties in grondwater binnen een biologische versus een gangbare praktijkvoering.

Fosfor is minder mobiel in de bodem dan N door de sterke binding van anorganische P-vormen met de bodem. Toch zijn er reële risico's tot eutrofiëring van aquatische ecosystemen zelfs bij geringe afspoeling naar oppervlaktewater, gezien P vaak een eerste limiterend nutriënt voor algenbloei is (Ruysschaert *et al.*, 2014). Fosfor kan ook in waterlichamen terecht komen door uitspoeling naar grondwater. Amery & Vandecasteele 2015b stellen een reeks maatregelen voor om wateraanrijking met P vanuit landbouw aan te pakken. Deze omvatten uitmijnen, mestverwerking, aanpassen van veevoederrantsoenen, P-vastleggende mineralen en verlaging van de grondwatertafel. Tenslotte kunnen erosiebeperkende maatregelen P-aanrijking in oppervlaktewater tegengaan. Zones van akkers die grenzen aan oevers van waterlopen kunnen beheerd worden als onbemest permanent grasland om afspoelende bodemdeeltjes te doen sedimenteren. De bodem in deze zones zal mettertijd echter ook hogere nutriëntengehaltes bevatten door instroom van aangrenzende akkers. Een maaibeheer met jaarlijkse afvoer kan in dat geval zorgen voor een buffer tegen rechtstreekse eutrofiëring van oppervlaktewater uit oeverzones. De P-concentraties die men kan terugvinden in grondwater bij een gegeven watertafeldiepte zijn afhankelijk van het P-gehalte in de bodem en de P-bindingscapaciteit van de bodem (afhankelijk van Al-, Fe- en Ca-vormen) (Salomez *et al.*, 2007). Afhankelijk van het toegelaten P-gehalte in grondwater kan men dan per textuur stellen bij welke verzadigingsgraad dit gehalte overschreden wordt, wat binnen Vlaamse beleidsvoering tussen de 30-40% ligt. Dit geeft de mate aan waarin de vastleggingscapaciteit van een (droog) bodemprofiel is verbruikt. Extractiemethodes voor P in de bodem variëren sterk in de mate waarin ze de effectieve opname door plantenwortels voorspellen alsook de vrijgave van de vaste naar de waterige bodemcomponent. De standaard meetmethode in Vlaanderen is een extractie met ammoniumlactaat-azijnzuur bij pH 3,75 (P-AI). Door sterke P-bemesting met industriële meststoffen, dierlijke mest en thomasslakken door gangbare landbouwers in het verleden, bevinden Vlaamse landbouwbodems zich in een relatief hoge P-toestand. De bodem-P-beschikbaarheidsklassen die in Vlaanderen gehanteerd worden vertonen grenzen die tot 6 maal hoger liggen dan in andere landen die P-AI gebruiken als indicator voor P-beschikbaarheid (Amery & Vandecasteele, 2015a). Mondelaers *et al.* (2009) keken eveneens naar P-uitspoeling in verschillende



teeltsystemen. Door de sterke bindingscapaciteit van anorganische P-vormen met de bodem, vormt P-uitspoeling in het bijzonder een risico in bodems met historisch hoge P-gehalten, een relevante problematiek in Vlaanderen. Voor de meta-analyse konden weinig studies gevonden worden waarvoor P-uitspoeling direct gemeten werd. Voor deze studies waren de gevonden verschillen tussen biologische en conventionele landbouw onvoldoende sterk om algemene conclusies te trekken. Ze raadpleegden wel een reeks andere studies die bodem-P-indicatoren bestudeerden, factoren die wel het risico op P-uitspoeling kunnen aangeven. Uit individueel bekeken studies, bleek in biologisch beheerde bodems een herhaaldelijk lager P-gehalte aanwezig te zijn, hoewel de meta-analyse geen verschil kon vinden tussen beide systemen door te brede betrouwbaarheidsintervallen. In Vlaanderen werden gelijkaardige P-gehalten in landbouwbodems van beide teeltsystemen gemeten, wellicht een resultaat van langdurige overmatige P-bemesting in het verleden en een relatief korte tijd sinds omschakeling naar biologische teelt (Van Den Bossche *et al.* 2005).

2.1.3 Biodiversiteit in brede zin

Het begrip biodiversiteit dekt verschillende ladingen. Biodiversiteit kan een reeks diensten aanleveren aan de landbouwpraktijk en biodiversiteit binnen een landbouwsysteem kan ook diensten aanleveren aan de maatschappij. Hiertoe behoren het sluiten van nutriëntenkringlopen, regulering van hydrologische processen, plaagbestrijding en het voorzien van genetisch materiaal voor teeltverbetering. Biodiversiteit is de genetische diversiteit in populaties en soorten. Genetische diversiteit houdt in dat er een variatie bestaat in het genetisch materiaal van een populatie, een biologische soort of een heel ecosysteem. Men kan een onderscheid maken tussen biodiversiteit in natuurlijke en in agro-ecosystemen. Door omwille van hun geschiktheid te kiezen voor andere gedomesticeerde genetische eenheden dan de conventionele landbouw, kan de biologische sector bijdragen aan het behoud van de biodiversiteit. Mondelaers *et al.* (2009) namen 23 studies onder de loep om verschillen in natuurlijke biodiversiteit (o.a. zogenaamde “boeren natuur”) op te sporen tussen beide hoofdsystemen en vonden een duidelijk hogere algemene diversiteit en hogere aantreffrequentie van zeldzamere soorten op biologische bedrijven. Zulke resultaten zijn echter met de nodige voorzichtigheid te interpreteren, gezien de factoren die biodiversiteit bevorderen, hoewel vaak gecorreleerd, niet strikt gebonden zijn aan biologische praktijkvoering. Consistent is wel de afwezigheid van synthetische gewasbeschermingsmiddelen en kunstmeststikstof.

2.1.4 Atmosferische emissies

Volgens de meest recente schatting door het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) draagt de landbouw voor 10-12% bij aan de antropogene broeikasgasemissies. CH₄ en N₂O zijn de belangrijkste vormen van niet-CO₂-emissies (38% en 32% respectievelijk) (Smith *et al.*, 2007). CO₂- en CH₄-emissies hebben een reeks diverse oorzaken: veranderingen in landgebruik, uitbreiding van de veehouderij, maar ook, voornamelijk sinds de laatste decennia in Vlaanderen, de algemene afname van OS in productieve bodems (VMM, 2013), dragen samen bij tot de C-emissies waarvoor de landbouw verantwoordelijk is. Volgens Scialabba & Müller-Lindenlauf (2010) heeft biologische praktijkvoering het potentieel tot reduceren van N₂O door correcte mestbehandeling en het terugdringen van CO₂-gehalten in de atmosfeer door het beschouwen van landbouwbodems als een “koolstofsink” door de (her)opbouw van bodem-OS. Mondelaers *et al.* (2009) raadpleegden een uitgebreide reeks studies en vonden een algemeen lagere uitstoot per hectare in biologische systemen. Het type voeder in biologische veeteelt leidt echter tot een hogere methaanproductie, wat de nood oproept tot compensatie door uitstootverlaging vanuit andere bronnen (of afbouw van de veestapel). Voor specifieke studies werd echter een



gelijke of lagere uitstoot per liter melk gevonden in biologische melkbedrijven in vergelijking met conventionele. Voor akkerbouw vond men echter geen verschil tussen beide teeltsystemen in uitstoot per eenheid product. Bos *et al.* (2014) vonden een sterk contrast in uitstoot per eenheid product tussen melk (5-10% lager voor biologisch dan van conventioneel gehouden melkvee) en akker- (0-15% hoger) en tuinbouwproducten (35-40% hoger). Globaal gezien kan de sterke variatie in gevonden vergelijkingen tussen biologische en conventionele productievormen toe te schrijven zijn aan variatie in definitie, gebruikte meetwaarden en tenslotte de grote variatie in efficiëntie van praktijkvoering over verschillende werelddelen heen. Voor een praktisch gerichte evaluatie dienen daarom dergelijke vergelijkingen gemaakt te worden tussen beide systemen binnen vergelijkbare omgevingscondities, ontwikkelingsstadia en dus kapitaal aan wetenschappelijk-toepasbare kennis en technologie. Onderzoekers hebben de keuze of de impact van een systeem “per hectare” of “per eenheid product” gemeten wordt. Hoewel beide eenheden een waardevolle wetenschappelijke bijdrage kunnen leveren, kan men de duurzaamheid van een systeem hier echter niet uit afleiden. Hiervoor is een complete analyse nodig die ook de lange-termijn milieu-impact, geslotenheid van het systeem, landbouwerinkomen en marktbeleid in rekening neemt.

Uitstoot van verzurende gassen (voornamelijk NH_3) is een belangrijke problematiek in de veehouderij en is afhankelijk van staltype (opslagmethode voor mest), mestbehandeling en proteïnegehalte van veevoeder (een rantsoen rijk aan vezels zoals hooi leidt echter tot hogere CH_4 -gehaltes). Dergelijke factoren zijn echter niet strikt gedefinieerd voor biologische praktijkvoering en kunnen dus geoptimaliseerd worden door correcte mengsels toe te passen en controle over vocht en temperatuur (Bokhorst & Koopmans 2001).

Denitrificatie is een proces dat NO_3^- in N_2 omzet onder zuurstofarme omstandigheden. Hierbij wordt echter ook lachgas (N_2O) geproduceerd dat, naast de werking als broeikasgas, afbraak van de ozonlaag kan veroorzaken. Biologische landbouw leidt bodembeheer tot een luchtigere structuur, wat N_2O -vorming vanuit bodem organische stof vermindert (Bokhorst & Koopmans, 2001).

2.1.5 Bedrijfsinkomen landbouwbedrijf

Men kan twee hoofdcomponenten toeschrijven aan de marktprijs van landbouwproducten. Enerzijds de basisproductiekost en anderzijds alle bijkomende kosten gekoppeld aan het traject van producent naar verkoper. Volgens een analyse door Ameloot *et al.* (2003) ligt momenteel het zwaartepunt voor het prijsverschil tussen biologische en conventionele producten in de tweede hoofdcomponent. Voor melkproductie bijvoorbeeld werd een verschil van 23% in productiekosten gevonden, terwijl latere kosten opliepen tot op een verschil van 55%. Door Dr. Aertsens werd op de Landbouwstudiedag 2018 aan de Universiteit Gent gesuggereerd dat deze factor kan gereduceerd worden door verdere groei van de sector alsook specifieke contracten tussen verkopers en producenten die sterkere garantie op verkoop kunnen bieden (aangestuurd door een hogere vraag door de consument).

2.1.6 Landgebruik voor voedselproductie

Een bundeling van studies in het verleden betreffende het verschil in gewasopbrengst tussen biologische en conventionele productievormen, resulteerde in een algemene aanname dat biologische productie qua opbrengstpotentieel op een lager niveau staat. Afhankelijk van praktijkvoering en tijd sinds omschakeling (belangrijk voor bv. OS-opbouw) varieert echter de uitkomst. In een meta-analyse door Mondelaers *et al.* (2009) werd een 20% lager opbrengstpotentieel gevonden in bio dan in gangbaar. Twee recentere meta-analyses vonden een opbrengstderving voor bio ten opzichte van gangbaar variërend tussen 20 en 30% (De Ponti *et al.*,



2012; Seufert *et al.*, 2012). Ponisio *et al.* (2014) uitten kritiek op de gebruikte methodologie in de studies van De Ponti *et al.* (2012) en Seufert *et al.* (2012) en stelden zelf een meta-analytisch model op waarbij ze een algemene opbrengstderving van 19,2% vonden. Men vond bovendien dat hiaten kleiner werden afhankelijk van bepaalde factoren gerelateerd aan beheer, zoals het niveau van externe input in de conventionele productie (Seufert *et al.*, 2012; Ponisio *et al.*, 2014). Een belangrijk resultaat van deze laatste studie was dat de opbrengstderving bij biologische polyculturen ten opzichte van conventionele monoculturen geschat werd op slechts 9% en dat bij uitbreiding van rotaties in biologische teeltsystemen het hiaat slechts 8% was. Tenslotte toonde een recent 13-jarig onderzoek door Schrama *et al.* (2018) in Nederland aan dat opbrengstcijfers in een biologische teeltsysteem naar het einde van de studie toe, deze van de conventionele systemen benaderden na een oorspronkelijk oogsthaat aan het begin. Deze evolutie qua opbrengst ging gepaard met een toename in OS-gehalte en een afname van parasitaire nematoden in de bodems van het biologische systeem. Een betere bodemkwaliteit en een hogere biodiversiteit in biologische systemen lijken een opbrengstpotentieel mogelijk te maken dat vergelijkbaar is aan dat in conventionele systemen. Een verhoging van het opbrengstpotentieel kan het (risico op) nutriëntenverlies per oppervlakte-eenheid en eenheid product verlagen.

Het is duidelijk dat in toekomstige ontwikkelingen naar duurzamere productievormen, keuzes moeten gemaakt worden tussen verschillende aandachtspunten, waaronder (korte-termijn-)efficiëntie van productie en bescherming van milieu en biodiversiteit (Borgo, 2017). Hoe deze problematiek dient aangepakt te worden is nog steeds onderwerp van debat. In het bijzonder leeft de vraag of een sterkere nadruk gelegd moet worden op extensivering en diversificatie van landgebruik ("land-sharing") of doorgedreven intensivering en strikte scheiding tussen verschillende landgebruiksdoeleinden ("land-sparing"). Het staat vast dat, binnen een gegeven ruimte, het behoud van uiterst zeldzame of soortenrijke biotopen en landschappen, niet compatibel is met landbouwproductie die aan huidige maatschappelijke noden kan voldoen (hoge opbrengsten en kwaliteitsnormen). Een basismilieukwaliteit voor bodem, water en een minder "steriel" landschap horen echter wel tot de aanpassingen die hoogproductieve landbouwvormen in de 21^{ste} eeuw moeten kunnen verwezenlijken. Ondanks een mogelijk inboeten aan gewasopbrengst, nemen duurzamere vormen van landbouw andere milieuaspecten en sociaal-maatschappelijke aspecten in rekening. De consument vraagt in toenemende mate naar enerzijds hoogkwalitatieve producten met anderzijds een zo laag mogelijke impact op klimaat en milieu. Systemen met lokaal meer gesloten kringlopen, diversificatie van productievormen, gewassoorten en -rassen, zijn ook meer onafhankelijk van externe inputs in vergelijking met hooggespecialiseerde en intensieve productiebedrijven. Op globale schaal is een dergelijk systeem ook robuuster onder extreme omstandigheden of klimaatwijzigingen. Bovendien kunnen extensievere landbouwvormen bijdragen aan het bereiken van bodem- en oppervlaktewaterkwaliteitsnormen en een algemene afname van biologische diversiteit afremmen (zie hierboven), wat maatschappelijke kosten en verliezen op andere fronten reduceert. In een groeiende maatschappelijke nood aan dergelijke landbouwvormen is het aan onderzoekers om uit te spitten hoe boeren het agro-ecosysteem optimaal kunnen benutten voor hoge kwaliteit, hoge opbrengst en een zuiverder milieu.



2.2 BODEMBEWERKING

Bodembewerking heeft enerzijds tot doel om de bodemstructuur losser en luchtiger te maken wat kieming, wortelgroei en lucht- en waterhuishouding wil bevorderen. Anderzijds worden met bodembewerking de toegediende bemesting, de gewasresten of de vegetatie (onkruiden en groenbedekkers) in de grond gewerkt. Zo komt het materiaal in contact met de bodem en zullen de erin vervatte nutriënten mettertijd door activiteit van het bodemleven beschikbaar kunnen komen voor de plantenwortels.

De hoofdbodembewerking is doorgaans ploegen en wordt aanzien als kerende bodembewerking, waarbij de toplaag ondergewerkt wordt en de grond onderin de bouwvoor aan het oppervlak wordt gebracht. Ploegen heeft echter een aantal nadelen met betrekking tot bodemstructuur (ploegzool en slempgevoeligheid) en bodembioïologie (saprofytische schimmels). Hiertegenover staat niet-kerende bodembewerking (NKB) waarbij enkel de toplaag wordt omgewerkt met inbrengen van bemesting, gewasresten en vegetatie. NKB respecteert de gelaagdheid van de bodem, ook bij een diepere bewerking toegepast voor het wegwerken van verdichting. De intensiteit van bodembewerking is dus lager en er vindt een minder ingrijpende impact op het bodemecosysteem plaats. Hieronder wordt de impact van bodembewerking op bodemvruchtbaarheid in brede zin besproken en dus op welke vlakken NKB voordeliger zal zijn, of welke andere maatregelen een mogelijke impact van een te intensieve bodembewerking kunnen remediëren.

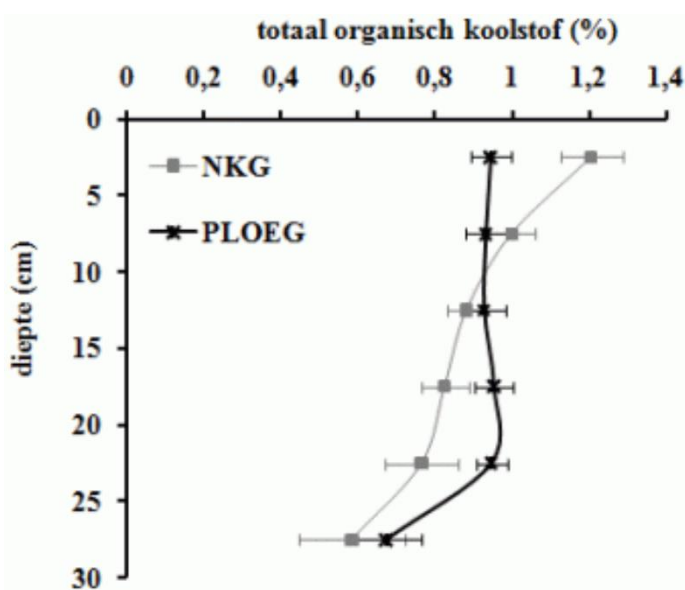
In Vlaanderen zijn de biologische telers mede de gangmaker van systemen van gereduceerde of niet-kerende bodembewerking (NKB). In de biologische sector groeit het aantal bedrijven dat zich op deze technieken instelt. Het vraagt om een aangepaste mechanisatie en is een uitdaging zowel wat betreft een goede plant- als zaaibedbereiding, gezien achtergelaten gewasresten en toegepaste bemestingsproducten zich dicht bij of op het bodemoppervlak bevinden. In deze studie omtrent een voldoende stikstof- en organische stofvoorziening bij een beperkte P-input, kan gereduceerde of niet-kerende bodembewerking een rol spelen qua behoud van stikstof en bodemorganische stof. In een proefopzet van WUR-PPO in een akkerbouwrotatie werd over een periode van 8 jaar 400 kg N extra in de bouwvoor gestockeerd in een systeem van niet-kerende bodembewerking ten opzichte van een systeem met ploegen. In een systeem van niet-kerende bodembewerking bevindt de minerale N zich hoger in het bodemprofiel. E.g., onder prei als testgewas in een meerjarig proefopzet van ILVO bevond ca. 60 % van de minerale N-voorraad in het 0-60 cm bodemprofiel zich in de 0-30 cm bouwlaag versus 50% bij ploegen.

2.2.1 Effecten van bodembewerking op organische stof

De aanbreng van organisch materiaal voor het stimuleren van de activiteit van het bodemleven en de opbouw van het organische stofgehalte in de bodem is één van de sleutelmaatregelen voor bodemvruchtbaarheid. De OS in de bodem levert nutriënten bij afbraak (mineralisatie), maar kan ook nutriënten aan zich binden. Organische moleculen zijn immers zwak negatief geladen en kunnen daardoor kationen zoals K, Ca, Mg vasthouden, wat het risico op uitspoeling verkleint en de kans op benutting door het gewas verhoogt. Een verlaging van bodembewerkingsintensiteit zal mineralisatie van stikstof (N) vertragen, waardoor de totale N-voorraad, vastgelegd in de organische stof, met de tijd zal toenemen (Handboek Bodem & Bemesting n.d.; Govers *et al.*, 2011). Een hogere intensiteit van bodembewerking zal dus op korte termijn grotere hoeveelheden N beschikbaar stellen met een verhoogd risico op uitspoeling indien deze niet benut wordt door het gewas.



De wijze of frequentie van bodembewerking heeft echter niet noodzakelijkerwijze een impact op de OS-voorraad in de volledige bodemkolom, maar eerder een op de stratificatie van OS (Figuur 1). Zo is herhaaldelijk gemeten dat een afname van bodembewerkingsintensiteit leidt tot een 'herverdeling' van de aanwezige OS in de bodem door accumulatie in de toplaag. Willekens *et al.* (2014a) vonden een hoger totaal OC-gehalte in de 0-10 cm toplaag onder een niet-kerend bodembewerkingsregime in vergelijking met 'conventioneel' ploegen. In een 10-30 cm bodemlaag werd geen verschil gevonden tussen beheertypes. Yang *et al.* (2008) en D'Haene *et al.* (2009) vonden geen reductie van de hoeveelheid OS in de totale onderzochte bodemkolom (0-20 cm en 0-60 cm respectievelijk) onder ploegen hoewel het gehalte OS wel duidelijk hoger lag in de toplaag van 0-5 cm onder NKB.



Figuur 1: Verdeling van het percentage OS in het bodemprofiel onder twee bodembewerkingsregimes (uit Govers *et al.*, 2011)

2.2.2 Effecten van bodembewerking op bodembioïologie

Het ecosysteem in de bodem bestaat van nature uit bacteriën, schimmels, protozoa, nematoden, regenwormen en arthropoden met verschillende ecologische specialisaties. Bij onderbrengen van de toplaag of vermenging met de onderlaag (keren) vindt er een shift plaats in de bouwvoor naar een meer homogene structuur en daaruit volgend een shift in de biologische samenstelling. Kladivko (2001) onderzocht het verschil in biologische gemeenschappen tussen een conventioneel bodembewerkingsregime en een NBK en vond verhoogde aantallen voor het merendeel van de onderzochte groepen organismen onder het tweede scenario. De sterkte van deze respons bleek ook samen te hangen met de grootte van de organismen in kwestie. Organismen met een uitgestrektere structuur zoals draadachtige schimmels worden immers fysiek beschadigd door het ploegen (Handboek Bodem & Bemesting n.d.). Van Groeningen *et al.* (2010) alsook Willekens *et al.* (2014a) vonden een toename in microbiële biomassa, inclusief arbusculaire mycorrhiza onder NKB in de 0-5 cm en 0-10 cm bodemlaag, respectievelijk. Kladivko (2001) schrijft het verschil in bodembioïologie ook toe aan een koeler, stabiel, waterhoudender milieu en aan een hoger gehalte OS onder NKB. Naast een verandering in algemene

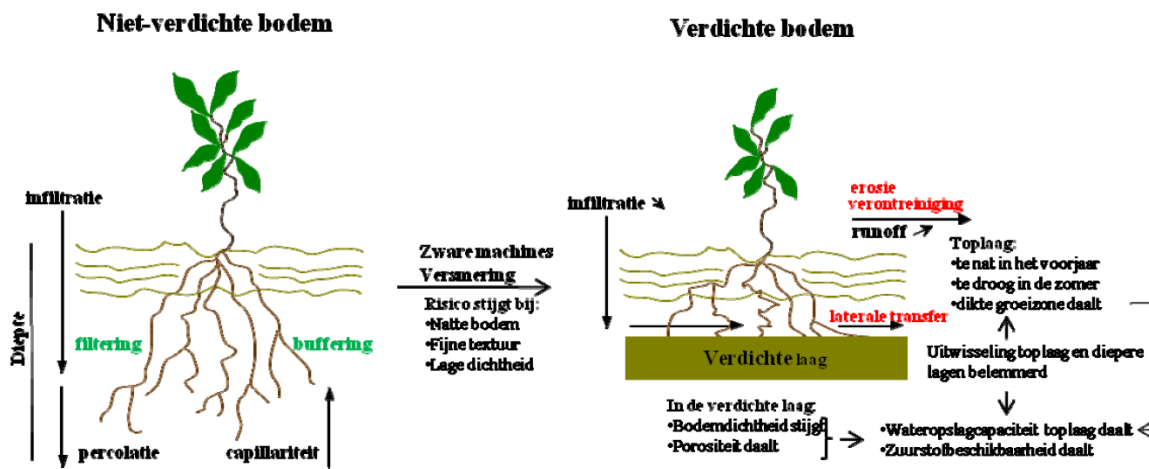


abundantie van bodemleven, dient gezegd te worden dat ook de functionele samenstelling (ecologische functies of niches) van de biologische gemeenschap in de bodem kan beïnvloed worden, zoals aangetoond voor zowel bodemmicrobiologie als bodemfauna (Govaerts *et al.*, 2007; Treonis *et al.*, 2010). Onder de fysische gevolgen van bodembewerking (zie hieronder) hoort ook de creatie van hardere lagen ter hoogte van de ploegzool, met als gevolg bodemlagen die zowel zuurstof- als waterdeficiënt zijn. Zuurstofniveaus onder de 16% in de bodem bevorderen de ontwikkeling van onder meer ziekteverwekkende bacteriën en schimmels (bv. *Pythium* en *Phytophthora*) (Handboek Bodem & Bemesting n.d.).

2.2.3 Effecten van bodembewerking op bodemstructuur

Een negatief bijeffect van bodembewerking is dat het berijden van akkers met zware machines op termijn tot verdichting leidt. Er is een tendens tot het gebruik van zwaardere machines en het vaker optreden van bodembewerking onder natte omstandigheden, waarbij bodems meer gevoelig zijn aan structuurwijzigingen dan in droge omstandigheden (Van De Vreken *et al.*, 2009). Door het gebruik van lage drukbanden, hetgeen insporing reduceert, kunnen machines in nattere omstandigheden het veld op. Bodemverdichting zal wortelgroei (naar diepere lagen) belemmeren en waterhuishouding verstoren (Figuur 2). In een poreuze bodem spelen poriën van verschillende grootte een verschillende rol. Kleine poriën van 0,2 – 30 µm zijn belangrijk voor vochttopslag en dus als waterreservoir. Middelgrote poriën van 30-300 µm zijn belangrijk voor infiltratie. Grote poriën van > 300 µm zorgen voor snelle afvoer van grotere volumes water. Onder druk zal het aandeel grotere poriën verlagen en een toename optreden van extreem kleine poriën van < 2 µm die water zodanig sterk vasthouden dat de beschikbaarheid voor plantenwortels bemoeilijkt of onmogelijk wordt (Zwart *et al.*, 2011). Naast de directe gevolgen voor bodemvruchtbaarheid wordt oppervlakkige afvoer van regenwater ook bevorderd wat tot meer erosie kan leiden en de eutrofiëringsimpact van teelten op waterlichamen kan vergroten. Op kleigronden treedt verdichting op in de bouwvoor en naarmate het bodemtype lichter wordt treedt deze verdichting op in diepere lagen (Handboek Bodem & Bemesting, n.d.). Het ploegijzer zelf zal ook de ondergrondlaag toedrukken (smeren) waardoor een ‘ploegzool’ ontstaat die diepere wortelgroei en waterinfiltratie tegengaat. Ook het rijden in de bouwvoor (in het ‘spoor’) bij klassiek ploegen kan de ploegzool versterken. Een ploegzool kan gebroken worden door het voorzien van een mes of pinvormige structuur aan de onderzijde van de ploegschaar. Onder natte omstandigheden zal dit echter minder effectief zijn. Ook, hoe losser een bodem, hoe gevoeliger die is aan verdichting. Daarom dient het overrijden van percelen kort na de bewerking zo veel mogelijk vermeden te worden (Zwart *et al.*, 2011).





Figuur 2: Schematische weergave van de gevolgen van verdichting (uit Reubens et al., 2010).

Hoewel twee verschillende aspecten, zijn bodem-OS en bodemstructuur met elkaar verbonden. Zo is de afname van OS gerelateerd aan een verhoogd risico op verslemping (Bodem Academie, n.d.). Verslemping is een structuurwijziging veroorzaakt door de impact van regenval waardoor 'groffere' aggregaten hun coherentie verliezen en er een uniformere structuur ontstaat. De kleipartikels zullen de poriën in de bodem verstoppen, met als resultaat een laag die bij opdrogen een harde korst vormt en dus een ongunstig substraat voor opkomst van kiemplanten en zuurstofvoorziening. Ook de waterhuishouding is dan verstoord door een slechte doorlatendheid naar diepere bodemlagen. De opbouw van het OS-gehalte in de bodem zal de samenhang tussen bodempartikels verhogen, terwijl het telen van groenbedekkers lange periodes van braak voorkomt en dus ook de directe impact van regenval op de topbodemplaat tegengaat. Daarnaast biedt OS voedsel aan het bodemleven dat een stabiliserende opbouwende invloed heeft op bodemaggregaten en de micro- en macrostructuur. Ook in de bodem kunnen aggregaten hun coherentie verliezen waarbij fijnere partikels de holten verstoppen en er zo verdichting optreedt. Men spreekt dan van interne slemp.

2.2.4 Effecten van bodembewerking op nutriëntenbalansen en emissies

Zoals hierboven besproken, zal intensief kerende bodembewerking de nutriëntendynamiek in de bodem wijzigen door versnelde afbraak van OS. Bodemverdichting daarentegen zal N-mineralisatie doen afnemen omdat een verschuiving plaatsvindt naar een meer zuurstofarm milieu en de voorraad van OS minder toegankelijk wordt voor plantenwortels (Van De Vreken *et al.*, 2009). Er kan dus een situatie ontstaan waarin de bodem meer afhankelijk wordt van externe bemestingsinput, enerzijds door versneld verlies van OS in de bouwlaag en een mindere toegankelijkheid tot nutriënten in de diepere laag. Willekens *et al.* (2014b) onderzochten het effect van zowel bodembewerking als bemestingsregime op de N-dynamiek in de bodem. Het verschil in hoeveelheden voor de planten beschikbare N op het einde versus bij aanvang van de beschouwde groeiperiode (gedefinieerd als schijnbare N-mineralisatie) en de biomassa-productie werden voor broccoli hoger bevonden onder NKB in vergelijking met een conventionele bodembewerking, terwijl het net omgekeerd was bij een teelt van prei. De N-opname onder NKB lag ook hoger voor broccoli.

2.2.5 Mogelijke aanpassingen aan bodembewerkingsbeheer

Zwart *et al.* (2011) bespraken een reeks maatregelen waarmee negatieve gevolgen van intensieve bodembewerking hersteld of voorkomen kunnen worden, dewelke hieronder worden samengevat. Bij maatregelen tegen bodemverdichting horen het opnieuw lossen maken van de bodem door middel van woelen, omwerken, spitzfreen en mengroteren. Klaarblijkelijk kan er hierna secundaire verdichting ontstaan en wordt de bodem in totaliteit tot op een dieper niveau bewerkt. Dit staat tegenover het principe van NKB. Een andere aanpak zou dus kunnen zijn om de ploegintensiteit te reduceren en verdichting te voorkomen of te minimaliseren. Dit tweede kan door gewichtsverdeling van machines (design, type band en verlaging bandenspanning) en timing van bodembewerking. Daarnaast draagt het rijden op de ondergrond tijdens het ploegen (in de open voor) bij tot de vorming van een ploegzool. Het voordeel van NKB is ook dat een hogere stabiliteit wordt bereikt van de gevormde poriën in vergelijking met mechanisch gevormde poriën. Dit kan ook een belangrijke “buffer” vormen tegen verdichting gezien de gevoeligheid voor structuurwijzigingen lager is. Onder NKB kan men in de praktijk vier systemen onderscheiden: 1) niet-kerende bewerking tot op de bouwvoordiepte, 2) mulch-bewerking: enkel inwerken van bv. gewasresten, maar niet ploegen, 3) ruggenteelt: mestinjectie, zaaien op top van de rug en aanaardende schoffelbewerking gedurende de teelt en 4) directe zaai: enkel mestinjectie als grondbewerking. Het gebruik van een roller-crimper, die een groenbedekker plat legt in zijn bloeifase, vergt de toepassing van directzaai of direct planten in de gevormde mulchlaag.

In de literatuurstudie van van der Weide *et al.* (2008) wordt de impact van niet-kerende strategieën geëvalueerd voor gewasopbrengst, waterafstroming en bodemverlies (erosie) in vergelijking met ploegbeheer. Er werd een sterke variatie gevonden in rapportresultaten voor opbrengsten gaande van gelijke niveaus en kleine verschillen (5% lager) tot sterke verliezen (tot 22%) onder NKB. Voor waterafvoer en erosie scoorden niet-kerende strategieën echter spectaculair beter (tot 52% minder waterafstroming en 92% reductie in erosie). Arvidsson & Håkansson (1996) onderzochten de mogelijke opbrengstderving in percelen met een bijkomend experimenteel berijden in het najaar gedurende 7 jaar en tot 5 jaar na de experimentele behandeling. Dit systeem simuleert een vruchtwisselingschema waarin jaar op jaar een gewas met late oogst geteeld wordt. De opbrengst in vergelijking met een controlesysteem werd op 11% lager geschat. Binnen de 4 à 5 jaar na het beëindigen van de behandeling bleek het structuurbederf zich hersteld te hebben en verviel de opbrengstderving. In een eigen zesjarig onderzoek in België van de auteurs werden opbrengsten van gelijke grootteorde gevonden (5% onder of boven deze van ploegmethode). Grondbewerkingskosten en milieukosten liggen wel lager. Bij kleine verschillen in oogsthoeveelheid (bv. 5%) kunnen dergelijke voordelen op vlak van erosiebestrijding en afstroming van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen naar waterlichamen, niet-kerende strategieën duidelijk voordeliger maken.

Ondiep ploegen (15-20 cm) gebeurt met de ecoploeg. Voor fijnzadige teelten (e.g. wortelen) is een kerende bodembewerking gewenst om meer precieze zaaibedden te creëren met een ‘compacte’, capillair werkende onderlaag en losgemaakte toplaag. Overblijfselen van groenbedekkers, gewassen, een voormalige grasklaverzode of onkruiden kunnen bij dergelijke gewassen immers succesvolle kieming verhinderen. Om plantaardig materiaal onder te werken met als optie de opgebouwde voorraad aan OS dicht bij het bodemoppervlak te houden, kan men dus voor de ecoploeg kiezen. Een bijkomend voordeel van de ecoploeg ten opzichte van de klassieke ploeg is dat het mogelijk wordt om met de trekker bovenop de bouwvoor te rijden (in plaats van in de ploegvoor) wat de vorming of versterking van een ploegzool voorkomt.



Tenslotte kan naast het bodembewerkingstype, de bodemstructuur bevorderd worden door aanbreng van organisch materiaal (direct of via groenbedekkers) en keuze van juiste teeltrotatiesystemen, met name inclusie van diepwortelende gewassen (e.g. granen) en bevordering van mycorrhizaschimmels. Deze symbiotische micro-organismen produceren glomaline, wat coherentie en stabiliteit van bodemaggregaten bevordert.

2.3 ORGANISCHE BEMESTING

Organisch materiaal komt in productiebodems terecht als gevolg van de aangroei van plantenwortels, de inwerking van bovengrondse plantenbiomassa of de aanvoer vanuit externe bronnen van dierlijk of zuiver plantaardig materiaal. Een deel hiervan wordt dan omgezet tot organische stof. De nutriënten vervat in een organische bemesting komen zowel voor onder minerale vorm (direct beschikbaar) als onder organische vorm, met diverse gradaties van stabiliteit. Door biologische activiteit in de bodem zullen complexe verbindingen (langere ketens) afgebroken worden in minder complexe componenten, van waaruit nutriënten in minerale, voor de plant beschikbare vorm kunnen vrijgesteld worden. Binnen deze afbraakfase zal een deel van de C en nutriënten ingebouwd worden in microbiële biomassa. Stikstof (N) wordt door planten opgenomen in minerale vorm (N_{\min}) onder de vorm van ammonium (NH_4^+) en nitraat (NO_3^-). Plant-opneembare fosfor (P) komt in oplossing voor als orthofosfaat ($H_2PO_4^-$), maar staat in direct evenwicht met geadsorbeerde P aan calciumcarbonaat ($CaCO_3$) op kalkrijke bodems of aan ijzer (Fe) of aluminium (Al) oxiden en hydroxiden op zuurdere bodems (Sims & Baker, 2004). Nutriënten uit de minerale fractie, en de snel-afbreekbare organische fractie zullen in het eerste groeiseizoen door het gewas kunnen opgenomen worden. De werkingscoëfficiënt (%) van een bepaald nutriënt in een organische meststof is het aandeel van deze beide fracties in het totale gehalte van dat nutriënt. Op het hanteren van deze coëfficiënt voor een correcte bemesting wordt in de laatste sectie ingegaan. In onderstaande secties wordt ingegaan op de rol van diverse organische bemestingsvormen voor bodemkwaliteit, nutriëntencycli en gewasproductiviteit.

Biologische telers zijn meer dan gangbare telers gehouden aan organische bemestingsvormen. Zo voeden ze via de omweg van het bodemleven de planten en werken ze aan bodemkwaliteit door de opbouw van bodem organische stof. Daarbij dienen ze aandacht te hebben voor de kwaliteit van het proces van afbraak en omvorming van aangebracht organisch materiaal. Net als bij het composteren dient het proces aerob te verlopen en is vocht een cruciale factor. Tijdstip en plaatsing bij het aanbrengen en in de bodem werken van de organische bemesting zijn ook belangrijke aandachtspunten, waarbij je nog rekening moet houden met de de bemestingsvorm zelf. In deze studie omtrent een voldoende stikstof- en organische stofvoorziening bij een beperkte P-input, zijn gepaste dosering en timing van de organische bemesting belangrijke aandachtspunten voor een effectieve benutting van de erin vervatte N en organische stof. Bij de keuze van de bemestingsvormen zijn gunstige N:P- en C:P-verhoudingen van belang. De biologische landbouw hanteert ook de regel van 170 kg N met dierlijke mest per ha per jaar. Dierlijke mest kent echter lagere N:P- en C:P-verhoudingen dan plantaardige bemestingsvormen. In onderhavige studie werd vastgesteld dat de N:P-verhouding van natuurmais 40-50 % hoger ligt dan die van stalmest en de C:P-verhouding van natuurmais is meer dan het dubbele dan die van stalmest.

2.3.1 Organische stofbalans

Onder elk productief bodemgebruik is een zekere bodembewerking essentieel voor het creëren van optimale groeicondities. Door een verhoogde beluchting bij bewerking heeft de frequentie en de intensiteit ervan een



impact op de netto afbraak van organische stof t.o.v. de opbouw ervan via vegetatie en bodembioïologie (Schlesinger & Andrews, 2000). Daarom dient men in productiebodems een organische stofbalans te hanteren waarbij het door bemesting aangebracht organisch materiaal, na omzetting tot organische stof, het verlies door afbraak kan compenseren. Gezien de diverse potentiële voordelen van OS voor bodemkwaliteit (structuur, biologie) en nutriëntencycli (zie hieronder), kan men in theorie een minimumgehalte van OS voor een bepaald bodemtype opstellen voor optimale bodemkwaliteit. Het opstellen van praktisch bruikbare richtlijnen voor het behoud van een minimaal of optimale organische stofbalans is echter uitdagend en complex, gezien de organische stofbalans niet alleen afhankelijk is van de organische bemesting, maar ook van de toegepaste bodembewerking, de weersomstandigheden en het bodemtype. Algemeen moet men echter stellen dat een lange-termijnafname van OS moet vermeden worden, zowel in relatie tot bodemkwaliteit, als klimaatmitigatie (DLNE, 2014). De Code van Goede Praktijk Bodembescherming (Vlaamse Regering 2015) geeft limietwaarden op voor OS-gehalte per bodemtextuur. Daarnaast worden ook schattingen voorzien van jaarlijkse afbraak en minimaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof (EOS) op jaarbasis om die afbraak te compenseren (Tabel 1). De hier gestelde limietwaarden zijn de absolute ondergrenzen. Om te komen tot een optimaal organische stofgehalte is een grotere aanbreng vereist (in de orde van 1300-1500 kg EOS/ha).

Tabel 1: Limietwaarden en de jaarlijkse afbraak van organische koolstof en de minimale jaarlijkse aanbreng van effectieve organische stof (EOS) zoals opgesteld in de Code van Goede Praktijk Bodembescherming.

Type bodem	Limietwaarde organische koolstof (% C)	Jaarlijkse afbraak organische koolstof (kg C ha ⁻¹)	Minimale jaarlijkse aanbreng effectieve organische stof (kg C ha ⁻¹)
Zand	≤ 1,0	900	1050
Zandleem	≤ 0,9	700	850
Leem	≤ 0,9	750	900
Klei	≤ 1,2	900	1050

Langetermijnmetingen ondersteunen de algemene aanname dat OS in Vlaamse landbouwbodems is afgenomen gedurende afgelopen decennia (Sleutel *et al.*, 2003, 2006). Het laatste Milieurapport (MIRA) van de Vlaamse Milieumaatschappij met focus op bodem, meldt ook een netto toename van het aandeel percelen dat onder de streefzone (Bodemkundige Dienst van België) gelegen is tussen 1982 en 2011 (van 23 naar 35% voor akkerland, en van 32 naar 52% voor weiland). Deze streefzone wordt gedefinieerd als het gehalte dat optimaal is voor gewasproductie, en is afhankelijk van bodemgebruik en -type (VMM, 2013). Manieren om het OS-gehalte in de bodem te verhogen zijn, een gereduceerde bodembewerking, hoewel resultaten hiervan uiteenlopend zijn (D’Haene *et al.*, 2009; Willekens *et al.*, 2014a), uitbreiding van het areaal tijdelijk grasland (Lettens *et al.*, 2005a, b) en een inzet op organische bemesting met hoge aanbreng van C (D’Hose & Ruysschaert, 2017). Afhankelijk van de primaire doelstelling (nutriëntenvoorziening of C-opslag) zullen verschillende organische bemestingsvormen geschikt zijn. Er is immers een sterke variatie in N:P-, C:N- en C:P-verhoudingen in dierlijke en plantaardige stromen. In P-verrijkte of -verzadigde bodems, algemeen voorkomend in Vlaanderen, is de C:P-verhouding in het bijzonder in beschouwing te nemen bij bemesting in het kader van OS-opbouw. Varkensmest bijvoorbeeld kent afzetproblemen door een relatief ongunstige C:N:P-verhouding. Bovendien wordt er beperkt



of niet aan C-opbouw gedaan i.t.t. runderdrijfmest (Fornara *et al.*, 2016). Bloem *et al.* (2017) geven een rangschikking van de hoeveelheid EOS die aangebracht wordt per kg P. Hierin scoort groencompost bij uitstek het hoogst met ruim 60 kg EOS per kg P, gevolgd door GFT-compost met ruim 40 kg EOS per kg P. Als beschreven hieronder, kent compost echter een soepele definitie en hangt de uiteindelijke chemische samenstelling nauw samen met het uitgangsmateriaal en het composteringsproces. Onder de dierlijke bemestingsvormen scoort rundergier het hoogst met ca. 37 kg EOS per kg P en varkensgier het laagst met slechts enkele kg EOS per kg P. De cijfers hierin vermeld voor runderdrijfmest, vaste rundermest en mestvarkensdrijfmest liggen respectievelijk op ca. 33, 30 en 7-8 kg EOS per kg P. D'Hose & Ruyschaert (2017) analyseerden de resultaten van een reeks Vlaamse en Europese studies om inzicht te verwerven in de relatie tussen C-opbouw en toedieningsdosis van compost, stalmest en stro. Uit de bemestingsdossissen weergegeven in de individuele proefrapporten en publicaties werd de C-toedieningsdosis afgeleid. Uit een regressieanalyse werd geschat dat 0,26 ton C ha⁻¹ jaar⁻¹ werd opgebouwd bij een toediening van 1 ton C ha⁻¹ jaar⁻¹ uit compost. Voor stalmest en stro werd deze hoeveelheid respectievelijk geschat op 0,20 en 0,18 ton C ha⁻¹ jaar⁻¹.

2.3.2 Effecten van organische stof op bodemfysische eigenschappen

Een cruciale factor in het behoud van een gunstige bodemporositeit is het voorkomen van stabiele bodemaggregaten. Onder invloed van wijzigingen in fysische (vernatting, drukverhoging) of chemische (organische zuren) condities kunnen macro- (> 250 µm) en micro- (< 250 µm) aggregaten desintegreren door het loskomen van bodempartikels. Slijmstoffen rijk aan polysachariden zorgen voor een binding tussen bodembestanddelen en dus voor een stabielere aggregaatstructuur (Oades, 1984). De OS in de bodem als voedselbron voor micro-organismen zal de productie van aggregaat-stabiliserende stoffen verder stimuleren. Biologische activiteit in de bodem zal bovendien het niveau van porositeit behouden of verhogen (de Lijster *et al.* 2016). De positieve invloed van organische bemesting op bodemstructuur werd ook bevestigd door D'Hose *et al.* (2014), met de meting van een significant hogere stabiliteitsindex bij toevoeging van boerderijcompost (0,33) in vergelijking met geen toevoeging (0,29) (gebaseerd op het verschil tussen de gemiddelde aggregaatdiameter in droge en natte condities van het bodemstaal). Ook was er een verschil in de procentuele verdeling van verschillende aggregaatfracties, met 10% minder van de kleinste fractie bij toediening van boerderijcompost. Tenslotte was de droge bulkdensiteit in de 0-15 cm laag significant lager in de compostplots.

Naast de directe voordelen voor plantengroei hebben poreuze bodems ook een hoger waterbergend vermogen dan minder poreuze bodems met een eenvoudige, egale structuur. Het directe effect van OS op het waterbergend vermogen ('sponswerking') werd door van Eekeren & Bokhorst (2010) vastgesteld in een correlatief verband ($r = 0,70$) van 1,5% of 1,3 mm ha⁻¹ toename in bodemvocht in de 0-10 cm laag bij een toename van 1% OS. Logsdon & Malone (2015) vonden dat bij waterverzadiging in een bodem met toegevoegde compost het bodemvolume voor ca. 20% meer uit water bestond dan in een bodem zonder compost. Door een betere waterretentie zal het niveau van gewasproductie dus sterker gebufferd zijn tegen droogteperiodes. Bovendien zorgt een verhoogde porositeit voor efficiëntere drainage van water bij overtollige neerslag.

2.3.3 Effecten van organische bemesting op bodembioïologie

Diverse bodemorganismen zijn afhankelijk van de aanvoer van organisch materiaal en van bodem-OS als voedselbron. D'Hose *et al.* (2015) vonden een algemene verhoging van het aantal regenwormen bij toepassing van organische bemesting, met het sterkste effect voor stalmest. D'Hose *et al.* (2014) vonden dat toevoeging van boerderijcompost aan 50 m³ ha⁻¹ tot een gemiddelde toename leidde van 60 regenwormen per m². Ook



hadden plots met boerderijcompost gemiddeld 50% meer microbiële biomassa. Bovendien werd een gunstige ontwikkeling waargenomen op de nematodengemeenschap in de bodem met een afname van het aandeel plant-parasitaire nematoden (28% minder van deze groep). Binnen een 18-jarig onderzoek uitgevoerd door het Louis Bolk Instituut op lichte zavelgrond in Flevoland werden enkele biologische parameters opgemeten onder verschillende typen bemesting. Deze typen werden onderverdeeld in drie categorieën, zijnde met focus op plantenvoeding (bemestingsvormen met hoge werkingscoëfficiënt: minerale meststoffen en runderdrijfmest), focus op zowel plantvoeding als bodemkwaliteit (potstalmest vers of gecomposteerd, vaste kippen- en varkensmest, drijfmest met GFT-compost en kippenmest met GFT-compost) en focus op OS-opbouw (vier composttypen). De bacteriële biomassa werd het hoogst gemeten onder de combinaties van potstalmest of drijfmest met GFT-compost. Potstalmest gaf in brede zin de beste resultaten voor zowel nutriëntenvoorziening als voeding voor bodemleven (Bloem *et al.*, 2017).

2.3.4 Compostering

Compostering is een proces waarbij organisch materiaal gedeeltelijk wordt afgebroken en omgevormd door micro-organismen en ongewervelde dieren. Hierdoor vergroot het aandeel stabiele OS en het gehalte aan nutriënten t.o.v. de oorspronkelijke grondstof. In het composteringsproces kan men twee verschillende fasen onderscheiden. In de eerste, de afbraakfase wordt het organisch materiaal door thermofiele schimmels en bacteriën afgebroken. Schimmels bezetten voornamelijk houtige materialen (bruin materiaal). Bacteriën bezetten voornamelijk groene materialen en dierlijke mest. De organismen verbruiken de aanwezige voorraad C, N, water en zuurstof, waarbij koolstofdioxide (CO₂) als bijproduct wordt gevormd. Tijdens de afbraakfase zal de microbiële biomassa zich vermeerderen, de warmteontwikkeling toenemen en zal de temperatuur dus oplopen. Indien de temperatuur boven 65°C oploopt, is een kering van de composthoop aangewezen. Bij deze temperaturen nemen thermofiele schimmels toe en zullen andere micro-organismen, cruciaal voor het verdere verloop van het composteringsproces (opbouwfase), afgedood worden. Ook bij een ophoping van CO₂ is een kering aangewezen om vorming van anaerobe condities tegen te gaan. Bij meer dan 16 volume% CO₂ is er een tekort aan zuurstof voor de gewenste aerobe microbiële activiteit. Naast temperatuur en gasmilieu, zal ook de vochtigheid van de composthoop geleidelijk afnemen. Onder te droge condities zal er meer ammoniakemissie plaatsvinden, terwijl een te natte conditie kan leiden tot een anaeroob milieu en dus verhoogde emissies van lachgas (N₂O). Tijdens het keren kan men dan ook optioneel water toevoegen bij vochtgebrek. De vochttoestand kan ingeschat worden met de knijptest. Hierbij mag er niet meer dan een druppel vocht vrijkomen bij het dichtknijpen van een handvol compost. Bij optimale condities (frequente noodzaak tot keren op basis van temperatuur en CO₂-metingen) kan men verwachten dat deze afbraakfase ongeveer twee à drie weken in beslag neemt. Een vertraging van deze fase kan het gevolg zijn van suboptimale condities door een gebrek aan structuur, een tekort aan snel afbreekbaar organisch materiaal, een overmaat of tekort aan vocht. Bijsturing is in deze gevallen mogelijk door respectievelijk toevoeging van bruin materiaal, groen materiaal, vochtabsorberend materiaal of vocht. Na de temperatuurpiek komt er een keerpunt in het proces waarbij mesofiele organismen gaan domineren. Hierbij start de opbouwfase (opbouw stabiele OS). In deze fase worden de al opgebouwde microbiële biomassa, (vluchtige) organische zuren en minerale nutriënten geconsumeerd door mesofiele organismen. Humusvormers als *Pseudomonas* spp. en Actinomyceten zijn in deze fase actief. Binnen de opbouwfase is er geen of weinig beheer van de composthoop nodig. Op de geschiktheid en efficiëntie van compost als bemestingsvorm wordt in de volgende sectie ingegaan.



2.3.5 Effecten van organische bemesting op de nutriëntenbalans en gewasproductiviteit

Organische bemestingsvormen hebben als duidelijk voordeel dat in variërende mate organische C wordt aangebracht en dat specifieke reststromen worden benut, wat bijdraagt aan een meer sluitende nutriëntencyclus. De variatie in nutriëntengehalten, nutriëntverhoudingen en stabiliteit van organische verbindingen, in combinatie met de variatie in tijdelijke immobilisatie tijdens het afbraak- en omzettingsproces, vraagt een hoog vaardigheidsniveau van (biologische) telers om jaarlijks aan de bemestingsnoden van het gewas te kunnen voldoen. Om als teler de bemestingsdosis af te stemmen op de behoefte van het gewas kan kennis over de werkingscoëfficiënt (in functie van tijd), samen met de concentratie aan N en P in verschillende organische meststoffen zorgen voor een correcte toepassing. In Tabel 2 wordt de werking van een aantal organische mestvormen weergegeven. Bij een toepassing van 170 kg N op één ha uit ruim 35 ton runderdrijfmest wordt eveneens ca. 50 kg P₂O₅ ha⁻¹ toegediend. Met werkingscoëfficiënt in rekening genomen zal er in het jaar van toediening een effectieve bemesting plaatsvinden van 85 kg N ha⁻¹ tegen mei, 97 kg N ha⁻¹ tegen juli en 110,5 kg N ha⁻¹ tegen oktober. Er is dus nog een aanzienlijke N-levering tot in het najaar, wat echter niet geschikt is voor akkergewassen als maïs welke eind juli een plateau bereikt in N-opname. Daarnaast kan de totale stikstofbehoefte over een groeiseizoen bij specifieke groentegewassen dubbel zo hoog liggen. Bij een dergelijke bemestingsdosis in bodems met fosfaatklassen IV en III zal men zich bovendien respectievelijk net boven of onder de bemestingsnorm bevinden en zal een P-evenwichtsbemesting ruim of nagenoeg bereikt zijn (VLM 2018). Indien de effectieve N-gift en de geschatte N-mineralisatie uit de bodem-OS dus ontoereikend zijn voor het gewas, moet de N-voorraad aangevuld worden met alternatieve organische bemestingsvormen met een zeer gunstige N:P-verhouding en een voldoende snelle werking. Overmatige N-mineralisatie na de hoofdteelt kan daarentegen opgevangen worden door het telen van groenbedekkers.



Tabel 2: Samenstelling en N-werkingscoëfficiënten bij toediening in het voorjaar (maart-april) van enkele organische mestvormen (uit: VLM 2015).

Mestsoort	Gemiddelde samenstelling		N-werkingscoëfficiënt					
	N (kg/ton)	P ₂ O ₅ (kg/ton)	t.e.m. mei		t.e.m. juli		t.e.m. okt-dec	
			%	kg/ton	%	kg/ton	%	kg/ton
Rundermengmest	4,8	1,4	50	2,2	57	2,7	65	3,1
Runderstalmest	7,1	2,9	25	1,8	30	2,1	35	2,5
Vleesvarkensmengmest	6,4	3,5	60	3,8	63	4,0	73	4,7
Varkensstalmest	7,5	9,0	25	1,9	30	2,3	35	2,6
Slachtkuikenmest	27,1	14,1	40	10,8	50	13,6	60	16,3
Groencompost	7,0	2,8	10	0,7	10	0,7	15	1
GFT-compost	12,0	6,6	15	1,8	15	1,8	20	2,4

Op de huidige markt van organische meststoffen bestaan een reeks handelsmeststoffen die als aanvulling van nutriëntenvoorziening kunnen toegediend worden bovenop een bodembeheer gericht op OS-opbouw, verhoging van structurele bodemkwaliteit en beperking van nutriëntenverliezen. Handelsmeststoffen hebben doorgaans een snelle werking en een gunstige N:P-verhouding voor de heersende bodemcondities in Vlaanderen. Een voorbeeld van dergelijke meststoffen is bloedmeel, een product dat op korte termijn N kan leveren zonder toevoeging van P, met een NPK (stikstof-fosfor-kalium) verhouding van 12 à 14 - 0 - 0. Een tweede voorbeeld is verenmeel dat een tragere werking heeft dan bloedmeel (50% van de N in 3 maanden onder optimale omstandigheden) maar eveneens gunstige NPK-waarden van 11 à 13 - 0 à 1 - 0 à 1. Een derde voorbeeld is vinasse, een bijproduct van de suikerbietindustrie. Dit type heeft een snelle werking en bevat geen P, maar wel een hoog K-gehalte met NPK-waarden van 3 - 0 - 7 (Vandenberghe *et al.*, 2010). Alle drie de voorbeelden dragen echter niet in noemenswaardige mate bij aan de opbouw van OS in de bodem. Een minder geconcentreerd bemestingsproduct uit reststromen is digestaat, een vergistingsproduct afkomstig van de bio-energieproductie. De gebruikte grondstoffen zijn organisch-biologisch afval, mest of energiegewassen. Deze zullen de nutriëntengehaltes bepalen, maar er wordt bij digestaat echter in grotere mate aan OS-opbouw gedaan. Ruw digestaat bevat immers gemiddeld 61 kg OS ton⁻¹. Dit product wordt na het vergistingsproces mechanisch gescheiden. Hierdoor heeft de dunne fractie de meest gunstige nutriëntensamenstelling met 3,8 kg N ton⁻¹ en 2,5 kg P₂O₅ ton⁻¹, hoewel deze fractie vijf maal minder OS bevat dan de dikke fractie (32,5 kg OS ton⁻¹ versus 173 kg OS ton⁻¹) (Vlaco, n.d.). Vlaco berekende voor verschillende digestaattypes het gewicht EOS per ton vers product op basis van C-mineralisatie in incubatieproeven. Voor ruwe digestaattypes schommelt deze waarde tussen 24 en 65 kg per ton vers product terwijl dit voor gedroogde digestaattypes tussen de 300 en 500 kg per ton vers product kan bedragen (Vlaco, 2015).



Een bemestingsvorm die in biologische teelten als complementair kan gezien worden aan dierlijke bemestingsvormen zijn maaimeststoffen. Dit type is doorgaans afkomstig van een maaisnede van een groenbedekker die in functie van de bemesting een vlinderbloemige component bevat. Nelissen *et al.* (2017) onderzochten het potentieel van gekuilde grasklaver als maaimeststof door de werking te kwantificeren in relatie tot toedieningswijze en bodemconditie in openlucht teelten op ILVO en Inagro en in beschutte teelten op het Proefcentrum voor de Groenteteelt (PCG). De drie geteste toedieningswijzen waren ondiepe inwerking na hoofdbodem bewerking (ploegen bij openluchtteelt en spitten in beschutte teelten), diepe inwerking en mulchen (enkel op Inagro). Eveneens werd er gekeken naar een mogelijke interactie met composttoepassing. Het totale N-gehalte in de toegediende maaimeststoffen was 3,1, 2,7 en 4,4 maal hoger dan het P₂O₅-gehalte, afhankelijk van jaar en plaats. De stikstofwerking werd berekend als de procentuele verhouding tussen het verschil in N-beschikbaarheid met en zonder toepassing van de maaimeststof en de hoeveelheid N vervat in de toegepaste maaimeststof. De N-beschikbaarheid was daarbij de som van de minerale stikstof in het bodemprofiel en de N-opname door het gewas. Dit werd zowel tussentijds in het groeiseizoen als finaal op het einde van het experiment gemeten. Deze waarde liep op tot 34,4% bij tussentijdse metingen en 42,5% bij finale metingen. Enkel in tussentijdse metingen op Inagro in 2015 werd toedieningswijze als een significante factor voor stikstofwerking bevonden. Wel was de stikstofwerking bij finale metingen bij composttoediening significant hoger dan zonder composttoediening.

Conventionele telers kunnen omgaan met de aanscherping van de P-bemestingsnormen door hun organische bemesting te beperken en hun gewassen bijkomend met minerale meststoffen van N te voorzien. Als men zich richt op een P-evenwichtsbemesting bij uitsluitend gebruik van organische bemesting is keuze en dosering van de bemestingsvorm(en) een ware uitdaging met het oog op een voldoende N-beschikbaarheid. De vraag stelt zich ook wat de betekenis is van verschillende organische bemestingsvormen op de N-beschikbaarheid en het uitspoelingsrisico van fosfor.

Vanden Nest *et al.* (2014) onderzochten het verschil in P-uitspoeling afhankelijk van het type (organische) bemesting. De dosering in C-toevoer werd voor elke bemestingstype gelijk gehouden door de C-dosis van elke organische bemestingsvorm gelijk te stellen aan deze van runderdrijfmest bij een N-bemesting op maat van het gewas. De dosering in beschikbare N_{min} werd dan in elke behandeling aangepast door minerale bemesting toe te dienen, afhankelijk van de N-behoefte van het gewas, het N_{min}-residu in de bodem, de berekende mineralisatie uit de bodem (op basis van incubatie-experimenten elke vier jaar) en de organische bemesting. De P-uitspoeling werd gemeten in een gecontroleerd laboratoriumexperiment met bodemstalen en ook gevalideerd in het veld door HWP (heet water extraheerbare P) en P-AL (ammoniumlactaat extraheerbare P) te meten in de ondiepe onderlaag (30-40 cm). Enkel runderstalmest onderscheidde zich met een hogere P-uitspoeling dan andere bemestingsvormen (minerale bemesting, runderdrijfmest, GFT-compost, stalcompost met hoge C:N en stalcompost met lage C:N) en de controle. Veldstalen van P-concentraties in grondwater konden dit onderscheid bevestigen voor zowel HWP (17 versus 11 mg P kg⁻¹) als voor P-AL (219 versus 155 mg P kg⁻¹). Dit patroon werd ook bevestigd door Vanden Nest *et al.* (2016). Een mogelijke verklaring voor het onderscheid, aangehaald door de auteurs, is dat specifieke organische bemestingsvormen de P-sorptiecapaciteit van de bodem negatief kunnen beïnvloeden, wat kan leiden tot verhoogde P-concentraties in oplossing. Dit patroon werd gemeten door Azeez & van Averbeke (2011) die de sorptie-efficiëntie van bodemstalen vergeleken tussen een toepassing van minerale bemesting, gevogelte-, runder- en geitenmest. Toepassing van dierlijke mest reduceerde de sorptie-efficiëntie van de bodem, maar verschillen tussen dierlijke mestvormen waren niet significant. Deze reductie kan het resultaat zijn van een competitie van organische zuren met fosfaat (PO₄³⁻) voor



chemische binding of complexvorming (chelatie) met oxiden van kationen zoals calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), aluminium (Al^{3+}) of ijzer (Fe^{3+}) (Agbenin & Igbokwe, 2006). Vanden Nest *et al.* (2016) suggereerden dat het verhoogde risico op P-uitspoeling bij gebruik van runderstalmest ten opzichte van plant-gebaseerde compost kan verklaard worden door het gegeven dat het laatstgenoemde bemestingstype 25 tot 300% meer Ca bevat dan runderstalmest. Verhoogde Ca-gehalten kunnen zorgen voor neerslag van Ca-P. De exacte invloed van deze neerslagvorming op de P-beschikbaarheid is echter niet gekend. Vanden Nest *et al.* (2015) onderzochten of een evenwichtige P-bemesting kon bereikt worden via een minerale P-bemesting of de toepassing van verschillende digestaatproducten. Het experiment werd uitgevoerd op zandleembodems met hoge P-gehalten ($200 \text{ mg kg droge grond}^{-1}$). Geteste digestaatproducten waren afkomstig van verschillende grondstoffen (organisch-biologisch afval, energiegewassen en dierlijke mest) en verschillende behandelingen. Resultaten wezen erop dat er zonder bemesting van P een reductie in P-uitspoeling kon worden bereikt zonder een reductie in opbrengst. P-export was voor de drie gewassen (aardappel, voederbiet en haver) bij alle digestaatvarianten onderling vergelijkbaar en vergelijkbaar met die van de minerale P-bemesting. Toepassing van de vaste digestaatfracties leidde echter tot een verhoogd P-uitspoelingsrisico.

De invloed van de organische bemesting op de N-dynamiek in de bodem hangt in eerste instantie samen met de in de bemesting aanwezige minerale N en de N gebonden in zijn meer labiele OS-fractie, maar onrechtstreeks ook met zijn stabiele of gestabiliseerde OS-fractie van waaruit op wat langere termijn N wordt vrijgesteld maar die ook de fysische conditie van de bodem wijzigt, die bepalend is voor de stofwisselingsprocessen in de bodem, inclusief de N-mineralisatie. Willekens *et al.* (2014b) onderzochten de effecten van composttoediening in drie verschillende doseringen (0, 15 en 45 ton ha^{-1}) en van bodembewerkingswijze (kerende versus niet-kerende bodembewerking) op de N-beschikbaarheid vanuit de bodem en de basisbemesting en op de N-benutting door broccoli, wortelen en prei, in respectievelijke volgorde in rotatie. De toegepaste compost was van plantaardige oorsprong met een combinatie van oogstresten, houtsnippers, houtschors en graszaadhooi. Bij een bodembeheer gericht op bodemkwaliteit (composttoepassing en niet-kerende bodembewerking) werd geen verhoogd risico op N-uitspoeling gevonden, bij een reguliere bemesting met stalmest en kunstmest. In het meest gevoelige segment van de driejarige rotatie voor een verhoogd nitraatstikstofresidu, de preiteelt, werd na een totale N-input van 312 en 937 kg ha^{-1} , via de jaarlijks herhaalde composttoepassing van resp. 15 en $45 \text{ ton compost per ha per jaar}$, geen verhoging van de minerale reststikstof in het 0-90 cm bodemprofiel vastgesteld. Resultaten betroffen slechts een 3-jarige onderzoeksperiode en bij een toediening van een hoge jaarlijkse dosis organische bemesting over langere periodes dient men wellicht toch rekening te houden met een verhoogde N-mineralisatie uit de bodem-OS bij het instellen van de stikstofbemesting. Als hulpmiddel om bij deze complexe realiteit een inschatting te kunnen maken van hoeveel N doorheen het groeiseizoen zal vrijkomen op een specifiek perceel op basis van het bodem-OS-gehalte, het rotatieschema en de toegepaste bemesting kan men beroep doen op het NDICEA model (Nitrogen Dynamics In Crop rotation in Ecological Agriculture). Het model simuleert de dynamiek van bodemvocht, totale C, organische stof, organische N en N_{\min} . De modelberekening houdt rekening met een goed-drainerende minerale bodem en heeft onder andere als input de productiedoelstellingen uitgedrukt in termen van biomassa, watergebruik en N-accumulatie. De N_{\min} -dynamiek wordt berekend uit de input uit bemesting en mineralisatie met vermindering van gewasopname en verliezen door denitrificatie en uitspoeling. Van Der Burgt *et al.* (2006) pasten gegevens van veldproeven tussen 1993 en 1998 toe op het model en vergeleken experimentele resultaten met de modeloutput. De voorspellingsfout bedroeg in de meeste gevallen minder dan 20 kg N ha^{-1} . Kalibratie van modelvariabelen (“adaptive random search algorithm”) zorgde voor een betere benadering van de experimentele resultaten door de voorspelde waarden (onderschatting van N_{\min} zonder kalibratie). Voorspellingen waren ook beter voor de topbodemplaat



(0-30 cm) in vergelijking met de onderlaag (30-60 cm). Modelresultaten lagen gemiddeld verder van de gemeten resultaten voor het volledige bodemprofiel in vergelijking met resultaten van twee bodemlagen apart gezien standaardfouten accumuleren. Aanleiding tot mogelijke verbetering van het NDICEA model kwam uit het internationale TILMAN-ORG project, waarbinnen N-dynamieken werden gemodelleerd en vergeleken met veldproefresultaten. Modelleren zowel zonder als met kalibratie met projecteigen data leidde tot een onvoldoende voorspellingsvermogen als geëvalueerd door de uitvoerders. Specifiek voor de akkerbouw en groenteteelt wordt er een gelijkaardig model aangeboden door de Vlaamse Landmaatschappij, de Demeter Tool waarbij nutriëntendynamieken en gegevens over C-dynamieken kunnen berekend worden op perceelniveau.

Tenslotte kan toedieningswijze van de bemesting relevant zijn voor de stikstofefficiëntie van het beheer. Een bijkomend gegeven met betrekking tot N-efficiëntie is dat ammoniakale N van vluchtige aard is. Door de relatief grote minerale fractie in dierlijke mest (ca. 50% bij rundermest) is de toedieningswijze ervan van belang voor de benuttingsefficiëntie. Bij bouwlandinjectie van dierlijke mest zal slechts 5% van de minerale N-fractie verloren gaan, terwijl bij bovengrondse toediening en directe inwerking dit 20% bedraagt (tot 30% bij niet-onmiddellijke inwerking) en 30% bij gebruik van een sleufkouter of zodebemester (VLM, 2015).

2.4 GRASLAND EN GRASKLAVER

Grasland vormt een belangrijk onderdeel van de agrarische productie, in het bijzonder voor de productie van veevoeder en als begrazingshabitat voor herkauwers in de veeteelt. Grasland is een habitattypen dat een spectrum kent in botanische soortenrijkdom, gaande van intensief beheerde productieweiden met hoofdzakelijk Engels raaigras (*Lolium perenne*) tot niet-bemeste en onbewerkte graslanden (extensieve), sterker gebonden aan lokale milieucondities, met een decennia tot eeuwenoude historiek. Graslandtypes aan het extensieve einde van het spectrum worden in hedendaags Vlaanderen niet of zelden meer ingezet voor veeteelt en worden hoofdzakelijk in het kader van natuurbehoud en ecologisch landschapsbeheer in stand gehouden. In functie van veevoeder voor herkauwers worden hoofdzakelijk grasmengsels of gras met klaver ingezaaid, wat uiteindelijk met een kleinere fractie menggraan als voeder wordt toegediend. Het areaal permanent grasland binnen het landbouwareaal is tussen 1990 en 2016 gestaag afgenomen met 21%, ten voordele van tijdelijk grasland en akkerbouwgewassen (VMM, 2018). De afname in het aandeel grasland kon doorgevoerd worden door intensivering van het graslandbeheer en de veeteelt, een afbouw van de veestapel en een algemene toename in afhankelijkheid van sojabonen/schroot in voederrantsoenen (De Vlieghe *et al.*, 2014). Grasland en grasklaver vervullen, naast de nutritionele rol voor vee, een aantal ecologische functies en in relatie tot grondgebondenheid, milieubescherming en klimaatmitigatie dienen de diverse verdiensten ervan ook benadrukt te worden. In de volgende secties wordt de directe impact van grasland en grasklaver met betrekking tot bodemeigenschappen gerelateerd aan bodemvruchtbaarheid, dit zowel als productiegewas en als als tussenteelt in een vruchtwisselingscyclus.



Ook los van veehouderijsystemen komt grasland voor in de rotatie van biologische landbouwbedrijven. Akkerbouwers en groentetelers benutten de bodemverbeterende waarde van tijdelijk grasland, dat bijvoorbeeld één jaar en een half aanligt bij zaaien in de nazomer en vernietigen in het voorjaar twee kalenderjaren later. Ook ter overbrugging van de omschakelingsperiode wordt op sommige percelen tijdelijk grasland ingezet. Grassen worden standaard gecombineerd met klavers, die via biologische fixatie stikstof in het systeem brengen en in droge zomers vanwege hun diepere beworteling productiever zijn dan het gras. In de biologische akkerbouw en groenteteelt worden er op bepaalde bedrijven maaisnedes van tijdelijk grasland benut als bemesting voor gewassen op andere percelen (maaimeststoffen). Met betrekking tot deze studie omtrent een voldoende stikstof- en organische stofvoorziening bij een beperkte P-input, is het voorkomen van grasklaver in de rotatie een uitstekende maatregel, gezien de input van N en aanbreng van organische stof zonder externe aanvoer van fosfor. Per ton ds-opbrengst aan klaver wordt 40-50 kg N gebonden. Bij een jaarproductie van 12 ton droge stof grasklaver per ha met gemiddeld 25% klaver in het mengsel, betekent dit een N-input via biologische N-fixatie van 120-150 kg per ha.

2.4.1 Organische stof in grasland en koolstofopslag

Naast afname van areaal grasland (De Vlieghe *et al.*, 2014; VMM, 2018), is ook voor Vlaanderen geobserveerd dat het gehalte OS in graslandbodems algemeen is afgenomen (Letkens *et al.*, 2005b; Mestdagh *et al.*, 2009). Wellicht zijn dergelijke trends te wijten aan een frequenter scheuren van graslanden alsook een afname in het aandeel van organische bemestingsvormen in de totale bemesting (Letkens *et al.*, 2005b; Sleutel *et al.*, 2007; Mestdagh *et al.*, 2009). Een duidelijk uniforme trend in afname van OS in graslandbodems werd in Nederland echter niet waargenomen door verschillen op perceelniveau. Ca. 25% van de graslanden toonde er een dalende trend, terwijl in de rest van het aandeel de hoeveelheid OS constant bleef of steeg. In totaliteit werd voor grasland een lichte stijging tussen 1985 en 2015 gevonden, terwijl voor maïs met tijdelijk grasland en continue maïs de OS wel afnam (Hanegraaf *et al.*, 2009), wat verder de invloed van beheerintensivering illustreert.

Permanente graslanden zijn een reservoir voor de opslag van C. Uit Belgisch historische data (tussen 1990 en 2000) werd aangetoond dat akkerbodems in de toplaag tot 30 cm diep gemiddeld tot 30 ton minder C per hectare bevatten dan graslandbodems (bij benadering op gelijk niveau met bosbodems) (Letkens *et al.*, 2005a, b). Dit gegeven vormt de basis voor de Vlaamse toepassing van de vergroening van overheidssteun van de Europese Unie (sinds 2013), een verbod op het scheuren van ecologisch kwetsbaar permanent grasland en de verplichting tot een minimum percentage permanent grasland (afhankelijk van de campagne) op Vlaams niveau (collectieve verantwoordelijkheid) (DLV, 2017a). De opbouw van OS in graslandbodems alsook de uitbreiding van het areaal permanent grasland kunnen dus gebruikt worden als klimaat-mitigerende maatregelen (De Vlieghe *et al.*, 2014; Vellinga & van Eekeren, 2017). D'Hose & Ruyschaert (2017) raadpleegden 12 studies die de C-opbouw per jaar in grasland over tijd (studies met duur tot ruim 40 jaar) evalueerden. Op enkele hoge cijfers na (1,99 en 1,28 ton C ha⁻¹ jaar⁻¹) lagen de waarden dicht bij een gemiddelde van 0,5 ton C ha⁻¹ jaar⁻¹.

Grasland in landbouwproductie wordt beheerd in een cyclus van regelmatige vernieuwing of afwisseling met andere gewassen. Vernieuwing wordt uitgevoerd in functie van de productiviteit van het grasland, gezien door beheer en weersomstandigheden de graszode afzwakt na verloop van jaren. Op zandbodems zal grasland sneller verzwakken door hogere fysische stressgehalten (sterkere fluctuaties in bodemtemperatuur) dan op zwaardere gronden. Bij het scheuren zal de voorraad aan bodem organische stof (OS) in een versneld tempo afbreken, met verhoogde mineralisatie van N. Vanuit productieoogpunt zijn er dus belangen om het OS-gehalte te verhogen of op peil te houden onder graslandbodems. Naast de ouderdom van het grasland (zie hierboven) of de lengte

van de beheercyclus, die in functie van productiviteit moet bepaald worden, kan met begrazing en organische bemesting OS opgebouwd worden, terwijl maaibeheer een vertragend effect heeft op OS-opbouw (Mestdagh *et al.*, 2006; Senapati *et al.*, 2014). Het verschil tussen begrazing en louter maaibeheer werd door Mestdagh *et al.* (2006) het sterkst geschat op kleibodem (verschil van 65 ton C ha⁻¹), het kleinst op leembodem (25 ton C ha⁻¹) en intermediair op zand (ca 42 ton C ha⁻¹). Senapati *et al.* (2014) vonden een netto toename van de C-voorraad van 0,2 ton ha⁻¹ jaar⁻¹ onder maaibeheer en een toename van 1,4 ton ha⁻¹ jaar⁻¹ onder begrazing. Het mechanisme achter een betere C-opbouw onder begrazing is ten eerste, gedeeltelijke sluiting van de cyclus door mestproductie, ten tweede, de ontwikkeling van een sterker wortelgestel (i.t.t. maaibeheer) en ten derde, een beter ontwikkelde stoppel. Als tussenoplossing kan dus maaien gevolgd door begrazing toegepast worden (D'Hose & Ruyschaert, 2017). Van den Pol Van Dasselaar & Lantinga (1995) modelleerden de C-cyclus in graslanden en de impact van beheer op C-opslag in de bodem. De optimale bemestingsdosis voor OS-opbouw werd weergegeven op niveau van een N-gift van 100 tot 250 kg ha⁻¹ jaar⁻¹, wat aan het lage eind van het spectrum lag (andere 'behandelingen': 400 en 700 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹). De verklaring hiervoor werd toegeschreven aan een sterkere investering in ondergrondse plantstructuren bij een relatief lage N-gift. Men kan dus stellen dat de norm van 170 kg N ha⁻¹ uit dierlijke mest op grasland op een optimaal niveau is gelegd voor OS-opbouw. Verder is het type dierlijke mest dat toegediend wordt van cruciaal belang voor de effectiviteit van OS-opbouw. Fornara *et al.* (2016) vonden na een 43-jarig veldexperiment dat runderdrijfmest tot een significant sterkere toename in C in de bodem leidde in vergelijking met een controle zonder organische bemesting, terwijl onder bemesting met varkensdrijfmest geen statistisch significant verschil werd gevonden met controlebehandelingen.

2.4.2 Effecten van grasland op bodembioïologie

Naast een potentieel tot rijke bovengrondse biodiversiteit (e.g. vogels, loopkevers, zweefvliegen, vlinders), hebben graslandssystemen een brede waaier aan functionele en taxonomische groepen in de bodem, waaronder bacteriën, protisten, schimmels (o.a. mycorrhiza), nematoden, regenwormen en mijten. Hun functies zijn uiteenlopend, gaande van verhogen van porositeit, verbeteren van coherentie binnen partikelcomplexen, bescherming van het gewas tegen plagen en ziekten, nutriëntenrecyclering, en symbiotische relaties met het gewas tot het voorzien van nutriënten vanuit de bodem of vanuit de atmosfeer (stikstoffixatie). Het is dus algemeen erkend dat bodemleven een significante bijdrage kan leveren aan bodemvruchtbaarheid (Ritz *et al.*, 2010). Gezien het positieve effect van grasland op bodem-OS, zal zich onder grasland ook een rijkere bodembioïologie ontwikkelen. D'Hose *et al.* (2015) vonden in een vergelijking tussen grasklaver, grasland, tijdelijke grasklaver, akker- en groentegewassen, dat het aantal regenwormen het hoogst was onder permanente grasklaver en het laagst onder permanente maïsteelt.

Biologische bodemvruchtbaarheid van graslandbodems staat in directe interactie met het gevoerde beheer. Wijzigingen kunnen zich voordoen op vlak van aantal, biomassa of samenstelling van biologische gemeenschap. Bacteriën en schimmels staan veelal in directe interactie met gewaswortels. De soortensamenstelling van bodemmicro-organismen zal dus ook sterk samenhangen met botanische samenstelling van grasland. Bardgett *et al.* (1999) evalueerden de rol van een aantal veel voorkomende grassoorten, samen met minerale N-gift, op bodemschimmels en -bacteriën. Biomassa van micro-organismen werd enkel door plantproductiviteit beïnvloed en niet door N-gift. Bemesting had wel een impact op de verhouding schimmels op bacteriën in het voordeel van schimmels. Opmerkelijk is dat de aanwezigheid van Engels raaigras (*Lolium perenne*), een soort die in intensief beheerde graslanden wordt ingezaaid, geen of een negatieve impact had op microbiële biomassa, terwijl de andere grassoorten een positief effect hadden. Ook werd geobserveerd dat wortelbiomassa consistent



lager lag voor elke grassoort bij toediening van N, hoewel effecten niet statistisch significant waren. Bij evaluatie van de resultaten kan gesteld worden dat de toegediende bemestingsdosis (100 kg N ha^{-1}) te klein was voor een significante impact op microbiële biomassa, alsook op wortelgroei. Deneff *et al.* (2009) bestudeerden de impact van twee hogere N-bemestingsdosissen (225 en 440 kg N ha^{-1}) op microbiële abundantie en C-assimilatie door micro-organismen uit plantenwortels via symbiotische uitwisseling in graslandbodems. Stikstofbemesting had een negatieve impact op C-assimilatie, alsook op de hoeveelheid arbusculaire mycorrhiza. Ook regenwormen worden door beheer beïnvloed. Van Eekeren *et al.* (2008) onderzochten verschillen in bodembioïologie onder verschillende vormen van bodemgebruik en beheergeschiedenis. Het gemeten aantal regenwormen in bodems van permanent akkerland na een periode van 36 jaar was verhoudingsgewijs 12% van deze in bodems met permanent grasland na eenzelfde periode. Gezien ook de biomassa per regenworm significant verschilde tussen de behandelingen was dit cijfer voor totale regenwormbiomassa slechts 4%. Metingen aan regenwormen in een wisselbouwsysteem van 3 jaar tijdelijk grasland en 3 jaar akkerland situeerden zich tussen die van permanent grasland en akkerland. De totale regenwormbiomassa was er sterk afhankelijk van de periode waarin die bepaald werd, in de grasland- dan wel in de akkerlandfase (73% minder onder akkerbouwfase).

2.4.3 Effecten van grasland op bodemstructuur

De gevolgen van grasland voor fysieke bodemvruchtbaarheid zijn te wijten aan de doorworteling en aanvoer van organisch materiaal, alsook een betere stimulatie van bodemleven. Als organisch materiaal zich in de bodem vermengt, zal dit zorgen voor een hogere porositeit en daarmee ook een betere luchtdoorlating en waterhuishouding. Permanente doorworteling van de bodem zorgt ook voor een vastere structuur en plantstructuren hebben een afschermend effect tegen erosie. Lineaire landschapselementen van grasland of permanente graslanden in rivier- en beekvalleien kunnen dus nutriënten verliezen naar oppervlaktewaterlichamen tegengaan (Vellinga & van Eekeren, 2017).

2.4.4 Effecten van graslandbeheer op nutriëntendynamieken en gewasproductiviteit

Voor veevoederproductie in biologische teeltsystemen wordt het meest frequent grasklaver toegepast met een combinatie van Engels raaigras (*Lolium perenne*) en witte (*Trifolium repens*) en rode klaver (*Trifolium pratense*). Het klavergewas als vlinderbloemige soort groeit in symbiose met stikstof-fixerende bacteriën (*Rhizobium*) in de wortelzone en zal zo de beschikbaarheid van stikstof (N) in de bodem verhogen. Door middel van toevoeging van klaver aan grasland kan dus een bemestingseffect verwezenlijkt worden voor het volggewas (Deprez *et al.*, 2005). Gezien het meerjarige karakter van dit habitatype zal er zich op termijn ook een voorraad aan OS opbouwen in de bodem (zie hierboven). Vanuit deze voorraad wordt geleidelijk N vrijgegeven, met een snelheid afhankelijk van bodemstructuur, vocht en temperatuur. Van Eekeren *et al.* (2016) vonden een N-leverend vermogen vanuit de bodem-OS in graslandbodems tussen 133 en 250 kg N ha^{-1} . Bij het inwerken van de vegetatie in de bodem zal N aan een versneld tempo vrijkomen. In het kader van plantaardige productie wordt van deze functie gebruik gemaakt door het combineren van tijdelijk grasland in een rotatiesysteem. De rol hiervan voor het teeltsysteem in zijn geheel wordt in de sectie 'gewasrotaties' besproken.

Om N-verliezen vanuit de versnelde N-mineralisatie na het scheuren te voorkomen, is de keuze van volggewas, type bemesting of van timing bij vernieuwing cruciaal. Zo vond De Vliegheer (2014) dat na het scheuren van grasland, bijkomende bemesting voor voederbiet en kuilmaïs overbodig was en dat voor deze gewassen ook hogere nitraatstikstofresidu's werden gemeten op bemeste plots. In geval van herinzaai van grasland was een bijkomende bemesting wel effectief voor een hogere opbrengst en kon overschrijding van de



nitraatstikstofresidu-drempelwaarde vermeden worden indien bijkomende bemesting in augustus werd beperkt of de bemesting zo vroeg mogelijk werd toegepast. Vanuit productieoogpunt en voor optimale benutting van de nutriëntenvoorraad in de bodem is september de optimale periode voor graslandvernieuwing. Bij vroegere vernieuwing zal immers nog een snede van het oude grasbestand gemist worden, en bovendien zal de relatief hoge bodemtemperatuur in de resterende (na)zomerperiode tot overmatige afbraak van OS leiden (en dus risico op te hoge nitraatstikstofresidu's). Bij vernieuwing in oktober daarentegen zal het gras niet voldoende kunnen aangroeien om de vrijgestelde N vanuit OS op te nemen. Om een groeivoorsprong te hebben in het voorjaar en een volle jaarproductie te bereiken in het jaar volgend op graslandvernieuwing is september dus een optimale vernieuwingsperiode voor niet-derogatiebedrijven. Onder derogatie geldt er echter een verbod op het scheuren van grasland in het najaar wegens verhoogd risico op N-uitspoeling tijdens de winterperiode (De Vliegheer, 2014).

Tenslotte dient aangehaald te worden dat productiviteit van grasklavermengsels kan afhangen van botanische samenstelling. Finn *et al.* (2013) onderzochten de impact van de functionele samenstelling (diversiteit) alsook van de gelijkheid qua verdeling van verschillende functionele groepen binnen de soortenpool, op de opbrengst en de resistentie tegen onkruidruk. Vier soorten werden geëvalueerd, telkens één uit beide categorieën van twee functionele eigenschappen: N-fixerend versus niet-fixerend en snel vestigend versus aanhoudend. Gemiddeld werd de opbrengstverhouding van bestanden met gemengde soortensamenstelling op monoculturen geschat op 1,32. Ook werd in 63% van de bestanden met gemengde samenstelling een significant hogere opbrengst gevonden dan de meest productieve monocultuur (zogenaamde 'transgressive overyielding'). Opmerkelijk was ook het voordeel in onkruidresistentie voor samengestelde bestanden die de onkruidruk onder de 4% konden houden in de eerste 3 jaar, terwijl onkruidruk in monoculturen jaarlijks steeg tot een niveau van 32% in het 3^{de} jaar. Deze studie toonde potentiële opbrengstvoordelen aan bij aanpassing van soortensamenstelling bij minder intensief beheerde graslanden. Zo vonden ook Nyfeler *et al.* (2009) dat gemengde graslanden met vlinderbloemigen bij een N-gift van 50 kg ha⁻¹ jaar⁻¹ tot vergelijkbare oogstniveaus kon leiden in vergelijking met intensief beheerde monoculturen met een N-gift van 450 kg ha⁻¹ jaar⁻¹. Cougnon *et al.* (2014) vonden echter geen 'overyielding' effect in bestanden met zowel rietzwenkgras (*Festuca arundinacea*), *L. perenne* en witte klaver. Deze bestanden toonden geen hogere opbrengstniveaus dan grasmonoculturen (gift van 300 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ in bestanden met enkel gras en 165 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ in grasklaverbestanden).

2.5 VLINDERBLOEMIGEN

Vlinderbloemige gewassen komen in vruchtwisseling voor als hoofdgewas of als groenbedekker. Eigen aan de familie der vlinderbloemigen (*Fabaceae*) is de symbiose met stikstoffixerende bacteriën (meestal *Rhizobium*). Van nature komen bacteriën van het geslacht *Rhizobium* voor in bodems. Facultatief kunnen deze een symbiotische levensstijl aangaan met planten via het wortelgestel waarbij plantbeschikbare minerale N aan de plant worden voorzien en fotosyntheseproducten (bv. glucose) aan de bacteriën. De sleutel tot deze symbiose is het bacterieel enzymcomplex nitrogenase dat de omzetting van N₂ naar NH₄⁺ of andere plantbeschikbare mineralen kan katalyseren. Dit complex wordt echter gedeactiveerd door zuurstof. *Rhizobium*-bacteriën (ook andere families) infecteren daarom de wortels van vlinderbloemigen waarna de aangroei wordt geïnduceerd van een knolletje dat een geschikt milieu vormt voor de werking van het enzymcomplex (Gage, 2004). *Rhizobium* is bovendien het best actief in een neutrale bodem pH. In vochtiger omstandigheden zal *Rhizobium* ook eerder problemen hebben met een lage pH (De Vliegheer *et al.*, 2017). Onder N-limiterende condities levert deze



symbiose dus een voordeel voor biomassa productie en reproductie. Als bijeffect heeft deze relatie bovendien dat op termijn het N-gehalte in de bodem toeneemt, zowel onder de vorm van minerale stikstof, als organische stikstofverbindingen. Naast de productiewaarde van een vlinderbloemig gewas (bv. bij peulvruchten) kan de inclusie ervan in een rotatieschema dus ook zorgen voor een bemestingseffect. Het gebruik van groenbedekkers wordt in de respectievelijke sectie besproken. Hieronder volgt een bespreking van de directe gevolgen van N-fixerende gewassen op bodemkwaliteit, nutriëntencycli en gewasproductie.

Binnen de biologische sector worden vlinderbloemigen frequent ingezet als hoofdgewas of groenbedekker. De veehouder combineert peulgewassen (bv. voedererwt) en granen voor gehele plantsilage en combineert grassen en klavers in het tijdelijk grasland. Luzerne en veldbonen worden ook als reïncultuur verbouwd. Luzerne kan ook in combinatie met klaver geteeld worden ter voorkoming van open plekken. Als eerder aangegeven in het stukje over grasland, kennen de biologische akkerbouwer en groenteteler de waarde van een tijdelijke grasklaver als voorvrucht voor een stikstofbehoefte teelt. Akkerbouwers en groentetelers verbouwen ook peulvruchten als hoofdteelt, bv. boontjes, erwten, soja, Vlinderbloemigen als component in groenbedekkersmengsels zijn ook gewaardeerd voor hun stikstofbinding, het activeren van de bodembioïologie en het mobiliseren en recirculeren van nutriënten. In het licht van deze studie omtrent een voldoende stikstof- en organische stofvoorziening bij een beperkte P-input, is het telen van vlinderbloemigen een uitstekende maatregel, gezien de input van N en aanbreng van organische stof zonder externe aanvoer van fosfor.

2.5.1 Vlinderbloemigen voor organische stof

Het voorzien van een 'rustgewas' in vruchtwisseling laat toe de bodemcondities terug te optimaliseren en in het bijzonder OS en (traagwerkende) N-verbindingen in de bodem te brengen (met gunstige effecten op bodemstructuur en -biologie) na een periode van intensieve teelt. Graangewassen zijn geschikt als aanbrenger van organisch materiaal, terwijl vlinderbloemigen organisch materiaal aanbrengen met een lagere C:N-verhouding (bv. 80:1 voor tarwestro, 25:1 voor luzernestro en 13:1 voor vers luzernemaaisel) (USDA, 2011). Fan *et al.* (2016) stelden een database samen uit verschillende studies over wortelbiomassametingen van een reeks gewassen. Hoewel 50% van de wortelbiomassa van alle gewassen te vinden was binnen de bovenste 20 cm van de bodem, bleken er wezenlijke verschillen in de maximale worteldiepte. Hiervoor scoorden zowel soja als luzerne het hoogst met een maximumdiepte van ruim 170 cm. Gerst en tarwe scoorden ook relatief hoog met ca 150 cm. Rietwenkgras scoorde het laagst met minder dan 80 cm. Andere vlinderbloemigen scoorden echter ook relatief laag als linze (ca. 90 cm) en kikkererwt (ca. 100 cm), vergelijkbaar met koolzaad (105 cm). Bij de keuze van vlinderbloemige groenbedekkers kan men deze factor dus ook in rekening brengen. In geval van grasklaver voor enkele jaren is het voor OS-opbouw wellicht effectiever om rode klaver in te zaaien dan witte klaver, omwille van een bewortelingsdiepte van 150-200 cm versus 80-120 cm, respectievelijk, hoewel rode klaver onder begrazing sneller uitgedund zal worden en ook sneller in densiteit afneemt in meerjarige grasklaver (De Vliegheer, 2015). Een combinatie van beide klaversoorten is in de meeste gevallen dus aangewezen.

2.5.2 Effecten van vlinderbloemigen op nutriëntendynamieken en de waarde voor landbouwproductie

Door de eigen N-fixatie hebben vlinderbloemigen als hoofdgewas een relatief lage nood aan een bijkomende N-gift. Bonen en erwten behoren tot de groentegroep III, deze met de laagste bemestingsnorm (ca. 120 kg werkzame N ha⁻¹), en de norm voor andere leguminosolen ligt slechts op ca. 70 kg werkzame N ha⁻¹ jaar⁻¹ (VLM, 2018). Vóór veel vragende teelten als prei, kan de teelt van vlinderbloemige rustgewassen (evt. in combinatie



met een graangewas) het niveau aan plantbeschikbare N in de bodem optrekken. Prei heeft de eigenschappen van relatief ondiepe beworteling (90% van de wortelbiomassa bevindt zich in de bovenste 50 cm (Kraker *et al.*, 1993)) en een hoge N-behoefte met een gemiddelde opname van 225 kg N ha⁻¹, hoewel hiervan theoretisch gezien 65 kg terug in de bodem kan gebracht worden via oogstresten (BDB, n.d.). Het telen van vlinderbloemigen kan dus complementair gezien worden aan de toediening van externe meststoffen (bv. drijfmest). Vlinderbloemigen brengen bovendien N aan zonder extra aanvoer van fosfor (P). De hoeveelheid gefixeerde stikstof per hectare door vlinderbloemigen is soortspecifiek en afhankelijk van de bedekking (bv. aandeel klaver in tijdelijk grasland). De gefixeerde N zit zowel in de ondergrondse als in de bovengrondse biomassa vevat. Een maaisnede kan al dan niet na inkuilen, als veevoeder of maaimeststof gebruikt worden (bv. grasklaver). De hoeveelheid N die vrijkomt voor het volggewas na inwerking is dus afhankelijk van diverse factoren (o.a. biomassaproductie, wijze van inwerking etc.). De biomassa die wordt ingewerkt heeft echter steeds een relatief hoog N-gehalte (lage C:N-verhouding, zie hierboven) waardoor de stikstofwerking hoger is dan bij het telen van groenbedekkers als wintertarwe of gele mosterd. Algemeen kan men stellen dat grasklaver 150-200 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ kan fixeren, terwijl met reïnculturen van rode klaver tot 245 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ kan gefixeerd worden (Lampkin, 1998). Een meer bescheiden resultaat werd gevonden door Deprez *et al.* (2005) die aantoonde dat de opbrengst van wintertarwe na onbemest tijdelijk grasland en een N-gift voor het hoofdgewas van 50 kg N ha⁻¹, nagenoeg gelijk was aan deze van tarwe na een gelijke periode grasklaver en geen bijkomende N-gift. In deze studie werd de densiteit van klaver in het bestand echter niet meegedeeld. Een zwakke vertegenwoordiging van klaver in het bestand alsook een mismatch tussen N-vrijstelling en opnameverloop door het gewas kan een verklaring zijn voor het relatief beperkte N-benutting vanuit de grasklaver. Een ander voorbeeld van complementariteit is een resultaat uit een maaioproef van Reheul (UGent) tussen 1995 en 2000. Hierin werd gemeten dat grasklaver zonder N-bemesting 30% minder productief is dan een monocultuur van gras met een N-gift van 400 kg ha⁻¹ jaar⁻¹. Onder conventioneel graslandbeheer kan dit een evenwichtige bemesting zijn mits intensief maaibeer. Wanneer aan grasklaver echter een N-gift van 100 kg ha⁻¹ werd toegevoegd, was de productieachterstand gereduceerd tot 19% (cursus UGent: Prof. D. Reheul, Graslanden en grasvelden, grasklaver, editie 2004). Tenslotte vonden Nyfeler *et al.* (2011) dat de aanwezigheid van gras in een grasklaverbestand een stimulerende factor is in de N-fixatie die plaatsvindt door een hogere totale N-afvoer dan verwacht op basis van proportionele bijdragen van beide gewassen in monoculturen. De zogenaamde 'transgressive overyielding', die de meerwaarde in opbrengst van een gewasmengeling betekent t.o.v. de beste reïncultuur, werd voor bemestingsniveaus van 50 en 150 kg N ha⁻¹ op 50% bevonden voor grasklaverbestanden met een bedekking van 50% gras en 50% klaversoorten.

Voor diepwortelende vlinderbloemige gewassen, kan men kiezen tussen klaver en luzerne voor de aanbreng van OS en aanvulling van de N-voorraad. De keuze tussen beiden moet echter gemaakt worden in relatie tot het bodemtype. Op licht zure zandbodems (bv. pH-KCl 5,0) zal de teelt van klaver immers meer succesvol zijn (LCV, 2005), hoewel het optimaal een pH-KCl van 5,2 nodig heeft op zandgrond en 6,0 op klei. Op zandgronden kunnen productieverwachtingen voor luzerne vaak niet ingelost worden door het voorkomen van minder doordringbare diepere bodemlagen. Bovendien benodigt luzerne een pH-KCl van minstens 5,5, wat het gewas geschikter maakt voor zandleemgronden tot zware kleigronden (De Vliegheer & Beeckman, 2016). Een verder voordeel van diepere worteling in vergelijking met raai gras is dat diepere watervoorraden kunnen gebruikt worden en dus in droogteperiodes een hogere opbrengst kan verzekerd worden. Droge stof-opbrengstbepalingen van zowel grasland als grasklaver voor elk van de 5 opeenvolgende sneden in 2017 toonden dat tijdens de droogte bij de derde snede (augustus) de grasklavereenheid 1,8 ton ha⁻¹ meer produceerde dan de graslandmonocultuur.



Grasland kon zich later op het jaar echter herstellen, hoewel de totale hiaat in productiviteit ruim stand hield (3,3 ton ha⁻¹ meerwaarde op jaarbasis in grasklaver) (De Vliegheer, 2017).

Het telen van vlinderbloemigen als rustgewas of groenbedekker heeft potentieel ook gevolgen voor de P-dynamiek. Timmermans (2018) analyseerde de P-stromen in de bodem die over een periode van 30 jaar gemonitord werden. Het betrof enerzijds een conventioneel beheerd en anderzijds een biologisch beheerd landbouwperceel. Beide percelen hadden een gelijkaardig bodemprofiel (matig zware klei). Het conventioneel beheerde perceel had geen vlinderbloemige gewassen in rotatie en had een externe aanvoer van 75-150 kg P₂O₅ ha⁻¹ jaar⁻¹. Hier groeide de immobiele (niet-plantbeschikbare) anorganische P-fractie (Ca-P) echter aan met 33 kg P₂O₅ ha⁻¹ jaar⁻¹ en ging 6 kg P₂O₅ ha⁻¹ jaar⁻¹ naar de organische fractie. De algemene P-efficiëntie (hoeveel van aanbreng wordt afgevoerd door gewas) lag op 30-35%. Op het biologisch perceel bestond de rotatie uit 1:3 grasklaver, 1:3 graan en 1:3 bonen, erwten of andere tuinbouwgewassen en werd slechts 34 kg externe P₂O₅ ha⁻¹ jaar⁻¹ aangevoerd. In sterk contrast met het conventionele perceel, nam de immobiele anorganische P-fractie af met 13 kg P₂O₅ ha⁻¹ jaar⁻¹ en groeide de organische fractie aan met 20 kg P₂O₅ ha⁻¹ jaar⁻¹. De P-efficiëntie werd gemeten op 82%. Dit laatste geeft aan dat de aangroei van P in de organische fractie slechts voor een klein deel van de externe (organische) aanvoer kon komen. Als hoofdhypothese wordt gesteld dat het regelmatig telen van vlinderbloemigen zorgde voor een continue mobilisatie van de vastgelegde P-fractie, wellicht door directe en indirecte interactie (door verbetering bodemstructuur en activering van bodemorganismen door aanbreng van organisch materiaal). De potentiële rol van niet-vlinderbloemigen in een dergelijk mechanisme is echter nog onbekend. In dit mechanisme ligt een potentieel tot het gericht aanbrengen van N (fixatie) en een benutting van de P-pool, wat landbouwbodems op termijn in een gunstigere en minder risicovolle P-klasse kan brengen.

Het hogere N-gehalte in biomassa van vlinderbloemigen vertaalt zich ook in een hoger eiwitgehalte en dus een hoge geschiktheid als veevoeder. De Vliegheer (2017) vond immers steeds een significant hoger eiwitgehalte in de opbrengst van grasklaver met witte en rode klaver in vergelijking met een monocultuur van Engels raaigras (gemiddelde meting per snede van 2014-2016). Door een hoger ligninegehalte (De Vliegheer *et al.*, 2017) is klaver echter minder goed verteerbaar dan gras, waardoor de hoeveelheid 'darmverteerbaar' eiwit met kleinere verschillen en niet steeds significant hoger werd gemeten bij grasklaver dan bij gras. Een evenwichtige combinatie van gras en klaver blijft daarom aangewezen voor een optimale voedersamenstelling.

2.6 GROENBEDEKKERS

Een groenbedekker kan gedefinieerd worden als een 'tussengewas' in de vruchtwisseling met drie hoofdfuncties: het opnemen van plantbeschikbare (rest-)nutriënten, het tegengaan van bodemerosie en verstuiwing (grond 'vasthouden'), en de opslag van organische stof (OS) in de bodem. Groenbedekkers staan centraal in teeltsystemen die streven naar behoud van bodemkwaliteit, optimale sluiting van nutriëntenkringlopen en minimale externe input. Concreet kunnen ze bijdragen aan de reductie van nutriëntenverliezen (Thorup-Kristensen *et al.*, 2012) en de verhoging van het potentieel van de bodem als C-sink (Mazzoncini *et al.*, 2011). Alvorens aanplanting van het hoofdgewas in rotatie, wordt groei en ontwikkeling van de groenbedekker stopgezet door mechanische vernietiging, met toenemende interesse in biologische teeltsystemen voor het gebruik van de roller-crimper (Mäder & Berner, 2012).



Een biologisch landbouwsysteem stelt groenbedekkers centraal ter continuering van de bodembedekking in functie van een levende bodem. Biologische telers experimenteren ook met complexe groenbedekkersmengsels, die door hun verscheidenheid geacht worden nog beter in staat te zijn nutriënten te recirculeren en bij te dragen tot de bodemkwaliteit. Daarnaast spelen groenbedekkers ook hun rol als groenbemester in een biologisch teeltsysteem en zijn ze in zekere mate vervangend voor organische bemesting van buitenaf, wat in het licht van deze studie omtrent een voldoende stikstof- en organische stofvoorziening bij een beperkte P-input als maatregel kan tellen. Grasachtige groenbedekkers dragen door hun wortelontwikkeling (tot 50% van de totale biomassa) sterker bij aan de opbouw van bodemorganische stof dan andere groenbedekkers. Vlinderbloemigen met een lagere C:N verhouding in hun wortelbiomassa laten dan weer meer werkzame N na.

In kader van het Mestdecreet ter bescherming van grond- en oppervlaktewaterlichamen tegen aanrijking met stikstof (N), kunnen bedrijven verplicht worden tot het inzaaien van een vanggewas op bepaalde percelen of na sommige teelten. Binnen het Mestdecreet wordt onderscheid gemaakt tussen de begrippen ‘vanggewas’ en ‘nateelt’. Een vanggewas wordt gedefinieerd als een niet-vlinderbloemige groenbedekker, opgenomen in de ‘Vlaamse lijst groenbedekkers’ in het kader van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid, dat ingezaaid wordt na het oogsten van de hoofdteelt en instaat voor de opname van nutriëntenresidu’s. Binnen deze context wordt grasklaver (inclusie van vlinderbloemige) ook als vanggewas beschouwd. Een nateelt wordt beschouwd als een gewas dat verbouwd wordt in directe opvolging van de hoofdteelt. Hiervoor kan in principe dus elk gewas gebruikt worden, inclusief vanggewassen. Het inzaaien van een nateelt laat wettelijk gezien een verhoging toe van de hoeveelheid toegepaste dierlijke mest bij wintergranen van 100 kg N ha⁻¹ naar 170 kg N ha⁻¹. Het inzaaien van een nateelt of een vanggewas is steeds verplicht bij toepassing van meststoffen uit type 2 en 3 na het oogsten van de hoofdteelt. Tenslotte is het inzaaien van een vanggewas verplicht voor focus- en derogatiebedrijven, als de derogatie wordt toegepast op wintertarwe of triticale (VLM, 2016b). Onder frequent gebruikte groenbedekkers horen Engels raaigras (*Lolium perenne*), wikke (*Vicia*) en kruisbloemige gewassen (*Brassicaceae*) zoals bladrammenas (*Raphanus sativus* subsp. *oleiferus*) en gele mosterd (*Sinapis alba*). Naast het voordeel van het beperken van nutriëntenverliezen draagt het gebruik van groenbedekkers bij aan de algemene bodemkwaliteit en –vruchtbaarheid, waarvan de diverse aspecten in de volgende secties worden toegelicht.

2.6.1 Groenbedekkers voor organische stof

Voor de inzaai of aanplant van het nieuwe gewas, kan de bovengrondse biomassa van de groenbedekker gemaaid of geklepeld worden (met eventuele afvoer), of verkleind (bv. door klepelen). Dit leidt tot een vlottere afbraak door de bodemorganismen bij inwerking. Op de optimale verwerkingstechniek in functie van een optimale benutting van de bij afbraak vrijgestelde N door het hoofdgewas wordt in de laatste sectie ingegaan. De inwerking van de bovengrondse biomassa in de bodem kan gebeuren via niet-kerende bodembewerkingstechnieken of doormiddel van spitzfreen (‘half-kerend’) of ploegen (‘kerend’). Zowel de ingewerkte bovengrondse plantendelen als de wortelbiomassa van de groenbedekker dragen bij aan het behoud of de verhoging van het OS-gehalte in de bodem. De hoeveelheid OS die in de bodem gebracht wordt door groenbedekker staat in direct verband met de droge stofopbrengst, met een sterkere bijdrage van ondergrondse biomassa dan bovengrondse. De effectieve organische stofopslag kan gedefinieerd worden als de fractie van de OS die na 1 jaar nog in de bodem aanwezig is. Deze fractie ligt, afhankelijk van het gewas, tussen 20 en 25% van de totale organische stofproductie en varieert onder de meeste soorten tussen de 600 en de 1100 kg ha⁻¹ bij een normale gewasontwikkeling (Hermans *et al.*, 2010). Onder de courant gebruikte soorten scoren grassen het



hoogst op vlak van de hoeveelheid OS die aangebracht wordt, te wijten aan de relatief sterke wortelontwikkeling bij deze gewassen (tot ca. 50% van totale biomassa bij raaigrassen in vergelijking met een gemiddelde van ca. 20% bij andere groenbedekkers). In het kader van het Masterplan Mineralenmanagement van de Land- en Tuinbouw Organisatie (LTO) in Nederland, werd een effectieve organische stofopslag van 1500 kg ha⁻¹ voor Japanse haver (*Avena strigosa*) gerapporteerd (LTO, 2013). De Waele *et al.* (2014) vergeleken ook de humificatiecoëfficiënt (aandeel van biomassa dat bijdraagt aan stabiele OS) tussen verschillende soorten groenbedekkers en vonden in overeenstemming met vorige referentie de hoogste coëfficiënt voor Japanse haver (48-56%) en de kleinste voor gele mosterd (26-33%).

2.6.2 Effecten van groenbedekkers op bodembioïologie

Via directe interactie met bodemleven door vrijstelling van fotosyntheseproducten (in functie van symbiose) en door de inbreng van afgestorven plantaardig materiaal in de bodem kunnen groenbedekkers een gunstige impact hebben op biologische bodemvruchtbaarheid, wat kan gedefinieerd worden als de aanwezige biomassa micro-organismen en ongewervelde dieren. Onder deze bodemorganismen horen echter ook schadelijke soorten zoals parasitaire of herbivore nematoden (zgn. 'aaltjes') die, naast mechanische schade, ook bacteriën en virussen kunnen overdragen. In geval van aanwezigheid van schadelijke soorten, kan de aanwezigheid van groenbedekkers de verdere ontwikkeling en toename van de pestsoort bevorderen, tegengaan, of vermijden (neutraal effect) (Timmer *et al.*, 2003; Hermans *et al.*, 2010; Hoek, 2017). Voor het welslagen van het hoofdgewas kan de keuze van groenbedekkersoort dus cruciaal zijn. Indien er een reële kans is op aantasting (bv. gevoelige teelt zoals aardappelen), is het aangewezen om op voorhand bodemstalen te laten onderzoeken (WUR, 2013). Hoek (2017) haalt o.a. als voorbeeld het wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) aan, waarvoor het telen van Japanse haver een neutraal effect heeft, terwijl het telen van Afrikaantjes (*Tagetes patula*) zorgt voor een bestrijding van het aaltje. Kruisbloemige groenbedekkers zorgen dan weer voor vermeerdering van het wortellesieaaltje, terwijl zowel bladrammenas als gele mosterd voor de bestrijding van het wit bietencysteaaaltje (*Heterodera schachtii*) kunnen ingezet worden. De interactie tussen groenbedekker en de plaagsoort of ziekte kan ook afhangen van het ras van groenbedekker alsook het serotype van bepaalde virussen. Tenslotte moet vermeld worden dat meerdere aaltjessoorten aanwezig kunnen zijn op een perceel waarvoor niet één groenbedekkersoort geschikt is om verdere ontwikkeling van alle plaagsoorten te voorkomen of tegen te gaan. In dat geval adviseert Hoek om een snelgroeïende groenbedekker te telen die na zes weken wordt gedood doormiddel van glyfosaat (gangbaar) alvorens plaagontwikkeling kan plaatsvinden. Sommige plagen, zoals stengelaaaltjes, kunnen zich echter op kortere termijn vermeerderen, in welk geval een groenbedekker kan weggelaten worden uit het rotatieschema en organisch stof via externe aanvoer kan aangebracht worden ('zwart' perceel).

2.6.3 Effecten van groenbedekkers op bodemstructuur

De aanwezigheid van een groenbedekker heeft een reeks voordelen voor bodem-fysische condities. Zo zal de aanwezige vegetatie ervoor zorgen dat het bodemvocht sneller kan verdampen. Onder te natte omstandigheden zal de bodem immers meer gevoelig zijn aan structuurwijzigingen bij bodembewerking of berijden. Op droogtegevoelige bodems kan vochttopname en transpiratie leiden tot een sterke daling van de bodemwatervoorraad in het voorjaar, hetgeen nadelig kan zijn voor de ontwikkeling van het daaropvolgende hoofdgewas, nog afhankelijk van de vochtvoorziening. Een mogelijke compensatie hiervoor zou kunnen zijn om de groenbedekker in vochtige toestand onder te werken in de bodem. Het is echter doorgaans aangewezen de



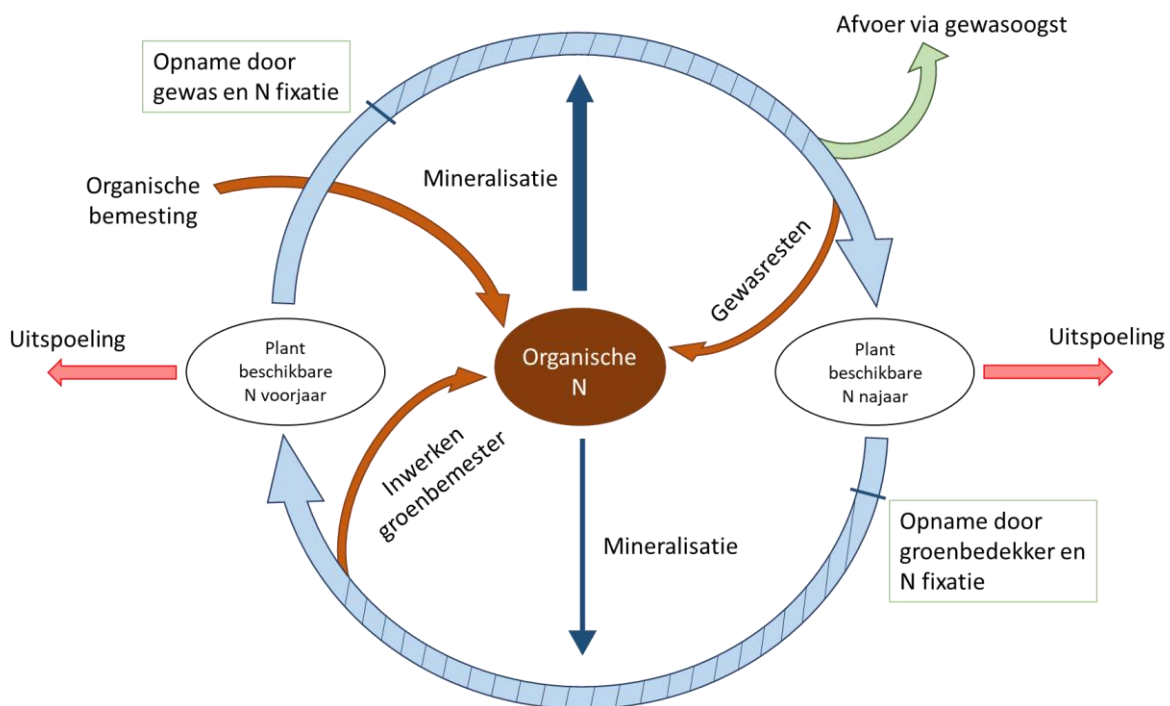
groenbedekker in droge toestand onder te werken in de bodem. Inwerken van een groenblijvende groenbedekker resulteert in een 'inkuilproces' bij gebrek aan zuurstof in plaats van in de gewenste aerobe afbraak en omvorming van het ingebrachte organische materiaal. Verder zal doorworteling van de bodem zorgen voor een betere waterdoorlaatbaarheid. Bodembedekking voorkomt ook erosie en verstuiving, en daarmee nutriëntenverliezen naar het milieu. De doorworteling, alsook de verhoging van het OS-gehalte na beëindiging van de teelt zorgt voor een hogere structuurstabiliteit, wat het algemene risico op verslemping vermindert (Timmer *et al.*, 2003).

2.6.4 Effecten van groenbedekkers op nutriëntendynamieken en gewasproductiviteit

De keuze van de optimale soort groenbedekker wordt mede bepaald door de hoeveelheid OS die het gewas kan aanleveren (zie hierboven) en het potentieel voor voorkomen of beheersen van plagen die zich actueel voordoen (Timmer *et al.*, 2003; Hoek, 2017). Bovendien kan de keuze van de groenbedekkersoort afgestemd worden op het opvangen van ruime nitraatstikstofresidu's bij hoge N-giften, onvoldoende N-opname door gewas (bij een ondermaatse opbrengst) of hogere N-mineralisatie vanuit OS afhankelijk van weersomstandigheden. Met het gebruik van een vlinderbloemige groenbedekker wordt er gemikt op een extra stikstofvoorziening voor het volggewas uitgaande van de gebonden luchtstikstof. Zoals eerder aangehaald, staan groenbedekkers immers in voor captatie en retentie van restnutriënten die nog in het bodemprofiel aanwezig zijn na de hoofdteelt. De opname van reststikstof uit de bodem zal afhankelijk zijn van weers- en bodemomstandigheden, maar ook van de groenbedekkersoort (medebepaald door totale biomassa, worteldiepte). In 2008 en 2009 evalueerde de Bodemkundige Dienst van België de N-opname van enkele frequent gebruikte groenbedekkersoorten uitgezaaid in het najaar en vonden een variatie tussen 20 en 100 kg N ha⁻¹ in het profiel van 0-90 cm. Nitraatstikstofresidu's lagen duidelijk hoger in een controleveld (zonder groenbedekker) (30-40 kg N ha⁻¹) dan bij toepassing van bladrammenas, gele mosterd en *Phacelia* als groenbedekker (ca 20-30 kg ha⁻¹) (Hermans *et al.*, 2010).

De Waele *et al.* (2014) onderzochten het verschil in N-verliezen door uitspoeling (Figuur 3) in de bodem zowel in het voorjaar als in het najaar, afhankelijk van, ten eerste, de inzaai van een vanggewasmengsel na de teelt van wintergraan of braakligging, ten tweede, het inzaaitijdstip van vanggewassen (voor of na 1 september) en ten derde, bemestingsdosis voor de inzaai van het vanggewas. In de toegepaste mengsels vanggewassen werd geselecteerd uit gele mosterd, Italiaans raaigras, Japanse haver, Engels raaigras en rode en witte klaver. Varkensmest werd toegepast in bemestingstrappen van 0, ±60 en ±120 kg N ha⁻¹.





Figuur 3: Schematische voorstelling van de stikstofcyclus in productiebodems. Maximale bodembedekking het jaar rond moet de verliezen via uitspoeling minimaliseren. Gasvormige verliezen bij organische bemesting en denitrificatie zijn niet in het schema opgenomen.

Bij een tijdige inzaai van vanggewassen (voor 1 september) werden tot op een bemesting van 60 kg N ha^{-1} noch in het najaar, noch in het voorjaar significante verschillen in minerale N in de bodem (N_{\min}) gemeten tussen bemeste en niet-bemeste percelen, met uitzondering van Japanse haver. Bij een bemesting van 120 kg N ha^{-1} en inzaai voor 1 september werden significante verschillen gevonden in het najaar (nog sterker bij braak) maar niet in het voorjaar. Bij inzaai van vanggewassen na 1 september leidde een bemesting van 60 kg ha^{-1} reeds in het najaar tot significante verschillen in N_{\min} . Zoals hierboven aangehaald zal de levering van N na inwerken variëren met groenbedekkersoort. Zoals aangegeven in Tabel 3, scoren raaigrassen het laagst in N-voorziening bij een gegeven lengte, kruisbloemigen intermediair en vlinderbloemigen het hoogst. Ook De Waele *et al.* (2014) vonden verschillen in N-levering afhankelijk van de C:N-verhouding. Hierbij aansluitend kon men vaststellen dat niet-winterharde gewassen minder snel de vervatte N vrijstellen (10 kg N ha^{-1} bij inwerking in het voorjaar) dan winterharde (20 of 30 kg N ha^{-1} met respectievelijk geen bemesting of 60 kg N ha^{-1}). Dit wordt bestempeld als het 'immobiliserend' effect van niet-winterharde vanggewassen, en strookt ook samen met de 'versheid' van het plantaardig materiaal en dus ook het gehalte aan snel afbreekbare N-verbindingen. Klepelen van het vanggewas en inwerken in het najaar of winter verhoogde ook het risico op N-verliezen.



Tabel 3: N-levering door groenbedekkers na onderwerken (WUR, 2005).

Soortgroep	Lengte (cm)	N-levering (kg ha ⁻¹) bij onderwerken in	
		Najaar	Voorjaar
Raaigrassen	15	10	20
	30	15	35
	45	25	50
Kruisbloemigen	40	10	15
	60	15	30
	90	25	45
Vlinderbloemigen	20	15	30
	40	30	60
	60	45	90

Naast de opname van restnutriënten door de wortels van het gewas, zorgt de verhoging van OS in de bodem door het inzetten van groenbedekkers voor een hogere retentie van kationen in de bodem. Het bijeffect van vlinderbloemige groenbedekkers is dat, naast N-opname uit de bodem en organische stofopbouw, er ook N biologisch gefixeerd wordt. Deze N-inbreng via stikstoffixatie, in combinatie met een snelle afbraak en N-vrijstelling door de relatief lage C:N-verhouding in zijn biomassa maakt dat men omzichtig moet omspringen met bijkomende N-bemesting ter voorkoming van het overschrijden van de norm voor het nitraatstikstofresidu. In samenhang met de aard van de bemesting dient dosis en toepassingstijdstip bepaald te worden, rekening houdend met de geschatte N-vrijstelling vanuit de ingewerkte groenbedekker en de bodem-OS, de stikstofbehoefte en opbrengspotentieel van het gewas.

Veldmetingen door ILVO in 2012 gaven aan dat een vroege vernietiging van een grasklaver groenbedekker met beperkte N-aanvoer via bovengrondse plantendelen (46 kg N ha⁻¹; één snede mulchen), in vergelijking met late vernietiging met drie maal hogere N-aanvoer (133 kg N ha⁻¹; drie sneden mulchen), resulteerde in een gelijke N-opname door het hoofdgewas prei (Willekens *et al.*, 2017). Bij vroege vernietiging situeerde de minerale N zich lager in het bodemprofiel en de hogere N-aanvoer via bovengrondse plantendelen bij late vernietiging resulteerde mogelijk in een hogere N-opname in de bodem-OS.

Een bijkomende potentiële functie van groenbedekkermengsels, veelal met vlinderbloemige component, is het gebruik als maaimeststof op een ander perceel dan waarop het verbouwd werd. De N-werking op korte termijn van een dergelijke bemesting kan echter afhangen van de behandeling van het materiaal na het oogsten. Uit een tweejarig onderzoeksproject met meerdere proeflocaties bleek de N-werking van een al dan niet gekuilde snede grasklaver in het eerste jaar na toediening beperkt tot zeer beperkt te zijn, nog afhankelijk van de bodemconditie, en onafhankelijk van toedieningswijze, i.e. voor of na de hoofdbodem bewerking (Nelissen *et al.*, 2017).



Groenbedekkers hebben ook een impact op de dynamiek van fosfor (P) in de bodem. Een monitoring over een periode van 30 jaar toonde aan dat op een biologisch perceel, met frequent gebruik van vlinderbloemige groenbedekkers, en een beperkte P-aanvoer, de fractie immobiele anorganische P (Ca-P) afnam ($13 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$) en de organische P-fractie toenam ($20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$) (Timmermans, 2018). Uit een ander experiment door van Wijk (2014) werd de opname van P_2O_5 door Italiaans raaigras (*Lolium multiflorum*), gele mosterd, en winterwikke gemeten onder niet-kerende bodembewerking en met een gelijke bodem-Pw waarde van 28. Hieruit bleek dat het vlinderbloemige gewas, winterwikke, slechts telde voor een opname van $10 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ terwijl gele mosterd en Italiaans raaigras nagenoeg gelijk scoorden met respectievelijk 25 en $23 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$. Op geploegde percelen bleek Italiaans raaigras echter veruit de hoogste opname te vertonen met 38 kg ha^{-1} in vergelijking met 19 kg ha^{-1} voor gele mosterd. Deze resultaten bleken sterk samenhangend te zijn met de droge stofproductie. Een hoog potentieel van een groenbedekker tot het opnemen van fosfor uit de bodem in combinatie met de afvoer van de bovengrondse biomassa kan een relevante tool zijn voor de geleidelijke afbouw van de P-voorraad in de bodem maar behoeft een verbreding qua valorisatie van plantaardig materiaal. De inbouw van P in organische verbindingen brengt het nutriënt in een pool waaruit mobilisatie op relatief korte termijn kan plaatsvinden, gestuurd door afbraak van OS. Gezien de variatie aan eigenschappen van groenbedekkersoorten, kunnen specifieke soorten geschikt zijn voor specifieke doeleinden. Mengsels van groenbedekkers worden echter ook frequent gebruikt voor maximale bodembedekking vanaf inzaai tot inwerking. Sommige soorten zullen zich immers sneller vestigen, terwijl anderen langer aanhouden gedurende de winter. Daarnaast kan mogelijk een mengsel van groenbedekkers zowel instaan voor ruime captatie van restnitraatstikstof alsook een hoge opname van P uit de plantbeschikbare pool (deels afkomstig van organische P).

Tenslotte kan men verwachten dat de functionele verschillen tussen verschillende vanggewassen (e.g., verschillende bewortelingsprofielen, efficiëntie van N-fixatie) kan leiden tot een optimale winst in OS-aanvoer, N-retentie en N-input wanneer deze in mengsels toegepast worden. Blesh (2018) mat dat de N-retentie het hoogst was bij aanwezigheid van rogge, in vergelijking met andere gewassen of mengsels. Hoewel de relatie tussen bovengrondse biomassa en stikstoffixatie hoog was voor alle geteste vlinderbloemigen, scoorde velderwt hiervoor het hoogst (in vergelijking met inkarnaatklaver, rode klaver en lathyrus). Voor latere N-mineralisatie uit groenbedekkerresten, vonden Tribouillois *et al.* (2016) wel een positief mengseleffect (met inclusie van vlinderbloemigen). Uit Chu *et al.* (2017) blijkt dat metingen van het effect van specifieke vanggewasmengsels (of individuele gewassen) op OS-opbouw in de bodem over lange termijn dient te gebeuren. Deze studie vond immers geen verhoging in bodem-OS na 3 jaar overschakeling naar verschillende vanggewasmengsels (verschillende behandelingen) in een intensieve maïs-soja rotatie. White *et al.* (2017) vonden dat met toenemende niet-vlinderbloemige component in vanggewasmengsels het risico op uitspoeling daalde, maar stelden daartegenover een verhoogde capaciteit vast tot de voorziening van N in het voorjaar uit de OS van het vanggewas (door een verlaging van de gemiddelde C:N-verhouding). Een dergelijk bijkomend effect hoeft echter niet problematisch te zijn indien men hoofdzakelijk beoogt in de wintermaanden het risico op N-uitspoeling te minimaliseren. Bij de toepassing van vanggewasmengsels dient de teler zich ook bewust te zijn van de concurrentiële verhouding tussen verschillende soorten. Andersen *et al.* (2005) vonden immers dat in twee-componenten mengsels, erwt sterk onderdrukt werd, terwijl gerst het sterkst competitief was voor ruimte en N uit bemesting. Dit dominantie-effect werd versterkt bij verhoging van de bemestingsdosis (echter niet problematisch voor vanggewassen waarbij bemesting niet wordt toegepast), en verzwakt in drie-componenten mengsels met inclusie van koolzaad. Bij de toepassing van vanggewasmengsels dient men dus zowel



zaaidichtheid, soortensamenstelling en mogelijk ook bemesting aan te passen voor een gebalanceerde ontwikkeling van soorten.

2.7 GEWASROTATIES

Gewasrotatie of 'vruchtwisseling' is een essentieel aspect van elk akkerbouw- en tuinbouwsysteem ter verzekering van een optimale bodemkwaliteit en duurzame gewasproductiviteit. Hierbinnen zijn vele unieke systemen mogelijk waarin akkerbouw-, groentegewassen, groenbedekkers en tijdelijk grasland of grasklaver gecombineerd kunnen worden. Gewassen worden meestal op jaarbasis gewisseld, terwijl tijdelijk grasland en grasklaver enkele jaren kunnen aangehouden worden. Ondanks vele mogelijkheden, bevatten rotatiesystemen veelal een specifieke strategie, waarin naar complementariteit gezocht wordt tussen 'gevende' en 'vragende' gewassen. Gevende gewassen (bv. maaivruchten) kunnen gedefinieerd worden als gewassen die een relatief beperkte bemesting behoeven en tegelijkertijd relatief veel organische stof (OS) kunnen aanbrengen (bv. granen, luzerne) via oogstresten of beworteling. De combinatie van diepe beworteling met beperkte N-gift kan zorgen voor een captatie van restnutriënten na de vorige teelt en zo voor het herbenutten van de nutriënten. Groenbedekkers kunnen gezien worden als gevende gewassen die volledig in het teken staan van bodemkwaliteit en sluiting van nutriëntenkringlopen zonder vooropgestelde productiedoelstellingen. Vragende gewassen (bv. rooivruchten) worden gekarakteriseerd door relatief ondiepe beworteling en relatief hoge N-behoefte. Een tweede cruciale functie van rotatie is het voorkomen van de opbouw van plantpathogenen. Zowel ziektes als plagen zijn doorgaans gastheerspecifiek of koloniseren een beperkte lijst van gewassen. De afwezigheid van de gastheerplant in een jaar na mogelijke aantasting kan zorgen voor het verdwijnen of een beheersing van de infectiedruk. In de onderstaande secties wordt verder het belang van aangepaste gewasrotaties toegelicht voor het behoud van bodemkwaliteit, benutting van bodemnutriënten en gewasproductie.

Ter beteugeling van onkruidruk en bodempathogenen is een brede gewasrotatie een must in een biologisch landbouwsysteem. Vanaf 1:6 kan men van een brede gewasrotatie spreken. De afwisseling van meer en minder stikstofbehoefte teelten binnen zo'n rotatie gaat hand in hand met een algemeen lager bemestingsniveau in de biologische landbouw dan in de gangbare. Granen als tussenteelt in een groenteteeltsysteem spelen door hun diepe beworteling een rol in nutriëntenrecuperatie. Tijdelijke grasklaver verlaagt de onkruidruk en is een prima voorteelt voor stikstofbehoefte gewassen die het daarmee zonder organische bemesting van buitenaf kunnen stellen. In de grondgebonden biologische veehouderijsystemen voorziet de veehouder grotendeels in de eiwitbehoefte van zijn veestapel, waardoor er ruimere rotaties worden ingesteld. Bij een ruime rotatie hoort ook het inpassen van een verscheidenheid aan groenbedekkers. Een ruime rotatie impliceert de inclusie van gewassen die bevorderend zijn voor de bodemkwaliteit, het kunnen stellen met geen of een beperkte bemesting, voedingsstoffen capteren of mobiliseren, veel effectieve organische stof aanbrengen, ... allen elementen die in het licht van deze studie omtrent een voldoende stikstof- en organische stofvoorziening bij een beperkte P-input kunnen tellen.

2.7.1 De organische stofbalans en bodemkwaliteit in gewasrotaties

Om een iets of wat voldoende bodemkwaliteit te behouden werd in Vlaanderen binnen de Code van Goede Praktijk Bodembescherming als vuistregel gebruikt dat het gehalte aan organische C niet onder de 1% mag komen. Gezien een gemiddelde afbraak van organische stof (OS) in Vlaamse landbouwbodems van 700-900 kg



ha⁻¹ jaar⁻¹ bij die lage percentages organische C (afhankelijk van bodemtextuur) moet de aanvoer via gewasresten, groenbedekkers of organische bemesting hier ruim boven liggen om een afname op lange termijn te vermijden. Dezelfde code voorziet voor een aantal gewassen schattingen van de hoeveelheid effectieve organische stof (EOS) die kan aangebracht worden op jaarbasis. De EOS wordt gedefinieerd als de hoeveelheid organische stof die nog aanwezig is 1 jaar na de toediening van het organisch materiaal. Als illustratie voor het contrast tussen een maaivruucht en een rooivruucht, brengt wintertarwe met afvoer van stro gemiddeld 640 kg EOS ha⁻¹ jaar⁻¹ aan en bieten met volledige afvoer 220 kg EOS ha⁻¹ jaar⁻¹, respectievelijk. Wintertarwe met stro ingewerkt brengt gemiddeld 1160 kg EOS ha⁻¹ jaar⁻¹ aan (Inagro, 2011). Indien stro bij graangewassen niet ingewerkt wordt in de bodem, is dus een bijkomende organische bemesting vereist om het jaarlijkse verlies aan OS door afbraak te compenseren. De verschillende organische bemestingsvormen en toepassingsmogelijkheden worden in de sectie 'organische bemesting' besproken. Om de OS-afbraak te compenseren na een rooivruucht kan geopteerd worden voor een groenbedekker met volledige inwerking (eventueel na klepelen en drogen op de akker) op voorwaarde van een voldoende vroeg oogsttijdstip (half september). Proefresultaten van ILVO van 2006 tot en met 2010 toonden dat een vruchtwisselingsschema met kuilmaïs, aardappel en erwt tot een significant lager gehalte OS (0,94%) leidde, dan een schema met kuilmaïs en twee jaar grasklaver (1,02%) (D'Hose *et al.*, 2014).

Het vruchtwisselingsschema heeft ook zekere gevolgen voor de bodemstructuur. Verdichting wordt immers een probleem bij directe of snelle opeenvolging van gewassen die geoogst worden in het najaar en dus onder natte omstandigheden (van Dijk *et al.*, 2012). Mogelijks als gevolg van groeibelemmeringen voor het gewas, kwamen Arvidsson & Håkansson (1996) via experimentele simulatie van een dergelijk scenario uit op een gemiddelde opbrengstderving van 11%. Uit een literatuuroverzicht door Vermeulen & van Wijk (2013) bleek op basis van de evolutie van bodemvochtigheid doorheen het jaar, dat in 80% van de geanalyseerde jaren een bodembewerking na 1 november ongeschikt is. Bij een vervroeging van de oogstperiode met 2 weken (mogelijke einddatum blijft dezelfde, maar startdatum van oogst wordt vervroegd) is er dan een toename van het aantal werkbare dagen met 4 tot 7. De haalbaarheid van oogstvervroeging werd voor een aantal gewassen geanalyseerd en was economisch niet realistisch voor bewaarkool en witloofwortel, maar wel voor pootaardappel en cichoreiwortel. De geschiktheid van de maatregel is dus sterk afhankelijk van het gewas, en moet dus inzake opbrengstmeerwaarde afgewogen worden tegen de potentiële verminderde oogstbare biomassa.

2.7.2 Effecten van gewasrotaties op bodembioïologie

Verschiedende bodemorganismen zijn afhankelijk van bodem OS of de toevoer van organisch materiaal als voedselbron. Een rotatieschema met weinig gevende gewassen en een lage inzet van groenbedekkers kan dus op lange termijn leiden tot een algemene afname van bodembiomassa. D'Hose *et al.* (2014) vonden dat het telen van Italiaans raaigras als groenbedekker in een jaarlijkse teelt van kuilmaïs tot veruit de beste resultaten leidde inzake hoeveelheid en biomassa van regenwormen in vergelijking met schema's die een wisselbouw (twee jaar grasklaver gevolgd door 2 jaar maïs) aanhielden (zonder groenbedekker na de maïs) of een kuilmaïsrotatie in afwisseling met aardappel en erwt. Acosta-Martínez *et al.* (2007) onderzochten de invloed van rotatieverbreding of extensivering met grasland van een wintertarwe-braak systeem in de Verenigde Staten op microbiologische gemeenschappen, biomassa en enzymactiviteit. Hierbij bleek een duidelijk voordeel van rotatieverbreding voor het aandeel schimmels in de microbiële gemeenschap en ook op de activiteit van specifieke enzymen (β -glucosaminidase, β -glucosidase en α -galactosidase) gelinkt aan schimmels. Een rijkere biomassa aan fungi geeft eveneens een gunstiger milieu aan voor productie-ondersteunende symbionten.



De gevoerde gewasrotatie heeft ook een invloed op de ontwikkeling of beheersing van bodemplagen. De diversiteit aan plantpathogenen en mogelijke waardplanten, maakt van een geïntegreerde gewasbescherming op basis van aangepaste rotatieschema's een complexe aangelegenheid. In de praktijk dient immers inzicht in de samenhang tussen gewassen en nutriënten- en OS-voorziening enerzijds, gecombineerd te worden met inzicht in de interacties tussen gewassen en plaagsoorten anderzijds. In Nederland werd in opdracht van het Productschap Akkerbouw en het Productschap Tuinbouw een Schema Bodemplagen opgesteld. Als invulling hiervan stelden Qiu *et al.* (2013) een dergelijk schema op voor een aantal belangrijke dierlijke plagen en een uitgebreide reeks akkerbouw- en groentegewassen en groenbedekkersoorten. Onder hetzelfde initiatief stelden Lamers *et al.* (2016) een bodemschimmelschema op. De schema's beschrijven de interacties tussen de ziektes en plagen enerzijds en de gewassen, specifiek of het gaat om een vermeerdering of vermindering van de plaagdruk door de plant. Bovendien geeft het schema ook een gradatie van potentiële schade (in %) aan het gewas en de specificiteit tot het bodemtype. Zo kan een plaag zich onder specifieke gewassen vermeerderen zonder hieraan noemenswaardige schade aan te richten. Het telen van een schadegevoelig gewas voor dezelfde plaagsoort in het volgende jaar zal echter een reëel risico op oogstverliezen inhouden. Op basis van deze tabellen kan een landbouwer vervolgens een gewasrotatieschema opstellen waarin plaagoverdracht zowel in ruimte als in tijd beheerst of geminimaliseerd kan worden.

2.7.3 Effecten van gewasrotaties op nutriëntendynamieken en productiviteit van landbouwsystemen

Het primaire doel van gewasrotaties is om een optimale gewasopbrengst te verzekeren op lange termijn. Naast bescherming van het gewas tegen ziekten en plagen kan een rotatie ook aan de optimalisatie van de opbrengst bijdragen door een optimale benutting (of aanlevering) van bodemnutriënten. Enerzijds kan het telen van vlinderbloemigen zorgen voor een verbeterde opbrengst in het volggewas. Anderzijds kunnen diepwortelende gewassen reststikstof in diepere lagen (150 cm) opnemen na teelten die een relatief hoge N-gift behoeven, maar die deze onderbenut hebben. Ook wanneer rekening werd gehouden met het potentieel tot afvoer van de aangebrachte N via bemesting kan een door omstandigheden onvoldoende gewasontwikkeling leiden tot te hoge gehalten aan reststikstof die onderhevig is aan uitspoeling.

In het project Nutriënten Waterproof (2005-2008) op proefboerderij Vredepeel werd restnitraat en nitraatuitspoeling gemeten in twee verschillende rotatieschema's: een conventioneel en een biologisch met een groter aandeel diepwortelende (minder uitspoelingsgevoelige) en meerjarige gewassen. Hoewel in beide systemen het stikstofoverschot (inclusief biologische binding) vergelijkbaar was, was de effectieve uitspoeling in het biologische systeem een deel lager dan in het conventionele systeem (40 mg nitraat L⁻¹ versus 100-120 mg L⁻¹) (van Dijk *et al.*, 2012). Dekker *et al.* (2003) onderzochten de stikstofbalans in drie verschillende rotatieschema's. De hoogste gehalten aan minerale stikstof in het najaar in de laag 0-90 cm werden gevonden na snijmaïs en aardappel (50 en 91 kg ha⁻¹ respectievelijk bij adviesbemesting met dierlijke mest). Ook illustreerde het onderzoek dat een opvolging van aardappel door een diepwortelend gewas (wintertarwe) tot benutting leidde van reststikstof uit diepere lagen (ca 25 mg nitraat L⁻¹ grondwater gemeten op 135-150 cm). Een opvolging van aardappel door snijmaïs leidde tot sterk verhoogde nitraatgehalten (~ 120-130 mg L⁻¹). Van Dijk *et al.* (2012) onderzochten het bouwplansaldo en het nutriëntenoverschot (afvoer via gewas afgetrokken van aanvoer via bemesting) bij toepassing van alternatieve gewasrotaties binnen de belangrijkste akkerbouwregio's van Nederland. Interessant was het resultaat op centrale zeelei waarbij ter verbreding van een akkerbouwrotatie, met focus op consumptieaardappel, het areaal werd uitgebreid met land van een



veehouder. Het bouwplan saldo verhoogde hierbij van 2800 naar 4000 euro ha⁻¹. Binnen die alternatieve rotatie werd wintertarwe (waarna groenbedekker) ingeruild voor ui en consumptieaardappel. Snijmaïs en grasland liepen als veevoeder in de rotatie mee. Tegelijkertijd was het N-overschot gedaald met ca. 10 kg ha⁻¹. Een sterke afvoer van N werd toegeschreven aan een efficiënte benutting van de geleverde N na inwerking van tijdelijk grasland. De extra benodigde N voor het opstarten van de graszode werd echter niet in de balans opgenomen, waardoor het totale (potentiële) milieurisico van het systeem moeilijker in te schatten is. Een gelijkaardige observatie werd gemaakt op het zuidoostelijk zandgebied, maar met een minder sterke toename in saldo (370 euro ha⁻¹). Een dergelijk systeem biedt wel de mogelijkheid tot nauwe samenwerking tussen akkerbouwers en veetelers en een nauwere sluiting van nutriëntenstromen.

In vergelijking met de meeste akkerbouwgewassen en groentegewassen kent maïs een apart gebruik in de zin dat het gewas voor meerdere jaren (soms decennia) wordt aangehouden zonder vruchtwisseling. Dit gebruik wordt mede bepaald door een minder sterke gevoeligheid voor ziekten en plagen, in het bijzonder in conventionele teelten waar zaaigoed wordt behandeld met fungicide. Toch kampt de soort ook met schimmelproblemen (o.a. veroorzaakt door *Pythium* en *Fusarium*) die wellicht door verbreding van het rotatieschema kunnen verbeterd worden, gezien eerder gevonden opbrengstdervingen van 10-20% door continueelt (van Schooten, 2017). Het belang van een brede rotatie werd bevestigd door een vruchtwisselingsproef van 2006 tot 2016 te Bottelare in een samenwerking tussen HoGent en UGent. Het onderzoek vond een algemeen lagere opbrengst in maïsmonoculturen dan in maïspercelen in rotatie, zowel bij een N-gift van 100 kg ha⁻¹ als bij 150 kg ha⁻¹. Bovendien was de opbrengst bij monoculturen meer variabel. Bij een N-gift van 100 kg ha⁻¹ vond men in monoculturen een verschil in droge stofopbrengst van 7,08 ton ha⁻¹ tussen 2008 en 2009 (ca. 16 ton ha⁻¹ in 'goed' jaar 2008 versus ca. 9 ton ha⁻¹ in 'slecht' jaar 2009) in vergelijking met een verschil van 4,90 ton ha⁻¹ in rotaties (ca. 18 ton ha⁻¹ versus ca. 13 ton ha⁻¹). Alle verschillen verkleinden onder verhoogde bemesting, maar het verschil tussen beide systemen bleef aanwezig. Uit hetzelfde onderzoek bleek dat voor een maïsopbrengst in rotatie met bemesting van 50 kg N per ha, het drievoud aan bemesting nodig is om eenzelfde oogst te bereiken in monocultuur (Landschoot *et al.*, 2017).

2.8 INTEGRATIE VAN PLANTAARDIGE EN DIERLIJKE PRODUCTIE

Intensieve landbouwsystemen met een beperkt aantal zeer specifieke doeleinden of omwisseling van meerjarige naar éénjarige vegetatie kunnen op termijn leiden tot uitputting van bodem organische stof (OS) en degradatie van bodemstructuur, wat leidt tot een reductie van de bodemvruchtbaarheid en de waterretentiecapaciteit en tot een hogere gevoeligheid voor erosie en verdichting (Wilkins, 2008; Groot *et al.*, 2012). Om potentiële innovatieve systemen te identificeren die aan deze problematiek het hoofd kunnen bieden, evalueerden we een reeks geïntegreerde systemen waarbinnen over deelsectoren heen rotaties worden ingesteld en/of waartussen producten worden uitgewisseld, met het oog op een minimale externe input en een optimalisatie van de nutriëntenkringloop en bodemstructuur. Dergelijke integraties kunnen op schaal van het landbouwbedrijf georganiseerd worden, maar ook op regionale schaal, waarbij een samenwerkingsverband tussen gespecialiseerde landbouwbedrijven ontstaat. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de (potentiële) impact van dergelijke systemen op een aantal milieufactoren zoals opbouw van OS, en bemesting met een gunstige stikstof (N):fosfor (P)-verhouding. Daarnaast trachtten we ook de socio-economische gevolgen te begrijpen.



Ofschoon er zich ook in de biologische sector specialisatie voordoet, en zich daardoor deelsectoren onderscheiden, is er een streven naar integratie. Dat geldt voor de voorziening in de eigen voederbehoefte op bedrijfs- of regionaal niveau maar uit zich ook in de wisselwerking tussen veebedrijven en bedrijven met plantaardige productie voor menselijke consumptie. Biologische veebedrijven met tijdelijk grasland en vlinderbloemigen in de rotatie, bouwen in zekere zin een overschot aan bodemvruchtbaarheid op die dienstig kan zijn voor akkerbouw en groenteteelt. Zo kunnen veebedrijven mest afstaan of kunnen er door perceelruil akker- of tuinbouwteelten ingepast worden in een rotatie met voedergewassen, of omgekeerd. De wetgeving voor de biologische productie stelt dat biologische dierlijke mest dient afgezet te worden op biologische percelen, wat een dergelijke samenwerking kan bevorderen. Integratie van dierlijke en plantaardige productie kan door een hogere zelfvoorzieningsgraad (van stikstof en organische stof) de afhankelijkheid van bemestingsproducten van niet-biologische herkomst doen dalen, wat in het licht van deze studie omtrent een voldoende stikstof- en organische stofvoorziening bij een beperkte P-input kan tellen.

2.8.1 Landgebruik – efficiënt ruimtegebruik

Indien op lokale of regionale schaal een rotatiesysteem kan ontwikkeld worden waar productiedoeleinden overlappen en economische doelen van plantaardige en dierlijke productie op elkaar afgestemd zijn, betekent een dergelijk systeem een verhoging van de efficiëntie in ruimtegebruik.

2.8.2 Opbouw organische stof

In een 18-jarig onderzoek in Duitsland werd geïllustreerd hoe een gemengd systeem met herkauwers, leguminosenvoeder in rotatie en gebruik van stalmest een toename in bodem OS kende, in vergelijking met twee systemen met uitsluiting van veeteelt, die een negatieve trend kenden. Hoewel in slechts één van de twee laatsten de trend statistisch significant was, werd het gemeten verschil tussen beiden systeemtypen groter met de tijd (Schultz *et al.* 2017)

2.8.3 Bodemvruchtbaarheid

Een praktijkonderzoek in het Verenigd Koninkrijk in de jaren 70 vond een toename in bodemstikstof van 70 à 180 kg ha⁻¹ per jaar tijdens de graslandfase van een rotatie. De toename was het sterkst in begraasde graslanden gemengd met vlinderbloemigen (Wilkins, 2008). De bijdrage van een dergelijk systeem voor bodemvruchtbaarheid werd ook bevestigd in een Belgisch onderzoek door Deprez *et al.* (2005). Deze studie toonde dat het toevoegen van rode klaver *Trifolium pratense* aan tijdelijk grasland (zonder bijkomende bemesting) voor een opbrengst van het volggewas tarwe zorgde equivalent aan deze met een bemesting van ruim 50 kg N ha⁻¹.

2.8.4 Nutriëntenbalans

In een praktijkonderzoek in het Zuidwesten van Frankrijk werd gemeten dat gemengde landbouwbedrijven het dichtst zaten bij een evenwicht tussen input van N en output van N onder de vorm van productie, in vergelijking met melkveebedrijven en gespecialiseerde akkerbouwbedrijven. Een kleiner verschil in balans werd gevonden met rundveebedrijven voor vleesconsumptie. Bovendien was de input van N relatief laag in gemengde systemen (Ryschawy *et al.*, 2012).



2.8.5 Tewerkstelling

Bij bevestigingen van Nederlandse boeren bij het opstellen van een landbouwmodel voor identificatie van de optimale balans tussen milieu en socio-economische aspecten, werd bevestigd dat een dergelijk systeem bijkomende werkrachten vergt t.o.v. een vereenvoudigd systeem (Groot *et al.*, 2012).

2.8.6 Importafhankelijkheid

Geïntegreerde landbouwcomplexen hebben het potentieel om een volledige importonafhankelijkheid te bereiken of te benaderen voor veevoeder, waarvan enkele cases in Engeland, Polen en Finland voorbeelden zijn (EIP-AGRI Focus Group, 2017). Bij praktijkonderzoek in het Zuidwesten van Frankrijk werd echter een sterke variatie gevonden in de importafhankelijkheid van gemengde systemen (Ryschawy *et al.*, 2012).

2.8.7 Aanpasbaarheid bedrijfs- en ketenstructuur

De ontwikkeling van een geïntegreerd landbouwsysteem vraagt een uitbreiding van expertise en meer planning van de betrokken boeren. Bovendien wordt het risico op verlies van controle vergroot indien een boer zich in meerdere ondernemingen engageert (EIP-AGRI Focus Group, 2017).

2.8.8 Bedrijfsinkomen landbouwbedrijf

Het geheel aan bedrijfseconomische resultaten voor gemengde landbouwsystemen is divers, maar op grotere schaal bekeken, blijkt bedrijfsinkomen van gemengde landbouwbedrijven onder het gemiddelde te liggen. Het praktijkonderzoek in het Zuidwesten van Frankrijk vond geen impact van bedrijfstype op winstmarge per werkracht binnen de populatie van de onderzochte regio, maar op nationale schaal scoorden gemengde bedrijven wel lager dan gemiddeld (Ryschawy *et al.*, 2012). Wat inkomstzekerheid betreft werden resultaten echter wel gunstig bevonden. De winstmarges van dergelijke bedrijven waren namelijk relatief ongevoelig aan fluctuaties van marktprijzen voor zowel input- als outputproducten (Ryschawy *et al.*, 2012). In het 18-jarig onderzoek in Duitsland naar verschillen in OS-opbouw tussen een gemengd systeem en systemen met uitsluiting van veeteelt, werd een consistent hogere gewasopbrengst gemeten in het gemengde systeem (Schultz *et al.*, 2017). Volgens het Landbouw Boekhoudingsdatanetwerk (FADN) van de Europese Unie was echter tijdens de periode 2010-2014 het netto inkomen per landbouwer ook lager dan gemiddeld voor gemengde landbouwbedrijven (European Commission, 2017). Bovendien bestaat een relevant deel van het inkomen van gemengde bedrijven uit subsidies. Deze economische cijfers zouden de algemene afname van gemengde systemen kunnen verklaren (EIP-AGRI Focus Group, 2017). Voorrang geven aan lokale producenten en een meer protectionistisch marktbeleid zou de kansen en inkomsten echter moeten vergroten voor boeren in geïntegreerd verband, of boeren met meer extensieve productievormen, inzettend op duurzaamheid, bodemintegriteit en productkwaliteit. Tenslotte werd recent via een meta-analyse door Ponisio *et al.* (2014) het veelbelovende resultaat opgehaald dat polyculturen en aangepaste rotaties in bio-landbouw het oogsthaat tussen bio en conventioneel konden terugdringen tot slechts 9 en 8%, respectievelijk. Dit wijst erop dat, in combinatie met een correct beleid, aangepaste gemengde teeltpraktijken met optimale inzet op bodemvruchtbaarheid en afstemming tussen verschillende productielijnen, kunnen leiden tot een sterkere vertegenwoordiging van deze methoden in de praktijk.



2.9 BESLUIT

De verstrenging van de normering qua fosforaanvoer noopt biologische, maar ook gangbare telers ertoe om, voor het behoud en de opbouw van bodem organische stof, minder in te zetten op de aanvoer van organisch materiaal van buitenaf, maar eerder op het **verhogen van de hoeveelheid organisch materiaal die via gewasresten** de bodem toekomt door een aangepast teeltplan. **Het bouwplan verbreden op het vlak van hoofdteelten en uitbreiden op het vlak van tussenteelten**, incl. **groenbedekkers**, biedt de mogelijkheid om met een lagere input van nutriënten en organische stof van buitenaf de bodemvruchtbaarheid en het productiepotentieel op peil te houden of te verbeteren. **Integratie van dierlijke en plantaardige productie** biedt extra mogelijkheden om het bouwplan te verbreden, maar ook om de beschikbare hoeveelheid biologische dierlijke mest efficiënter in te zetten.

Het inschakelen van **vlinderbloemige teelten**, incl. groenbekkers die door de symbiose met de wortelknobbelbacterie *Rhizobium* species luchtstikstof kunnen binden, is de maatregel bij uitstek voor een stikstofvoorziening zonder enige aanvoer van fosfor. Zo bindt klaver 40-50 kg N per ton bovengrondse biomassa. Niet enkel de vlinderbloemige plant maar het hele bodemecosysteem, incl. het neven- of volggewas kan genieten van deze input. Voor het dekken van de stikstofbehoefte van een gewas rekent men in de eerste plaats op een voldoende stikstofbeschikbaarheid vanuit de bodem door toedoen van de microbiële activiteit. Zelfs voor een stikstofbehoefte gewas als prei kan het merendeel van de stikstofbehoefte ingevuld worden door de vrijstelling van stikstof uit de bodem organische stof. Uitgaande van een onbemest object in een proefopzet van ILVO en Inagro met als testgewas prei bedroeg de schijnbare stikstofvrijstelling uit de bodem organische stof in het eerste deel van het groeiseizoen (48 dagen) 1,7 kg N per ha per dag, en in het tweede deel van het groeiseizoen (92 dagen) 0,6 kg N per ha per dag, wat neerkomt op een stikstofvrijstelling uit de bodemorganische stof van 137 kg N bij een bodemorganische koolstofgehalte van slechts 1,1 %. De voorvucht betrof het vlinderbloemig gewas veldbonen met een nateelt van Japanse haver. Daarom primeert ook de bodemkwaliteit, en daarmee inherent verbonden een **voldoende hoog organische stofgehalte**. Bij een onvoldoende stikstofbeschikbaarheid vanuit de bodem (vroeg voorjaar of piek in de stikstofbehoefte) kan de biologische teler een aantal organische korrelmeststoffen inzetten met een hoog N-gehalte, een relatief snelle N-werking en een laag P-gehalte.

Naast een voldoende input van organisch materiaal via gewasresten kan de bodemkwaliteit bijkomend verbeterd worden door maatregelen die de bodemstructuur begunstigen en vrijwaren waardoor het ingebrachte organisch materiaal vlot wordt afgebroken en omgevormd en waardoor het wortelsysteem de bodem ruim kan exploreren en daarmee het bodemleven zal stimuleren. Bodemstructuurverbetering is de beste manier om nutriëntenverliezen door uitspoeling of gasvormige emissie te voorkomen. **Gereduceerde bodembewerking** maar ook specifieke teeltkeuzes kunnen hier van tel zijn.



3 ONTSLUITING VAN INTERNE EN EXTERNE RAPPORTEN – PRAKTIJKGERICHT ONDERZOEK

Alle voor het project relevante rapporten van het eigen praktijkgerichte onderzoek werden verzameld door Inagro en pcfruit, naast een aantal rapporten van buitenlands onderzoek.

Door Inagro werd per rapport in een ‘Literatuurlijst Inagro’ (appendix 1) de onderzoeksvraag en de conclusie geformuleerd, alsook een bemerking omtrent het nitraatstikstofresidu, indien dat van toepassing was. Inagro stelde een literatuuroverzicht groenbedekkers op (rubriek 3.1) en de bemestingsproeven van zijn afdeling biologische productie werden samengevat en becommentarieerd (rubriek 3.2). pcfruit maakte een samenvatting van de bemestingsproeven voor de biologische pitfruitteelt die uitgevoerd werden door de proeftuin pit- en steenfruit (rubriek 3.3). Resultaten van buitenlands onderzoek worden voorgesteld in appendix 2 ‘Proefveldresultaten biologische pitfruitteelt – buitenlands onderzoek’.

Deze ontsluiting brengt deeloplossingen aan het licht voor de problematiek van de inperking van de organische bemesting door een te hoge fosfaattoestand van de meeste land- en tuinbouwgronden.

3.1 LITERATUUROVERZICHT GROENBEDEKKERS - INAGRO

Groenbedekkers vormen één van de hoekstenen van een biologisch teeltplan. Ze hebben meerdere functies: het vangen van een overschot aan minerale stikstof in de bodem, het vastleggen van stikstof uit de lucht, het aanbrengen van koolstof in de bodem, het onderdrukken van onkruid, het verbeteren van de bodemstructuur, de opbouw van schadelijke aaltjes en pathogenen onderbreken... Het staat aldus buiten kijf dat groenbedekkers een waardevol aspect zijn van een teeltplan. Toch bemerken we dat er verbetering mogelijk is bij het inplannen van groenbedekkers. In deze tekst vatten we wat we geleerd hebben uit het praktijkonderzoek op Inagro vzw (en het vroegere PCBT) samen en geven we enkele tips voor het gebruik van groenbedekkers. De tips uit het praktijkonderzoek zijn verder aangevuld met kennis van adviseurs en andere onderzoekers.

3.1.1 De gouden tip: planning

Wil je meer groenbedekkers in je rotatie? Dan is het eerste element planning (Stefan Muijtjens, persoonlijke communicatie).

1. Wanneer je je volgteelt reeds kent, kan je de groenbedekker daarop afstemmen. Volgt een late teelt? Dan kan je in oktober nog veldbonen, erwten of wikken inzaaien. Of je kan in het voorjaar nog zomerveldbonen, alexandrijnse klaver of wikken inzaaien. Volgt een vroege teelt, dan kan een keuze voor vorstgevoelige groenbedekkers opportuun zijn om het veld gemakkelijk klaar te maken voor de teelt in het voorjaar.
2. Voor een goede start van de groenbedekker in het najaar is een zo snel mogelijke zaai gewenst. Een dag in augustus weegt naar gewasgroei veel sterker door dan een dag in september. Bestel zaad dus tijdig, zodat je net na het vrijkomen van het veld kan inzaaien en niet meer moet wachten op het zaad. Tussen



oogst in de zomer en inzaai wintergraan kan een groenbedekker ingepast worden als deze minstens 6 weken kan ontwikkelen: hiervoor moet het zaad reeds op voorhand besteld zijn, zodat onmiddellijk na de oogst gezaaid kan worden.

3.1.2 Welke groenbedekkers kan ik inzaaien?

De keuze van groenbedekker is hoofdzakelijk afhankelijk van de zaaidatum en de volgteelt. Hieronder enkele bevindingen vanuit het praktijkonderzoek.

- Grasachtige groenbedekkers zijn geen goede voorvrucht voor kolen. Delanote (2002) stelde vast dat voor een teelt spruitkolen of sluitkolen een groenbedekker van Engels raagrass geen goed idee is. Het legt immers te veel stikstof vast voor de stikstofbehoefte volgteelt. Na de vorstbestendige vlinderbloemigen inkarnaatklaver en rode klaver werd de beste opbrengst genoteerd. Ook *Phacelia* en vorstgevoelige vlinderbloemigen (zomerwikke en alexandrijnse klaver) bleken een goede voorvrucht te zijn (Delanote, 2002). Ook Beeckman en Delanote (2012) stelden vast dat de zaai van rogge als groenbedekker een negatieve impact heeft op de volgteelt broccoli (geplant in juli). In deze proef had voederwikke het beste effect op de opbrengst en kwaliteit van de broccoli. Winterveldbonen en -erwten bleken tevens een goede voorvrucht te zijn die tevens laat in het najaar nog gezaaid kan worden.
- Witte klaver in onderzaai bij granen blijkt stevast een betere voorvrucht te vormen voor de volgteelt in vergelijking met een (vlinderbloemige) groenbedekker ingezaaid in de stoppel (Vuylsteke et al., 2004, Vuylsteke et al., 2005, Beeckman en Delanote, 2012, Beeckman en Delanote, 2014). Vuylsteke et al. (2004) stelde tevens vast dat witte klaver in onderzaai ook beter het onkruid onderdrukte dan vlinderbloemigen ingezaaid in de stoppel. Naast witte klaver blijken ook rode klaver en perzische klaver een goed effect te hebben als ondergezaaid in granen op de volgteelt (Beeckman en Delanote, 2012).
- Welke klavers inzaaien in het najaar? Inkarnaatklaver en rode klaver zijn de minst goede opkomende vlinderbloemigen in het najaar. Ze kunnen in het voorjaar wel hergroeien en zijn zo interessant voor een late teelt (Beeckman en Delanote, 2010). Wanneer de condities niet ideaal zijn (te droog bijvoorbeeld), stellen we vast dat bij inzaai van rode klaver einde augustus de onkruidonderdrukking niet voldoende is (Vuylsteke et al., 2004). Voederwikke en alexandrijnse klaver zijn de meest groeiachtige vlinderbloemigen in het najaar (Beeckman en Delanote, 2010).
- Wikken worden beter niet gezaaid in rotatie met erwten (Beeckman en Delanote, 2010). Erwten en wikken zijn gevoelig aan dezelfde bodempathogenen. Bij erwten houdt men de vuistregel aan: 1 keer om de 6 jaar. Wikken nemen de plaats in van erwten en komen zo beter ook maar 1 op 6 jaar voor.



- Wanneer pas laat een groenbedekker ingezaaid kan worden en een stikstofbehoefstig gewas volgt, heeft men twee opties:
 - o Het is mogelijk om tot midden november wintererwten, winterveldbonen of winterwikken te zaaien. Ook rogge is mogelijk, maar hier profiteert de volgteelt duidelijk minder van (Beeckman en Delanote, 2010, Beeckman en Delanote, 2014)
 - o Een voorjaarszaai van een vlinderbloemige is ook mogelijk. Beeckman en Delanote (2014) testten in 2012 een voorjaarszaai van alexandrijnse klaver, voederwikke, zomerveldboon en *Phacelia* voor broccoli. De voederwikke en zomerveldboon leverden het meeste minerale stikstof. De opbrengst was na de vlinderbloemigen niet verschillend van braak. Na *Phacelia* was de opbrengst echter significant lager. Voorjaarszaai van grasachtige of bladrijke groenbemesters blijkt dus minder geschikt dan van vlinderbloemigen.
- Bij het inzaaien van rode klaver is een voldoende vroege zaaidatum noodzakelijk om betekenisvol te zijn voor de stikstofvoorziening van de volgteelt. Rode klaver gezaaid op 2 september levert nog stikstof na voor de volgteelt, op 10 september gezaaide rode klaver niet meer. Bij rode klaver ingezaaid in september werd ook een even groot nitraatstikstofresidu in het najaar vastgesteld als braak. Rode klaver ingezaaid op 19 augustus beperkte de reststikstof in het najaar op goede wijze (Vuylsteke et al., 2004).

3.1.3 Hoe en wanneer vernietigen?

- Wanneer grasklaver vernietigd dient te worden voor een vroege voorjaarsteelt (bijv. weeuwenteelt bloemkool), zijn verschillende strategieën mogelijk. Beeckman en Delanote (2012) stelden vast dat stoppelploegen over de vorst of scheuren in augustus met daaropvolgend het zaaien van een vorstgevoelige groenbedekker de beste vernietigingswijzes waren. Bij het onderploegen in oktober, zonder groenbedekker ging veel minerale stikstof verloren, waarbij het gewas doorheen heel het seizoen minder stond. Bij het kort maaien van de grasklaver in het najaar en onderploegen samen met het plantklaar maken, was er een vertraging in vrijstelling van minerale stikstof.
- Er bestaat geen consensus over wanneer een groenbedekker best vernietigd wordt. Doorgaans wordt aangenomen dat vernietiging van een groenbedekker minimaal 4 weken voor de teelt zou moeten plaatsvinden opdat deze reeds voldoende verteerd zou zijn. Justes et al. (2012) geven aan dat een groenbedekker minstens twee weken voor planten van het saldogewas vernietigd moet worden. De ervaring van Koen Willekens (persoonlijke communicatie) leert dat de tijd tussen vernietiging van de groenbedekker en planten van het gewas afhankelijk is van het type gewas. Afgaande op een verhoging van de opbrengst, lijken sluitkolen vroeg in het groeiseizoen baat te hebben aan een wat hogere voorraad minerale stikstof door een vroege vernietiging van de groenbedekker in najaar of de winter. In een proef waarbij stoppelploegen op 2 verschillende data werd vergeleken met frezen en onderwerken met de cultivator, zowel 1 maand voor planten als vlak voor planten, werd vastgesteld dat de opbrengst het minste was waar de groenbedekker 1 maand voor planten was ondergewerkt met de cultivator. Het betrof een klaver groenbedekker voor rode kool. De opbrengst na de andere vernietigingswijzes was gelijk (Delanote, 2007).



3.1.4 Hoeveel draagt de groenbedekker aan de volgteelt bij?

- Een vuistregel voor vlinderbloemige groenbedekkers: 1 ton droge stof = 25-50 kg N fixatie (Beeckman, 2014).
- Volgens Stefan Muijtjens (landbouwadviseur, persoonlijke communicatie) krijg je met een groenbedekker 20 a 30 kg minerale N per ha extra in de volgteelt.
- Daarnaast kan ook volgens deze vuistregels gerekend worden (Nederlands meststoffeninstituut (nmi) Tabel 4)

Tabel 4: Stikstofinhoud groenbedekkers (nmi)

Groenbedekker	Inwerktijdstip	
	Voor winter	Na winter
Niet-vlinderbloemige	15	30
Vlinderbloemige	20	40
Vlinderbloemige in graanstoppel	40	40

3.1.5 Geeft een vlinderbloemige groenbedekker hoger risico op een hoog restnitraat in het najaar?

- Nee, er is geen risico op een hoger nitraatstikstofresidu bij inzaai van een vlinderbloemige groenbedekker. Op de biohoeve van Inagro wordt hoofdzakelijk witte klaver ondergezaaid in granen. In de periode 2004 – 2014 zijn 14 percelen met witte klaver in onderzaai gemonitord en was het nitraatstikstofresidu gemiddeld 35 kg nitraatstikstof per ha met als maximale waarde 61 kg nitraatstikstof per ha en als minimale waarde 16 Kg nitraatstikstof per ha (Beeckman et al., 2015). In zes proeven met groenbedekkers (vlinderbloemigen en anderen), uitgevoerd in de periode 2004 – 2015 op de biohoeve van Inagro, is geen enkele keer de limietwaarde van 90 kg nitraatstikstof per ha in de 0-90 cm bodemlaag overschreden in de sperperiode. In 2004 en 2005 bestond het merendeel van de plotjes uit vlinderbloemige groenbedekkers. Het nitraatstikstofresidu was doorgaans lager dan in braak (2004: in 10/12 plotjes; 2005: 5/5) (Vuylsteke et al., 2004 en 2005). In 2013 en 2015 werden mengsels van niet-vlinderbloemigen met vlinderbloemigen getest. Hierbij was duidelijk dat de aanwezigheid van een vlinderbloemige component het nitraatstikstofresidu niet verhoogde. Een overzicht van deze resultaten kan gevonden worden in Beeckman et al. (2015). Hieruit kunnen we concluderen dat het inzaaien van een vlinderbloemige als vanggewas een zeer beperkt risico inhoudt op een verhoogd nitraatstikstofresidu. Vlinderbloemigen kunnen pas stikstof vastleggen bij een bodemtemperatuur boven 8°C en zullen in het najaar maar beperkt aan stikstoffixatie doen. Ook door Tribouillois et al. (2016) werd duidelijk vastgesteld dat groenbedekkers, zij het vlinderbloemigen of niet vlinderbloemigen een lager nitraatstikstofresidu hebben in het najaar dan braak. In de literatuur wordt gerapporteerd dat vlinderbloemige groenbedekkers 40% van de stikstofuitspoeling terugdringen t.o.v. zwarte bodem.



- Zaai geen pure vlinderbloemige groenbedekkers op bodems die zeer rijk zijn aan minerale stikstof. Na gewassen die veel stikstof nalaten is de zaai van een vlinderbloemige groenbedekker te vermijden. Enerzijds omdat de vlinderbloemige groenbedekker zich niet goed zal ontwikkelen. Anderzijds om het nitraatstikstofresidu te beperken. Proeven waarbij vlinderbloemige en niet-vlinderbloemige groenbedekkers werden ingezaaid na een teelt erwt, resulteerden in een te hoog nitraatstikstofresidu voor alle groenbedekkers en braak. *Phacelia* en Engels raaigras hadden een iets lager nitraatstikstofresidu dan braak, terwijl alexandrijnse klaver, wikke, inkarnaatklaver en rode klaver een iets hoger nitraatstikstofresidu hadden. Hieruit kunnen we concluderen dat na een teelt van erwten, een niet-vlinderbloemig vanggewas nodig is (Delanote, 2002). Deltour (2019) toonde aan dat in een groenbedekkersmengsel gezaaid in stikstofrijke condities, de vlinderbloemige component zich amper ontwikkelt, terwijl deze in N-arme condities uitgesproken aanwezig is.

3.1.6 Vragen en antwoorden over groenbedekkersmengsels

Steeds meer boeren hebben interesse in het inzaaien van mengsels van groenbedekkers. Hieronder volgt een literatuuroverzicht over groenbedekkersmengsels. Antwoorden worden geboden op de vragen: waarom groenbedekkersmengsels gebruiken, welke soortenmengeling en welke zaaidichtheid.

Waarom een mengsel van groenbedekkers inzaaien?

Verschillende groenbedekkersoorten kunnen een andere ecosysteem dienst bewijzen aan de bodem: het opvangen van nutriënten, het fixeren van luchtstikstof, onkruid onderdrukken, beheersing van ziekten en plagen (oa via biofumigatie), verbeteren van de bodemstructuur... Door soorten te mengen, kunnen verschillende diensten gecombineerd worden. Daarnaast zorgt het mengen van soorten voor een bedrijfszekere groenbedekker. Wanneer een soort het een jaar minder doet, kan dit gecompenseerd worden door de andere.

Tribouillois et al. (2016) toonden aan dat bispecifieke mengsels tegelijk kunnen optreden als vanggewas en als groenbemester. Het mengsel vervult de functie als groenbemester beter dan de monocultuur van een niet-vlinderbloemige groenbemester en gelijkaardig met een vlinderbloemige. Als vanggewas scoren de mengsels gelijkwaardig met de monocultuur van de niet-vlinderbloemige groenbedekker. Bij het mengen van verschillende soorten treedt niche complementariteit op: de productiviteit van het mengsel is groter omdat verschillende soorten op een andere wijze gebruik maken van de bronnen. Zo werd bij het mengsel veldboon-koolzaad waargenomen dat koolzaad een hogere N-inhoud had wanneer gezaaid in combinatie met veldboon dan in monocultuur (Tribouillois et al. 2016).

Smith et al. (2014) namen ook een productieverhoging waar van het mengsel tegenover de componenten in monocultuur. Desondanks zagen zij geen betere onkruidonderdrukking en gewasopbrengst van het volggewas. De auteurs geven ook mee dat er verschillende redenen zijn om niet met groenbedekkersmengsels aan de slag te gaan. Diversere mengsels kosten meer, ze zijn moeilijker te zaaien en te beheren (verschillende zaadgroottes, verschillende groeivormen, verschillende vernietigingswijzes). Daarnaast kunnen sommige soorten ook een antagonistisch effect hebben op de gewassen in de rotatie of andere groenbedekkers.

Andere onderzoekers rapporteren dan weer dat de opbrengst van groenbedekkersmengsels niet groter is dan de opbrengst van de meest productieve component. Zij zien echter wel positieve effecten in andere functies van groenbedekkersmengsels, zoals onkruidonderdrukking (Murrell et al., 2017).



Welke soortenmengeling is ideaal?

Hét ideale mengsel kunnen we niet geven, want een mengsel dat het goed doet in de ene situatie, doet het minder in een andere. Elke landbouwer kan voor zijn situatie, zijn land een ideaal mengsel uitzoeken (Summers et al., 2014). Groenbedekkermengsels gedragen zich variabel naar de omgeving/ situatie (Tribouillois et al., 2016; White et al., 2016).

Het is belangrijk om in de mengeling complementariteiten in de soorten na te streven. Dit kunnen complementariteiten zijn in functie (onkruidonderdrukking, diepe doorworteling, N-fixatie...) en in groeivorm (open groeivorm, korte dense groeivorm, klimmende groeivorm). Soorten mengen met verschillende groeivormen, zorgt voor een efficiënter gebruik van licht, water en plaats (White et al., 2016).

Ook de uitgangssituatie is bepalend: is het stikstofrijke of stikstofarme bodem? Wat is de zaaidatum? Hoe vroeger in het jaar, uit hoe meer soorten gekozen kan worden om het mengsel samen te stellen (White et al., 2016). Stefan Muijtjens (landbouwadviser, persoonlijke communicatie) raadt aan om bij inzaai na eind augustus te kiezen voor simpele en goedkope mengsels (bijvoorbeeld met granen). Groenbedekkermengsels behouden beter hun diversiteit wanneer zij voldoende tijd hebben gekregen om te groeien in de herfst (Murrell et al., 2017).

De meningen lopen uiteen over hoeveel soorten men best gebruikt in een groenbedekkermengsel. Miyazawa et al. (2014) vonden geen voordelen van driedelige tov tweeledige mengsels. White et al (2016) stellen voorop dat een mengsel van 3 tot 5 soorten ideaal is om een gelijkmatige biomassa-productie van alle soorten in het mengsel te bekomen en alle functies tot uiting te laten komen. Bij toenemend aantal soorten, zal de “return on investment” steeds kleiner worden, omwille van redundante functies. Een mengsel waarbij dezelfde functie verdeeld is over meerdere soorten, kan waarde hebben wegens teeltzekerheid. In een jaar dat de ene soort het minder doet, kan de andere dit dan wel compenseren. Stefan Muijtjens (Landbouwadviser, persoonlijke communicatie) ziet een ideaal groenbemestermengsel bestaan uit minstens 4 à 5 soorten. Bij mengsels van slechts 2 soorten overwoekert vaak één soort. Hoe diverser het mengsel, hoe beter. Verschillende soorten geven een verschillend wortelxudaat aan de bodem. Een diverser mengsel zou aldus het bodemleven en de bodembiodiversiteit bevorderen. Zover wij weten, zijn er geen wetenschappelijke studies die dit bevestigen.

Tips over verschillende soorten

Verschillende soorten groenbedekkers hebben elk hun eigen bijdrage aan bepaalde functies. Het is dan ook een kunst om de juiste soortensamenstelling te kunnen maken. Om inzicht te krijgen in de eigenschappen van verschillende soorten, kan de OSCAR ‘cover crop and living mulch toolbox’ worden geraadpleegd (<https://web5.wzw.tum.de/oscar/toolbox/database/>). Op deze site vind je een compact overzicht van verschillende soorten groenbedekkers en hun eigenschappen. Daarnaast kunnen ook overzichtstabellen geraadpleegd worden (Figuur 4; Figuur 5).



Table 1. Characteristics, ability to provide various services, and recommended planting date windows for non-legume winter cover crops commonly used in temperate cropping systems.

Species	Optimum Termination		Growth Form	Nitrogen retention	Nitrogen supply	Erosion Control	Alleviate Subsoil Compaction	Weed Suppression	Resources for Beneficial Insects	Habitat for Beneficial Insects	Forage Production	Planting date window, weeks before first killing frost	Potential Drawbacks
	ES to MS	SD to TO											
Cereal Rye (<i>Secale cereale</i>)	ES to MS	SD to TO		●	●	●	●	●	●	●	●	4 weeks prior to 6 weeks after	Narrow window for spring management due to rapid maturity progression in spring; Mature residues can immobilize nitrogen
Triticale (x <i>Triticosecalé</i>)	MS	SD to TO		●	●	●	●	●	●	●	●	4 weeks prior to 6 weeks after	Mature residues can immobilize nitrogen
Wheat (<i>Triticum aestivum</i>)	MS to LS	SD to TO		●	●	●	●	●	●	●	●	4 weeks prior to 3 weeks after	Mature residues can immobilize nitrogen
Spelt (<i>Triticum spelta</i>)	MS to LS	SD to TO		●	●	●	●	●	●	●	●	4 weeks prior to 6 weeks after	Mature residues can immobilize nitrogen
Annual Ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i>)	MS	SD		●	●	●	●	●	●	●	●	3 to 10	Mature residues can immobilize nitrogen
Oats (<i>Avena sativa</i>)	WK-25°	SD	1	●	●	●	●	●	●	●	●	3 to 10	Highly competitive against other species in the mix
Sorghum-Sudan grass (<i>Sorghum bicolor</i> X <i>S. bicolor</i> var. <i>sudanese</i>)	WK-32°	TO	1	●	●	●	●	●	●	●	●	8 to 12	Highly competitive against other species in the mix; high carbon residues can immobilize nitrogen
Forage Radish (<i>Raphanus sativus</i> var. <i>longipinnatus</i>)	WK-25°	SD	1	●	●	●	●	●	●	●	●	3 to 10	Highly competitive against other species in the mix
Canola (<i>Brassica rapa</i>)	ES to MS	SD to TO		●	●	●	●	●	●	●	●	3 to 10	Highly competitive against other species in the mix; can host pests of brassicaceous cash crops
Sunflower (<i>Helianthus annuus</i>)	WK-32°	TO	1	●	●	●	●	●	●	●	●	10 to 14	

ES= Early Spring; MS= Mid Spring; LS= Late Spring; WK-32°= Winter-kills after light frosts; WK-25°= Winter-kills after hard freezes; SD = Short, dense; TO= Tall, open; V= Vining; ● = Excellent ability; ● = Moderate ability; ● = Limited to no ability.

Notes
¹Winter-killed species provide no nitrogen retention in the winter and spring. ²N released rapidly following winter kill of these species is subject to leaching losses
³Forage radish provides excellent erosion control in the fall, but soil is left bare in spring after winterkilled residues decompose. ⁴Be aware of potential for prussic acid poisoning. ⁵ Low soil nitrogen availability can limit the growth of brassicas, reducing their weed suppression capacity. ⁶Forage varieties of canola (also known as rape) can have excellent feed value.
⁷Planting date recommendations from Cover Crop Solutions, LLC when available and personal experience otherwise.

Source: White et al., 2015. Making the Most of Mixtures: Considerations for Winter Cover Crops in Temperate Climates. eOrganic.eXtension.org.

Figuur 4: Overzichtstabel eigenschappen van verschillende soorten najaarsgroenbedekkers

Table 2. Characteristics, ability to provide various services, and recommended planting date windows for legume winter cover crops commonly used in temperate cropping systems.

Species	Optimum Termination	Growth Form	Nitrogen retention	Nitrogen supply	Erosion Control	Alleviate Subsoil Compaction	Weed Suppression	Resources for Beneficial Insects	Habitat for Beneficial Insects	Forage Production	Planting date window, weeks before frost ⁴	Potential Drawbacks
Red Clover (<i>Trifolium pratense</i>)	LS	SD	●	●	●	●	● / ● ²	●	●	●	8 to 12 or frost-seeded into small grain	
Austrian Winter Pea (<i>Pisum sativum subsp. arvense</i>)	LS	V	●	●	●	●	●	●	●	●	2 to 10	
Crimson Clover (<i>Trifolium incarnatum</i>)	MS	SD	●	●	●	●	●	●	●	●	3 to 10	
Hairy Vetch (<i>Vicia villosa</i>)	LS	V	●	●	●	●	●	●	●	●	2 to 10	Hard seed can cause delayed germination in subsequent cash crops, becoming a weed
Fava bean (<i>Vicia faba</i>)	WK-25°	TO	●	● ¹	●	●	●	●	●	●	8 to 10	Can build large populations of potato leafhopper, <i>Empoasca fabae</i> .
Sunhemp (<i>Crotalaria juncea</i>)	WK-32°	TO	●	● ¹	●	●	●	●	●	● / ● ³	10 to 14	
Soybean (<i>Glycine max</i>)	WK-32°	SD	●	● ¹	●	●	●	●	●	●	10 to 14	Can build populations of cash crop soybean pests

ES= Early Spring; MS= Mid Spring; LS= Late Spring; WK-32°= Winter-kills after light frosts; WK-25°= Winter-kills after hard freezes; SD = Short, dense; TO= Tall, open; V= Vining; ● = Excellent ability; ● = Moderate ability; ● = Limited to no ability.

Notes

¹ Released rapidly following winter kill of these species is subject to leaching losses. ²When frost-seeded into a small grain in late-winter, red clover provides excellent weed suppression after the small grain is harvested. When seeded in the summer, red clover is slow to establish and prone to weed invasions. ³Some varieties of sunhemp have high levels of alkaloids, which can be poisonous to livestock. The variety 'Tropic Sun' was bred to contain low alkaloid levels and is palatable to livestock. For optimum forage quality, sunhemp should be harvested within 30 days of planting, otherwise crude protein levels drop. ⁴Planting date recommendations from Cover Crop Solutions, LLC when available and personal experience otherwise.

Source: White et al., 2015. Making the Most of Mixtures: Considerations for Winter Cover Crops in Temperate Climates. eOrganic/eXtension.org.

Figuur 5: Vervolg overzichtstabel eigenschappen van verschillende najaarsgroenbedekkers



Uit onderzoek met groenbedekkers hebben onderzoekers volgende bevindingen gemaakt over de verschillende soorten:

Wanneer in de herfst nog een vlinderbloemige gezaaid moet worden, doet wikke het beter dan klavers (Creamer et al., 1997). Wanneer men toch nog klaver zou willen zaaien, stelden Vuylsteke et al. (2005) vast dat het mengen van rode klaver met een andere soort de onkruiddruk beperkte. Gele mosterd en *Phacelia* zijn het best voor beperking van de onkruiddruk in het najaar, rogge in het voorjaar (Vuylsteke et al., 2005). Ook Murrell et al. (2017) stelden vast dat rogge in het voorjaar in groenbedekkers sterk overheerst, zeker wanneer pas later in de herfst werd ingezaaid. Zij stelden tevens vast dat grassen het beter doen in mengsels dan in monocultuur, terwijl brassica's minder ontwikkelen in mengsels dan in monocultuur. Bij vlinderbloemigen hangt dit sterk af van de soort en zaaitijdstip. Tribouillois et al. (2016) stelden vast dat de vlinderbloemige over het algemeen minder competitief is tegenover andere groenbedekkers. Maar bij weinig beschikbare N, zijn ze minstens even competitief. Van alle soorten in mengsels stellen ze vast dat vlinderbloemigen vooral lijden onder de competitie met brassica's. De voordelen van een mengsel in te zaaien worden teniet gedaan als één van de componenten te overheersend is.

Japanse haver is een geliefde groenbedekker. Hij heeft een snelle opkomst, goede onkruidonderdrukking zowel in het voor- als najaar, is geen gastheer voor schadelijke aaltjes en vriest dood over de winter (Beeckman en Delanote, 2010). Beeckman en Delanote (2010) stelden vast dat bij het gebruik van Japanse haver in combinatie met een vlinderbloemige, Japanse haver niet te dicht gezaaid mag worden. De combinatie van Japanse haver met Alexandrijnse klaver kende de beste onkruidonderdrukking in vergelijking met de combinatie van Japanse haver met inkarnaatklaver, rode klaver of voederwikke. Alle mengsels gaven een gelijkaardige stikstofnalevering en opbrengst van het volggewas. In vergelijking met Japanse haver, onderdrukt *Phacelia* iets minder het onkruid. Na doodvriezen, is de biomassa van *Phacelia* broos en gemakkelijk onder te werken, terwijl het stro van Japanse haver taaier is en moeilijker onder te werken (Beeckman en Delanote, 2014; Den Herder, persoonlijke communicatie).

3.1.7 Welke zaaidichtheid?

In de USA (Penn State University) is een onderzoeksgroep gespecialiseerd in onderzoek over groenbedekkersmengsels. Zij stelden volgende vuistregels op voor de zaaidichtheid van groenbedekkersmengsels (White et al. 2016).

- Gebruik voor de vlinderbloemige component 80 – 100% van de zaaidichtheid in monocultuur.
- Reduceer voldoende de zaaidichtheid van zeer competitieve soorten, zoals bladrammenas (max 2-3 kg per ha), gele mosterd (max 2 kg per ha) haver en rogge (max 20 -30 kg per ha).
- De zaaidichtheid van andere grasachtigen kan met gemak worden teruggebracht tot de helft of een kwart van de zaaidichtheid in monocultuur.
- Bij het gebruik van soorten in het mengsel met redundante functies moet de zaaidichtheid verder verlaagd worden. De beste zaaidichtheid bekomt men door de zaaidichtheid zoals hierboven vooropgesteld te delen door het aantal redundante soorten.

In de biologische landbouw zaait men graag dik om voldoende onkruid te onderdrukken. Baraibar et al (2018) stelden vast dat met een lage zaaidichtheid van agressieve grasachtigen, een voldoende onkruidonderdrukking bekomen kan worden. Door de zaaidichtheid van deze agressieve soorten laag te houden, blijft er ruimte voor



andere soorten die andere agroecosysteemdiensten kunnen leveren. Ze zien bij een zaaidichtheid van 20 kg rogge per ha een goede onkruidonderdrukking en dat rogge nog ruimte laat in de lente voor andere soorten (zoals vlinderbloemigen).

Voor de proeven op Inagro gebruikte men doorgaans: ½ dosis haver of *Phacelia* en 2/3 dosis vlinderbloemige. Er zijn hiermee goede resultaten bekomen, maar er kan hier zeker ook van afgeweken worden (Beeckman en Delanote, 2010; Beeckman en Delanote, 2014).

3.2 BEMESTINGSPROEVEN INAGRO AFDELING BIOLOGISCHE PRODUCTIE

Bemesting in de biologische teelten berust voornamelijk op een beredeneerde rotatie met (vlinderbloemige) groenbedekkers en toepassing van een basisbemesting met traagwerkende bemestingsvormen zoals stalmest en compost. Voor de meer stikstofbehoefte teelten wordt soms een aanvullende bemesting bij planten of een bijbemesting tijdens de teelt toegepast. Boeren gaan op zoek naar de meest efficiënte bemesting qua vorm, hoeveelheid, tijdstip en wijze van toepassing. Het laatste decennium heeft de afdeling biologische productie van Inagro vele proeven uitgevoerd om antwoorden te zoeken op deze vragen. In dit rapport worden de resultaten van de bemestingsproeven op de afdeling biologische productie van Inagro samengevat. De meeste bemestingsproeven zijn uitgevoerd in bloemkool en prei, twee stikstofbehoefte gewassen. Daarnaast zijn er enkele proeven uitgevoerd in aardappelen, knolselder en granen. De meeste proeven focussen op de vraag of het gebruik van organische korrelmeststoffen een meerwaarde betekent en hoeveel zij best gedoseerd worden. Ook het type basisbemesting werd onderzocht met eenjarige proeven en met een 12-jarige proef. Het onderstaande overzicht geeft de eenjarige proeven weer per gewas en het besluit van de meerjarige compostproef.

De N-bemestingsadviezen zoals ze op dit ogenblik geformuleerd worden door Inagro, PCG en PSKW voor de gangbare teelt, zijn gebaseerd op het Duitse KNS-systeem (Feller, 2011). Aan de hand van proefveldresultaten werden de Duitse tabellen aangepast aan de Vlaamse omstandigheden en bij Inagro ook uitgebreid voor akkerbouwmatige teelten zoals aardappelen en mais (Coopman *et al.*, 2014). Op basis van de minerale N-voorraad in de bewortelbare zone van de bodem, de verwachte N-opname tijdens het verdere verloop van de teelt en een rudimentaire inschatting van de N-mineralisatie op basis van door de teler aangeleverde informatie wordt een advies (N-gift) voor het verdere verloop van de teelt geadviseerd.

Naast dit type advisering, verstrekt door Inagro (**advies KNS Inagro**), werd voor het instellen van de N-gift ook gebruik gemaakt van een voor biologische teeltomstandigheden door Inagro opgemaakt advies, dat ook de balansberekening volgens KNS hanteert maar waarbij de N-vrijstelling uit organische bemesting en gewasresten naar boven en de stikstofopname door het gewas naar beneden wordt bijgesteld (**bio-advies Inagro**). Dit resulteert in een lager stikstofbemestingsadvies voor bio, wat ook wenselijk blijkt. Om die reden werd de stikstofdosering in de beschreven proefopzetten met organische korrelmeststoffen soms ook ingesteld op ½ of ¾ van het 'KNS Inagro' advies (½ of ¾ **advies KNS Inagro**).



3.2.1 Eenjarige proeven per teelt

Bloemkool

Eerste teelt bloemkool

Tussen 2007 en 2015 werden 8 bemestingsproeven uitgevoerd in de eerste teelt bloemkool. In alle jaren volgde deze bloemkoolteelt op een voortelt graan waarin witte klaver werd ondergezaaid als groenbedekker en werd er een basisbemesting met stalmest uitgevoerd. Deze beide aspecten zijn belangrijk in de interpretatie van de onderzoeksresultaten. In deze proeven werd het toepassen van organische korrelmeststoffen vergeleken met geen toepassing van organische korrelmeststoffen. De aangewende organische korrelmeststoffen zijn relatief rijk aan stikstof en arm aan fosfor met het oog op een voldoende stikstofvoorziening in combinatie met een beperkte aanvoer van fosfor (vb. bloedmeel, OPF (zuiver plantaardig), Biomix 1 (11-3-0), ...). In 4 van de 8 proeven werd noch een significante meeropbrengst noch een betere kwaliteit vastgesteld waar aanvullend bemest werd met organische korrels of drijfmest tegenover geen aanvullende bemesting naast de basisbemesting met stalmest (2007, 2008, 2013 en 2015). In slechts 2 proeven werd na bijbemesting een meeropbrengst gezien (2011, 2014). In 4 proeven werd na bijbemesting een verhoging van de kwaliteit vastgesteld (2010, 2011, 2012, 2014). Waar de proefopzet een bemestingstrap betrof, werd enkel een kwaliteitsverbetering vastgesteld bij de laagste trap (2012, 2014). Een beperkte gift aan organische korrels bij aanvang van een eerste teelt bloemkool kan een meerwaarde hebben en bijdragen aan meer teeltzekerheid. Tegelijk kan deze bemesting ook aanleiding geven tot een hogere nitraatstikstofrest na de teelt. Dit was in deze proeven niet eenduidig het geval. Hiermee moet rekening gehouden worden bij de planning en bemesting van de volgteelt/groenbedekker.

In 2007 en 2008 werd bijbemesting met runderdrijfmest versus bijbemesting met bloedmeelkorrels vergeleken. In 2007 werd bovenop de basisbemesting met stalmest, 50 of 100 kg N bijbemest onder de vorm van runderdrijfmest, bloedmeel of een combinatie van beide. Er was geen 0-object. Het resultaat voldeed bij alle objecten, maar enkel de combinatie van runderdrijfmest én bloedmeel (bovenop de basisbemesting met stalmest) resulteerde in een significante meeropbrengst. In 2008 was het proefopzet vergelijkbaar en werd ook een 0-object (enkel stalmest) meegenomen. De opbrengst was voor alle objecten behoorlijk met een iets lagere opbrengst voor het 0-object en een vergelijkbare opbrengst voor de overige objecten. De nitraatstikstofresiduen waren in 2008 opvallend hoger (100 à 150 kg NO₃⁻-N/ ha in de 0-60 cm bodemlaag) dan in 2007 (30 à 50 kg NO₃⁻-N/ ha in de 0-60 cm bodemlaag) met weinig eenduidige trends tussen de verschillende objecten.

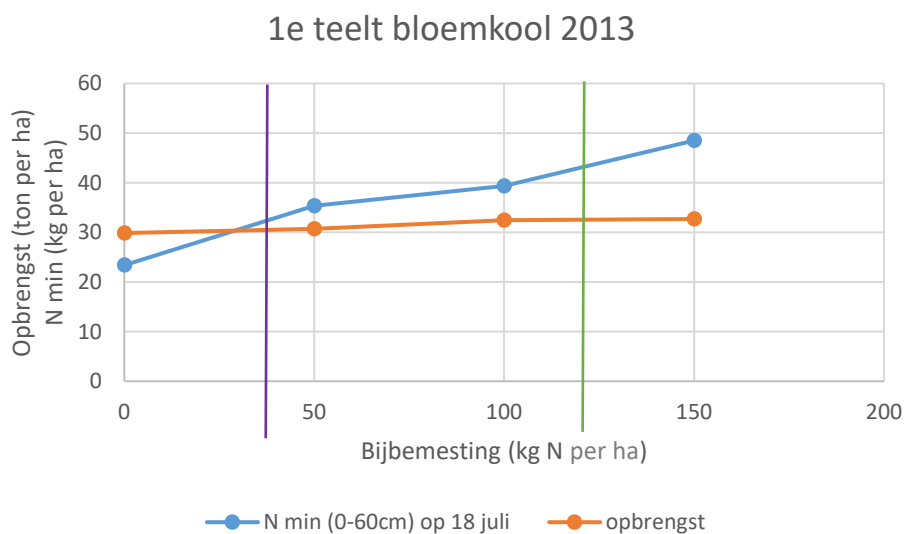
Verschillende types organische korrelmeststoffen werden getest in 2010 en 2011. In 2010 werd 100 kg N/ha bijbemest tijdens de teelt bij het schoffelen (= advies KNS Inagro). In 2011 werd eenzelfde dosis toegediend bij planten (= ¾ advies KNS Inagro). In beide jaren werd ook een 0-object meegenomen. De geteste organische korrelmeststoffen blijken maar weinig onderling te verschillen in werking aangezien geen significante opbrengst- of kwaliteitsverschillen gevonden werden. Hun impact op het nitraatstikstofverloop bleek wel verschillend. Dit verschil was variabel in de verschillende proeven, waardoor we geen conclusies kunnen trekken over het effect van bepaalde producten op het nitraatstikstofverloop. In beide jaren bleef het onbemeste object achter in opbrengst en gewasstand. Na de oogst was de nitraatstikstofrest in de bemeste veldjes in 2011 (grootteorde 140 kg NO₃⁻-N/ ha in de 0-60 cm bodemlaag) opvallend hoger dan in 2010 (grootteorde 50 kg NO₃⁻-N/ ha in de 0-60 cm bodemlaag).



In 2012 en 2013 werden, bovenop de basisbemesting met stalmest, verschillende hoeveelheden N (0 tot 150 kg/ha, afhankelijk van proefjaar) met organische korrel toegediend, hetzij in de rij, hetzij volvelds en hetzij bij planten, hetzij 4 weken na planten. Een bijbemesting resulteerde steeds in een meeropbrengst. Hierbij was het dosiseffect beperkt. De verschillen tussen volvelds en rijenbemesting enerzijds en bij planten versus 4 weken na planten waren beperkt en niet eenduidig. De nitraatstikstofresiduen op het einde van de teelt waren in beide jaren laag en weinig verschillend tussen de objecten (20 à 40 NO₃⁻-N/ ha in de 0-60 cm bodemlaag).

In 2014 werd onderzocht of een gift van een verse snede grasklaver dienst kan doen als snelle bemestingsvorm, in de plaats van organische korrelmeststoffen. Dit bleek het geval te zijn. In 2015 werd dit resultaat bevestigd. Hier werd in plaats van een verse snede grasklaver bemest met ingekuilde grasklaver. In beide jaren werd er ook een gangbaar (KNS Inagro) en een 'biologisch' advies (bio-advies Inagro) geformuleerd. Hierbij kwam het bio-advies uit op ongeveer de helft van het gangbare advies. Er werden geen significante opbrengstverschillen vastgesteld tussen beide dosissen.

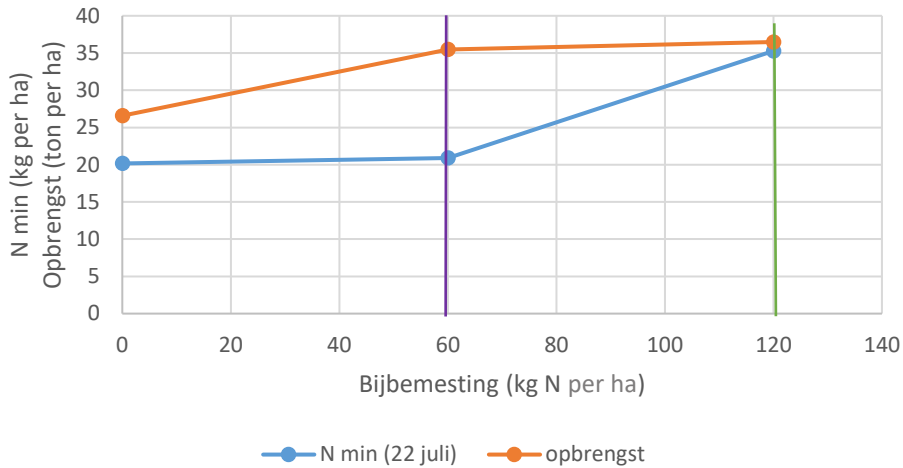
Onderstaande figuren (Figuur 6 en Figuur 7) tonen de marktbaar opbrengst en het minerale stikstofresidu (na oogst in juli) bij de proeven in de eerste teelt bloemkool in 2013 en 2014. De groene lijn toont het gangbare advies (KNS Inagro advies), de paarse lijn het bio-advies Inagro (Figuur 6) of ½ KNS Inagro advies (Figuur 7). De opbrengstwinst tussen bemesten volgens het gangbare advies en het bio-advies of de helft van het gangbare advies is klein en niet significant. Hieruit kunnen we besluiten dat een voor de biologische teelt aangepast advies voldoende is voor een kwalitatieve teelt. Het minerale N-residu is duidelijk hoger bij het gangbare advies versus het bio-advies Inagro en ½ KNS Inagro advies.



Figuur 6 : Marktbaar opbrengst en minerale stikstofrest (Nmin) bij verschillende graad van bemesting (bemestingsproef 1^e teelt bloemkool 2013). Groene lijn: KNS Inagro advies. Paarse lijn: bio-advies Inagro.



1e teelt bloemkool 2014



Figuur 7: Marktbaar opbrengst en minerale stikstofrest (Nmin) bij verschillende graad van bemesting (bemestingsproef 1^e teelt bloemkool 2014). Groene lijn: KNS Inagro advies; Paarse lijn: 0.5*KNS Inagro advies.

Tweede teelt bloemkool

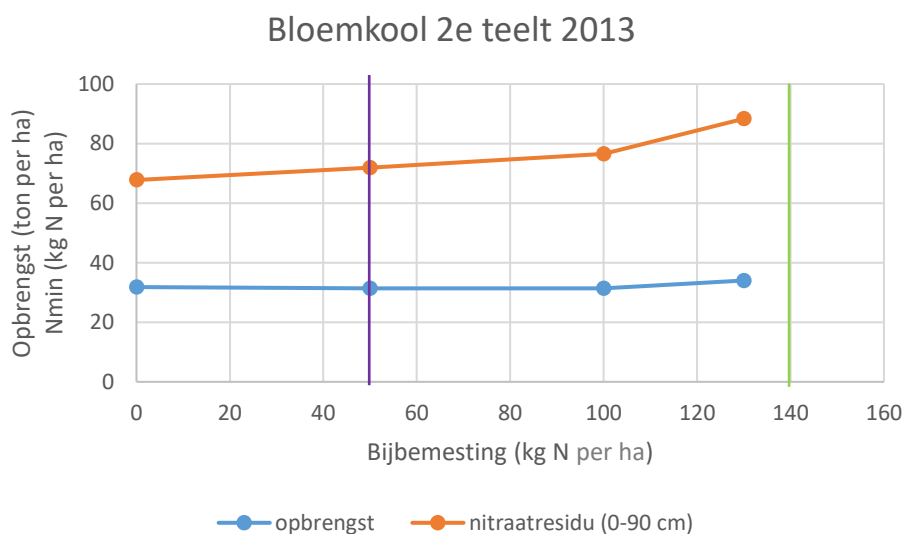
Een tweede teelt bloemkool verschilt van de eerste aangezien zij van start kan gaan op een moment dat de mineralisatie uit de bodem organische stof en uit organische bemesting reeds op volle toeren draait. Daarnaast kan zij ook nog genieten van de vrijstelling van organische stikstof uit de oogstresten van de eerste teelt. Telers twifelen echter vaak of zij op dit moment nog moeten bemesten en hoeveel. Een stikstofstaal kan hen helpen bij die keuze. Bemestingsproeven (2013 -2015) op Inagro tonen aan dat de adviezen op stalen genomen bij planten niet eenduidig te volgen zijn.

Onderstaande figuren (Figuur 8, Figuur 9 en Figuur 10) tonen de gemiddelde marktbaar opbrengst bij tweede een teelt bloemkool bij verschillende bemestingen. Vóór planten werd een bodemstaal genomen ter bepaling van de minerale stikstofvoorraad, op basis waarvan een bemestingsadvies geformuleerd werd (2013 en 2014). In 2015 werd er geen advies opgemaakt bij planten, maar enkel op basis van eens staalname 4 weken na planten. De groene lijn in de figuren toont het gangbaar advies, de paarse lijn het bio-advies. In de drie jaren waarin een bemestingsproef in de tweede teelt bloemkool werd aangelegd, werden er geen significante verschillen gevonden in opbrengst en kwaliteit tussen de onbemeste plot en de verschillende bemestingstrappen. Onderstaande figuren tonen dat bemesting volgens gangbaar advies, kan leiden tot een te hoog nitraatstikstofresidu in het najaar.

In de proeven van 2013 en 2014 werden naast objecten waarbij organische korrelmeststoffen toegediend werden bij planten, tevens objecten vooropgesteld waarbij er zou bijbemest worden op basis van een staalname 6 weken na planten. In beide proeven werd er 6 weken na planten volgens het gangbaar advies aangeraden om niet meer bij te bemesten. Het advies bij planten was in 2013: 140 kg N per ha en in 2014: 120 kg N per ha. De adviezen bij planten geven dus een foute inschatting van meer dan 100 kg N per ha. Dit is hoogstwaarschijnlijk te verklaren door een onderschatting van de bijdrage vanuit de oogstresten (dit wordt meegenomen voor 85 kg

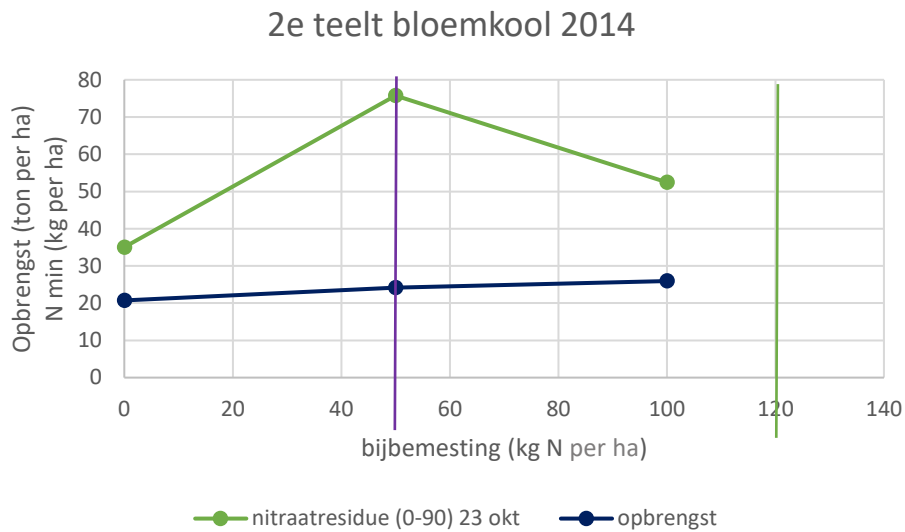


N per ha) en de bodemorganische stof. Het gangbare advies van 2015 op 4 weken na planten, was tevens te hoog want gaf geen aanleiding tot een hogere opbrengst, maar enkel tot een hoger nitraatstikstofresidu in het najaar. Gebaseerd op bovenstaande vaststellingen en op de niet significante opbrengst- en kwaliteitsverschillen, zou men kunnen besluiten dat het voor een tweede teelt bloemkool raadzaam is om te bemesten op basis van een staalname 4 weken na planten. Daarbij wordt een deel van de tijdens de teelt uit oogstresten en bodemorganische stof vrijgestelde stikstof al mee gemeten. De N-werking van een op basis van dat advies verstrekte bemesting kan evenwel te laat komen voor een voldoende benutting door de bloemkool. Een bemesting op basis van een minerale stikstofbepaling voor planten kan daarom nog de beste strategie zijn op voorwaarde van een correcte inschatting van de N-vrijstelling uit de gewasresten van de eerste teelt, de eerder verstrekte basisbemesting en de bodem organische stof.

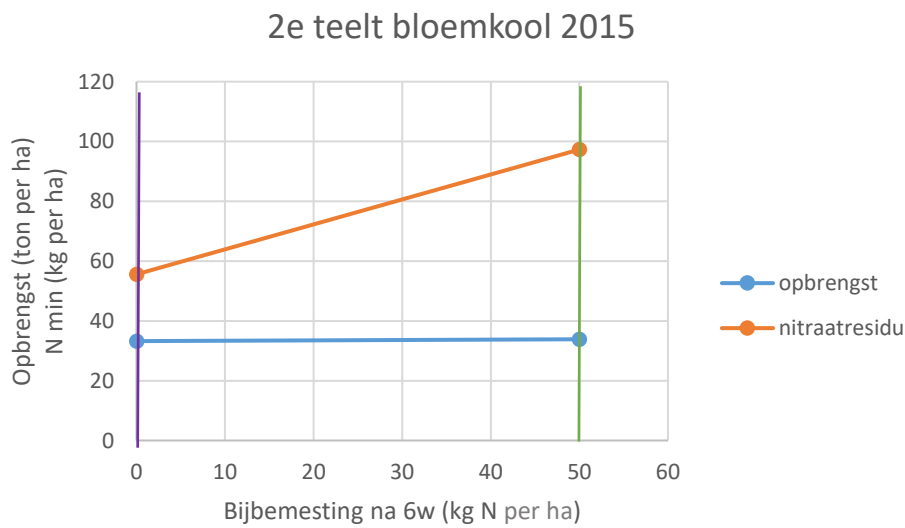


Figuur 8: Marktbaar opbrengst en nitraatstikstofresidu (Nmin) bij verschillende graad van bemesting (bemestingsproef 2^e teelt bloemkool 2013, bemestingsadvies bij planten). Groene lijn: KNS Inagro advies. Paarse lijn: bio-advies Inagro.





Figuur 9: Marktbare opbrengst en nitraatstikstofresidu (Nmin) bij verschillende graad van bemesting (bemestingsproef 2^e teelt bloemkool 2014, adviezen bij planten). Groene lijn: KNS Inagro advies. Paarse lijn: bio-advies Inagro.

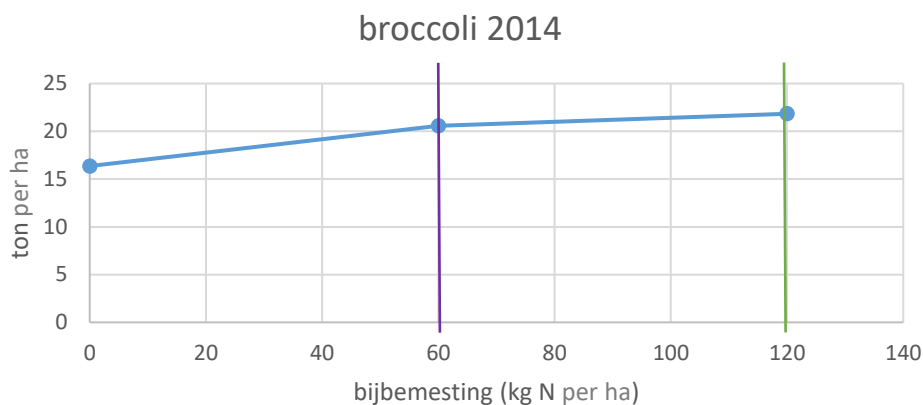


Figuur 10: Opbrengst en nitraatstikstofresidu (Nmin) bij verschillende graad van bemesting (bemestingsproef 2^e teelt bloemkool 2015, adviezen 4 weken na planten). Groene lijn: KNS Inagro advies. Paarse lijn: bio-advies Inagro.



Broccoli

Slechts in 1 proefjaar (2014) heeft een bemestingsproef in broccoli plaatsgevonden. Er werd onderzocht of bijbemesting volgens ½ KNS Inagro advies of gangbaar advies (KNS Inagro) een meerwaarde biedt in de voorjaarsteelt broccoli. Een gift van organische korrels (60 kg N/ha uit OPF) bij planten volgens bio-advies gaf een meeropbrengst tegenover het object waar geen korrels gegeven werden (Figuur 11). Er werd in alle objecten een basisbemesting met stalmest uitgevoerd. Een gift aan organische korrels volgens het 'gangbaar' advies (120 kg N/ha uit OPF), bleek geen meeropbrengst of kwaliteitswinst in te houden.



Figuur 11: Opbrengst bij verschillende graad van bemesting (bemestingsproef broccoli 2014). Groene lijn: KNS Inagro advies. Paarse lijn: ½ KNS Inagro advies.

Prei

In de periode van 2010 tot 2017 vond er jaarlijks een bemestingsproef in prei plaats op het biologisch proefbedrijf van Inagro. In 7 van de 8 proefjaren volgde prei op grasklaver die 1,5 jaar werd aangehouden en in het voorjaar voor de teelt werd ondergewerkt. De vrijstelling van stikstof uit de grasklaverzode blijkt een belangrijke bijdrage te leveren en middelt de effecten van verschillende bemestingsobjecten uit.

In 2 (2011 en 2013) van de 4 proefjaren (2011-2014) waar een onbemest object (geen basisbemesting met dierlijke mest) was meegenomen, was de opbrengst van het onbemeste object niet verschillend van de opbrengst van de bemeste objecten (met stalmest, drijfmest of compost). In 2 proefjaren (2012 en 2014) werd door de bemesting met stalmest wel een significant hogere meeropbrengst van 1 à 2 ton per ha vastgesteld.

In de 6 proeven (2010, 2012, 2013, 2014, 2015 en 2016) werd de waarde van een gift organische korrelmeststof nagegaan bovenop een basisbemesting met stalmest, telkens als bijbemesting tijdens de teelt. Een trend doorheen deze proeven is dat een kleine bijbemesting aanleiding geeft tot een beperkte meeropbrengst, zij het vaak niet significant. Dit geldt ook voor de kwaliteit.

Deze giften waren gebaseerd op KNS Inagro advies (doorgaans hoogste dosis) of bio-advies Inagro (doorgaans laagste bijbemesting). Er werd vastgesteld dat de nalevering uit grasklaver in KNS Inagro niet of zeer weinig (50 kg N per ha) werd meegenomen in de adviezen. Daarom werd de vergelijking met de adviezen irrelevant bevonden om hier te vermelden. Een werkpunt voor de huidige adviezen is om de nalevering uit grasklaver beter



mee te rekenen. Goede cijfers van nalevering van minerale N uit grasklaver blijken moeilijk te vinden. In een rotatieproef uitgevoerd in 2016 op Inagro, bleek het verschil in minerale N in de bodem tussen snijmais als voorvrucht en grasklaver als voorvrucht op 12 september in het voljaar 130 kg N per ha. Prei was het volggewas. De opbrengst van prei was op dat moment weinig verschillend. Dus kunnen we een gelijkaardige opname veronderstellen van minerale N door het gewas. Hieruit volgend kunnen we de nalevering uit grasklaver schatten op minstens 130 kg N per ha. Dit ligt veel hoger dan de 50 kg N per ha die in het advies wordt meegerekend voor een goed ontwikkelde grasklaver die in het voorjaar wordt ondergewerkt.

In 2010 werd een gift van organische korrelmeststoffen van 50 kg N per ha in het najaar en in het voorjaar bij winterprei vergeleken. De meeropbrengst bleef beperkt tot 1 ton en was niet significant.

In 2011 werden verschillende producten kippenmest en geitenstalmest vergeleken in een teelt van herfstprei. De voorsteelt dit jaar waren zomerveldbonen met Japanse haver als groenbedekker. Bij toediening van de meest reactieve bemestingsproducten (verse kippenmest en kippenmestkorrel) werd vastgesteld dat deze de mineralisatie uit de bodem organische stof verder versterken (priming effect). Bij de geitenstalmest daarentegen was er 4 weken na planten een negatieve netto vrijstelling van minerale stikstof. Er vond dus immobilisatie plaats bij de verwerking van de geitenstalmest. De opbrengst was niet significant verschillend tussen de verschillende bemestingsvarianten en het onbemeste object. Ook in deze proef zien we een belangrijke bijdrage van de voorsteelt.

In 2012 en 2013 werden verschillende vormen van basisbemesting (stalmest, compost) vergeleken met een onbemest object of een object waar de snede van de grasklaver mee was ingewerkt met de zode. Binnen dezelfde basisbemesting werd bijbemesting met verschillende trappen organische korrelmeststoffen vergeleken. In beide jaren was de opbrengst na stalmentoediening hoger dan na composttoediening (in 2012 een significant verschil, in 2013 niet significant). Het inwerken van de snede grasklaver resulteerde in een opbrengst die tussen stalment en compost in zat. Bijbemesting in september met organische korrelmeststoffen gaf aanleiding tot gemiddeld 1 ton per ha extra. Deze meeropbrengst was niet significant. Het nitraatstikstofresidu nam wel significant toe bij de verschillende trappen, wat er op wijst dat de stikstof uit de organische korrelmeststoffen onderbenut werd.

In 2014 werd toepassing van stalment, grasklaver maaimeststof en organische korrelmeststoffen, afzonderlijk of in combinatie vergeleken. De toepassing van de maaimeststof resulteerde niet in een significant hogere opbrengst, terwijl de stalmentoepassing en de bijbemesting met handelsmeststof dit wel deed. De toepassing van handelsmeststoffen resulteerde tevens in een hoger nitraatstikstofresidu.

In 2015 en 2016 werden verschillende trappen bijbemesting met OPF getest, 6 weken na planten en in september. Er werd volvelds bemest met 20 ton per ha runderstalmest. In beide proefjaren werd geen verschillende opbrengst behaald, maar wel een hoger nitraatstikstofresidu na hogere toepassing van OPF korrelmeststof.

In 2017 was er tevens een proef gepland met verschillende trappen korrelmeststoffen. De minerale N-gehalten gedurende de teelt waren echter zo hoog, dat er in heel de proef geen korrelmeststoffen toegepast zijn en dat de geplande proef aldus niet is doorgegaan.

We kunnen besluiten dat de voorsteelt van grasklaver een grote bijdrage levert aan het daaropvolgende preigewas. Doorheen de jaren zijn de opbrengsten prei op het biologische proefbedrijf bovengemiddeld voor



biologische prei. We stellen vast dat een basisbemesting met stalmest of compost of een snede grasklaver kan bijdragen aan de teeltzekerheid en dat bijbemesten met korrelmeststoffen door de band genomen, wanneer prei wordt geteeld na een vlinderbloemige voorteelt, niet nodig is, want dit zal zelden resulteren in meeropbrengst of betere kwaliteit, maar wel leiden tot hogere nitraatstikstofresidu's.

3.2.2 Aardappelen

In de teelt aardappelen heeft de afdeling biologische productie van Inagro vier bemestingsproeven uitgevoerd. De proeven in 2011, 2012 en 2013 waren opgezet om een antwoord te bieden op de vraag of aardappelen baat hebben bij een vorm van snelle stikstof in plaats van een basisbemesting met stalmest. In 2011 behaalden de aardappelen die een bijbemesting kregen met organische mestkorrels aan 80 kg N per ha, bovenop de basisbemesting met stalmest, een hogere opbrengst dan zonder bijbemesting met organische korrels. In 2012 en 2013 werd stalmest met verschillende doseringen bijbemesting vergeleken met bemesting met grasklaver of luzernekuil en gecombineerde toepassing van drijfmest met compost. In 2012 resulteerde bijbemesting met organische korrelmeststoffen bovenop de stalmestgift in een kleine meeropbrengst, maar in 2013 niet. In 2013 werd de hoogste opbrengst bekomen na bemesting met grasklaverkuil, in 2012 de laagste met luzernekuil. De kwaliteit van de kuil was echter zeer verschillend tussen beide jaren. In 2013 was deze zeer goed, in 2012 was het droog en stengelig materiaal. Bemesting met een maaimeststof (grasklaver of luzerne) is evenwaardig aan bemesting met stalmest onder de voorwaarde dat het kwalitatief goed materiaal betreft. In de proef in 2015 werden verschillende toepassingswijzen van grasklaverkuil vergeleken met stalmest. Hieruit leerden we dat een basisbemesting met grasklaver evenwaardig is aan stalmest. Waar geen basisbemesting werd toegepast, was de opbrengst wel minder in alle proefjaren. We kunnen besluiten dat een basisbemesting belangrijk is in aardappelen, maar dat het type mest (stalmest, drijfmest, kuil..) weinig impact blijkt te hebben op de opbrengst en kwaliteit.

3.2.3 Knolselder

In knolselder vonden verschillende proeven (2014, 2015, 2016 en 2017) plaats waar de waarde van verschillende strategieën voor bijbemesting (vnl dosis en timing) met organische korrelmeststoffen bovenop een basisbemesting met stalmest werden vergeleken. Door hoge minerale N-gehalten bij staalname voor advies, kon enkel de proef van 2015 worden gevalideerd. Een kleine bijbemesting bij planten gaf aanleiding tot 6 ton per ha extra (niet significant). 25 of 50 kg N per ha maakte geen verschil. Hetzelfde resultaat werd gerealiseerd met een bijbemesting van 50 kg N per ha tijdens de teelt. 50 kg N per ha tijdens de teelt bovenop een startbijbemesting van 25 of 50 kg N per ha gaf 4 ton extra (= 10 ton per ha verschil met geen bijbemesting en significant verschillend) en gaf aanleiding tot overschrijding van de nitraatstikstofresidunorm. In de eerste 4 weken na planten neemt knolselder amper stikstof op. Knolselder zal dus pas in de zomer echt stikstof beginnen opnemen wanneer de N-beschikbaarheid reeds hoog is door mineralisatie van bodemorganische stof en organische bemesting.

3.2.4 Granen

Tot slot is ook de meerwaarde van bemesting met organische korrelmeststoffen in granen onderzocht. Uit de proef van 2008 in zomertarwe bleek een dubbele gift van organische korrelmeststoffen (bij aanvang en halverwege de teelt) te resulteren in de hoogste opbrengst en hoogste eiwitgehalte. Het verschil met bemesting met drijfmest of kippenmest was echter klein en ook via deze mestvormen kon een goede opbrengst en



bakkwaliteit bekomen worden. De proeven in 2009 en 2010 bleken dit te bevestigen. Waar geen bemesting werd toegepast, bleef de opbrengst achter, tegenover de bemesting met organische handelsmeststoffen, kippenmestkorrels, runderdrijfmest (allen 60 kg effectieve N). In de bemestingsproef in triticale in 2011 werd een hogere opbrengst bekomen na toediening van organische korrelmeststoffen in vergelijking met drijfmest (gelijke dosis effectieve N). Echter de kost van de handelsmeststoffen en de lage waarde van triticale, zorgen ervoor dat deze meeropbrengst niet gevaloriseerd kan worden in het saldo. Drijfmesttoepassing blijkt de meeste zekerheid te bieden bij bemesting in het voorjaar, wanneer deze onder goede omstandigheden kan toegepast worden.

3.2.5 Meerjarige compostproef

Gedurende twaalf jaar werd een bemestingsproef aangehouden waarin verschillende vormen van basisbemesting met elkaar werden vergeleken: (1) stalmest + drijfmest, (2) stalmest + drijfmest + groencompost tot norm 2003, (3) drijfmest + handelsmeststoffen naar plantbehoefte, (4) CMC compost + handelsmeststoffen, (5) groencompost + handelsmeststoffen, (6) runderstalmest. Elk jaar werd het gewas opgevolgd en werd de impact op de nutriëntengehalten en bodemkwaliteit gemeten. De objecten 1, 2 en 4-6 worden aanzien als strategieën die aanleunen bij de biologische praktijk waarbij zowel bodem- als plantenvoedend wordt gewerkt. Strategie 3 is gericht op een minimale aanbreng van organische stof, en is niet eigen aan een biologische praktijk.

Het koolstofgehalte in de bodem van de objecten met compost vertonen de hoogste waarde van de behandelingen na 2 gewasrotaties. Het laagste koolstofgehalte over de twaalf jaren is opgemeten bij bemesting met drijfmest en handelsmeststof. De objecten met CMC-compost of stalmest vertonen een intermediair koolstofgehalte. Het object dat de organische stof opbouw minimaliseert (object met drijfmest) kent een eerder negatieve trend in het C-gehalte. Vooral groencompost draagt bij tot een opbouwende trend. De overige objecten kennen een stabiele tot licht stijgende trend. Hieruit kunnen we besluiten dat elk van de 'biologische' bemestingsstrategieën een behoud van de bodemvruchtbaarheid waarborgt, wanneer we het koolstofgehalte zien als een maat voor bodemvruchtbaarheid.

Object 3, dat bemest wordt met handelsmest en drijfmest, vertoont de hoogste nitraatstikstofresidu's. Het nitraatstikstofresidu voor de andere objecten was gelijkaardig aan elkaar. Er werd geen eenduidige invloed op N-mineralisatie vastgesteld.

Gewasopbrengst was sterk afhankelijk van externe factoren waardoor effecten van bemesting werden gemaskeerd. Enkele factoren die een rol spelen bij de teeltopbrengst en zo mogelijk een bemestingseffect maskeren zijn het gebruik van groenbemesters, teeltrotatie, voortelt en bodembewerking.

Zowel in nutriëntengehalten als in opbrengst en kwaliteit van het gewas werden weinig verschillen gevonden. Persoonlijke overwegingen van de teler alsook economische overwegingen kunnen dus de doorslag geven inzake de strategie die op het bedrijf wordt aangehouden. Mits een juiste inschatting van de stikstoflevering uit organische bemesting en een goed management van vlinderbloemige groenbemesters zijn in de biologische landbouw verschillende bemestingsstrategieën mogelijk. Vooral groencompost draagt bij tot het verhogen van het koolstofgehalte van de bodem.



3.2.6 Besluit

Uit de bemestingsproeven leerden we volgende zaken:

- De bemestingsproeven bevestigen dat het naar Vlaamse omstandigheden bijgestelde Duitse KNS-adviesstelsysteem zoals het toegepast wordt door Inagro (KNS Inagro advies) de netto stikstofmineralisatie onderschat en/of de stikstofopname overschat bij toepassing in de biologische teelt. Wat de onderschatting van de N-mineralisatie betreft, schat de teeltvoorlichting in bio de werking van de groenbemesting en traag werkende bemestingsvormen hoger in (mondelinge mededeling Lieven Delanote). Wat de overschatting van de stikstofopname betreft, pakken opbrengsten doorgaans wat lager uit in de biologische teelt dan in de gangbare, afhankelijk van het type teelt. Daarom zal bij de balansberekening voor een stikstofbemestingsadvies in bio door Inagro (bio-advies Inagro) de vrijstelling van stikstof uit groen- en basisbemesting naar boven en de stikstofopname naar beneden worden bijgesteld overeenkomstig een voor de biologische teelt realistische opbrengst.
- De voortelt en groenbemesters hebben een grote impact op de opbrengst en kwaliteit van het volggewas. Deze impact weegt in een aantal gevallen zwaarder door dan de gerealiseerde bemesting.
- Meerdere wegen leiden naar Rome. Het uitvoeren van een basisbemesting is belangrijk. Doorheen de verschillende proeven zijn er weinig verschillen vastgesteld bij toepassing van compost, stalmest of kuil op de opbrengst en de kwaliteit van het volggewas.
- Biologische boeren verkiezen voorafgaand aan de teelt te bemesten met dierlijke mest of compost en het gebruik van organische korrelmeststoffen te beperken. Het aanvullen of bijbemesten met deze organische korrelmeststoffen is vooral van belang bij vroeg geplante teelten met een vroege stikstofbehoefte. Als dit korte teelten betreft, gevolgd door een nateelt, moet hiermee rekening gehouden worden in de bemesting van de betreffende volgteelt. Bij late teelten bestaat het risico dat bij onderbenutting van de uit de korrelmeststoffen vrijgestelde N de norm voor het nitraatstikstofresidu overschreden wordt. Dit geeft het belang aan van een gepaste advisering. In groenten vertaalt een meeropbrengst door toepassing van organische korrelmeststoffen zich doorgaans in een verhoging van het gewassaldo gezien de hoge productiewaarde voor biologische teelten (mondelinge mededeling Lieven Delanote). Uit de voorgestelde proefopzetten blijkt de toepassing van organische korrelmeststoffen vaak eerder overbodig te zijn (prei na grasklaver, tweede teelt bloemkool, ...). Het gebruik van organische korrelmeststoffen kan beperkt worden wanneer bij advisering de stikstofvrijstelling uit de basisbemesting, groenbedekkers, gewasresten en bodem organische stof accurater kan ingeschat worden. De boer geeft zo niet nodeloos geld uit aan organische korrelmeststoffen en het risico op te veel minerale stikstof in de bodem in het najaar wordt teruggedrongen.



3.3 SAMENVATTING BEMESTINGSPROEVEN VOOR DE BIOLOGISCHE FRUITTEELT – PCFRUIT VZW – PPS (2013-2018)

Binnen de biologische fruitteelt werd in het verleden heel weinig aandacht besteed aan onderzoek rond bemesting, wat maakte dat de continuïteit van de productie en een voldoende bewaarbaarheid niet altijd behaald werden. Een onvoldoende N-opname door een te lage stikstofbeschikbaarheid leidt tot te laag stikstofgehalte in het blad, wat zich niet alleen vertaalt in een mindere vruchtkwaliteit (minder lange bewaarbaarheid) maar ook in een mindere bloembotkwaliteit, waardoor de opbrengst lager komt te liggen. Hierdoor gaat een gedeelte van het productiepotentieel verloren. In de biologische fruitteelt is vooral een voldoende stikstofbeschikbaarheid op het einde van de bloei van belang. De minerale stikstofreserve in de 0-30 cm bodemlaag wordt gebruikt als indicator voor de stikstofbeschikbaarheid.

Bij aanvang van de hierna besproken projecten, met looptijd 2012-2018, waren er twee belangrijke knelpunten: (i) onvoldoende kennis omtrent de benodigde stikstofbeschikbaarheid vanuit bodem en organische bemesting voor een voldoende stikstofopname en (ii) onvoldoende zicht op de gevolgen van de verstrenging van de aanvoernorm voor fosfor op de stikstof- en organische stofvoorziening. Ook voor de pitfruitteelt werd binnen het MAP de aanvoernorm voor P gaandeweg verlaagd, van 75 kg P₂O₅ per ha in 2012, naar 65 kg P₂O₅ per ha in 2013 en naar 55 kg P₂O₅ per ha in 2015.

Beperkingen in de verstreking van organische basisbemesting door de verscherping van de aanvoernorm voor fosfor

Ten behoeve van de stikstof- en organische stofvoorziening wordt er gebruik gemaakt van stalmest en compost als organische basisbemesting. Indien men zich echter aan de fosfornormen houdt, verstrekt men onvoldoende organische stof en stikstof voor het behoud van de algemene bodemkwaliteit en het stikstofleverend vermogen van de bodem. Een onvoldoende stikstofvrijstelling vanuit de bodem organische stof voor een voldoende stikstofbeschikbaarheid op het einde van de bloei kan zowel gerelateerd zijn aan een te laag organische stofgehalte als aan een te lage bodemtemperatuur in het voorjaar.

In de biologische landbouw wordt er vaak gewerkt met vruchtafwisseling, groenbedekkers en organische bemesting. Binnen de pitfruitteelt is dit echter niet zo evident aangezien er geen sprake is van teeltrotatie of het jaarlijks onderwerken van organisch materiaal. De organische basisbemesting wordt op de zwartstrook en slechts oppervlakkig ingewerkt bij schoffelp bewerkingen. Vandaar dat het bodem organische stofgehalte in de meeste boomgaarden, ook de biologische doorgaans vrij laag is. Het enige tijdstip om een grotere hoeveelheid organisch materiaal aan te brengen ter verhoging van het organische stofgehalte is (net) vóór de herinplant van het perceel. Via een demoproject (2016-2017) in combinatie met een CCBT-project (2018), werd er gezocht naar praktijkgerichte oplossingen voor organische stofopbouw vóór herinplant (1.1.5).

Ook al zijn de mogelijkheden voor organische stofopbouw beperkt in de pitfruitteelt ligt het bodem organische stofgehalte in de biologische fruitteelt, in vergelijking met de geïntegreerde fruitteelt, toch hoger en zou men kunnen verwachten dat er daardoor in het najaar meer stikstof vrij komt door mineralisatie, met een hoger risico op een te hoog nitraatstikstofresidu tot gevolg. Het was belangrijk om daar meer inzicht in te krijgen om het risico op boetes en beperkingen vanuit de Vlaamse Overheid te verkleinen. In een CCBT-project (2012-2013) werden in biologische fruitaanplantingen van appel en peer met uiteenlopende bemestingsregimes de



stikstofbeschikbaarheid doorheen het teeltseizoen (Nmin 0-30 cm) en het nitraatstikstofresidu onderzocht (1.1.1).

Keuze en dosering van bemestingsvormen met een snelle werking van stikstof

Om verzekerd te zijn van een voldoende stikstofbeschikbaarheid op het einde van de bloei worden aanvullend op de organische basisbemesting organische bemestingsvormen met (relatief) snelle werking van stikstof toegepast. Kippenmest en varkensdrijfmest kennen een relatief snelle werking, maar de gebruikelijke bemesting met deze bemestingsvormen is niet meer houdbaar omdat er bij een voldoende werkzame stikstofgift te veel fosfor wordt gegeven (1.1.2). Daarom is het van belang op zoek te gaan naar organische bemestingsvormen met een snelle werking van stikstof, maar die weinig of geen fosfor bevatten.

Bio-digestaat werd onderzocht als een mogelijk alternatief, al zijn er een paar randbemerkingen. Bio-digestaat is een restproduct van een bio-gasinstallatie die enkel plantaardig materiaal verwerkt. Dit product bevat naast N en P ook vrij veel kalium, wat op termijn voor een te grote kaliumbuffer in de grond kan zorgen. Fruittelers zijn oplettend voor een te hoge dosering van kalium via organische bemesting omdat een te hoge kaliumbeschikbaarheid aanleiding kan geven tot stip op appels door een calciumgebrek in de vruchten. De kaliuminhoud van digestaat kan dus een beperkende factor zijn voor de dosering. Aangezien peren wel wat kalium nodig hebben, kan digestaat misschien beter aansluiten bij de noden van deze teelt. De vraag was echter ook of digestaat voldoende stikstof zou vrijgeven op het einde van de bloei om een goed stikstofgehalte in de vruchten te bekomen. In sommige jaren, afhankelijk van weers- en bodemomstandigheden, kan de omzetting te traag gaan, waardoor er toch nog te weinig stikstof op het einde van de bloei beschikbaar kan zijn. Net zoals bij andere vormen van organische bemesting, is er een variatie in de stikstof-, fosfor- en kaliumgehaltenes van bio-digestaat.

Voor een voldoende stikstofbeschikbaarheid op het einde van de bloei kan het gebruik, in het vroege voorjaar, van organische handelsmeststoffen met hoog N- en laag P-gehalte ook een oplossing zijn. Voorbeelden hiervan zijn bloedmeel (14-0-0) of biomix (11-3-0). Deze hebben over het algemeen een geringere en tragere stikstofwerking dan stikstofkunstmest die in de geïntegreerde teelt gebruikt kunnen worden.

In twee opeenvolgende onderzoeksprojecten werden combinaties van snelwerkende bemestingsvormen getest. Het betrof Jonagold appel en Conference peer in een ADLO Demoproject (2012-2013) (1.1.2) en Conference peer in een CCBT-project (2014-2016) (1.1.3). In een CCBT-project (2015-2016) werd een verscheidenheid aan snel werkende bemestingsvormen getest, telkens in combinatie met bio-champost (1.1.4).

3.3.1 Opvolging Nmin in biologische fruitaanplantingen (CCBT, 2012-2013)

Om stikstofbeschikbaarheid (minerale N (Nmin)) en de nitraatstikstofrest na te gaan werden samen met de "Vakgroep Biologische Fruitteelt" 4 appel- en 4 perenpercelen geselecteerd om gedurende 2 jaar op te volgen. Er werd geen gezamenlijk bemestingsschema afgesproken. Elke teler besliste zelf welke bemesting werd gegeven. In de loop van het seizoen werd er een aantal keren een bodemstaal genomen om de minerale stikstof in de 0-30 cm bodemlaag te bepalen en daarmee de stikstofbeschikbaarheid. In het najaar werd op elk perceel het nitraatstikstofresidu bepaald tot op 90 cm diepte. Deze metingen werden gekoppeld aan het bemestingsschema en de minerale samenstelling van de bladeren en de vruchten.

De verschillende organische bemestingen die op deze 8 percelen werden getest zorgden overal voor voldoende N in de vruchten. Er was één perceel bij met een hoger C-gehalte waar in één van de twee proefjaren een



overschrijding van de norm van het nitraatstikstofresidu werd vastgesteld. De organische bemesting op zich gaf voor geen van de bemestingsvarianten aanleiding tot een te hoog nitraatstikstofresidu.

3.3.2 Organische bemesting en MAP4 in de biologische appel- en perenteelt (ADLO, 2012-2013)

Om een standaardbemesting met kippenmest te vergelijken met het toepassen van bio-digestaat qua effecten op productie, maatsortering en vruchtkwaliteit, werd in het voorjaar van 2012 en 2013 een proef aangelegd bij een bioteler op oudere Jonagold en oudere Conference. Daarbij werd er voor extra stikstof al dan niet aanvullend bemest met een organische handelsmeststof, in 2012 onder de vorm van biomix (11-3-0) en in 2013 onder de vorm van bloedmeel (14-0-0). Als basisbemesting werd 3 ton per ha kippenmest gegeven. Hierbij werd uitgegaan van een gemiddelde samenstelling van kippenmest, maar na analyse bleek dat, wat fosfor en kalium betreft, de concentraties aanzienlijk hoger lagen dan de gemiddelde samenstelling. Hierdoor werd in 2012 van beide elementen meer gegeven dan de bedoeling was. Vooral voor fosfaat is dit een probleem, want de wettelijk toegestane norm van 75 kg P₂O₅ per ha, die in 2012 (MAP4) van toepassing was, werd ruim overschreden. In 2013 werd opnieuw 3 ton per ha kippenmest uitgereden. De concentratie aan fosfaat was in 2013 lager, maar toch werd de wettelijke norm van 65 kg P₂O₅ per ha, die in 2013 (MAP4) van toepassing was, opnieuw overschreden.

Besluit appel

Kippenmest werd reeds jaren op dit perceel gebruikt en zorgde er al voor hoge bodemreserves van fosfor en kalium. Een dosis van 3 ton per ha leverde te weinig stikstof. Biomix en bloedmeel die werden gegeven voor extra stikstof zorgden misschien wel voor een stikstofstoot in de bodem, maar zonder effect op de stikstofopname. De bio-digestaat had een langdurigere werking en dit vertaalde zich in 2013 wel in een stijging van de minerale stikstofvoorraad. Via bio-digestaat werd er echter ook fosfor en kalium gegeven, terwijl er al een grote bodemreserve aan P en K was op dit perceel. Bovendien verhoogt een hoog kaliumgehalte bij appel het risico op stip. In geen enkel van de objecten werd in het najaar een overschrijding van het nitraatstikstofresidu vastgesteld.

Besluit peer

Bemesting met (louter) kippenmest is bij een voldoende gift aan werkzame N onmogelijk omwille van een te hoge aanvoer van fosfor. Bio-digestaat bleek een mogelijk alternatief, hoewel een te late afgifte van stikstof, zoals in 2013, negatief kan zijn voor de groei en de vruchtkwaliteit en de aantasting van perenbladvlo kan verhogen. Dit zal vooral van jaar tot jaar en van perceel tot perceel variëren.

Ook bij peer was er in het najaar nergens een overschrijding van het nitraatstikstofresidu.



3.3.3 Bemestingstypes in een fruitaanplanting van Conference (CCBT, 2014-2016)

Om een standaardbemesting met drijfmest te vergelijken met het toepassen van bio-digestaat werd in 2014 een proef opgestart bij een oudere aanplant van Conference. Daarbij werden ook al dan niet organische handelsmeststoffen toegepast. De meeste objecten werden 3 jaar na elkaar op dezelfde bomen aangelegd. Enkel bij objecten 6 en 7 werd in 2016 een aanpassing gedaan. Sojaschroot is zeer duur en werd vervangen door 2 nieuwere organische stikstofmeststoffen voor de biologische teelt, nl. Fontana 9% N en Fertical 4-3-3.

In Tabel 5 is N-, P-, K-dosering van 2016 weergegeven met het proefschema dat ook in 2014 en 2015 aanlag.

Tabel 5: Proefschema 2016

Object	Dosis N _w	Dosis P ₂ O _{5 t}	Dosis K ₂ O _w
1 Controle	-	-	-
2 Digestaat	50 E	58 E	25 E
3 Digestaat	50 E	58 E	25 E
+ Bloedmeel	40 E	-	-
4 Drijfmest	50 E	22 E	68 E
+ Bloedmeel	40 E	-	-
5 Bloedmeel	55 E	-	-
6 Fontana 9 % N	50 E	-	-
7 Fertical 4-3-3	40 E	30 E	30 E
+ Bloedmeel	35 E	-	-
8 Drijfmest	50 E	58 E	25 E
+ Bloedmeel	40 E	-	-
+ Humuszuren			

- **Bloedmeel** wordt beschouwd als een snelle N-bron. In de bodem is er rond de bloei echter nooit veel minerale N gemeten. Enkel in 2015 werd er een beter N-gehalte in de vruchten gemeten. Nadeel is wel dat er geen extra organisch materiaal is toegediend. De vrucht kwaliteit bleef vrij goed behouden bij dit object.
- **Digestaat** levert naast N ook P, K en Ca. Enkel in 2015 was er een duidelijke stijging van het N-gehalte van de vruchten. In het eerste jaar van de proef (2014) was het K-gehalte van het digestaat zeer hoog. In 2015 en 2016 zat er minder K in. De aanrijking van de K-reserve in de bodem is dan ook vrij beperkt gebleven. Bovendien was er al een grote bodemreserve bij aanvang van de proef.

Bij aanvang van deze proef was er een oprechte bezorgdheid bij de fruittelers of digestaat niet negatief zou werken naar bodemleven. Daarom werden in november 2016 bodemstalen genomen. Uit analyses van ILVO bleek echter dat digestaat geen negatieve impact had op de microbiële activiteit (Rusch-test) en de samenstelling van de microbiële gemeenschap (PLFA) (Willekens et al., 2016).



- Bij object 3 werd **digestaat gecombineerd met bloedmeel** om vroeg op het seizoen meer N-opname te hebben. Zowel in de bladeren als in de vruchten werd echter nooit een hoger N-gehalte gemeten. Ook de bewaarbaarheid van de vruchten werd niet beïnvloed.
- Voor object 4 werd dezelfde redenering toegepast als bij object 3, maar dan **drijfmest gecombineerd met bloedmeel**. Het was op dat ogenblik ook makkelijker om aan bio-drijfmest te raken dan bio-digestaat. Er was echter geen meerwaarde (verhoogde N-opname) door drijfmest te combineren met bloedmeel.
- Voor object 6 werd in 2016 gebruik gemaakt van **Fontana**, een vloeibare biologische N-formulering. Dit product werd voor het eerst in 2015 in proef gelegd en de eerste resultaten waren positief. Deze resultaten werden in deze proef in 2016 echter niet bevestigd. Het N-gehalte in de vruchten zat immers aan de onderzijde van de streefwaarden. Maar in deze proef werd Fontana niet gecombineerd met de aanvoer van organisch materiaal.
- Voor object 7 werd in 2016 een combinatie gemaakt van **Fertical 4-3-3 (bio-kippenkorrel) + bloedmeel**. Fertical 4-3-3 is immers een traag werkende meststof en zo werd hier dezelfde redenering gemaakt als bij de objecten 3 en 4. Maar toch heeft het bloedmeel er evenmin kunnen voor zorgen dat er voldoende N werd opgenomen.
- Voor object 8 werden er **humuszuren toegevoegd aan de combinatie van drijfmest + bloedmeel**. Ook dit lijkt het niet beter te doen dan de gewone combinatie van drijfmest + bloedmeel.

Ook in deze proef werd bij geen enkele van de objecten in het najaar een te hoog nitraatstikstofresidu in de zone 0-90 cm gemeten.

Als algemeen besluit kunnen we stellen dat de standaardbemesting met bloedmeel in deze proef zeer goed scoorde. Dit object had zowel in 2015 als in 2016 het hoogste N-gehalte in de vruchten. Deze toepassing gaf uiteindelijk een vergelijkbare vruchtkwaliteit als het gebruik van drijfmest of digestaat. De combinatie van drijfmest of digestaat met bloedmeel leidde nooit tot hogere N-waarden in de vruchten. De kwaliteit van de peren was dan ook vergelijkbaar. Digestaat had geen negatieve impact op het bodemleven.

3.3.4 Optimalisatie van de N-bemesting in Conference (CCBT, 2015-2016)

In deze proef werden meststoffen met een snelle werking van stikstof getest in combinatie met een basisbemesting met groencompost of bio-champost. De proef werd aangelegd in het voorjaar van 2015 bij een bio-teler op oudere Conference en werd 2 jaar opgevolgd. Voor stikstof en kalium uit champost werd gerekend aan de werkzame hoeveelheid, wat neerkomt op 60% voor stikstof en 80% voor kalium. Voor fosfor werd gerekend met de totale dosis. Bij groencompost wordt gerekend aan 15% N_w, 50% P₂O_{5w} en 80% K₂O_w.

In Tabel 6 is het proefschema weergegeven met N-, P-, K-dosering van 2016



Tabel 6: Proefschema 2015-2016, en N-, P-, K-dosering van 2016

Object	Dosis N _w	Dosis P ₂ O _{5t}	Dosis K ₂ O _w
1 Bio-champost + bloedmeel	38 E + 50 E	40 E	64 E
2 Bio-champost + Fontana	38 E + 40 E	40 E	64 E
3 Groencompost + Fontana	37 E + 50 E	40 E	165 E
4 Bio-champost + OPF	38 E + 40 E	40 E	64 E + 9 E
5 Bio-champost + OPF + Biovin	38 E + 40 E + 7E	40 E + 7 E	64 E + 9 E + 9 E
6 Bio-champost + DX10	38 E + 40 E	40 E + 9 E	64 E + 9 E
7 Bio-champost + bloedmeel + humuszuren	38 E + 50 E	40 E	64 E
8 Bio-champost + bloedmeel + Protifert 8 % bladvoeding	38 E + 50 E 4 x 3.0 l/ha	40 E	64 E

- Groencompost bevat 11 kg N_t (= 1.65 kg N_w), 3.5 kg P₂O_{5t} (= 1.8 P₂O_{5w}) en 9.3 kg K₂O (= 7.4 kg K₂O_w) per 1.000 kg. Er werd 22,4 ton/ha uitgereden.
- Bio-champost bevat 6.3 kg N_t (= 3.8 kg N_w), 4.0 kg P₂O_{5t} (= 4 P₂O_{5w}) en 8.0 kg K₂O (= 6.4 kg K₂O_w) per 1.000 kg. Er werd 10 ton/ha uitgereden.
- Seizoen 2015-2016 leverde verrassend goede resultaten op voor Fontana 9%. Ook OPF gaf een goed N-gehalte in de vruchten. Deze peren bleven ook langer groen in vergelijking met de objecten die behandeld werden met bloedmeel.
- Het seizoen 2016-2017 bevestigde de resultaten voor Fontana. Hier werd zowel een hoger N-gehalte in de vruchten als een goed uitstalleven genoteerd. Fontana 9% is een vloeibare formulering die via fertigatie kan worden meegegeven. OPF daarentegen bevestigde de resultaten van 2015 niet. Hier werd nu zelfs een iets sneller geel worden van de vruchten waargenomen.
- De resultaten van de humuszuren waren wisselend. In 2016 was er een licht positieve tendens, terwijl dit in 2015 niet het geval was.
- DX10, een Italiaanse biologische meststof, behaalde in de vruchten 2 jaar op rij een goed N-gehalte en ook een goede vruchtkwaliteit. Ook dit lijkt dus een mogelijkheid binnen de biologische perenteelt. DX10 is een korrel en kan met een klassieke kunstmeststrooier verspreid worden.
- Bij het laatste object in deze proef werd een aantal keren gespoten met een N-bladvoeding. Dit leverde noch in de bladeren, noch in de vruchten een verhoging op van het N-gehalte.

In deze proef werd het nitraatstikstofresidu in het najaar niet bepaald. Tijdens het seizoen werd wel de beschikbare N in de laag 0-30 cm opgevolgd. Algemeen lag deze in beide proefjaren bij alle objecten zeer laag.



3.3.5 Oplossingen voor OS-opbouw in biologisch pitfruit onder MAP5 (ADLO, 2016-2017; CCBT, 2018)

De proef werd aangelegd op een bio-perceel dat in 2014 gerooid werd. In 2015 werd er over het ganse perceel al stalmest ingewerkt en een groenbedekker ingezaaid. Deze groenbedekker werd door de teler echter geoogst en niet ondergewerkt, waardoor deze niet optimaal benut werd voor organische stofopbouw. In het voorjaar van 2016 werd, met uitzondering van object 10, het perceel opnieuw ingeplant met Natyra® op M9, een schurftresistente appel. In object 10 werd er ten behoeve van extra aanbreng van organisch materiaal pas geplant in het najaar van 2016.

Bij het planten werden de volgende objecten aangelegd (Tabel 7):

1. Controle
2. Onderwerken van stalmest (20 ton per ha)
3. Onderwerken van groencompost (20 ton per ha)
4. Onderwerken van bio-champost (20 ton per ha)
5. Onderwerken van stalmest (20 ton per ha)
+ Abomin (lavameel) 175 g/boom
6. BVB Turf ingewerkt in het plantgat (6 l/boom)
7. Vivimus ingewerkt in het plantgat (7 l/boom)
8. Onderwerken van ILVO-compost (20 ton per ha)
9. Onderwerken van bio-champost (20 ton per ha)
+ Natura P (= vloeibare Vivisol) aangegoten (1 l per ha)
10. Onderwerken van stalmest (20 ton per ha)
+ inzaaien van Japanse haver in 2016
+ najaar 2016 inwerken van bio-champost (20 ton per ha)
+ planten najaar 2016

- De Japanse haver in object 10 werd in het voorjaar ingezaaid, maar kiemde niet bij alle herhalingen even goed. Op sommige plaatsen werd hij overwoekerd door onkruid.
- De BVB Turf die gebruikt werd in object 6, was een mengsel van 80% zodonturf (grof veenmosveen) + 20% veenvezelmix.
- Vivimus in object 7 is een universele bodemverbeteraar met 22% organische stof en 40% droge stof.



Tabel 7: Toegediende hoeveelheden bij het planten

	Object	Ton DS	Ton OS	Kg per ha					
				N _w	P ₂ O _{5w}	K ₂ O _w	MgO	CaO	Na ₂ O
1	Controle	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Stalmest	3.8	3.3	26	22	74	14	52	4
3	Groencompost	10.6	5.9	34	36	148	68	455	12
4	Bio-champost	5.3	3.0	36	90	98	35	360	15
5	Stalmest + Abomin	3.8	3.3	26	27	79	31	100	4
6	BVB Turf	0.8	0.7	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
7	Vivimus	5.2	1.9	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
8	ILVO-compost	8.9	3.1	17	50	155	47	200	7
9	Bio-champost + Vivisol vloeibaar	5.3	3.0	36	90	98	35	360	15
10	Stalmest + bio-champost	9.1	6.3	62	112	172	49	412	19

- Het onderwerken van BVB Turf in het plantgat gaf na 3 jaar het beste resultaat naar groeikracht en dit object had ook de hoogste productie. Eind 2016 gaf dit ook het hoogste organische stofgehalte, al wordt er hier in verhouding veel minder organisch materiaal ingewerkt in vergelijking met de andere objecten. Vraag is dan ook in hoeverre we terechte conclusies kunnen koppelen aan de opgemeten C-gehaltenes.
- Ook Vivimus zorgde voor iets meer scheutgroei. Maar hier is het lagere Ca-gehalte in de vruchten van 2017 een aandachtspunt. In de bladeren zien we dit echter niet terugkomen.
- De impact van alle andere behandelingen is zeer beperkt. Bij twee giften van organisch materiaal + het extra inzaaien van Japanse haver (deze stond niet overall even goed) hadden de bomen na 2 seizoenen nog steeds een zwakke groeikracht. Planttijdstop en bijhorende bodemomstandigheden lijken een sterkere invloed te hebben op gewasprestaties dan de hoeveelheden aangebrachte organische stof.

3.3.6 Besluiten

Volgende besluiten kunnen getrokken worden uit de door pcfruit uitgevoerde projecten voor de biologische pitfruitteelt in de periode 2012-2018:

- In de biologische teelt van pitfruit stelt zich geen probleem met te hoge nitraatstikstofresidu's.
- De organische stofvoorziening via externe input van organisch materiaal wordt zeer sterk ingeperkt door de verscherping van de fosfaatnorm. Dit bemoeilijkt de instandhouding van het organisch stofgehalte.
- In pitfruit is het zeer moeilijk om het organisch stofgehalte in de bodem te verhogen. Een éénmalige toepassing om de 12 à 15 jaar is hiervoor niet voldoende. En het aanbrengen van organisch materiaal op de zwartstrook is een werk van lange adem alvorens dat dit een effect heeft in de bodem. Maar ook



al is er weinig invloed op het % C, toch is het raadzaam om voor het planten telkens een ruime hoeveelheid organisch materiaal aan te brengen en een jaar een tussenteelt te doen, waarbij een organische bemesting wordt toegepast. Dit heeft ook invloed op de bodemstructuur en het bodemleven en ook deze parameters zijn zeer belangrijk voor een gezonde gewastoestand nadien.

- Het organisch stofgehalte in de bodem is in hoge mate bepalend voor de bodemkwaliteit en het stikstofleverend vermogen van de bodem.
- De relatie tussen stikstofinput via bemesting en de stikstofbeschikbaarheid, gemeten als Nmin in de 0-30 cm bodemlaag, en deze tussen stikstofbeschikbaarheid en stikstofopname is niet altijd even duidelijk in de biologische pitfruitteelt.
- Pitfruittelers mikken vooral op een voldoende stikstofbeschikbaarheid einde bloei.
- Fontana 9% en DX10 zijn een goed alternatief voor bloedmeel en/of biomix om einde bloei voldoende stikstof ter beschikking te hebben. Voordeel is dat ze geen of slechts weinig fosfor en kalium bevatten. Nadeel is dat ze geen organisch materiaal bevatten.
- Toepassen van bio-digestaat heeft geen negatieve impact op het bodemleven.
- In 2015 werd de toegestane aanvoer van P_2O_5 verlaagd tot 55 kg per ha (MAP5). Met het fosfaatgehalte van de in 2013 in de proefopzetten toegediende kippenmest zou dit betekenen dat slechts 1,6 ton kippenmest per ha mag gegeven worden, wat qua dosering in de praktijk niet haalbaar is.



4 BENCHMARKVERSLAGEN

In 2018 hebben voor het VLM BIO-project twee benchmarkbezoeken plaatsgevonden, één naar Duitsland en Zwitserland van 7 t.e.m. 9 maart, en één naar Nederland van 12 t.e.m. 14 maart. De benchmarkbezoeken werden georganiseerd om te kijken of er in de buurlanden een gelijkaardige P-problematiek speelt voor de betreffende sectoren, en hoe de landbouwers, voorlichters en wetenschappers er tegen aan kijken en welke oplossingen zij er voor bedenken. Van de aangeschreven instellingen kregen we steeds een positieve reactie, ook voor onze vraag om bedrijfsbezoeken te organiseren. In Duitsland, *deelstaat* Baden-Württemberg, bezochten we een onderzoeksinstelling en een landbouwbedrijf waarmee nauw werd samen gewerkt. In Zwitserland ontmoetten we een voorlichter in de biologische fruitteelt en bezochten we een onderzoeks- en voorlichtingscentrum, dat een bezoek organiseerde aan een bedrijf met in hoofdzaak groenteteelt. In Nederland waren we te gast op twee akkerbouwbedrijven in aanwezigheid van een voorlichter van de Delphy en bezochten we twee verschillende onderzoeksinstellingen. We combineerden dit met een deelname aan het minisymposium Planty Organic, waar we ook het woord kregen om het Vlaamse onderzoek voor te stellen. Tot nu leverde de benchmark vooral nuttige informatie op voor de groenteteelt en de pitfruitsector.

De volledige verslagen van de benchmarkbezoeken in 2018 staan in appendix 3. Hieronder worden de belangrijkste bevindingen uit beide benchmarkbezoeken samengevat per deelsector. Het geheel aan inzichten werd bekomen door gesprekken met onderzoekers en telers op hun bedrijf.

Voederbouw

De problematiek gerelateerd aan de voederbouwsector werd besproken met Jan De Wit aan het Louis Bolk Instituut (Nederland). Bio-melkveehouders zijn weinig geëngageerd in aangepast bodembeheer, gezien de productienoden gehaald worden indien grasklaver van goede kwaliteit is en er is geen problematiek met het potentieel tot voorziening van stikstof en organische stof. Het productiepotentieel van rode klaver ligt een stuk hoger dan dat van witte klaver, maar rode klaver behoeft een korter begrazingsvenster, want het is eigenlijk een maaigewas. Rode klaver zorgt ook voor meer eiwitproductie. Om het grasklaverbestand optimaal te houden moet dit na een 4-5-jarige periode vernieuwd worden na onderbreking met granen.

Om een hogere mestafzet naar de plantaardige biosector, met bijhorende mestbehandeling, te verwezenlijken moet er een noodzaak zijn in beide partijen (voederbouw op plantaardig bedrijf, in ruil voor afzet van kwaliteitsvolle mest). Biologische mest heeft momenteel weinig waarde, enkel transport moet worden vergoed. Er is een impuls nodig van de groenteteler of akkerbouwer opdat de veeteler zou werken aan de samenstelling van de dierlijke vaste mest, door bv. conditionering voor het behoud van N, voor een betere N:P-verhouding van stalmest of co-compostering voor een betere een C:P-verhouding. Voor kleinschalige intensieve plantaardige productiebedrijven (bv. enkele ha tuinbouw) is de moeilijkheid het grootst om een integratie met de melkveehouderij te verwezenlijken. In hun geval is een vlinderbloemige na- of tussenteelt meer aangewezen.



Pitfruitteelt

Uit het bezoek aan het fruitteeltbedrijf van Franco Weibel in Zwitserland, bleek dat er geen verbetering in opbrengsten of groei werd gehaald met toepassing van organische handelsmeststoffen of organische bladmeststoffen. De onderstam van M9 is een 'verwend kind', wat wil zeggen dat deze een constante en gemakkelijk toegankelijke toevoer van nutriënten benodigt. De teler gebruikt sinds 9 jaar enkel compost, en geen organische handelsmeststoffen meer. Hij schoffelt frequent omdat dit de bodemstructuur ten goede komt, tot juni, waarna hij de zwartstrook laat begroeien. Alle N wordt voorzien door mineralisatie van organische stof. Uitzonderlijk voor de biologische sector, produceert het bedrijf ongeveer evenveel als een bedrijf in de gangbare sector. Hij gelooft niet in het aanbrengen van groenbedekkers van het rijpad naar de zwartstrook, gezien dit een overmatige aanvoer van K inhoudt, wat leidt tot een Ca-gebrek. Volgens Jan De Wit (LBI) is er een grote potentie tot het opbouwen van organische stof en stikstofbinding op fruitteeltpercelen, gezien 2/3 ervan groen is.

Groenteteelt

Deze sector werd voornamelijk besproken tijdens de bezoeken op bedrijven in Nederland en Zwitserland. Één van de markante uitspraken gedaan tijdens het bezoek aan het WUR, was van Wijnand Sukkel. Deze stelde dat er binnen de groenteteelt en akkerbouw geen probleem is met stikstofproblematiek zolang wordt ingezet op, enerzijds een rotatie met vlinderbloemigen en niet te veel N-behoefte gewassen, anderzijds op het verhogen van de N-efficiëntie door een betere bodemstructuur, rassenkeuze, beworteling en mestbehandeling. In Zwitserland geldt de richtlijn om 20% van de rotatie in te vullen met grasklaver, of elk perceel om de 10 jaar 2 jaar onder grasklaver. Hier en ook in Nederland worden maaimeststoffen courant gebruikt op bio-groentebedrijven. In vergelijking met vlinderbloemige groenbedekkers en maaimeststoffen, hebben organische handelsmeststoffen met hoge N-inhoud een lagere N-efficiëntie. In deze sector is de combinatie van traag en snelwerkende bemestingsvormen het meest optimaal voor bodemkwaliteit en opbrengstpotentieel. Een praktijkvoorbeeld van Joost van Strien (Flevoland) toonde dat werken met een maximum aan (niet winterharde) groenbemesters mogelijk is. Daarnaast werd hier gebruik gemaakt van compost (natuurmaaisel) met vaste mest. Het doel van de teler was om in de toekomst geen drijfmest meer te gebruiken.

Niet-kerende bodembewerking heeft de potentie tot het opbouwen van koolstofreserves en het verhogen van het N-leverend vermogen van de bodem. Bodembewerkingsmethodes voor het vernietigen van groenbedekkers in een systeem van gereduceerde bodembewerking omvatten bv. de ecoploeg. Een voorbeeld van integratie tussen plantaardige productie en voederbouw werd gevonden in Duitsland en Zwitserland, waar het vee de reststromen van groenten recycleert. De akkerbouwer Joost van Strien maakt ook gebruik van grasklaver als maaimeststof in samenwerking met een veehouder.



In het voorjaar van 2019 werd er nog een benchmarkbezoek georganiseerd in Nederland en Duitsland met betrekking tot de grondgebonden veehouderij, in het kader van de integratie met plantaardige productie. Het volledige verslag van dit benchmarkbezoek staat tevens in appendix 3 van dit rapport.

Grondgebonden veehouderij

Tijdens deze benchmark kwam naar voren dat een samenwerking tussen veebedrijven en bedrijven met louter plantaardige productie een win-winsituatie kan opleveren. Zulk een samenwerking leidt tot extra zorg voor mestkwaliteit, waardoor aan dierlijke mest opnieuw een waarde wordt toegekend. Enerzijds maakten we op een gangbaar melkveebedrijf kennis met compostering in de stal waar aan de mest regelmatig extra bruin materiaal wordt toegevoegd en het mengsel dagelijks belucht wordt. Anderzijds zagen we op beide bezochte biologische bedrijven een aangepast potstaltype, een heuvel- of hellingstal, voor een beter beluchting van de mest in functie van een aerob omzettingsproces. De bezochte veebedrijven gaan zowel in zee met fruitteelt als met groenteteeltbedrijven. Op het fruitteeltbedrijf dat we bezochten werd de mest van de compoststal van het gangbare melkveebedrijf getest in een proefopzet.

Daarnaast zagen we dat op de bezochte bedrijven geen maximale melkproductie per koe wordt nagestreefd maar wel een hoog ruwvoederaandeel in het rantsoen. Ook kwam naar voren dat elk van deze bedrijven sterk diversifieert in activiteiten: het opnemen van een tak groenteteelt, boslandbouw, hoevekaasbereiding, hoevevlees van de reforme koeien, het zelf afmesten van de stierkalveren, een 'Biotel', deelname aan de documentaire 'Bodemboeren', bedrijfsrondleidingen, verwerking van beheerresten uit natuurgebied, De bezochte bedrijven hebben een link met de academische wereld (WUR) en/of met de landbouwvoorlichting (Delphy), wat evenwel niet zo verwonderlijk is omdat we via die contacten de bedrijven hebben kunnen bezoeken. De twee bezochte onderzoeksinstituten zetten in op verduurzaming van de melkveehouderij met veel aandacht voor dierenwelzijn, bodemverbetering en maatregelen ter beperking van de klimaatverandering.

Bepaalde maatregelen die we bij de benchmarkbezoeken als oplossingsstrategie tegenkwamen, hebben nog geen of weinig ingang gevonden in Vlaanderen zoals het toepassen van complexe groenbedekkermengsels, het gebruik van bermmaaisel en beheerresten als organische bemestingsvorm (al dan niet via een compostering) en het gebruik van de ecoploeg, een wijze van bodembewerking die het midden houdt tussen het gangbare ploegen en een niet-kerende bodembewerking.



5 VERSLAGEN FOCUSGROEPEN

Voor de drie prioritaire deelsectoren apart – zijnde grove groenteteelt, voederbouw, en pitfruitteelt – werden focusgroepen georganiseerd, waarbij telers werden uitgenodigd om samen met een wetenschappelijke omkadering van het betrokken onderzoekconsortium te overleggen over de thematiek van het project vanuit het bedrijfseigen perspectief. Inhoudelijk werd in elke focusgroep een protocol gevolgd waarbij eerst de projectdoelstellingen werden gepresenteerd, samen met een toelichting van de huidige bemestingsproblematiek en het beleidskader (MAP5). Na het inleidend gedeelte stelden de telers hun eigen praktijk voor – wat wordt er geteeld, over welke oppervlakte, wat is de fosfaattoestand van de bodem en wat zijn de persoonlijke ervaringen met het huidige bemestingsbeleid? Na de voorstellingsronde werden de verschillende bodembeheercategorieën voorgesteld die binnen het onderzoeksproject worden afgebakend. Passend binnen elk van de beheercategorieën, noteerden de telers op een gemeenschappelijk gepresenteerd notiebord, de maatregelen die op het bedrijf reeds toegepast werden en welke vanuit praktisch inzicht of interesse voordelige praktijkaanpassingen zouden kunnen zijn. In een volgende ronde werden de telers gevraagd om uit deze complete lijst een top drie van prioritaire maatregelen aan te duiden. Deze output vormt de basis voor de variabelen die getest worden binnen de wetenschappelijke proeven en validatieproeven van het onderzoeksproject. Als laatste ronde van de focusgroep werd een algemene discussie gehouden met de telers met als hoofdfocus de economische en logistieke haalbaarheid van prioritaire beheersmaatregelen.

5.1 FOCUSGROEPEN BIOLOGISCHE LANDBOUW

Alle ‘eerste’ focusgroepen biologische landbouw voor de drie prioritaire deelsectoren vonden plaats in het voorjaar van 2018. De focusgroepen voor grove groenteteelt vonden plaats te Machelen-aan-de-Leie op 19 maart en te Ramsel op 21 maart. De focusgroep voor voederbouw werden georganiseerd op ILVO te Merelbeke op 31 mei. Gezien de zeer beperkte opkomst te Merelbeke werd besloten een tweede ‘eerste’ focusgroep voor de veehouderij te organiseren op Hof ten Thorre te Reninge op 8 juni, de dag dat daar ook een demonstratie plaats vond over camera gestuurde schoffelmachines en precisie wiedegeen. De focusgroep voor pitfruitteelt ging door op pcfruit te Sint-Truiden op 25 april.

De ‘tweede’ focusgroepen voor de drie prioritaire deelsectoren, ter bespreking van de proefopzetten vonden plaats in juli en augustus 2018. Op deze focusgroepen werd na een toelichting van de in de eerste focusgroepen prioritair gestelde maatregelen de binnen het project geplande wetenschappelijke proefopzetten besproken en werden de mogelijkheden qua validatieproeven op de bedrijven toegelicht. De tweede focusgroep van de groenteteelt werd gehouden op ILVO te Merelbeke op 2 augustus. Meerdere telers betoonden interesse te komen maar zorgen omtrent beregening door de acute droogte maakte dat er slechts 2 telers aanwezig waren. Voor de tweede focusgroep van de veehouders die georganiseerd werd op 31 augustus op ILVO, met de mogelijkheid een bezoek te brengen aan de compostsite en proefvelden, kwam er geen enkele veehouder opdagen. Met Bioforum werd op dat moment beslist om, met inbreng van ILVO en Inagro, een studiedag ‘Biologische mest is goud waard’ te organiseren die is doorgegaan op ILVO op 16 januari 2019 en gericht was op zowel de plantaardige als dierlijke biologische producenten.



Daarnaast vonden er ook al twee van de drie focusgroepen voor de niet-prioritaire deelsectoren plaats, met name voor de glastuinbouw op PCG te Kruishoutem op 21 januari 2019 en voor de CSA-bedrijven op Plukboerderij te Schelle op 11 februari 2019.

Een overzicht van alle reeds gehouden focusgroepen is terug te vinden in Tabel 8.

De volgende focusverslagen zijn een beschrijving van de output van de eerste en tweede focusgroepen. De resultaten worden gebundeld per prioritaire deelsector waarbij respectievelijk aan bod komen:

1. Voorstelling van de bedrijven (eerste focusgroep)
2. Selectie van maatregelen per bodembeheercategorie (eerste focusgroep)
3. Prioritaire maatregelen als geselecteerd door groentetelers (eerste focusgroep)
4. Voorstelling en toelichting prioritair gestelde maatregelen en bespreking van de proefopzetten (tweede focusgroep)

Daarop volgen de verslagen van de focusgroepen van twee niet-prioritaire deelsectoren, de glastuinbouw en de CSA-bedrijven.

Tabel 8: Overzicht van de focusgroepen voor de prioritaire en niet-prioritaire deelsectoren met aanduiding van datum, locatie, gemeente en aantallen aanwezigen

Focusgroepen priorit. sectoren	datum	locatie	gemeente	telers	sector/beleid	onderzoek	voorlichting	VLM
Groenten					aantallen aanwezigen			
1ste 'WEST'	19/03/2018	De Zonnekouter	Machelen-aan-de-Leie	6	1	4		2
1ste 'OOST'	21/03/2018	Hotel Amethist	Ramsel	1		4		
2de	2/08/2018	ILVO	Merelbeke	2	1	3		1
Veehouderij								
1ste	31/05/2018	ILVO	Merelbeke	1	1	3		1
1ste	8/06/2018	Hof ten Thorre	Reninge	4	1	4		
2de	31/08/2018	ILVO	Merelbeke	0	1	3		
Pitfruit								
1ste	25/04/2018	pcfruit	Sint-Truiden (Kerkom)	6		4	1	1
2de	25/07/2018	pcfruit	Sint-Truiden (Kerkom)	4		2		
Focusgroepen niet-priorit. sectoren								
Glastuinbouw	21/01/2019	PCG	Kruishoutem	4	1	4	1	1
CSA-bedrijven	11/02/2019	Plukboerderij	Schelle	5	1	3		1



5.1.1 Grove groenteteelt

Voorstelling bedrijven

(1) Productie voor lange keten. 11 ha in totaal. Voornamelijk vollegrond, ook glazen serre voor koude teelt en 0,5 ha plastic tunnels. Rotatie in vier blokken. Historiek van overmatige toepassing van varkensdrijfmest en dus hoge P-toestand. Omwille van te hoge P-toestand werd 1-2 jaar voor de invoer van de regelgeving, gestart met maaimeststoffen. Positieve ervaringen met combinatie maaimeststoffen en stalmest. Indien beperkt in P, wordt er gewerkt met maaimeststoffen en aanvulling met korrelmeststof. Zelf composteren wordt reeds geruime tijd niet meer toegepast wegens een te hoge kostprijs. Compost wordt wel aangevoerd. Motief tot aanvoer is verscherping van compostregelgeving en dus betere garantie op kwaliteit.

Vragen vanuit het bedrijf – Ligt de P die actueel in de bodem aanwezig is vast, of wordt die vrijgesteld? Zijn er proeven hieromtrent? Als P vast zit, hoe kan deze weer opneembaar gemaakt worden voor het gewas? Algemene vraag naar mechanisme achter P-problematiek en hoe P zich in de bodem gedraagt (zie 2.1.6 in de literatuurstudie).

(2) Voornamelijk productie voor de korte keten. 2 ha groenteteelt en 0,25 ha serreteelt. Rotatie van zes jaar met inclusie van één jaar grasklaver en vijf jaar groenten. Recent is het areaal uitgebreid en er wordt beoogd de rotatie te ‘extensiveren’ naar inclusie van twee jaar grasklaver. Als bemesting wordt zelfgeproduceerde compost van stalmest en groenteafval toegepast. In de serreteelt worden ook korrelmeststoffen toegepast. De bodems bevinden zich in fosfaatklasse IV voor akkerland door historiek van varkensteelt. Het bedrijf heeft ook 6-7 ha grasland in gebruik dat zich in fosfaatklasse III bevindt.

Vragen vanuit het bedrijf – Kan onder verdere beperking op P-bemesting toepassing van compost in het gedrang komen? Wat is het effect van het verminderen van composttoepassing op de bodem en uitspoelingsrisico? Wat zal de nieuwe regelgeving ons opleggen?

(3) Productie voor korte keten (bijna 100%). 1 ha groenten en een veldje met fruitboomgaard. Een rotatie van 6 jaar, zonder klaver. Zo weinig mogelijk gebruik van meststoffen en praktijk biodynamisch gericht. Wel wordt gebruik gemaakt van diermeel en OPF (11:0:5). Bodem bevindt zich momenteel in fosfaatklasse II en het bedrijf wenst dit ook zo te behouden.

Vragen vanuit het bedrijf – Zijn er correlaties tussen bodem pH, bodem OS en andere chemische indicatoren die maken dat P gebonden zit of net uitspoelt? Is P mobiliseerbaar in de bodem en hoe dit te bereiken?

(4) Productie voor de korte keten. In totaal 4 ha in cultuur, inclusief 2000 m² koud glas en 1,5 ha akkerbouw met groenten en aardappelen. De rest wordt door grasland ingenomen. Het bedrijf is in omschakeling naar biologische teelt, hoewel reeds langer biologische praktijk wordt toegepast, met recent aanleren van nieuwe bemestingsmethode. De bodem bevindt zich in fosfaatklasse II en III en het bedrijf wil dit zo behouden. Het bedrijf heeft specifieke interesse in maaimeststoffen om dit te verwezenlijken.

(5) Hoofdzakelijk productie voor de lange keten (industrie, diepvries). 80% groenten en 20% tarwe en aardappelen. Een deel van het bedrijf is nog gangbaar met toepassing van gangbare stalmest op het biologische deel. Alle percelen bevinden zich in fosfaatklasse III, gebonden aan 7-10 ton stalmest per ha per jaar. In Wallonië wordt een nog strengere mestwetgeving gevoerd. Bovenop de stalmest wordt bijna 800 kg per ha korrelmest toegepast.



Vragen vanuit het bedrijf – Zit ik met een reëel uitspoelingsrisico voor P en N? Hoe kan beschikbare P in het bodemvocht benut worden?

(6) Productie voor de lange keten. Varkensbedrijf dat bijna drie jaar op biologische wijze praktijk voert. Vanaf juni 2018 zal het bedrijf zijn groenten ook biologisch produceren. Ervaring vanuit het bedrijf is dat de P- en N-normen een sterke beperking zijn voor intensieve groenteteelt en minder voor akkerbouw.

(7) Sinds 1982 actief als landbouwer. In totaal heeft het bedrijf 5,5 ha in cultuur met ongeveer 60 soorten groenten en 15 grote teelten. Een tijd heeft het bedrijf op biodynamische wijze geproduceerd, maar niet langer. Het bedrijf heeft naar eigen evaluatie goede opbrengsten wegens kwalitatieve bodem van lemig zand (bv. 55 ton aardappelen). Het OC-gehalte in de bodem bedraagt 2,2-2,3% (dus 4,5% OS). Het bedrijf hanteert een rotatieschema van 6 jaar. De percelen bevinden zich in fosfaatklasse III en IV wegens historiek van ruime dierlijke bemesting (Mechelse tuinbouwcultuur) in de voornaamste teelten (prei en bloemkool). Eerste bemestingsadviezen door het LBI in de jaren 80, 80 à 100 ton stalmest per ha per jaar werden in acht genomen. De beperkingen op fosforbemesting worden door de bedrijfsvoerder niet als een probleem ervaren. In de bemesting werd nooit pure drijfmest toegepast, maar deze wordt gecomposteerd met hooi, maaisel, groenafval van het bedrijf en houtsnippers, om als tragere bemestingsvorm toe te passen. Bij de compost wordt jaarlijks bentoniet toegevoegd. Mest van Gallowayrunderen uit natuurgebieden wordt hierbij gebruikt. De bedrijfsvoerder heeft een sterke voorkeur voor rundermest, onder andere vanwege verwachtingen naar de mogelijke voordelen hiervan voor microbiële diversiteit in de bodem. Het N-gehalte van de toegepaste rundermest ligt net onder de standaardwaarde. Op bedrijfsniveau worden er 150-155 eenheden N per ha van buiten het bedrijf ingevoerd. Het bedrijf past een vrij 'extensieve' rotatie toe met inclusie van rustgewassen: 1. Pompoen + bladrammenas – 2. Aardappelen + haver (voor wintercompost) – 3. Spinazie vroeg in voorjaar en prei erna. 4. Wortelen + pastinaak + schorseneer + rode biet (gewassen op eigen kracht) + deel rustgewas – 5. Rustgewas. Eén perceel wordt op lange termijn door rabarberteelt in beslag genomen met toepassing van compost erboven op. Om de 3 à 4 jaar wordt lavameel toegepast. De bedrijfsvoerder past het idee van Schreiber toe: groenbedekkers met een hoog ligninegehalte (bv. bladrammenas, zonnebloem, rogge en winterwikke). De rogge verstikt echter onder de bladrammenas. De groenbedekkers worden eind juli ingezaaid en vervolgens platgelegd in oktober met de Cambridgerol (harde kneuzing, met een spiraalrol achter). Directzaai van triticale na platrollen (zonder bodembewerking). Het bedrijf past algemeen gereduceerde bodembewerking toe met frezen en actisol. De spitfrees wordt ingezet voor fijnere teelten.

Vragen vanuit het bedrijf – Hoe groot is de problematiek rond P? Kan een goed bodemleven compenseren voor een hoog P-gehalte? (bodemleven kan wel P-beschikbaarheid stimuleren) Welke groenbedekkers worden het best in het voorjaar ingezaaid? Welke worden het best in welke bodemtypen toegepast? Is een hoog kaligehalte ook een probleem (afhankelijk van de verhouding met Ca en Mg)? Is er in Vlaanderen een toekomst voor land- en tuinbouw?



Selectie maatregelen per bodembeheercategorie

Tabel 9: Een gezamenlijke lijst van bodembeheermaatregelen, aangehaald door de groentetelers, die ofwel reeds toegepast worden, ofwel van interesse zijn voor potentiële toekomstige aanpassingen. Als aanzet werden de toegepaste maatregelen binnen het project Planty Organic toegelicht.

<i>Bodembeheercategorie</i>	<i>Geselecteerde maatregelen</i>
Rotatie	<ul style="list-style-type: none"> ○ Vlinderbloemigen: grasklaver voor rust in het bedrijf, brengen N en organisch materiaal aan zonder P ○ Kleiner aandeel N-behoefte gewassen ○ Mengteelten ○ Rustgewassen ○ Groenbedekker-mengsels ○ Maximale bodembedekking
Dierlijke mest (keuze en behandeling)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rundermest: veel N voor minder P ○ Mest co-composteren met plantaardig materiaal: beter behoud van N en betere N:P-verhouding ○ Injectie drijfmest (tegen NH₃-vervluchtiging en voor N-efficiëntie) ○ Afvoer van P via grasland (uit historische toepassing varkensmest) ○ Uitvoer varkensmest, invoer rundermest ○ Benutting van enkel dunne fractie van varkensdrijfmest (export dikke fractie) ○ Aanpassing voederrantsoen voor gunstigere mestsamenstelling
Andere bemestingsvormen (keuze en behandeling)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Maaimeststoffen met vlinderbloemige component (N-aanvoer zonder P) ○ Handelsmeststof met veel N en weinig P ○ Inzaai hennep voor uitmijnen van nutriënten, en mulchen ○ Fermenteren van de 2^{de} en 3^{de} snede maaimeststoffen



<p>Bodembewerking (in samenhang met bemesting en omgang met groenbedekkers en gewasresten)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Niet-kerende bodembewerking: opbouw van organische stof (niet enkel in de toplaag) ○ Bodemverdichting opheffen zodat gewas diep kan wortelen voor nutriëntenbenutting ○ Ondiep frezen (vraag naar geschikte machines) ○ Ecoploegen (ca. 15 cm diep) ○ Diepe beworteling als vervanging van bodembewerking ○ Niet meer spitten vóór inzaai groenbemester ○ Aanpassing bandendruk ○ Kippers enkel op kopakker (gewicht zoveel mogelijk aan de kant houden) ○ Decompactie na de oogst ○ Spitfrezen voor mogelijks betere structuur bij aanvang gewasfase (specifiek voor bladgewassen)
--	--

Prioritaire maatregelen als geselecteerd door groentetelers

Na de input van de telers in de lijst van bodembeheermaatregelen werden de telers gevraagd drie maatregelen aan te duiden die het meeste voorkeur kregen vanuit persoonlijke opinie. Deze worden in Tabel 10 vermeld.

Tabel 10: Prioritaire maatregelen als geselecteerd door groentetelers.

<i>Bodembeheercategorie</i>	<i>Geselecteerde maatregel</i>
Rotatie	Groenbedekker-mengsels
Dierlijke mest	Co-compostering met plantaardige restromen
Andere bemestingsvormen	Compostering restromen
Bodembewerking	Niet-kerende bodembewerking

Algemene discussie (bodemkwaliteit, logistiek en financiële impact)

Uit de voorstellingsrondes blijkt dat er veel vragen zijn rond de P-dynamiek in de bodem (in relatie met bodembio-ecologie, bodemtextuur, ...). P kan terug vrijgesteld worden in de bodem via bodembio-ecologie als er geen makkelijk beschikbare P toekomt via bemesting. Men kan uitmijnen en minder bemesting toepassen, maar dit is iets van lange termijn. In de laatste fase van de focusgroep werd een discussiesessie gehouden om te reflecteren over de praktische en financiële aspecten en impact van maatregelen op bodemkwaliteit.



Discussie lange ketenbedrijven

- *Algemeen* – Vraag van (5): in hoeverre moeten boeren hun flexibiliteit tonen en hoezeer kan wetgeving op verantwoorde wijze aangepast worden om boeren meer speelruimte te bieden? Hierop werd door de omkadering gerepliceerd dat het fosfaatprobleem zich opdringt en dat fosfaatgehalten niet op korte termijn zullen dalen. Aanpassingen en optimalisering zijn dus vereist vanuit de biologische sector en specifiek met nadruk op evenwichtsbemesting.
- *Maaimeststoffen* – Een voordeel van toepassing van eigen maaimeststoffen is de eenvoud, namelijk 1 à 2 maal maaien per jaar en opslagen in silo. De algemene vraag was echter of het verbouwen van gewassen voor, of gebruik van maaimeststoffen gunstig is voor de fosfaat(P-)toestand op het bedrijf in vergelijking met dierlijke mest of gecomposteerde producten. Als repliek hierop werd in eerste instantie gezegd dat een toepassing van maaimeststoffen afkomstig van binnen het bedrijf een ‘verplaatsing’ inhoudt van nutriënten en dus geen verlaging van de P-toestand, die enkel door afvoer via andere gewassen mogelijk is. Een belangrijke noot hierbij is echter dat de toepassing van groenbemesters (en in het bijzonder vlinderbloemigen) wel kan zorgen voor een ‘mobilisatie’ van fosfor van vastgelegde fracties in diepere lagen naar organische P-verbindingen, die dus na afbraak door bodemorganismen, P beschikbaar maakt voor het gewas (resultaten uit 30-jarig onderzoek op de Zonnehoeve door Bart Timmermans van het Louis Bolk Instituut). Het achterliggende mechanisme wordt mogelijk verklaard door de sterke inzet op groenbemesters of tijdelijk grasland die via diepe beworteling in de bodem deze omzet kunnen faciliteren. Bovendien geeft de P die gemeten wordt in bodemstalen voor bepaling van fosfaatklasse (PAL) een indicatie van anorganische P. Een verhoging van organische P kan dus op termijn wel leiden tot een evolutie naar een lagere P-klasse en dus een gunstiger potentieel tot toepassen van organische bemestingsvormen. De aanwezigheid van organische P leidt bovendien mogelijks tot een betere benutting van P door het gewas. Gezien de rol van tijdelijk grasland in dit proces zou een belangrijke onderzoeksvraag inhouden wat de optimale duur van grasland is binnen een rotatie om voldoende, C, N en P te mobiliseren voor een goede gewasopbrengst.

In geval van aanbreng van maaimeststoffen van buiten het bedrijf – wat wellicht meer zal voorkomen bij grote, gespecialiseerde tuinbouwbedrijven – was het gebrek aan schattingen voor de kostprijs van maaimeststoffen een beperking tot het bekomen van verder inzicht in de haalbaarheid van de maatregel. Daarnaast waren er vragen over de conditie waarin maaimeststoffen worden ondergewerkt. ‘Niet te nat, niet te droog’ aldus (6), maar geen specifieke richtlijnen. Tenslotte werd nog als suggestie door (1) gegeven dat, gezien de schaarsheid van rundermest binnen de biologische sector, een optimalisatie dient gevonden te worden in de verhouding van maaimeststoffen met de dunne fractie van varkensmest. Deze dierlijke vorm van bemesting wordt na centrifugering bekomen, en heeft een gunstige verhouding van nutriënten (3 eenheden N op 0,45 eenheden P). Het OC-gehalte van de dunne fractie is echter zeer laag, wat een snelle N-werking impliceert en dus complementair kan zijn aan maaimeststoffen als tragere bemestingsvorm.

Verder werd nog op andere organische bemestingsvormen ingegaan. Stalmest wordt toegepast met als hoofddoel om OS aan te brengen in de bodem, ondergeschikt aan het doel tot tegemoetkomen van de N-behoefte van het gewas. Korrelmeststoffen aan de andere kant zijn geschikt als snelwerkende bemesting, bevatten bijna geen P en kunnen ook gedurende het groeiseizoen toegediend worden,



hoewel uit ervaring gebleken is dat rijbemesting voorafgaand aan de teelt het meest effectief is. Tenslotte werd ook een noot gemaakt van de interactie tussen bodemleven en de bemestingsvormen. Men kan de redenering maken dat een diversiteit aan bemestingsvormen leidt tot een hogere diversiteit aan bodemorganismen. Logistiek en financieel wordt een toepassing van vele organische bemestingsvormen echter al snel te belastend en moet er dus voor een eenvoudige, maar effectieve formule gekozen worden.

- *Co-composteren van vaste rundermest* – Het is algemeen gekend dat co-composteren van dierlijke mest een relatief dure zaak is, zowel als het extern aangeleverd wordt, als wanneer men eigen compost wil produceren. Ten eerste is er de aankoop prijs van rundermest en voldoende plantaardig materiaal (stro, snippers) en een eventuele kleifractione. Ten tweede dient een bedrijf in dat geval aan een reeks infrastructurele voorschriften te voldoen die een belangrijke investering inhouden. In tuinbouwbedrijven van grote schaal is het bovendien onrealistisch om eigen organisch materiaal te voorzien voor compostering. Indien bruin materiaal kan betrokken worden uit de directe omgeving (kleine landschapselementen), kan de kostprijs verder gedrukt worden. In Nederland zijn boeren niet verplicht tot aanvragen van een vergunning indien het bruin materiaal afkomstig is van binnen 1 km van het perceel (bv. natuurgebieden).

Discussie korte ketenbedrijven

- *Rotatie* – Inbrengen van vlinderbloemigen: is dit haalbaar? (4) is bezig met wikke na graan; na aardappelen is het echter moeilijker omwille van de late oogst. Het gebruik van vlinderbloemigen als hoofdteelt? (4) zet als groente wel bonen e.d., maar dit is niet voldoende. Vlinderbloemigen kunnen geen groot genoeg aandeel uitmaken. (2): enkel grasklaver kan in een groter aandeel, bonen is maar een klein aandeel. En groenbedekkersmengsels? Zijn daar al ervaringen mee? (4): eerste jaar matige ervaring met wikke, het tweede jaar heeft dit wel wat N aangebracht. Was zuivere wikke. (2) heeft klein beetje wikke meegezaaid met grasklaver, is eerder een probeersel, om te kijken om dit later substantieel te vermeerderen. (7) heeft voorkeur voor extensieve vruchtwisseling en daarbij horend een sociaal correcte prijs waar niet enkel productieprijzen, maar ook milieukosten worden bijgerekend. Verder is een rustgewas dan weer financieel moeilijk wegens de hoge grondprijzen. Bij grondeigendom is dit wel meer haalbaar. Verder heeft (7) ook interesse in bomen rond de teelten (vorm van agroforestry) in functie van creatie van een gunstig microklimaat voor productie, C-opbouw, gebruik van twijgen als veevoeder en voorziening van houtsnippers voor compost.

Vlinderbloemigen als nateelt? Probleem dat dit niet in de regelgeving geldt als vanggewas? Wordt niet ervaren als een probleem. Langer dan 2 jaar grasklaver houdt wel een risico in naar aaltjes. (2): probleem van grond/pachtprijzen. Grond is duur, dus je gaat snel naar groentes. Nu kan hij 1 ha bijpachten voor 27 jaar; als je de beschikbaarheid hebt van grond, is het makkelijker om meer te kijken naar vlinderbloemigen. Kan dit ook meer rust geven in vergelijking met arbeidsintensieve groentes? (2) kan sowieso niet veel meer groentes kweken qua werk, dus met meer grond sowieso meer vlinderbloemigen. (3): heeft soja gezet, die van kwaliteit heel goed zit, heeft geen bemesting toegepast. Afzet via korte keten.

Groenbedekker-mengsels: welke vragen zijn hierrond? Aaltjesonderdrukkend? (3) haalt het risico van aaltjes aan bij grassen. Hij werkt met Japanse haver en vlinderbloemigen, inkarnaatklaver, esparcette (is



ook interessant voor herkauwers, heeft ontwormend effect zeggen ze, onderzoek is nog niet sluitend; (3) zijn ervaringen zijn hiermee positief.

- *Co-composteren van runderstalmest*: Vraagstelling: composteren wordt vaak aanzien als dure praktijk, er kruipt veel arbeid in, ... Is het een rendabele optie? (2): is financieel niet zo interessant op korte termijn op één jaar gerekend. Maar je moet naar het bedrijf kijken over rotaties heen, naar de bedrijfsontwikkeling.

Als je materiaal van buiten het bedrijf aanbrengt ben je vergunningsplichtig om te composteren. (4): heeft geen ruimte om te composteren, en als hij op het hof wil composteren heb je vergunningen nodig. (2) werkt met eigen materiaal, dus geen vergunningen nodig, dus het is een ideale situatie. Als de groenten je spiegel zijn, dan zijn de ervaringen met de eigen compost heel positief. (2): drempel: wetgeving is niet gebaseerd op grondgebondenheid maar op quota, en deze zijn te duur.

Co-composteren: wordt momenteel niet op veel bedrijven gedaan. PCG ligt in de buurt van De Zonnekouter, keren gebeurt met de keerder van PCG in loonwerk, 4-5 keren op drie maanden tijd. Zonder keerder kan je eventueel met een kraantje werken, maar dit is heel arbeidsintensief en je kan minder goed keren dan met compostkeerder. Ook (7) heeft vragen bij economische haalbaarheid van co-compostering en heeft als voorkeur een trage en extensieve methode waarbij 2 à 3 keer wordt gekeerd en omgezet met veel C-rijk materiaal en iets lagere verhitting.

- *Niet-kerende bodembewerking/ecoploegen* – (3): heeft geen machine, is op zoek naar een machine om heel oppervlakkig te werken.
(4): werkt al 7-8 jaar niet-kerend, ook uit noodzaak owv veel kleine percelen. Heeft na drie jaar de ploeg verkocht. (4) doet de bodembewerking vlak voor de zaai, met breker erdoor (20-25 cm diep).

(2): spitmachine is een makkelijke machine en geeft een goed resultaat.

Elke boer maakt zijn eigen keuze betreffende machines. Er is heel wat informatie beschikbaar, maar je moet kijken wat er goed is voor je bedrijf.

(4) en (1) gaan met een simpele breker aan de slag. Actisol is misschien beter, maar aankoopprijs is hoog. Als je loonwerker laat komen, komt met veel te zware machine, is nefast voor de bodem. Dus er is wel vraag naar zulke machine, maar op kleine schaal.

Economisch geen grote kostverschillen tussen ploegen en NKB? Wordt niet ervaren als een groot risico om niet-kerend te werken.

- *Maaimeststoffen* – Volgens (7) is haalbaarheid voor een klein bedrijf twijfelachtig. Beter om met grotere oppervlakte en goede mechanisatie te werken om vlot maaien en oprapen mogelijk te maken. Ook aankopen van maaimeststoffen wordt niet als realistisch gezien. Bij het mulchen van hennep is de versnippering ervan moeilijk wegens taaie vezels.
- *Andere vragen* – P-problematiek over komende 20-30 jaar bekijken ipv op korte termijn? Probleem is dat proeven reeds hebben aangetoond dat uitmijnen zelfs op langere termijn heel moeilijk is. Als je evenwichtsbemesting doet, ben je goed bezig. De Zonnekouter heeft percelen in klasse IV: zal er nog eigen compost mogen worden toegepast? Is een bezorgdheid, straks ondermijnt de wetgeving het systeem! Wet is vaak gebaseerd op grote bedrijven die niet goed bezig zijn, maar daardoor worden ook



de bio-landbouwers getroffen. Samenwerking groenten – veehouderij in bio? Regionaliteit is nodig. Meer bio-telers nodig en een goed systeem om gronden uit te wisselen. Is verre toekomst.

Bespreking prioritair gestelde maatregelen en proefopzetten (tweede focusgroep)

In de 2^{de} focusgroep groenteteelt op ILVO op 2 augustus 2018 werden de in de eerste focusgroepen ('West' en 'Oost') geprioriteerde oplossingsrichtingen nogmaals toegelicht, met name hergebruik van reststromen door compostering, gereduceerde bodembewerking en het inzetten van groenbedekker(mengsel)s. Qua inpasbaarheid van groenbedekker(mengsel)s in de groenteteelt waren er nog vragen, onder meer in verband met beteugelen van de onkruiddruk. Een vals zaaibed bereiden en wiedeggen komt niet aan de orde bij een teelt van groenbedekkers. Ook werd de nood aangestipt aan verkenning van nieuwe groenbedekkersoorten. Meegegeven werden de goede ervaring met onderzaai van klaver in graan juist voordat het gaat regenen en de ervaring met herstel van bodemkwaliteit door het meerjarig inzetten van groenbedekkers op een nieuw in gebruik genomen perceel.

Daarop volgde een toelichting omtrent de wijze van aanpak bij de validatieproeven, waarbij de teler beheermaatregelen uittest op het eigen bedrijf met ondersteuning en wetenschappelijke opvolging vanuit het project. Op het vlak van bodembewerking kan de gebruikelijke aanpak (telerspraktijk) vergeleken worden met een vernieuwde aanpak, bij bewerking vóór hoofd- of nateelt, waarbij van het project uit advies verleend wordt omtrent bewerkingswijze en -tijdstip. Voor de uitvoering kunnen bepaalde toestellen ter beschikking gesteld worden. Vervolgens worden gewasprestaties, inclusief beworteling en de evolutie van de minerale stikstofreserve doorheen het groeiseizoen opgevolgd. Qua groenbedekker(mengsel)s kunnen aspecten als soortenkeuze, de wijze van inpassen in de rotatie of de wijze en het tijdstip van vernietiging in een vergelijkend proefopzet aan bod komen. De opvolging bestaat dan uit het opmeten van de bovengrondse biomassa van de groenbedekker, de stikstofbeschikbaarheid na vernietiging en de opbrengst en kwaliteit van het hoofdgewas dat erop volgt. Voor compostering kan er vanuit het project een aanpassing van samenstelling of methodiek voorgesteld worden, die dan zal vergeleken worden met de gebruikelijke aanpak en geëvalueerd met kwaliteitsanalyses op de eindproducten.

Er volgde nog een toelichting bij het voor de groenteteelt-akkerbouw voorziene wetenschappelijke proefopzet en de composteringssite van ILVO werd bezocht ter illustratie van een boerderijcompostering.

5.1.2 Voederbouw

Voorstelling bedrijven

(8) Het bedrijf is gelegen op zand, met als onderste laag groene glauconiet houdende klei. Als gangbare boer heeft de teler pleidooi gehouden voor derogatie op grasklaver in de opinie dat MAP4 te streng was. In deze periode werd dierlijke- of kunstmest toegediend in combinatie met niet-kerende bodembewerking. Sinds 15 jaar is het bedrijf actief als zijnde bio. Opbrengst uit grasland: 10-12 ton droge stof per ha. Gras wordt gedroogd om eiwitverliezen te beperken. In de rotatie wordt maïs na grasland ingezaaid, waarbij voornamelijk grassoorten als onkruiden optreden. Op het bedrijf wordt momenteel mechanische onkruidbestrijding met schijveneg toegepast. Bodembewerking wordt met spulfrees getest. In het verleden werd er ook graan geteeld op het bedrijf met onderzaai van grasklaver. Op zandgrond werd ervaren dat het graan te traag groeit in vergelijking met rode klaver. Na de wintergraanoogst werd dan grasklaver met toevoeging van een kleinere fractie graan ingezaaid voor snelle structuuropbouw. De grasklaver wordt actueel 6 à 7 jaar aangehouden. Als basisbemesting



wordt op het bedrijf een tussenvorm tussen potstal en compost (laag per laag houtkrullen, bacteriën en enzymen toevoegen en regelmating mengen) voor en na de maïs toegepast om C-verlies te compenseren. Op grasklaver wordt enkel digestaat toegepast.

Vragen vanuit het bedrijf – Hoe krijg je maximale voederwaarde uit je rotatie voor intensief melkvee met welke bemestingsvormen? Verschilt dit tussen verschillende types zandgrond? En tussen zand en zandleem?

(9) Melkveebedrijf met 180 koeien en 140 ha beschikbaar, waarvan 90 ha in eigen gebruik, 20 ha in gebruik van andere teler en 30 ha uitgewisseld met een akkerbouwer. De mest wordt grotendeels op eigen percelen afgezet en op de percelen van de akkerbouwer. De bemesting bestaat grotendeels uit drijfmest. Ook wordt 60 000 kg stalrest per jaar geproduceerd wat zo goed als volledig naar telers gaat met een 20% verplichting op toepassing van dierlijke mest van biologisch herkomst. De rotatie bestaat uit voornamelijk grasklaver en 20-25% granen en maïs. Voorlopig ervaart het bedrijf geen sterke beperkingen door het beleid en heeft ook geen problemen met een te hoge P-toestand. De teler ervaart dat drijfmest in de zomer op grasland te dik is.

Vragen vanuit het bedrijf – Is er potentieel bij het mechanisch scheiden van drijfmest waarbij de dikke fractie aan stalrest wordt toegevoegd en brengt dit potentiële problemen m.b.t. P-toestand?

(10) Het bedrijf heeft 250 melkkoeien met jongvee en 120 ha in gebruik. In samenwerking met akkerbouwers in de buurt komt daar nog 50 ha bij. Op deze grond wordt ruwvoeder geproduceerd en voor mestafzet zijn er afspraken met akkerbouwers in de buurt. De koeien zitten vooral op ligboxen en potstal. Stalrest vertrekt naar groentebedrijven in de buurt. Op percelen met mestrechten wordt ook deels drijfmest toegepast. Hoofdzakelijk wordt grasklaver, triticale, erwten en maïs geteeld. Maïs en grasklaver worden voornamelijk bemest met drijfmest. Drijfmest wordt aangelengd met EM (effectieve micro-organismen) met als doel een snellere vrijstelling van N in het voorjaar. De drijfmest wordt zo vroeg mogelijk in het voorjaar toegepast.

Vragen vanuit het bedrijf – Interesse in het scheiden van drijfmest en toepassen van dunne fractie op grasland voor een betere en snellere benutting van N. De scheiding gebeurt echter voornamelijk in functie van het strooisel. Wat zijn de N:P-verhoudingen van de dunne en dikke fractie?

(11) Het bedrijf heeft net de omschakeling achter de rug. Sinds 5 november produceert het bedrijf biologische melk. Het bedrijf heeft 60 melkkoeien en 50 stuks jongvee. Het bedrijf heeft ook 100 niet-biologische zeugen, wat zal dalen naar 40-50 (niet intensief en niet omschakelen naar bio). De stallen worden als potstal ingericht en dus is er een ruime voorraad aan stalrest. Ook drijfmest wordt toegepast. Voornamelijk grasklaver wordt op het bedrijf verbouwd. Van de landbouwgrond wordt 50 ha voor de biologische koeien ingezet en 10 ha voor de gangbare zeugenmest. Ook graanteelt wordt toegepast op 12 ha in totaal met triticale en bonen of gerst met erwten. Vroeger werd op deze grond na de graanteelt de stalrest afgezet. Nu moet nieuwe bestemming gezocht worden. Vorig jaar werd voor het eerst stalrest op grasland toegepast, waarop dan koeien beweiden werden, gezien de eerste snede teveel stro zou bevatten (onvoldoende verteerd op tijdstip van eerste snede). Hierbij is er echter een probleem naar smakelijkheid voor de koeien. Op het bedrijf wordt noch mest aangevoerd, noch afgevoerd. De koeienveestapel wordt opgebouwd, terwijl de varkensstapel wordt afgebouwd. De zeugenproductie wordt geëxtensiverd, thans niet naar bio omgeschakeld (geen vraag vanuit de markt). Er wordt dan getracht deze zeugenmest af te zetten op biologische percelen.

(12) Bedrijf met 30-35 ha, waarvan een kleine 30 ha bio is. Het bedrijf heeft 200 melkgeiten en 200 jongvee. Op het bedrijf wordt enkel stalrest geproduceerd. Tot op heden heeft het bedrijf altijd met grasklaver gewerkt. Een probleem hierbij is het tijdstip van het toevoegen van stalrest om deze voldoende verteerd te krijgen tegen

////////////////////////////////////

de eerste snede. In het kader van deze problematiek is er interesse in het scheiden van drijfmest en toepassing van de dunne fractie. Nu wordt stalmest op maïs en voederbieten geplaatst. Drijfmest op het bedrijf wordt van naburige bedrijven gekocht. Stalmest van het bedrijf wordt ook verkocht. Bij compostering zijn er zorgen rond potentiële N-verliezen, maar co-compostering met toevoeging van vocht en uiteindelijk geschikte opslagmethode kan dit sterk beperken.

Selectie maatregelen per bodembeheercategorie

Tabel 11: Een gezamenlijke lijst van bodembeheermaatregelen, aangehaald door de voedertelers, die ofwel reeds toegepast worden, ofwel van interesse zijn voor potentiële toekomstige aanpassingen. Als aan zet werden de toegepaste maatregelen binnen het project Planty Organic toegelicht.

<i>Bodembeheercategorie</i>	<i>Geselecteerde maatregelen</i>
Opslag, behandeling en aanwending van dierlijke mest	<ul style="list-style-type: none"> ○ Meststilo: mogelijkheid om dunne fractie op te slaan. ○ Gehakseld stro in stalmest voor snellere vertering. ○ Roostervloeren (verplichting in bio) ○ Halfdichte vloer met gleuven voor reductie NH₃-emissie ○ Composteringsstal ○ Mest van champignons (maar residuen uit gangbare champignonteelt) ○ Vergisting van mest (werkzame N, maar is emissiegevoelig bij toepassing) ○ Aanlengen van dunne fractie van drijfmest met water voor betere aanwending op grasland. ○ In bemestingsstrategie van grasland evenwicht vinden tussen biomassa productie en behoud van klaver <p>Bemesting in het voorjaar toepassen i.p.v. in het najaar op de stoppel</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ideaal bemestingsschema op grasklaver
Bodembeheerstrategieën	<ul style="list-style-type: none"> ○ Nateelten selecteren met voederwaarde ○ Grasland aanhouden voor C-opslag
Mestafzet naar de plantaardige biosector	<ul style="list-style-type: none"> ○ Valorisatie dierlijke mest ○ Verbetering mestkwaliteit (in het bijzonder varkensmest) ○ Mestafzet naar akkerbouwsector (voederveorziening)



Prioritaire maatregelen als geselecteerd door voedertelers

Tabel 12: Prioritaire maatregelen als geselecteerd door voedertelers.

<i>Bodembeheercategorie</i>	<i>Geselecteerde maatregelen</i>
Opslag, behandeling en aanwending van dierlijke mest	Compostering, vergisting, fermentatie, conditionering dierlijke mest (aard strooisel, uitgangsmaterialen, preparaten, beluchting, scheiding); optimale aanwending van dierlijke mest op grasklaver
Bodembeheerstrategieën	Niet-kerende bodembewerking
Mestafzet naar de plantaardige biosector	Valorisatie van dierlijke mest en verbetering mestkwaliteit

Algemene discussie (bodemkwaliteit, logistiek en financiële impact)

Samenvattend blijkt dat bij voedertelers voornamelijk vragen zijn rond efficiënte N-benutting (inclusief emissiearme toediening) van dierlijke mest en gunstige N:P-verhoudingen. Is er een verschil in smaak voor het vee tussen gewone drijfmest en de dunne fractie?

De behandeling van vaste mest: is dit logistiek haalbaar? (9) hakselt stro, om zo met kort stro een betere vertering en betere retentie van N te verwezenlijken. (11) daarentegen prefereert lang stro zodat er minder moet gestrooid worden. Ook is er specifieke interesse naar natuurmaaisel, hetzij voor co-compostering, hetzij voor strooisel in potstalsysteem. Door de afwezigheid van bemestingsbeheer in natuurgebieden of bermen heeft dit strooisel een gunstige C:P-verhouding (ook riet van grachten, wat langer droog blijft).

5.1.3 Pitfruitteelt

Voorstelling bedrijven

(13) Het bedrijf gebruikt reeds jarenlang Maltaflor. In het begin werd er met groencompost gewerkt, maar dit gaf slechte resultaten. Het OC-gehalte ligt hoog (1,76% in vergelijking met groenteteler, die amper aan 1% geraakt), dus voor de teler is er weinig verandering in strategie nodig. De teler ziet voordelen in het voorkomen van onkruid, met name knopkruid dat soms massaal voorkomt en na onderschoffelen bijdraagt aan de bodem-OS voorraad. Hierdoor is er ook een zeer frequente bodembewerking (eventueel ook bladeren en snoeihout onderwerken). Schoffelen is ook activerend voor bodembioïologie. Specifieke appreciatie voor knopkruid wegens structuurverbetering van de bodem.

(14) Vanaf 2000 werd er op het bedrijf met bloedmeel gewerkt, maar brengt weinig OS aan. Daarom begonnen met alle 6-7 jaar dierlijke mest (koeien, kippen) toe te passen. Het bedrijf is ook geïnteresseerd in co-compostering van mest met natuurmaaisel, en afbouw met stalmest (dosering gehalte stalmest in compost).

////////////////////////////////////

(15) Bij inzaai van een nieuw perceel wordt met biochampost en bloedmeel gewerkt, eventueel 1 jaar met varkensmest. Daarna wordt bemest met biomix en de laatste jaren ook met OPF. Peren worden 10x per jaar geschoffeld. Desondanks komt er ook snel ondergroei op (gras). Hij wil de ondergroei niet de kans geven de nutriënten weg te nemen van de fruitbomen. Appel wordt tot juni geschoffeld. Er wordt 3x per jaar gemaaid, waarbij een gedeelte op de zwartstrook terecht komt.

Vragen vanuit het bedrijf – Is er een manier om P uit te mijnen?

(16) Vanaf het begin werkt het bedrijf met stalmest. Het is gelegen op lichte zandleemgrond. Het bedrijf is ook overgeschakeld op het gebruik van OPF (indruk van snellere en efficiëntere werking).

Vragen vanuit het bedrijf – Is er manier om P uit te mijnen met behulp van inzaai van klaver in de grasstrook en de afvoer ervan voor het fabriceren van een korrelmeststof.

(17) Het bedrijf werkt met een combinatie van basisbemesting en snel werkende bemesting (bloedmeel) indien nodig. Kleine hoeveelheden kippenmest van nabijgelegen kippenboer worden gebruikt. Het bedrijf bouwt fruit af voor meer investering in productie walnoot. Hierbij is er een wisselwerking met nabijgelegen veeboer voor het oogsten van de klaver in ondergroei. In ruil wordt mest aangeleverd uit een potstal. In het begin van het seizoen wordt geschoffeld, daarna wordt met de litsenmaaier gewerkt.

Vragen vanuit het bedrijf – Is er een manier om P uit te mijnen? Steun op wetenschap die boeren kan helpen om P-problematiek het hoofd te bieden.

(18) In omschakeling naar biologische teelt. Grasstroken worden gefreesd en verschillende varianten van klaver worden ingezaaid. Runderdrijfmest wordt geplaatst onder appelbomen, compost onder perenbomen. Daarnaast wordt ook gebruik gemaakt van biomix of OPF. Vermoedelijk zijn er lage OC-gehalten op het bedrijf. De percelen bevinden zich in klasse I en II. Er is geen voorgeschiedenis met P-bemesting op de percelen. De teler overweegt om in de toekomst klaver af te voeren (maaibeheer).

Opmerking door Koen bij de resultaten van de bedrijfsbezoeken: Bodemstalen genomen tijdens de bedrijfsbezoeken werden enkel in de zwartstrook bemonsterd. Het verschil met de groenstrook kan dag en nacht zijn, maar kan ook gelijk zijn afhankelijk van de historie van het perceel (bv. voormalige akkerbouwgrond). Daarom is het belangrijk voor de mestbank om stalen te nemen *zowel* in de groenstrook als in de zwartstrook. Om bemestingsstrategieën te evalueren is het belangrijk om enkel stalen te nemen in de zwartstrook.



Selectie maatregelen per bodembeheercategorie

Tabel 13: Een gezamenlijke lijst van bodembeheermaatregelen, aangehaald door de pitfruittelers, die ofwel reeds toegepast worden, ofwel van interesse zijn voor potentiële toekomstige aanpassingen.

<i>Bodembeheercategorie</i>	<i>Geselecteerde maatregelen</i>
Dierlijke mest (keuze en behandeling)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rundermest (dikke fractie) ○ Dierlijke mest in vraag stellen als hoeksteen van bio(fruitteelt) ○ Potstalmest + combinatie van andere bemestingsvormen ○ Sluiting kringlopen: mest uit eigen bedrijf (schapen, geiten) of win-win met buurbedrijven ○ Compostering optimaliseren: materiaal, tijdstip
Andere bemestingsvormen (keuze en behandeling)	<ul style="list-style-type: none"> ○ OPF ○ Plantaardige bemesting ○ Compost ○ Persafval valoriseren in compost Bio-champost ○ Fertigatie (Fontana) met N ○ P-oplossende bacteriën (effectiviteit onbekend)
Soortenkeuze	<ul style="list-style-type: none"> ○ Witte klaver ○ Inzaaien, of natuurlijke onkruidaanwas gebruiken ○ Grasklaver ○ Bloemenmengsel in de groenstrook (ook als rattenafleider)
Bodembewerking (in samenhang met bemesting en omgang met groenbedekkers en gewasresten)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Maaibeheer ○ Klaver tussen bomen maaien ○ Onder de bomen schoffelen ○ Zwartstrook mulchen met maaisel ○ Vlinderbloemigen in de groenstrook ○ Amaranth als diep-mijnende groenbedekker

////////////////////////////////////

Prioritaire maatregelen als geselecteerd door pitfruittelers

Tabel 14: Prioritaire maatregelen als geselecteerd door pitfruittelers.

<i>Bodembeheercategorie</i>	<i>Geselecteerde maatregelen</i>
Dierlijke mest en andere bemestingsvormen	Type en dosering
Soortenkeuze	Kruidentmengsels met inclusie van vlinderbloemigen in de groenstrook
Bodembewerking	Niet-kerende bodembewerking en functionaliteit van onkruid in samenhang met wijze van schoffelen

Algemene discussie (bodemkwaliteit, logistiek en financiële impact)

De hoofdvraag uit de focusgroep: hoe is een nutriëntenvoorziening binnen het eigen perceel vanuit de OS in de bodem met minimale externe aanvoer te bereiken? Ook is er interesse naar de valorisatie van klaver als afvoerproduct.

Een praktische obstructie voor de aanleg van een experiment met specifieke groenstrook is de inzaai voor de oogst, wat een probleem vormt bij betreding en berijden tijdens de oogstperiode.

Discussie over dierlijke mest: Er zijn bij sommige telers vragen over de voordelen hiervan voor de bodemkwaliteit. (13) is hier tegen gezien dit bijproduct veelal afkomstig is uit massaproductie en acht dit niet nodig voor bodemkwaliteit. (17) ziet de waarde hiervan wel in gezien dit kan bijdragen aan een meer gesloten systeem en de benutting van reststromen uit de biologische veeteelt.

In de fruitteelt moet men een compromis vinden tussen voldoende bemesting en overmaat (minder frequente bemesting genoodzaakt in vergelijking met sectoren van akkerbouw- en grove groenteteelt). Overbemesting kan immers zorgen voor lagere droge stofgehalten, afname in kwaliteit, minder lange bewaarbaarheid, minder smaak en minder nutritionele waarde (in kiwi wordt zelfs de prijs bepaald op basis van DS-gehalte, vanwege deze relatie).

Verder kwam ook het toedieningstijdstip van compost ter discussie. Volgens (14) bevordert het uitrijden van compost in de herfst de bladvertering, hoewel dit wettelijk niet toegelaten is na 15 november. Vóór deze datum bemesten is een probleem gezien de bladafval vanonder de bomen uitgeborsteld moet worden en op de groenstrook gelegd worden tegen schurftontwikkeling. Een toediening van dierlijke mest op de zwartstrook voor de bladafval kan dus niet. Er is minder risico op N-verliezen uit compost gezien het weinig minerale N bevat (ook weinig werking, vooral structuurverhoging).



Bespreking prioritair gestelde maatregelen en proefopzetten (tweede focusgroep)

Tijdens de tweede focusgroep pitfruitteelt op 25 juli 2018 te Sint-Truiden (pcfruit) werden de in de eerste focusgroep prioritair gestelde maatregelen (groenbedekker(mengsel)s, type organische bemesting en functionaliteit onkruid) voorgesteld en toegelicht.

Er werd beslist over de proeflocatie voor het wetenschappelijke proefopzet, een appelaanplant met grasklaver in de groenstrook op een pitfruitbedrijf te Diest. Daarna volgde er een discussie over de varianten qua keuze en beheer groenbedekker(mengsels) in rijstrook en boomstrook.

Het voorstel dat voorgelegd werd aan de stuurgroepleden tijdens de tweede stuurgroepvergadering:

1. jaarrond maaien van de groenstrook en schoffelen (tot juni) van de zwartstrook (BAU, variant 'Telerspraktijk')
2. oppervlaktecompostering in zwartstrook van maaisel (uit de groenstrook), blad en snoeihout (variant 'Grasklaver naar de zwartstrook')
3. inzaai van een weinig invasief kruidenmengsel in de zwartstrook bij de laatste schoffelbeurt in juni
4. inzaai van een wintervast vlinderbloemig gewas (lage C:N) in de rijstrook tussen de wielsporen, waarvan bovengrondse biomassa in het voorjaar als mulch wordt aangebracht op zwartstrook

werd overgenomen met volgende aanpassingen:

Op de focusgroepvergadering wordt voorgesteld de voorziene inzaai in de zwartstrook van een weinig invasief kruidenmengsel te vervangen door de inzaai van een enkele klaversoort (variant 'hopklaver ingezaaid in de zwartstrook') omdat klaver extra stikstof aanbrengt door biologische fixatie en omdat kruidenmengsels ter verhoging van de functionele agrobiodiversiteit normalerwijze in de groenstrook worden geteeld.

Op voorstel van de leverancier van de zaden wordt het wintervast vlinderbloemige gewas (wintererwt) gecombineerd met winterrogge dat de erwtenplanten steun biedt bij het opgroeien (variant: 'Inzaai van wintererwt + rogge in de groenstrook') en wordt ervoor gekozen een tweede variant van een wintervast groenbedekkermengsel in te zaaien ('Inzaai van wintererwt + winterwikke + rogge in de groenstrook').

Er werd ook gediscussieerd over het randomiseren van de behandelingen binnen de blokken (herhalingen) waarbij al snel duidelijk werd dat dit technisch en organisatorisch niet mogelijk is op een praktijkbedrijf. Het is met name niet mogelijk om over de lengte van 3 bomenrijen de varianten qua groenbedekker(mengsel) en het beheer ervan af te wisselen. Daarom werd beslist een strokenproef uit te voeren, waarbij per 3 bomenrijen een behandeling wordt aangelegd waarbinnen gewerkt wordt met pseudoherhalingen voor metingen en bemonstering

Ook was er een punt van discussie omtrent het al dan niet toepassen van de gebruikelijke snelwerkende organische bemesting in het voorjaar voor een voldoende stikstofvoorziening tijdens de bloei. Er werd beslist om deze bemesting de eerste twee proefjaren aan te houden en eventueel in het laatste proefjaar te laten vallen.

Later werd er bij een bezoek aan het bedrijf een perceel met knipbomen van Red Prince, die aangeplant werden in 2012, voor het proefopzet uitgekozen.



5.1.4 Glastuinbouw

Inleiding

Het project werd voorgesteld en de problematiek die ertoe leidde werd geschetst. Organische bemesting is heel belangrijk voor bodemkwaliteit. N-nalevering in de bioteelt komt vaak uit bodem organische stof. Dosering OM vaak afgesteld op N-behoefte van het gewas, maar gaat zo voor andere nutriënten minder afgestemd zijn op de gewasbehoefte. Voor bepaalde vormen van dierlijke mest gaat aanvoernorm voor P meer beperkend zijn voor de dosering dan de N-bemestingsnorm(en). Bij externe aanvoer van organisch materiaal en mest op gespecialiseerde groentebedrijven bestaat het risico op een P-surplus.

HWC = maat voor bodembioologie, HWP = makkelijk opneembare fosfor = P aanwezig in het bodemvocht = plantopneembare P, AMfungi = mycorrhiza schimmels. Bij een hoog opneembaar P-gehalte heb je minder biomassa aan mycorrhiza (leven in symbiose met plant en krijgen suikers van plant en steken minerale nutriënten toe). EC27°C + suikers = maat voor symbiotische activiteit in wortelomgeving. Indicatie dat hoge P en hoge opneembare P in de bodem negatief is voor gewenste activiteit in de wortelomgeving. Dus P-surplus in de bodem kan negatief zijn voor bodemlevenactiviteit. Bij lage P-beschikbaarheid zorgen mycorrhiza voor verbeterde opname van P. De bodem-pH bepaalt ook in hoeverre de aanwezige P beschikbaar is want P is beter opneembaar bij lage pH-waarden.

Bio gebruikt voornamelijk organische bemestingsvormen die trager (via de omweg van het bodemleven) werken dan de in gangbare teelten veel gebruikte wateroplosbare minerale meststoffen. Spoelen van zouten gebeurt nog zelden/niet in bio-glastuinbouw. Dus het risico op nutriëntenverliezen is sowieso beperkt. Betere bodemkwaliteit = betere beworteling = betere opname van N, maar voor P ligt dat misschien anders. Bij fosfaat is het uitspoelingsrisico minder afhankelijk van de bodemkwaliteit (uitspoelingsrisico bij N wel sterk afhankelijk van bodemkwaliteit). Investeren in bodemkwaliteit mag niet verder gepaard gaan met een verdere verhoging van de P-voorraad in de bodem. Exploreren van alternatieve vormen van organische stofopbouw dan het aanvoeren van externe bemesting.

Voorstelling van de bedrijven

(19) 2 ha glastuinbouw, rotatie 1/3, tomaat en komkommer. Bemesting: groencompost aan 2,5 m³/are (21% OS gehalte), Ecomix 2 of 3 van DCM (10 kg per are, grond is niet optimaal dus hoge dosis, Promico (2,3 N - 7K) vloeibare meststof wordt ook toegediend, bodemleven is niet om over naar huis te schrijven. Geen aparte kalimeststof wordt bijgegeven. P is van minder belang, er wordt altijd gekozen voor een zo laag mogelijke P-gift.

(20) 8000 m², rotatie van 1/3 of 1/4, komkommer, aubergine, tomaat, paprika. Bemesting: groencompost + champost (al 3de jaar), ofwel 50 ton groencompost, dit jaar 40 ton champost en 20 ton groencompost, K wordt bijgestuurd met patentkali en bitterzout, Ecomix 2 of 3 (8 kg/are en 3 keer per seizoen/teelt). Hergebruik water.

(21) rotatie tomaat 1/2, komkommer 1/2, paprika, aubergine 1/4, lage kassen voor aubergines, 1/3 vruchtwisseling in hoge kassen. Basisbemesting met 300 ton gecertificeerde groencompost (VLACO) op 2,5 ha + 195 ton mulchcompost (= jonge compost waar je takjes nog ziet in zitten dus hier gaan de wormen ook naartoe komen) op dezelfde 2,5 ha. Twee types compost om C:N-verhouding te optimaliseren. Mulchcompost ligt nu 3 cm dik maar is verteerd binnen een half jaar. C:N hoger in mulchcompost. Schimmels kunnen met lagere hoeveelheid N materiaal afbreken dan bacteriën. Daar mulchcompost bovenop de bodem wordt aangebracht gaat dit weinig effect hebben op N-beschikbaarheid in bouwlaag. Plasticfolie wordt over mulchlaag getrokken



om vocht vast te houden. Miscanthus wordt gestrooid in rundveestal en bespoten met schimmels en bacteriën die alles vasthouden, en dit wordt in de groencompost gewerkt (=biocontroleorganismen) om de compostering te stimuleren. Mycorrhiza worden toegevoegd bij begin van de teelt, vroeger ook start-P onder de vorm van beendermeel omdat 70% van de P in de eerste maanden van de teelt wordt opgenomen voor de wortelvorming. Bij 10 kg per are beendermeel bleef P-waarde op analyses laag (max 0,01); nu wordt geen beendermeel meer verstrekt en planten blijven het even goed doen. Dus mycorrhiza doen het misschien even goed dan beendermeel. Geen zicht op effectiviteit van mycorrhizatoepassing. Wetenschappelijke onderbouwing en metingen van microbiële activiteit is wenselijk.

Bijbemesting met agrobiosol (7-1-1.5) als N onder 50 eenheden komt. Agrobiosol doet er een tweetal weken over tegen dat het begint te werken. Vloeibare organic plant feed 7-2-3 meststof wordt ook bijgegeven (zeer snelle bemesting). OPF ook. Bemesting afhankelijk van de analyse en nooit boven de 100 eenheden in totaal, bv. 10 kg per are agrobiosol en 50 liter OPF. Patentkali enkel in de tomaat op moment dat mindere kleuring waargenomen wordt, max 50 kg per week voor een ha (voor een week of 6 vorig jaar).

Beworteling behoorlijk diep, ook afhankelijk van gewas, geen kerende bewerkingen, enkel af en toe eens diepgronden en je ziet dat de wortels dieper gaan dan vroeger. Vorig jaar gestoomd tegen de aaltjes + wormen uitgezet en effect gezien dat de wormen de hardere lagen doorbreken (dauwwormen). Engagement in MAP is niet reëel.

(22) rotatie 1/2 voor tomaat en komkommer, 1/4 voor aubergine; 1 ronde kippen in de winter gehouden in de serre vormt hoofdbemesting, aangevuld met compost (CMC- en wormcompost afgewisseld); ook gebruik van OPF granulaat 11-0-5 en OPF vloeibaar 5-2-5 (vloeibaar) maar deze producten zijn duur. OPF 5-2-5 wordt meegegeven met de strookberegening, waarbij nog geen problemen met verstopping. Bij druppelaars wordt aangeraden na te spoelen om verstopping tegen te gaan. CMC-compost wordt gemaakt op het eigen bedrijf o.b.v. houtsnippers (externe aanvoer) tesamen met stro en groene reststromen uit de serre, en aangevuld met vers gras (bv afkomstig van Natuurpunt) om temperatuur te halen. 30-40 m³ CMC-compost per ha, maar risico op komkommermozaïekvirus uit zelfgemaakte compost. Wormencompost wordt aan mindere hoeveelheid en enkel in de plantstrook toegediend wegens te duur, niet meer dan 5 m³ wormencompost per ha. Bijbemesting afhankelijk van hoe het gewas evolueert en bodemanalyses. Komkommer is meest N-behoefstig en is referentie bij beoordelen hoeveel bijbemesting dient te worden ingezet. In de beginjaren werd veel patentkali gebruikt. Dit heeft voor een overmaat aan zwavel gezorgd. Het gebruik van eigen plantmateriaal via de CMC-compost gaat echter de S-gehalten niet verlagen (export nodig) en de CMC-compost brengt het zoutgehalte waarschijnlijk ook naar omhoog. Dus is het opletten. Hergebruik van gewasresten helpt de nutriëntenkringloop te sluiten en zo wordt het gebruik van externe meststoffen sterk beperkt.

Algemene discussie

Intensieve glastuinbouw heeft een hoge stikstofbehoefte (meer cycli). Mogelijke beheermethoden om minder te moeten bemesten? Inzake rotatie: extensiever (financieel haalbaar?), groenbemester op moment van braakligging. Effect van groenbemesters op bodem-gebonden ziekten en plagen? P-input en -export moet in balans zijn -- > nutriëntenanalyses. Ook met maaimeststoffen doe je aan C-opbouw in de bodem, maar best redelijk lang voor planten toedienen want het is toch een massa die moet verteren, eventueel toedienen meteen na ruimen zodat het 2-3 maanden tijd heeft om te verteren. Gras levert 3 à 4 ton droge stof per snede. Hieruit



kan je berekenen hoeveel oppervlakte gras je nodig hebt om een serre puur met maaimeststoffen te kunnen bemesten.

Bemestingsvormen: verschillen in nutriëntenverhoudingen (meest gunstig in rundermest inzake N:P-verhouding). Compost: combinatie van koolstof- en nutriëntenrijke stromen, resp. bruine en groene uitgangsmaterialen. Meer bruin materiaal -- > betere retentie van nutriënten én aanbreng van C. C -- > lucht en waterhuishouding. Voldoende hoge input om effectief organische stof op te bouwen. Onderzoek op ILVO: compost geeft lager uitspoelingsrisico dan stalmest. Compost heeft echter ook een bepaald zoutgehalte: oppassen voor te hoge gehalten. Composttoepassing geeft weinig uitspoeling van N en P; werkingspercentage van 10-15% voor compost is waarschijnlijk een overschatting. OS varieert sterk tussen verschillende soorten compost (minimaal 16 of 18% OS volgens de normen van resp. VLACO en FOD Volksgezondheid, lagere OS als er aarde meekomt in de compostering. Verschillen tussen composten en tussen batches compost afhankelijk van het uitgangsmateriaal. Compost te zout kan door teveel nutriëntenrijke stromen dus te veel groen materiaal of doordat de composten te hoge temperatuur krijgen. Fractie klei in compost zorgt voor groter absorptiecomplex dus meer nutriënten die na verloop van tijd vrijgesteld kunnen worden.

Vruchtgroenten kunnen redelijk goed tegen een hoge EC. Problemen met te hoge EC komen sporadisch wel nog voor in bladgewassen omdat die minder goed tegen een hoge EC kunnen. Enkel als er zich problemen voordoen wordt soms gespoeld. Te hoge EC komt soms lokaal voor doordat irrigatie niet goed werkt of door historische opbouw. Als er geen drainage ligt in serres krijg je hoog zoutgehalte natuurlijk ook niet weg.

Inhoud NPK wordt lager ingeschat in bio dan in gangbaar. Cijfers van export die (21) ter beschikking heeft van WUR geven aan dat de export van nutriënten door tomaten de volgende is: 765 kg N per ha, 288 kg P per ha en 552 kg K per ha. Cijfers van bodemanalyses van X jaar geleden en nu vergelijken zou de verandering van de fosfaattoestand in beeld kunnen brengen.

Regenwater is ook een interessante insteek, belangrijk om het uitspoelingsrisico beter te vatten en te kijken naar wat in oppervlaktewater en wat in grondwater terecht komt. Heeft te maken met in- en output, maar ook met hydrologie in de kas en manier van water geven. Op PCG spoelen we nooit door, diepste pijlbuis op 90 cm en er kwam nooit verandering in tijdens de teelt. Vaak geen drainage tijdens teelt. Beworteling bij (21) gebruikt nog water van diepere lagen dus ze geven eigenlijk veel minder water dan de teelt in theorie nodig zou hebben. Bij (21) drainage op 80 cm diepte en daar komt geen water uit, water pas in drainage indien boven veldcapaciteit van de bodem. Veel organische stof in de bodem en zo kan bodem veel water bergen, water geven gebeurt o.b.v. de natte vingermethode, toekomstig weer, grootte van de plant, druppelen of vollevelds regelen is ook een heel verschil.

Slot: Evaluatie focusgroep en toekomstperspectieven. Op basis van wat voorlag in de focusgroep lijkt het erop dat in de biologische glastuinbouw een nutriëntenproblematiek niet reëel is, hetgeen nader bekeken moet worden. Het verschil in praktijken met andere (gangbare) teeltsectoren kan aanleiding geven tot een betere bodemstructuur die, in relatie met een betere lucht- en waterhuishouding, aanleiding geeft tot een goede wortelontwikkeling en daarmee met een efficiënt watergebruik en een goede nutriëntenbenutting.

Interessant om onderzoek te financieren naar nutriëntenstromen in glastuinbouw (tot nu toe enkel indicaties)? Bv Wat is de verhouding N die toekomt met basisbemesting vs N via extra bemesting. Welk type compost heeft goede C:P-verhouding? Is er ergens verbetering mogelijk in nutriëntenhuishouding? Veel te leren uit kennis van biologische bodemvruchtbaarheid op bedrijf (belangrijk in bio-sector), even veel of meer dan uit kennis van



nutriëntengegevens, maar duur om te analyseren voor eigen bedrijf. Belangrijk voor de sector om te kunnen staven dat de rekening klopt! Ook sensibiliseren zodat er toch geen overmaat P waargenomen wordt in bio. Hoeveel is de basisbemesting (1 of 5 kuub per are? Of in cm?). Te veel compost in 1 keer toedienen kan ook een negatief effect hebben dus doseren is belangrijk.

5.1.5 CSA-bedrijven (CSA = Community Supported Agriculture)

Discussie tijdens inleiding

Wat is het optimale moment voor een minerale stikstofbepaling? Men moet rekening houden met de evolutie van de minerale stikstofvoorraad doorheen het groeiseizoen. Wat men wil bepalen, is de hoeveelheid stikstof beschikbaar voor het gewas. Een minerale stikstofbepaling vóór aanvang van de teelt of tijdens de beginontwikkeling van het gewas geeft een goede indicatie van de stikstofbeschikbaarheid voor het gewas. Later op het groeiseizoen bij een meer gevorderde gewasontwikkeling zal een minerale stikstofbepaling een verkeerd beeld geven van de stikstofbeschikbaarheid gezien naast het gewas, zij het tijdelijk, ook de microbiologie in de wortelomgeving minerale stikstof vastlegt. In die zin zal naar het einde van het groeiseizoen toe de microbiologie helpen om het residu te beperken (stikstoffmobilisatie). Bepaling om bemesting op af te stemmen. Een eenmalige bepaling van minerale stikstof geeft echter weinig inzicht in hoeveel stikstof er ter beschikking zal komen gedurende het seizoen: hoeveel vanuit de bodem, hoeveel vanuit de bemesting, hoe zal het weer zijn? Analyses blijven echter wel nuttig om effect te evalueren of er veel stikstof wordt vrijgesteld uit de bodem organische stof, nog rekening houdend met de toegediende bemesting.

Bodembedekking met fleec (van februari tot april) goede maatregel om N-mineralisatie te stimuleren vanaf voorjaar, dus kan vervangend gezien worden voor een snelle bemesting in het voorjaar. Vraag kan gesteld worden of dit ook tot verliezen leidt? Niet als de mineralisatie beperkt is en op maat van de vraag van het gewas.

Geschikte groenbedekkersoort is afhankelijk van gewenste rotatie en eigenschappen van groenbedekkersoort. Wordt er bij wintergroenbedekkers voldoende N aangeleverd via de ondergewerkte biomassa voor een goede opbrengst van het hoofdgewas? In een nieuw project zal een antwoord gezocht worden op de vraag of de combinatie van een vlinderbloemige hoofdteelt met een vlinderbloemige groenbedekker kan leiden tot problemen met aaltjes en schimmels. Ook eventueel te veel N, waardoor een vlinderbloemige als klaver niet goed zal gedijen. De optimale groenbedekker kan via een tool bepaald worden op basis van een vragenlijst. Voor het samenstellen van groenbedekkersmengsels moet men zoeken naar complementariteit tussen soorten (artikel dat de keuze van groenbedekkersmengsels bespreekt: <http://ccbt.be/?q=node/3485>).

Voorstelling van de maatregelen genomen door de aanwezige bedrijven

Aan de bedrijven werd gevraagd te beschrijven welke maatregelen er al genomen worden op vlak van bemesting, benutting van reststromen, een dierlijke productiecomponent en het toepassen van groenbedekkers. Hieronder wordt de input van de telers weergegeven per type maatregel en gegroepeerd per bedrijf.

- a) Bemesting: dierlijke versus plantaardige bemestingsvormen
- Aankoop van 60 ton compost per jaar, 40 ton per ha. Dit is zeer veel qua opbouw van nutriënten, waaronder K. In de toekomst vervangen door OPF.
 - Wintermulchlaag van bladeren (van gemeente). Alles van buitenaf is plantaardig



- 15 ton per ha per jaar compost op groentepercelen (VLACO)
- Andere bemesting afhankelijk van gewasbehoefte (BIOFLORA -- > OPF, kaliumbeperking)
- In tunnels 25 ton compost en lavameel
- Op arme zandgrond wordt geitenstalmest (vruchtgewassen) toegepast van een bio-geitenmelkbedrijf of compost (andere teelten). De verhouding van beide bemestingsvormen in oppervlakte is 2/5 – 3/5 respectievelijk. Interesse in compostering op eigen bedrijf, eventueel met koeienmest, aangevuld met koolstofrijk materiaal uit natuurgebieden.
- Bladeren van tuinaannemer (eik) voor klein fruit (bosbes, houdt van zure grond). Als keuze mogelijk is wordt geopteerd voor lindeblad (snelle vertering)
- VLACO-compost (IOK)
- Schapenmest voor de aardappelen toegepast na planten en ingewerkt tijdens het schoffelen
- Kippenmest van bij bioboer. Wordt toegepast op bv. prei of andere snel groeiende stikstofbehoefte gewassen
- Houthaksel als mulch (voorkeur voor niet-vers materiaal) om koolstof aan te brengen na de aanplant van teelten als pompoen en spruitkool
- vorig jaar 40 ton VLACO-compost per ha.
- Dit jaar organische korrel. De bemesting wordt gespreid over de ganse rotatie (bemesting per bed is niet mogelijk).

b) Benutting van reststromen

- Wat er rest van kippenmest wordt bij groenafval toegevoegd (bv. netels) ook kleine hoeveelheid rundermest
- Groenteafval op het veld laten (oppervlakkige compostering)
- Groenteafval (zeer beperkt)
- Kippenmest in compost
- Reststromen op het bedrijf zijn zeer beperkt, passieve composthoop (goed voor 1 of 2 bedden)
- Recyclage mest en gier van grazende koeien
- 1 m³ kuisafval van groenten
- Inwerken van oogstresten



c) Dierlijke productiecomponent

- Kippen en runderen
- Kippen
- Zomerbegrazing van koeien op grasklaver

d) Toepassen van groenbedekkers

- *Phacelia*
- Grasklaver en zonnebloem

- Beperkt wegens weinig ruimte in de rotatie
- Boekweit na aardappel
- Rogge en vlinderbloemigen na pompoen (en waar ruimte in de rotatie)
- Streven naar maximale bodembedekking

- Grasklaver als rust na aardappeloogst. Begrazing door koeien (recyclage van nutriënten) van april tot en met september. Grasklaver aangehouden van augustus vorig jaar tot 2,5 jaar later in maart. Grasklaverdeel verschuift mee in rotatie (oudste gedeelte wordt ingewerkt terwijl nieuw gedeelte wordt ingezaaid). De start van de grasklaverperiode is best in het najaar, wegens beperking van onkruiddruk.
- Bodembedekking door rogge
- Weinig toepassing van groenbedekkers. Terughoudend wegens risico voor onkruidzaai in de marge.
- Bodembedekking met folie.
- In één deel van de rotatie als “rustmengsel”. Anders weinig ruimte binnen de rotatie.
- Rogge, wikke, zonnebloem en bladrammenas tot nu toe. Vanaf nu wordt bladrammenas weggelaten, gezien deze wordt weggeconcentreerd door de andere soorten.

Slotdiscussie

Belangrijke factoren om nutriënten optimaal te benutten en fosfaatprobleem aan te pakken.

- Aanbreng van plantaardige bemestingsvormen zonder P
- Circulatie van dierlijke mest binnen bedrijf (grondgebonden)
- Goede beworteling (indien geen verdichting door ploegzool)
- Niet-kerende bodembewerking leidt tot “opstapeling” van nutriënten in bovenste laag, dus minder verliezen en betere benutting door gewas (hogere N-efficiëntie)

Klepelaar met opvangsystemen: hoe werk je best met maaimeststoffen technisch gezien?

Maaibalk dat maaisel met “slurf” opvangt, zijspan achter trekker, opvang van maaisel in kar.

Goede vertering van organisch materiaal in de bodem (in de bovenste laag) is “parallel” aan een goede compostering. Aan einde van proces is pH neutraal tot basisch en kalktoevoeging is dus niet nodig.



5.2 FOCUSGROEPEN GANGBARE LANDBOUW

Alle focusgroepen gangbare landbouw voor de drie prioritaire deelsectoren vonden plaats in 2019. In een poging om een breder geïnteresseerd publiek aan te spreken, werd de focusgroep voor grove groenteteelt georganiseerd in aansluiting op een event van het project LOCO (lokaal composteren) bij het Proefstation voor de Groenteteelt (PSKW) in Sint-Katelijne-Waver (16 juli). Een tweede focusgroep groenteteelt vond plaats op Inagro in Rumbeke-Beitem op 29 juli. De focusgroep voor voederbouw werd georganiseerd op de Hooibeekhoeve op 20 augustus.

Tabel 15: Overzicht focusgroepen gangbare landbouw met aanduiding van datum, locatie, gemeente en aantallen aanwezigen

Focusgroepen gangbare landbouw	Datum	Locatie	Gemeente	Telers	Sector/ beleid	Onderzoek	Andere	VLM
Groenten	12/7/2019	PSKW	Sint-Kathelijne-Waver	3			16 tuiniers, compost meesters , gepensio neerd	1
Pitfruit	18/7/2019	PCFruit	Sint-Truiden (Kerkom)	2		3		
Groenten	29/7/2019	Inagro	Rumbeke-Beitem	14	1	1		
Grondgebonden veehouderij	20/8/2019	Hooibeekhoeve	Geel	32		3		

5.2.1 Grove groenteteelt

A. Focusgroep groenteteelt bij PSKW – 16 juli 2019

Aanwezigen waren voornamelijk onderzoekers uit ondersteunende instellingen, hobbytuiniers (geïnteresseerd in compostering en duurzaam tuinieren) en drie land- en tuinbouwers.

Telers:

1. Biologische landbouwer met eigen compostering, teelt quinoa, linzen, spelt, grasklaver, die sterk inzet op compost voor opbouw van bodem organische stof
2. Glastuinbouwbedrijf op substraat van 8 ha. Deze gebruikt bewust biologisch afbreekbaar touw en clipsen om tomaten aan op te binden, zodat compostering achteraf mogelijk is.



3. Tuinbouwbedrijf in omschakeling met 1,5 ha groenten onder glas (volle grond), voornamelijk bloemkool, spinazie en prei.

Selectie maatregelen per bodembeheercategorie

Om binnen de beperkte tijd te blijven, werd gefocust op de meest vernieuwende bodembeheercategorieën rotatie en gereduceerde bodembewerking. Organische bemesting werd achterwege gelaten. Deelnemers konden wel bemestingsgids *Organische bemesting – wat en hoe?* meenemen (nota: er werd duidelijk bij vermeld dat wetgeving niet meer actueel is).

Na de voorstelling van de maatregelen konden deelnemers hun voorkeur uitspreken per maatregel binnen iedere bodembeheercategorie en voor- en nadelen opgeven.

Tabel 16: Een gezamenlijke lijst van bodembeheermaatregelen, aangehaald door de groentetelers, die ofwel reeds toegepast worden, ofwel van interesse zijn voor potentiële toekomstige aanpassingen

Bodembeheercategorie	Voorgestelde maatregelen
Rotatie	Rotatie aanpassen met oog op (verstandiger) inpassen van <ul style="list-style-type: none"> ○ Vanggewassen (6/14 stemmen) ○ Oogstresten (2/14 stemmen) ○ Vlinderbloemigen (5/14 stemmen) ○ Maaimeststoffen (0/14 stemmen)
Gereduceerde bodembewerking	<ul style="list-style-type: none"> ● Niet-kerende bodembewerking (11/12 stemmen) ● Ondiep kerende bodembewerking (ecoploeg) (1/12 stemmen)

Samenvatting van de opmerkingen per maatregel

Hieronder volgt een korte bespreking van de opmerkingen van aanwezigen, met de focus op wat aangebracht werd door de aanwezige telers. Teler 2 teelt op substraat waardoor de maatregelen voor hem niet toepasbaar zijn.

- *Vanggewassen* Aanwezigen zien voordelen van vanggewassen omdat het weinig extra investeringen (machines) vraagt, praktisch haalbaar is en zichzelf bewezen heeft, nutriënten hergebruikt (bemestingseffect) en organische stof toevoegt aan de bodem. Teler 1 gebruikt al bewust bepaalde groenbedekkermengsels in zijn rotatie en beschouwt ze als een volwaardige teelt in zijn rotatie. Teler 3 ziet vanggewassen als een belemmering vanwege het verlies aan teeltoppervlak. Zij hebben een intensieve rotatie en telen de winter door groenten voor voldoende inkomsten. Nog een moeilijkheid in de groententeelt is dat *Brassicacea* (koolachtigen) (gele mosterd, bladrammenas...) niet goed in te passen zijn in de rotatie vanwege het risico op ziekte-opbouw.
- *Oogstresten* werden kort vermeld tijdens de presentatie vnl. omtrent van het veld halen ervan om ze nadien in te werken voor het vrijzetten van nutriënten. Teler 1 ziet voordelen in het oppervlaktecomposteren van oogstresten door inwerken met schijveneg omdat met hergebruik ervan



alle oppervlakte het hele jaar benut kan blijven (in tegenstelling tot met de inzet van vanggewassen). Slim gebruik van oogstresten wordt soms al toegepast en heeft zich dus al bewezen.

- *Vlinderbloemigen* Aanwezigen zagen voordeel in het groenbemesterseffect van vlinderbloemigen, ook bij gebruik als vanggewas, vooral vanwege het gecombineerd aanbrengen van stikstof, organische stof en voor opbouw van bodemstructuur. Teler 3 is op zoek naar gewassen voor meer variatie in de rotatie, maar heeft nog geen ervaringen met vlinderbloemigen (bonen, erwten) en ook nog geen mening gevormd. Teler 1 heeft momenteel al linzen in zijn rotatie, in mengteelt met spelt. Zo is zijn bodem beter bedekt en heeft hij twee oogsten.
- *Niet-kerende bodembewerking* krijgt van aanwezigen de meeste positieve reacties vanwege het intact laten van het bodemprofiel, zodat bodemleven minder verstoord wordt en OS in de toplaag gehouden wordt. In combinatie met een oppervlakkige bewerking kan de bodem zonder diepe verstoring klaargelegd worden voor zaai (Teler 3). Voorwaarde is wel dat je als teler bij de uitbouw van je machinepark al meteen de juiste investeringen moet doen om extra kosten te vermijden. Teler 1 gaf aan al niet-kerende bodembewerking te doen, heeft goede ervaringen en kon ook omstanders overtuigen.

B. Focusgroep groenteteelt bij Inagro – 29 juli 2019

Aanwezigen Er waren 15 aanwezigen voornamelijk landbouwers uit West- en Oost-Vlaanderen, vaak groenten gemengd met akkerbouwmatige gewassen en eventueel vleesvee.

Selectie maatregelen per bodembeheercategorie

Tijdens en na de voorstelling van de maatregelen konden deelnemers hun voorkeur uitspreken per maatregel binnen iedere beheercategorie en voor- en nadelen opgeven.

Tabel 17: Een gezamenlijke lijst van bodembeheermaatregelen, aangehaald door de groentetelers, die ofwel reeds toegepast worden, ofwel van interesse zijn voor potentiële toekomstige aanpassingen.

Bodembeheercategorie	Voorgestelde maatregelen
Organische bemesting	<ul style="list-style-type: none"> ○ Stalmest (11/15 stemmen) ○ Dikke fractie van runderdrijfmest (0/15 stemmen) ○ Compost (3/15 stemmen) ○ Champost (1/15 stemmen)
Rotatie	Rotatie aanpassen met oog op (verstandiger) inpassen van <ul style="list-style-type: none"> ○ Vanggewassen (11/15 stemmen) ○ Oogstresten (2/15 stemmen) ○ Vlinderbloemigen (0/15 stemmen) ○ Maaimeststoffen (1/15 stemmen)
Gereduceerde bodembewerking	<ul style="list-style-type: none"> • Niet-kerende bodembewerking (11/12 stemmen) • Ondiep kerende bodembewerking (ecoploeg) (1/12 stemmen)



Samenvatting van de opmerkingen per maatregel

Hierna volgt een korte bespreking van de opmerkingen van aanwezigen, met de focus op wat de aanwezige telers aanbrachten.

- **Organische bemesting**

- *Stalmest* Veel landbouwers voeren gewoonlijk stalmest na granen, op de stoppel of inclusief het stro, en zaaien daarbij meestal ook een vanggewas in. **(+)** Veel boeren zien de voordelen van stalmest voor organische stof, bodemleven, nutriëntenvrijzetting en bodemstructuur. **(+)** In de polders is er bovendien voldoende stalmest beschikbaar, vaak gratis af te halen, soms zelfs gespreid als levering betaald wordt. **(+)** Slechts 50% van de fosfor telt in de balans, indien opgevoerd op fosfaatklasse 1 of 2 percelen. => Voor biologische of circulaire stalmestbedrijven telt P uit stalmest en compost steeds voor 50% mee, ongeacht de fosfaatklasse. **(-)** De beperkingen in MAP6 zullen volgens sommigen ten koste van stalmest gaan, vb. max. 50 kg/ha werkzame N in het najaar en de controle op aankoop van N-meststoffen die meetelt in de N-balans. **(-)** In andere regio's is beschikbaarheid wel een probleem. **(+/-)** Afhankelijk van de rotatie vormt de langzame vrijzetting van stikstof een voor- of een nadeel. In vette gronden waar bijna jaarlijks stalmest wordt opgevoerd zijn er problemen met reststikstof, zelfs indien een vanggewas wordt ingezaaid.
- *Dikke fractie van runderdrijfmest* is voor vele landbouwers nog een onbekende. Door scheiding van drijfmest in een dunne en dikke fractie, wordt de organische stof in de vaste fractie behouden. Bij dikke fractie van varkens bevat die veel fosfor, **(+)** bij dikke fractie van runderdrijfmest is er een gunstige N/P-verhouding (zie slides). **(-)** Er is geen forfaitaire samenstelling van dikke fractie van runderdrijfmest (analyse is verplicht). **(+/-)** Beschikbaarheid is onbekend. Vanaf eind december zullen op de website www.VCM-mestverwerking.be aanbieders van vaste fractie runderdrijfmest kunnen worden gevonden.
- *Compost* bevat voornamelijk stabiele organische stof, waardoor nutriënten langzaam worden vrijgezet maar meer organische stof wordt opgebouwd. Drie landbouwers geven aan dat ze compost gebruiken, vb. in de streek van Langemark en Ieper. **(+)** Compost kan een goed alternatief zijn wanneer stalmest moeilijk beschikbaar is. **(+)** Slechts 50% van de fosfor telt in de balans, indien opgevoerd op fosfaatklasse 1 of 2 percelen. **(+)** Forfaitaire N-werkingscoëfficiënt is 15%, dus iets meer mogelijkheden binnen N-balans voor werkzame N **(-)** Extra kosten van €100/ha voor de aankoop, maar transportkosten wegen vaak nog meer door. **(+/-)** Moet beschikbaar zijn in de omgeving om logistiek en economisch interessant te zijn. Bij transport van 24 ton compost over 40 km reken je zeker €150-200 voor de rit. **(-)** Moet passen in mestbalans om nog nutriënten (P) van buitenaf te kunnen aankopen. **(+/-)** Kan veel zouten bevatten, maar kwaliteitsnormen zijn hiervoor tegenwoordig strenger, bij twijfel in het najaar opvoeren met een vanggewas of gevolgd door vb. bieten (zouttolerant).
- *Champost* is een compost van paardenmest met kalk ingemengd en heeft daardoor ook een zuurbindende waarde, naast een grote hoeveelheid stabiele organische stof **(+)** gratis beschikbaar in de regio Menen **(+/-)** exacte zuurbindende waarde is niet bekend. **(-)** kan veel



zouten bevatten, maar kwaliteitsnormen zijn hiervoor tegenwoordig strenger, bij twijfel in het najaar met een vanggewas of gevolgd door vb. bieten (zouttolerant).

- Opmerking over *schuimaarde*. **(+)** Is een goede kalkmeststof en goedkoop, **(-)** maar bevat ook veel fosfor en past daarom bij veel landbouwers niet in de mestbalans. Toch worden landbouwers door suikerfabriek (regio West-Vlaanderen) gestraft als ze geen schuimaarde afnemen (heffing van betaling afhouden), wat ruikt naar machtsmisbruik.

- Rotatie

Veel landbouwers telen al bewust meer granen in hun rotatie om hun bodem rust te gunnen, vb. wintergerst na wintertarwe. Gespecialiseerde veetelers hebben vaak nauwere rotaties (mais, gerst, tarwe), maar met veel organische stofaanvoer (korrelmais en granen).

- *Vanggewassen* **(+)** Landbouwers zijn overtuigd van het nut van vanggewassen om N te hergebruiken, nitraatresidu's te verlagen en organische stof op te bouwen. De aanwezige landbouwers proberen nu al hun areaal maximaal in te vullen. Ligninerijke vanggewassen en grassen bouwen meer organische stof op. Terwijl bladrijke groenbemesters dieper wortelen, meer N opnemen en makkelijk weer vrijgeven in het voorjaar. **(+)** Er zijn veel vragen hoe groenbemesters best in de rotatie inpassen (rekening houdend met zaaitijdstip, vernietiging, nematoden en koolstofopbouw...). Om je te helpen bij de keuze: [ITAB](#) (gids), [Protect'eau](#) (online keuzemenu, Franstalig). **(+)** Goede ervaringen met (Ethiopische) mosterd, bevrinst gemakkelijk. **(-)** Percelen blijven langer vochtig (zware klei), waardoor bodem pas later zaaiklaar gelegd kan worden. **(-)** Er zijn frustraties over het referentieareaal vanggewassen in MAP6: wie in het verleden al zijn best deed door alle mogelijke ruimte in de rotatie in te vullen met vanggewassen kan zijn nieuwe doelareaal onmogelijk halen en wordt afgestraft. Bovendien is voor 15 oktober inzaaien soms niet mogelijk bij vb. late aardappelen. **(+/-)** Moeilijkheden bij de vernietiging van groenbemesters in de toekomst. Vorstgevoelige groenbedekkers zullen moeilijker in te werken zijn bij zachtere winters (klimaatverandering). Indien glyfosaat (roundup) zou verdwijnen, is er niets meer om op terug te vallen na een zachte winter. **(+/-)** Gemengde ervaringen met groenbedekkersmengsels: vaak neemt één plant het over. (Niet per se een probleem, want mengsels zijn ook bedoeld om de kans op slagen te verhogen.) Mengsels passen soms niet goed in de rotatie door de veelheid aan soorten. Soms bevatten ze soorten met verschillende behoeftes qua zaaidiepte.

Opmerking bij winterwikke: éénmalig last gehad van slakken

30% VLIF-steun: rolwals voor mechanisch vernietigen groenbedekker, schijveneg om te snijden en mengen met de bodem

- *Oogstresten* bevatten veel organische stof (vb. stro) of veel stikstof (bietenloof). Slimmer omgaan met oogstresten door vb. stro te laten liggen of N-vrijstelling uit groene oogstresten uitstellen door ze af te voeren en later weer op te brengen of in rillen te leggen en ter plekke te composteren. **(+)** Stro laten liggen, platwalsen of hakselen, vb. in combinatie met stalmest in het najaar, om organische stofgehalte te verhogen en een te hoog



nitraatstikstofresidu vanwege de mest te vermijden. Stro laten liggen vraagt weinig extra arbeid, maar verlies van (inkomsten uit) stro. **(+)** Bij weghalen groene oogstresten zoals bladeren kan reststikstof door vrijstelling vermeden worden en kunnen ze wederom als bemesting dienen. **(-)** Indien je oogstresten zou extra oprapen en weer opbrengen vraagt dit veel arbeid, voornamelijk op drukke momenten.

- *Vlinderbloemigen* fixeren stikstof uit de lucht en voegen daarom netto stikstof en OS toe, zonder fosfor. Je zou ze als voorteelt of groenbedekker kunnen zetten voor de hoofdteelt. Of een vlinderbloemige hoofdteelt (bonen, erwten, linzen, luzerne...) laten volgen door N-behoefte teelt. **(+)** Indien MAP het veel moeilijker maakt om organische mest te gebruiken, lijkt meer inzetten op vlinderbloemige groenbedekkers of hoofdgewassen een mogelijkheid. **(-)** Vlinderbloemige groenbedekker telt niet in het areaal vanggewassen. **(-)** De norm werkzame stikstof daalt bij sommige combinaties van groenten uit groep III (vb. bonen en erwten). Anderzijds is de N-behoefte voor tweede gewas al deels ingevuld. **(+/-)** teeltonzekerheid: stel laat zaaien boontjes (juni) kan opkomstproblemen geven bij droogte.

Opmerking nadien: luzerne wortelt diep, kan verdichting helpen opheffen en is weinig gevoelig aan droogte.

- *Maaimeststoffen* zijn een verregaande manier om te bemesten, vb. door op 1 perceel (vlinderbloemige) groenbemesters te telen, te maaien en op te brengen op een ander perceel waar behoefte is aan nutriënten. Eventueel opslaan door in te kuilen **(-)** Wie dieren heeft, kan maaisel beter gebruiken als voeder en nadien de mest gebruiken. **(-)** Indien je groenbemesters zou oogsten (evt. inkuilen) en weer opbrengen, vraagt dit veel arbeid, voornamelijk in het voorjaar wanneer het al druk is. Vroeger het veld opgaan om tijd te winnen is nefast voor de bodemstructuur. **(-)** Waarschijnlijk niet rendabel

30% VLIF-steun: klepelmaaier, maai-laadcombinatie (klepelmaaier in combinatie met opraap of afzuigstelsysteem)

Vraag: Wat met sappen die uit kuil vloeien? Moeten die opgevangen worden?

Antwoord: Ja, deze mogen zeker niet afstromen naar een gracht of een beek.

- **Gereduceerde bodembewerking**

- *Niet-kerende bodembewerking* Niet kerende bodembewerking laat de verticale structuur van de bodem intact. Gevolgen zijn meer capillaire opstijging van water, opbouw van organische stof in de bovenste laag en voordelen voor bodemleven, waardoor kans op de uitbraak van ziekte verlaagt. Soms wordt nodig oppervlakkig kerend of woelend gewerkt (cultivator) in combinatie met een diepe tand om de bodem los te maken zonder te woelen **(+)** Eén landbouwer had ervaring met Micheltand. Minder kluiten in de aardappelen door niet ploegen. Door kruislings te werken werd beste resultaat bekomen. **(+)** landbouwers zetten graangewassen in om keren te vermijden **(-)** Moeilijkheden bij onkruidbestrijding en klaarleggen veld zeker in zware gronden. **(-)** langer nat blijven van (zware) gronden in voorjaar. **(-)** Moeilijker op te volgen indien er toch secundaire verdichting zou zijn. **(-)** Meer vermogen en fossiele brandstof nodig bij zware grond. **(-)** behoefte aan onkruidbestrijding



om niet-kerend te werken. (+/-) Moeilijk bodem te sparen bij (nat) voorjaar, wanneer alle burens al aan het werk zijn. (+/-) situatie sterk afhankelijk van bodemtype en volggewas. (+/-) keuze voor niet-kerende bewerking moet vooral gebeuren bij investeringen.

Vraag: Kunnen investeringen door VLIF terugbetaald worden?

Antwoord: **ja**, kunnen voor 30% gesubsidieerd worden (onder voorwaarden): Schijveneg; tandcultivator voor niet-kerende bodembewerking (stoppelcultivator en hybride tandcultivator); grondbreker (woeler, decompactor); strip-tillmachine (strokenfrees); directzaaimachine; drempelmachine.

Meer info: <https://www.boerenbond.be/kenniscentrum/onderwerpen/de-financiering-van-je-erosiebestrijdingsmaatregelen/30vlif-steun-voor-machines>

Overzicht terugbetaalbare investeringen:
https://lv.vlaanderen.be/sites/default/files/attachments/2019_blok_3_-_vlif_codelijst_aangepast.pdf

- *Ondiep kerende bodembewerking* De ecoploeg werkt oppervlakkig in de bodem (tot 20 cm). Door uitsparingen in de ploegschaar wordt de bodem 'geraspt' en gekeerd, niet in grote kluiten. (+) Minder intensieve bodembewerking dan diep ploegen, maar nog steeds kerend. (+) in één werkgang alles zaaiklaar leggen. (+/-) ook in zware gronden? (+/-) Moeilijk om bij (nat) voorjaar bodem te sparen, terwijl alle burens al aan het werk zijn. Maar als de weersomstandigheden goed zijn, moet het wel onmiddellijk gebeuren.

30% VLIF-steun: ecoploeg geniet eveneens VLIF-steun

Oproep voor validatieproeven

- Eénjarige proefopzet
- 4x tussen vandaag en 2021
- Een vergelijking van de gebruikelijke praktijk versus een vernieuwende variant
- (reeds beproefde) maatregelen die vernieuwend zijn in gegeven praktijkomstandigheden

Maatregelen kunnen betrekking hebben op alle bodembeheercategorieën (rotatie, keuze en/of behandeling van mest, reststromen en bodembewerking)

5.2.2 Voederbouw

Focusgroep veehouderij te Hooibeekhoeve, Geel op 20/08/2019

Vanwege de onverwacht hoge opkomst (33 landbouwers) werden de landbouwers in drie groepen verdeeld voor de discussie. Iedere bodembeheercategorie werd eerst ingeleid met een korte presentatie en daarna per groep besproken. Onderstaande discussienota's zijn voornamelijk afkomstig van de opmerkingen van landbouwers uit de groep van Koen Willekens en Helena Vanrespaille. De derde groep werd geleid door Luk Sobry.



Aanwezige bedrijven waren onder andere: varkenshouder met dorsmais en tijdelijk grasland, melkveebedrijf met enkel grasklaver, mestveebedrijf (witblauw), ook akkerbouw, akkerbouwmatige groenteteelt, rooien van fruitplantages als loonwerker, schapenbedrijf, voorlichters.

Varkenshouders met eigen korrelmais, melkveehouders met drijfmeststal en met potstal (weinig beweiding), akkerbouwer in Zuid-Limburg met o.a. veldbonen.

Selectie maatregelen per bodembeheercategorie

Tabel 18: Een gezamenlijke lijst van bodembeheermaatregelen, aangehaald door de groentetelers, die ofwel reeds toegepast worden, ofwel van interesse zijn voor potentiële toekomstige aanpassingen.

Bodembeheercategorie	Voorgestelde maatregelen
Mest behandelen en aanwenden	<ul style="list-style-type: none"> ○ Composteren in de stal ○ Mest scheiden: dikke fractie van runderdrijfmest ○ Voeder aanpassen ○ Mest mengen (suggestie landbouwers)
Rotatie	Rotatie aanpassen met oog op (verstandiger) inpassen van <ul style="list-style-type: none"> ○ Grasklaver en andere vlinderbloemigen ○ Vanggewassen ○ Maaimeststoffen
Gereduceerde bodembewerking	<ul style="list-style-type: none"> ○ Niet-kerende bodembewerking ○ Ondiep kerende bodembewerking (ecoploeg)

Samenvatting van de opmerkingen per maatregel

- Mest behandelen en aanwenden
 - Composteren in de stal

Bij het aanzien van de foto van de compoststal rezen er veel vragen over drooghouden van de koeien, maar een bedrijfsadviseur in de groep gaf aan dat hij positieve ervaringen had met compoststallen. “Compoststallen zijn algemeen goed voor koecomfort en voor organische stofopbouw in de akker. Ook op het bedrijf in kwestie was het celgetal in de melk goed.”

Eén melkveehouder gaf aan dat hij bewust had gekozen voor een potstal met stro voor organische stofopbouw: De investeringskosten van een (com)po(s)tstal zijn lager, maar de kosten achteraf zijn hoger (aankoop strooisel en arbeid). Uiteindelijk blijft de kostenbalans gelijk. Er moet ook extra oppervlakte voorzien worden voor opslag van mest. Een landbouwer van een schapenbedrijf stelt zich de vraag hoe compacte schapenmest belucht te krijgen.

Hout van rooien fruitplantages zou een bestemming moeten krijgen als bodemverbeteraar (na rooien van een fruitplantage is mais de enige mogelijke volgteelt).

- Mest scheiden: dikke fractie runderdrijfmest



Runderdrijfmest scheiden creëert een product dat makkelijker afgezet kan worden: gegeerd product voor akkerbouw en kan per vrachtwagen, maar er worden te weinig nutriënten mee afgezet. Het is makkelijker qua opslag in de winter, maar de volumevermindering is evenwel beperkt.

Dikke fractie van runderdrijfmest maken is geen meerwaarde omdat de organische stof afgevoerd wordt van het bedrijf, zodat eigen bodems verarmen. Bovendien is de scheidingskost hoog. Dikke fractie zou je kunnen composteren, maar opnieuw zijn de kosten hier hoog.

- Voeder aanpassen

Landbouwers zijn te vinden voor aanpassingen in het voeder op een wijze dat de drijfmest minder N bevat en de erin vervatte N sneller werkt. Minder uitscheiding wijst immers op efficiënter voederen, tenminste als de kostprijs van het voeder niet stijgt. Dat is maatwerk met de juiste koe, het juist rantsoen, maar het vraagt wel dat de landbouwer hier langzaam ervaring mee kan opbouwen. Het voeder aanpassen is praktisch gezien een eenvoudige en snelle ingreep. Maar als je voeder aanpast en dat resulteert in een gunstigere mestsamenstelling blijven de forfaitaire uitscheidings-hoeveelheden dezelfde voor de mestbank en zal je dus eerst mestanalyses moeten aanvragen opdat de mestbank hier rekening mee houdt.

Er komen veel vragen over de grote verschillen in mestsamenstelling. Wat zijn de oorzaken? Voedersamenstelling? Duur dat de mest in de opslag zit? Landbouwers hebben gemerkt dat het jaar dat er meer zetmeel in de maïskuil zat, er minder N in de mest voorkwam ten opzichte van jaar met minder zetmeel in de maïs. Kan mestbeluchting de mestkwaliteit verbeteren, de stikstof in de mest houden?

- Mest mengen

Mest mengen werd door de landbouwers zelf aangebracht als mogelijke bemestingsstrategie. Door varkens- en runderdrijfmest te mengen kan je de betere N/P-verhouding van runderdrijfmest combineren met de snelle N-vrijzetting uit varkensdrijfmest. De organische stof kan je best aanvullen met groencompost.

- Rotatie

De aanbreng van effectieve organische stof met groenbedekkers is sterk afhankelijk van zaaidatum, wat standaardcijfers relativeert. Vroeger zaaien geeft meer biomassa, 2 weken maken een groot verschil in biomassa-opbrengst.

Mogelijke maatregelen zijn groenblijvende groenbedekker, inclusief grasachtigen, lang laten doorgroeien in het voorjaar. Bij late vernietiging in voorjaar neemt de groenbedekker wel veel vocht weg uit het bodemprofiel, dat kan een nadeel zijn in droge seizoenen.

- Grasklaver en vlinderbloemigen

Grasklaver wordt frequent verbouwd, zelfs met goed resultaat op zandgrond. Bemesting moet beperkt blijven om de vestiging van klaver te bevorderen.

Luzerne kan een geslaagde teelt zijn, maar enkel wanneer voldoende aandacht wordt geschonken aan de teelt voor een goede opbrengst. Bij voorkeur kuilt men de luzerne apart in om hem gericht te kunnen gebruiken bij het samenstellen van het rantsoen. Het komt ook wel voor dat die mee in



de graskuil gaat, bijvoorbeeld om het aantal kuilen op het bedrijf te beperken. De diepwortelende eigenschappen en droogtetolerantie worden op prijs gesteld. Er wordt gesuggereerd hem dikker zaaien op de kopakker, witte klaver te combineren met luzerne om open plekken in te nemen en te voorkomen.

In de groep is er ook ervaring met het telen van veldbonen. Indien je ze in het najaar inzaait, moet je diep zaaien om vorstschade te vermijden (en duivenschade).

Er worden verschillende rotatiemogelijkheden gesuggereerd: 3 jaar grasklaver, 2 jaar maïs en 1 jaar aardappelen, en opnieuw grasklaver in het najaar ingezaaid. Andere groep schuift als beste rotatie naar voor: maïs + pH nazicht – graan + groenbemester en stoppelbewerking – gras of voederbieten of luzerne, bemesten met groencompost, houtsnippers of runderstalmest voor aanvoer organische stof

- Vanggewassen

Iedereen ziet de voordelen van vanggewassen: een lager nitraatstikstofresidu, N-vrijgave in het voorjaar, aanbreng organische stof en de bodem bedekken zodat onkruiden geen kans krijgen waardoor grond properder blijft. Bij monocultuur snijmaïs passen vanggewassen goed in de rotatie.

Maar landbouwers zien weinig logica in de wetgeving daaromtrent (doelareaal gebaseerd op referentieareaal). Bedrijven die in het verleden al hun best deden groenbedekkers te telen en dat ook correct opgaven zijn gestraft.

Voor korrelmaïs en late aardappelen is 15 oktober als uiterste datum van inzaai echter geen haalbare kaart. Je oogst richten op de uiterste inzaaidatum van een groenbedekker is niet gewenst omdat de afrijping en opbrengst ervan afhangen. Bovendien wordt het groeiseizoen langer door klimaatverandering.

Vanggewassen blijven wel een kostenplaatje door de aankoop van zaaigoed, hogere werkdruk en mogelijk verlies van opbrengst. Er is weinig keuze aan vanggewassen bij late zaai en niet alles is EAG erkend. Verder zijn er vragen over de invloed van stroresten op het nitraatstikstofresidu wanneer die worden ingewerkt in de bodem.

- Maaimeststoffen

De landbouwers liepen weinig warm voor maaimeststoffen. Het maaisel van akkerranden en bufferstroken vormt te weinig biomassa om van betekenis te zijn. Maaisel van wegbermen bevat daarnaast vaak te veel afval en is daardoor onbruikbaar als maaimeststof. Bedorven kuil wordt ook uitgereden, maar hoeveelheden zijn opnieuw weinig substantieel voor organische stofopbouw. Maaimeststoffen vormen ecologisch en economisch een groot vraagteken vanwege de hoge brandstofkosten.



- Gereduceerde bodembewerking

De Hooibeekhoeve ligt in de Kempen (zand), met grond die makkelijk te bewerken is, waardoor onkruiddruk de voornaamste bekommernis van de aanwezige landbouwers is.

- Niet kerende bodembewerking

Niet kerende bodembewerking lukt voor bepaalde teelten. Vaak geeft niet-kerende bodembewerking in drogere jaren een voordeel en in nattere een nadeel. Er komen opnieuw veel vragen van de landbouwers: Zullen er door klimaatverandering meer droge jaren zijn? Wat met onkruiden, groenbedekkers en onderwerken van mest? Inwerken met de schijveneg of frontcultivator als er geen groenbemester staat.

Een landbouwer beweert dat niet kerende bodembewerking niet jaarlijks toe te passen is, want zonder ploegen gaat niet. Nochtans waren er akkerbouwers die al meer dan 15 jaar ervaring hebben met niet-kerende bodembewerking op hetzelfde perceel. Onkruid is onder controle te houden bij niet-kerende bewerking in een rotatie, maar moeilijk bij monocultuur mais. De nood aan voldoende efficiënte onkruidverdelgers komt aan bod. Landbouwers zien niet-kerende bodembewerking bij het verdwijnen van glyfosaat als een weinig haalbare kaart.

Gereduceerde bodembewerking zal de nuttige bodemorganismen begunstigen, maar kan ook de schadeverwekkers (zoals pathogene aaltjes) begunstigen. In het geval van minder goede omstandigheden (bodem, weer) voor de kieming kan dit leiden tot bederven van zaaigoed. Verder blijft een goede bodemstructuur zeker ook een kwestie van weersomstandigheden op de dagen dat men zich (nodig) op het veld begeeft.

- Ondiep kerende bodembewerking

‘Voor het beperken van onkruiddruk is het beter dat ge keert,’ beweren sommige landbouwers, waardoor de ecoploeg bij sommige landbouwers op meer interesse kan rekenen dan niet-kerende bodembewerking. Ondiep ploegen heeft als voordeel dat er minder brandstofkosten zijn dan bij diep ploegen, maar heeft wel de voordelen van ploegen, bijvoorbeeld makkelijker onderwerken van mest.

De ecoploeg, waar de scharen achter de tractor hangen, voorkomt diepere verdichting omdat hij niet in de geploegde bouwvoor hoeft te rijden. Dan moet er wel goed gereden worden om te zorgen dat alle grond aan bod komt en eventueel in combinatie met een RTK-GPS op de tractor om juist te rijden, maar dat is een dure investering.

5.2.3 Pitfruit

Focusgroep pitfruitteelt te PCFruit, Sint-truiden op 18/07/2019

De aanwezigen waren onder andere een oud-leraar tuinbouwschool die momenteel hazelnoten teelt en een conventionele pitfruitteler die peren en appels teelt. De peren worden verkocht via de veiling, de appels via thuisverkoop. Hij heeft al geëxperimenteerd met PRP (een P-vrijzettend bacterieproduct) en het gebruik van paardenmest in de boomgaard. Zijn percelen hebben een hoog P-gehalte, maar toch denkt de teler te weinig P ter beschikking te hebben.



Vooraleer in te gaan op specifieke maatregelen werden eerst enkele nieuwe inzichten en bemestingsstrategieën uit de biolandbouw en uit de benchmarks aangehaald. De voorgestelde maatregelen bevatten enkel maatregelen die ook van toepassing zijn op pitfruitteelt, nl. organische mest en maatregelen met interactie tussen de groen- en zwartstrook.

Selectie maatregelen per bodembeheercategorie

Tabel 19: Een gezamenlijke lijst van bodembeheermaatregelen, aangehaald door de pitfruitteelters, die ofwel reeds toegepast worden, ofwel van interesse zijn voor potentiële toekomstige aanpassingen.

Bodembeheercategorie	Voorgestelde maatregelen
Organische mest	<ul style="list-style-type: none"> ○ Stalmest (+) ○ Dikke fractie runderdrijfmest ○ Compost (+) ○ Champost ○ Maaimeeststoffen
Zwartstrook/groenstrook	<ul style="list-style-type: none"> ○ organisch materiaal infrezen ○ Organisch materiaal mulchen ○ Groenbemester in de groenstrook ○ Groenbemester in zwartstrook inzaaien

Samenvatting van de opmerkingen per maatregel

- Organische mest

In pitfruitteelt is er weinig fosforopname, waardoor fosfor snel limiterend is voor het gebruik van organische mest. Daarom, en vanwege de hoge K-behoefte, wordt er met name in de appelteelt voornamelijk met minerale meststoffen bemest.

- Stalmest

Stalmest wordt door pitfruitteelters als een goed middel gezien om het organisch stofgehalte op te krikken. Een versoepeling in MAP6 laat voortaan “mestschoentjes” van stalmest toe in de winter, zowel om wortelschade bij vorst te voorkomen als om de bemestingswaarde en de organische stofopbouw. Landbouwers zien het gebruik van stalmest in het najaar als het meest effectief, omdat de stalmest dan reeds kan verteren gedurende de winter, zodat de stikstof voldoende vrij komt op cruciale momenten als bloei en bladzetting. Vooral de voordelen voor het bodemleven, het toevoegen van organisch materiaal en de voordelen voor de vochtinhouding komen ter sprake.

[Intermezzo: *Varkensdrijfmest*] Landbouwers erkennen een nadelige werking van varkensdrijfmest voor het bodemleven. Bij toepassing van varkensdrijfmest voor het regent, zijn er merkbaar veel regenwormen die dood op het veld achterblijven.

- Dikke fractie runderdrijfmest



Dikke fractie van runderdrijfmest is afkomstig van de mechanische scheiding van runderdrijfmest in een dikke en een waterige fractie. Vooral de dikke fractie is interessant voor organische stofopbouw. Anders dan bij scheiding van varkensdrijfmest, blijven de N/P-verhoudingen gelijkaardig bij de scheiding van runderdrijfmest.

Hoewel de N/P-verhouding van dikke fractie van runderdrijfmest hoger is dan bij dikke fractie van varkensdrijfmest, blijft de grote hoeveelheid fosfor toch een struikelblok voor toepassing in de pitfruitteelt. De dikke fractie van runderdrijfmest krijgt nauwelijks aandacht tijdens de bevraging.

- Compost

Compost is een verwerkingsproduct van (plantaardig) organisch materiaal en bevat veel stabiele organische stof. Groencompost is voornamelijk afkomstig van (berm)maaisel, terwijl GFT-compost van groenten-, fruit- en tuinafval gemaakt is. GFT kan daardoor soms een hoog zoutgehalte hebben, maar dit wordt gecontroleerd bij certificatie. Landbouwers appreciëren dat het product heel werkbaar is, eenvoudig te strooien en voldoende beschikbaar. De beste toepassing zien de landbouwers bij de aanplant van een nieuwe boomgaard, als een langetermijninvestering in een voldoende hoog organische stofgehalte en een actiever bodemleven.

- Champost

Champost is gemaakt van gecomposteerde (paarden)mest, aangerijkt met kalk. Landbouwers zien gelijkaardige voordelen als bij compost, een soms hoog zoutgehalte komt hier wel naar voren als een mogelijk knelpunt. Het hoge kalkgehalte kan een voordeel zijn indien het perceel bekalking nodig heeft, maar is evengoed een nadeel in het andere geval. Champost kan daarom dus gericht worden ingezet om zowel het organische stofgehalte als de pH te verbeteren. Champost zou volgens de landbouwers echter wel meer woelratten aantrekken.

- Zwartstrook/groenstrook

- Schoffelen

In de biologische landbouw wordt de zwartstrook regelmatig geschoffeld, niet alleen om onkruiden mechanisch te bestrijden, maar ook om de mineralisatie van organische stof en dus ook de vrijzetting van stikstof te stimuleren. De meeste (bio)landbouwers schoffelen tot half juni om de stikstofmineralisatie uit de bodem te stimuleren, daarna is de N-behoefte lager en wordt er niet meer of minder geschoffeld. Ook ander invloeden spelen een rol. Sommigen schoffelen bijvoorbeeld niet tijdens de bloei omdat een zwarte, aaneengesloten (ongestoorde) grond meer warmte absorbeert.

- Organisch materiaal infrezen

Verschillende bronnen van organisch materiaal zouden in de bodem gefreesd of gemulcht worden om het organische stofgehalte te verhogen. Een voorbeeld zouden houtsnippers afkomstig van snoeihout kunnen zijn. Momenteel wordt het snoeihout geklepeld op de groenstrook. Er zijn ook loonwerkers die het snoeihout tot balen persen voor verder gebruik. De hoeveelheid snoeihout die jaarlijks vrijkomt, is echter redelijk beperkt. De nadelen van stikstofimmobilisatie bij vertering door de hoge C/N-verhouding zouden overkomen kunnen worden door de houtsnippers eerst te laten versterven. De snippers zouden



volgens landbouwers ook voor de bloei verteerd moeten zijn, zodat de zwartstrook er voldoende egaal bijligt tijdens de bloei.

De landbouwers zijn niet helemaal overtuigd van het inwerken van snoeihout. Ze kennen wel voorbeelden van gerooide fruitplantages waar het versnipperde stamhout in de pas omgewerkte grond ingewerkt werd aan 53 ton DS/ha. Eén gerooide boom in een intensieve laagstamplantage bracht ongeveer 70 tot 80 kg stam- en wortelhout op.

Een optie die bleek uit een benchmarkbezoek bij het Louis-Bolk Instituut in Nederland was het infrezen van bladval. Dat zou de vertering van bladval tot organische stof in de bodem versnellen met als voordeel dat de overleving van parasitaire schimmels en bacteriën op de dode bladeren verminderde.

- Mulchen

Een mulchlaag kan helpen om de (toplaag van de) bodem vochtig te houden. Landbouwers zien geen heil in het gebruiken van houtsnippers, maar wel in maaisel met een lage C/N-verhouding zoals raaigras, mengsels met klavers en luzerne die eventueel in de groenstrook geteeld kunnen worden. Mulchen geeft goed effecten bij droogte en voorkomt erosie en verslemping. Het bodemleven vaart er ook wel bij, regenwormen bijvoorbeeld zijn zeer actief in gemulcht materiaal.

- Maaisel groenstrook opbrengen op de zwartstrook

Uit gesprekken met landbouwers blijkt dat het vroeger (jaren '30 en jaren '60) gebruikelijk was om grasklavermengsels in de groenstrook te zaaien en het maaisel op de zwartstrook te gebruiken als maaimeststof. Witte klaver komt eveneens spontaan voor in de groenstrook bij goed beheer. De landbouwers zien verschillende voordelen van groenbemesters waaronder klavers in de groenstrook, zoals het aanleveren van N en het aantrekken van nuttige insecten. Ook schermbloemigen (venkel, fluitenkruid...) worden genoemd als aantrekkelijk voor bestuivers. De penwortels van sommige kruiden zouden wel een voedselbron voor woelmuizen kunnen worden; om de opbouw van woelmuizenpopulaties te remmen, gaat de groenstrook dus best kort de zomer in.

- Inzaaien in de zwartstrook

Het inzaaien van groenbemesters in de zwartstrook (zoals in de wetenschappelijke proefopzet pitfruit) is een optie, maar dan moet de onkruidbestrijding hierop aangepast worden. De groenbemester zou dan ook kort moeten zijn of gemaaid worden voor de oogst voor het arbeidsgemak van de plukkers. Ook het gevaar op woelmuizen komt hier opnieuw naar boven.

[Vraag over P-vrijzettende bacteriën] Een fruitteler had daarnaast nog verschillende vragen over het nut van P-vrijzettende bacteriën. Testen van PCFruit wijzen echter uit dat het gebruik van zo'n middelen bij volwassen plantages weinig zinvol is.



6 BEDRIJFSBEZOEKVERSLAGEN

Voor elk van de drie prioritaire deelsectoren werden drie bedrijfsbezoeken ingepland, op basis waarvan werd vastgesteld hoe de P-problematiek aangrijpt op de betreffende bedrijven in relatie tot de bedrijfsvoering.

6.1 GROVE GROENTETEELT

Drie groentetelers die leveren aan de lange keten werden bezocht. De ervaringen en beperkingen die de boer ervaart met bemesting werden besproken. Na het bezoek werd de rotatie van een perceel, dat representatief is voor de hele bedrijfsvoering, doorgerekend met NDICEA. Via NDICEA krijgen we een beeld op de mineralenbalans, N-mineralisatie en C-opbouw. Hieronder worden de resultaten besproken. Om de anonimiteit van de bedrijven te waarborgen, wordt slechts beperkte informatie gerapporteerd over het bedrijf.

6.1.1 Voorstelling bedrijven

Intensieve groenteteelt

De boer volgt geen vaste rotatie maar volgt min of meer het principe: teelten die een goede structuur nalaten zoals tarwe, boon, en vroege aardappelen voor een teelt met een hoog saldo als prei of moeilijkere teelten als selder. Het bedrijf heeft ook 6 ha in omschakeling waar een vlinderbloemig gewas op staat (luzerne) of graan. De percelen behoren tot P-klasse III. Voor de modellering is een perceel gekozen dat representatief is voor de percelen die reeds omgeschakeld zijn en waar intensief groenten op geteeld worden. Het perceel betreft een zandleembodem met een organische koolstofgehalte (OC-gehalte) van 1,5%, en pH-KCl 7,0.

Tabel 20: Rotatie-, bemestings- en opbrengstgegevens voorbeeldbedrijf intensieve groenteteelt

Jaar	Gewas	Groenbemester	Eerste bemesting		Tweede bemesting		Totale N-input	Gemiddelde opbrengst
			<i>Hoeveelheid, per ha</i>	<i>Tijdstip</i>	<i>Hoeveelheid, per ha</i>	<i>Tijdstip</i>	In kg per ha	Per ha
1	knolselder		25 ton stalmest	april	300 kg biomix	planten	177,5 +33 = 210,5	28 ton
2	kolen (witte)		30 ton stalmest	april	300 kg biomix	planten	213 + 33 = 246	45 ton
3	zomertarwe	zesrijige gerst	12 ton runderdrijfmest	voor groenbemester	50 ton groencompost	voor groenbedekker	57,6+250= 307,6	5 ton
4	aardappel	gele mosterd	30 ton runderdrijfmest	april			144	25 ton
5	prei		30 ton stalmest	april	1000 kg biomix	planten	213 + 110 = 323	33 ton
6	groene selder		30 ton stalmest	april	300 kg biomix	planten	213 + 33 = 246	45 ton



Minder intensieve groenteteelt

Op dit bedrijf wordt een rotatie van 1 op 4 aangehouden. De eerste bloemkoolteelt wordt geplant in april. Grasklaver wordt gemaaid en gebruikt als maaimeststof op een ander perceel binnen het bedrijf. Het betreft een lichte zandleembodem met een OC van 1,5%, en pH-KCl 6,4. Alle percelen zijn P-klasse IV. De boer wil graag zijn percelen terugbrengen naar P-klasse III. Verder wordt er ook courgette en raapkool geteeld op het bedrijf.

Tabel 21: Rotatie- en bemestingsgegevens voorbeeldbedrijf minder intensieve groenteteelt

Jaar	Gewas	Groen- bemester	Opbrengst	Eerste bemesting		Tweede bemesting		Derde bemesting	Totale input	N-
				Hoeveelheid, per ha	Tijdstip	Hoeveelheid, per ha	Tijdstip	Hoeveelheid, per ha	kg per ha	
1	bloemkool		'goed'	25 ton runderstalme st	14/apr	15 ton Maaimeststof	14/apr	900 kg OPF	177,5 + 112,5 + 99 = 389	
	bloemkool 2		'goed'					0 – 450 kg OPF		Naar gelang analyse
2	venkel	haver	'goed'	25 ton runderstalme st	20/mrt	15 ton Maaimeststof	20/mrt	700 kg OPF	177,5 + 112,5 + 77 = 367	
3	aardappelen		'goed'	15 ton runderstalme st	14/apr	10 ton Maaimeststof	14/apr		106,5 + 75 = 181,5	
4	grasklaver		'goed'	/						

Minst intensieve groenteteelt

Op dit bedrijf wordt een rotatie van 1 op 4 aangehouden, waarbij na prei de helft van het perceel met venkel wordt beplant en grasklaver op de andere helft wordt ingezaaid. De volgende teeltcyclus wordt er van helft gewisseld. Hierdoor is de rotatie berekend over 8 jaar. De eerste bloemkoolteelt is een zeer vroege teelt (planten eind februari). De grasklaver wordt gemulcht of begraaasd door schapen. Het betreft fijn zand en lichte zandleembodems, waarbij de eerste een geschiedenis als landbouwgronden hebben en de tweede tuinbouwgronden waar veel stadscompost is op gevoerd. De percelen zijn verdeeld over P-klasse III en P-klasse IV. Voor de simulatie is uitgegaan van een lichte zandleembodem met OC van 2,2% en pH-KCl 6,8.



Tabel 22: Rotatie-, bemestings- en opbrengstgegevens voorbeeldbedrijf minst intensieve groenteteelt

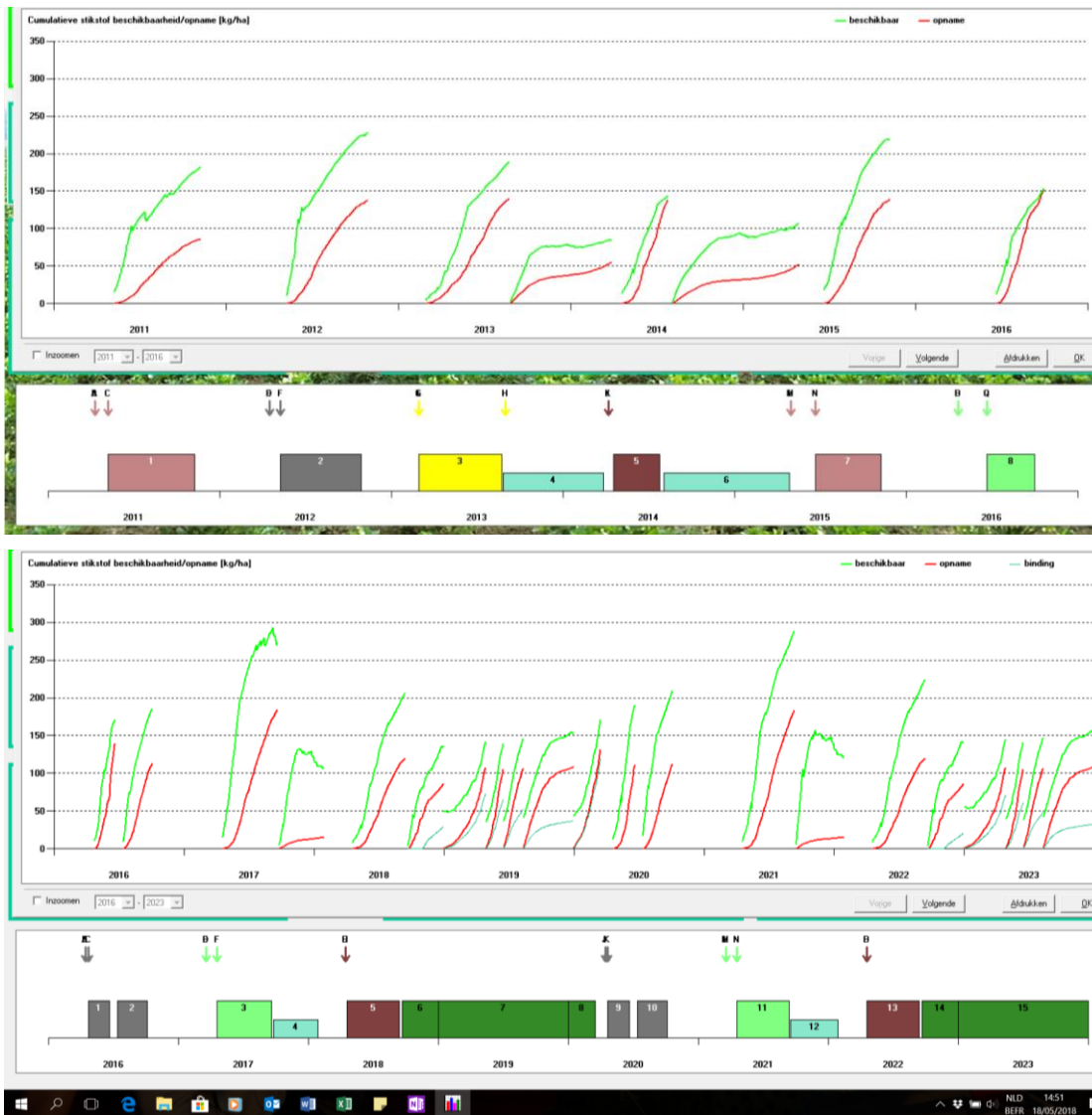
Jaar	Gewas	Bemesting, per ha	Totale N-input, in kg per ha	Opbrengst, per ha
1	Bloemkool (weeuwenteelt)	25 ton stalmest + 900 kg biomix	177,5 + 100 = 277,5	
	bloemkool			
2	prei	30 ton stalmest	213	34 ton
3	venkel	Prei gewasresten	13	18 ton
4	grasklaver (mulchen)			
1	Bloemkool (weeuwenteelt)	25 ton stalmest + 900 kg biomix	177,5 + 100 = 277,5	
	bloemkool			
2	prei	30 ton stalmest	213	34 ton
3	grasklaver (mulchen)			18 ton
4	grasklaver (mulchen)			

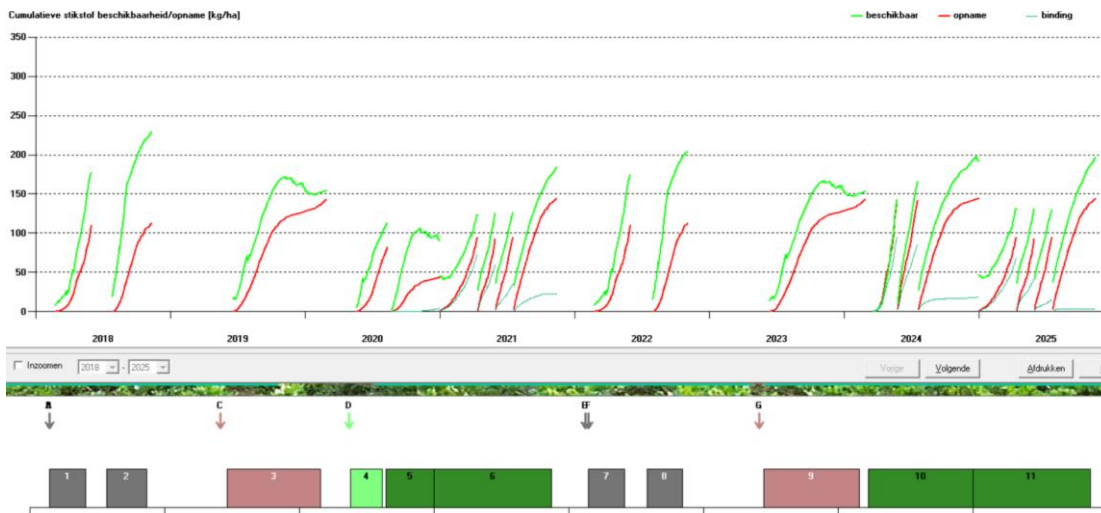
6.1.2 Stikstofbeheer

Afstemming van stikstofbeschikbaarheid en stikstofbehoefte

Figuur 12 toont de N-beschikbaarheid versus de N-opname van het gewas. Om de vooropgestelde opbrengst te halen mag de rode lijn (de behoefte), niet boven de groene (de beschikbaarheid) komen. Dit is voor geen van de bedrijven het geval. De vooropgestelde opbrengsten kunnen dus met de verstrekte bemesting gehaald worden. Het valt op dat de marge tussen beschikbaarheid en opname het grootst is voor bedrijf 1. Bij bedrijf 2 en 3 is deze van eenzelfde grootteorde. De grote marge tussen beschikbare en opgenomen minerale stikstof van de vooropgestelde opbrengst suggereert dat stikstof niet de opbrengstlimiterende factor is voor deze bedrijven. Het dient opgemerkt te worden dat voor sommige teelten een bepaalde hoeveelheid minerale stikstofrest nodig is om de gewenste opbrengst en stikstofopname te bekomen.





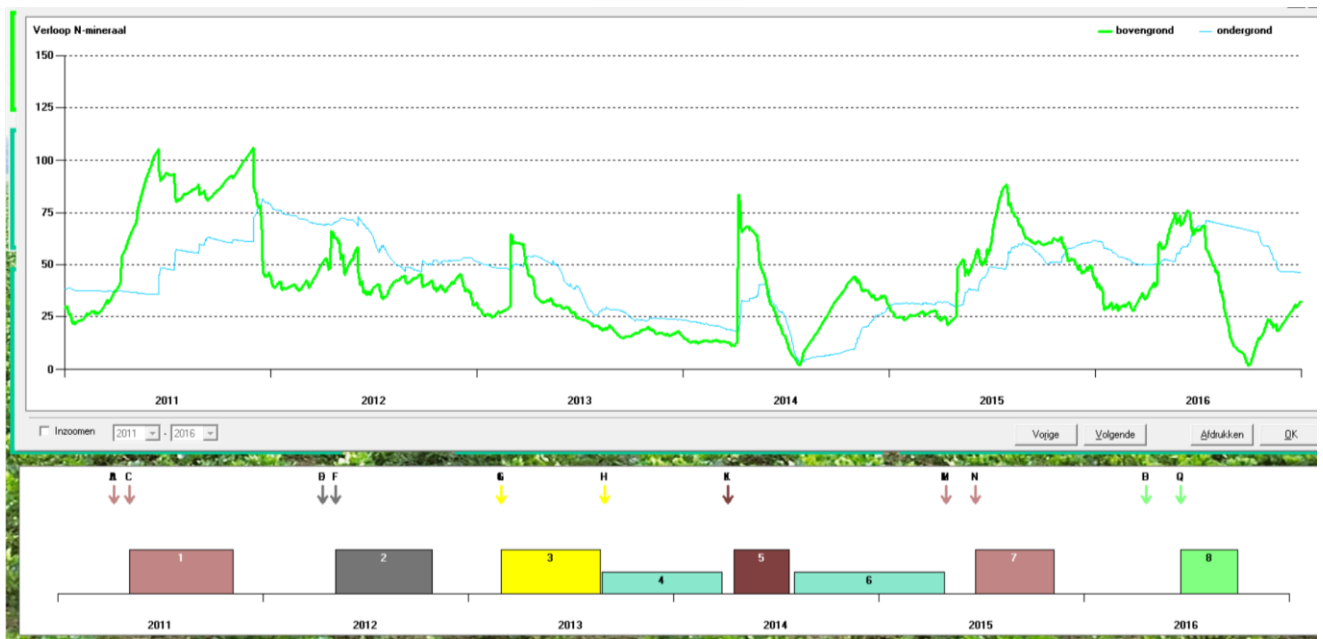


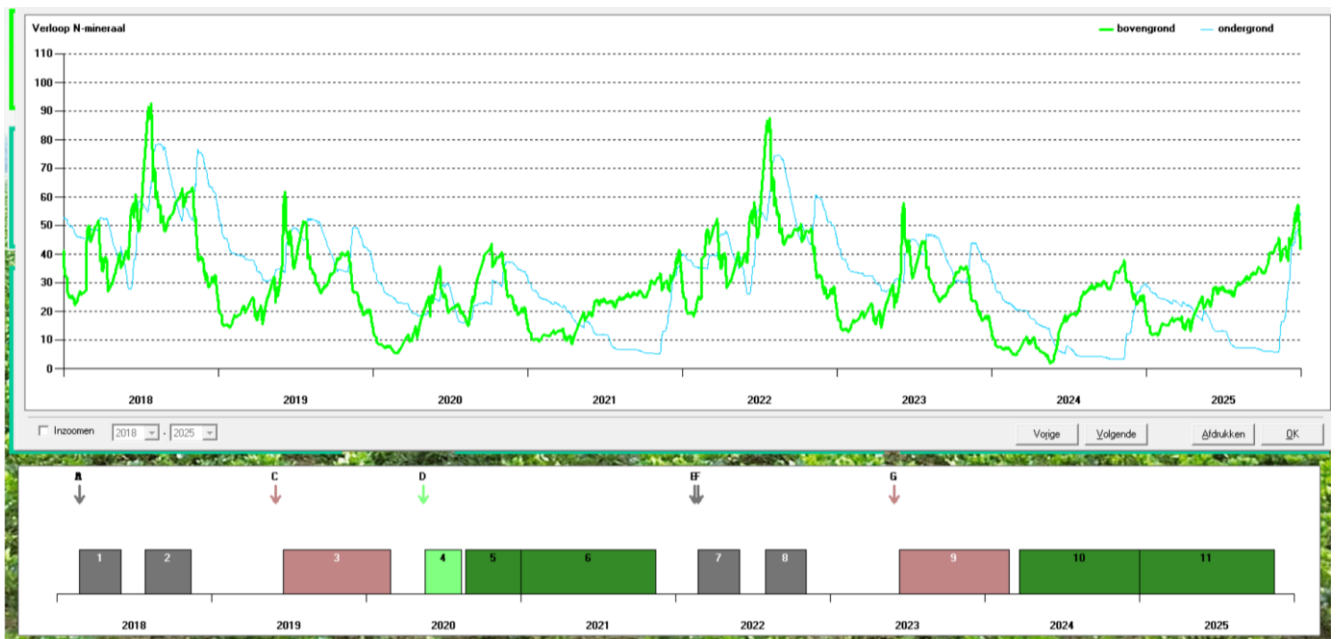
Figuur 12: De cumulatieve N-beschikbaarheid (groene lijn) en de N-opname (rode lijn) in kg/ha voor bedrijf 1 (boven), bedrijf 2 (midden), bedrijf 3 (onder). Onder de tijdslijn met teeltjaar worden de in de rotatie voorkomende teelten weergegeven.

Verloop van minerale stikstof in de bodem

Figuur 13 schetst het verloop van de minerale N hoeveelheid in de 0-30 en 30-60 cm bodemlagen over de rotatie op de drie bedrijven. Om het uitspoelingsgevaar te beperken, zou de minerale N in de bodem in de herfst niet boven 90 eenheden N mogen pieken, en is voornamelijk de aanwezigheid van minerale N in de ondergrond uitspoelingsgevoelig. Bij alle bedrijven, is er minstens 1 teelt waar de minerale N in de bodem in de herfst boven 90 eenheden piekt. Bij bedrijf 1 is dit het geval in de teelt knolselder, witte kool en prei, bij bedrijf 2 na bloemkool en venkel en bij bedrijf 3 bij de bloemkoolteelt. Bij voorbeeld, witte kool (bedrijf 1) is gewas nr 2 in de rotatie (ingekleurde blokken onderin de Figuur 13 stellen gewasperiode voor). Plusminus aanvang oktober ligt de Nmin-voorraad in zowel bovengrond (0-30 cm) als ondergrond (30-60 cm) op ca 50 kg per ha. Het nitraatstikstofresidu (0-90 cm) zou daarmee boven de norm van 90 kg per ha kunnen uitkomen. Het dient opgemerkt te worden dat de minerale N-waarden in het najaar zeer afhankelijk zijn van de weersomstandigheden in het seizoen. Dit kan duidelijk opgemerkt worden bij de modelering voor bedrijf 2, waarbij de eerste twee jaar van de eerste cyclus (2016-2019) met gekende weersdata zijn berekend (2016 – 2017), en de volgende cyclus van 4 jaar met gemiddelde weersdata (2020 – 2023). Voor bedrijf 1 is de simulatie getoond volgens de afgelopen jaren en bij bedrijf 3 met gemiddelde weerjaren. Bedrijf 1 en 3 geven aan af en toe problemen te hebben met het restnitraat. Bedrijf 1 na verschillende teelten. Bedrijf 3 enkel na de bloemkolen. Bedrijf 2 gaf aan geen problemen te hebben met nitraat in het najaar.







Figuur 13: Het verloop van minerale N in boven- en ondergrond (resp. 0-30 en 30-60 cm bodemlagen) voor bedrijf 1 (boven), bedrijf 2 (midden), bedrijf 3 (onder).

Bronnen van stikstofmineralisatie

Figuur 14 toont de verschillende bronnen van stikstofmineralisatie, per ha, per jaar gemiddeld over de rotatie. Alle drie bedrijven hebben een rijke bodem. De bodem zorgt voor ongeveer 100 kg N per ha/jaar bij alle drie bedrijven. Het valt op dat de mineralisatie uit gewasresten bij bedrijf 2 en 3, beide met minstens 1 jaar grasklaver in de rotatie een aanzienlijke bijdrage geeft in de mineralisatie. Het dient opgemerkt te worden dat bij bedrijf 2 de minerale N geleverd uit de maaimeststof verrekend zit bij mest.

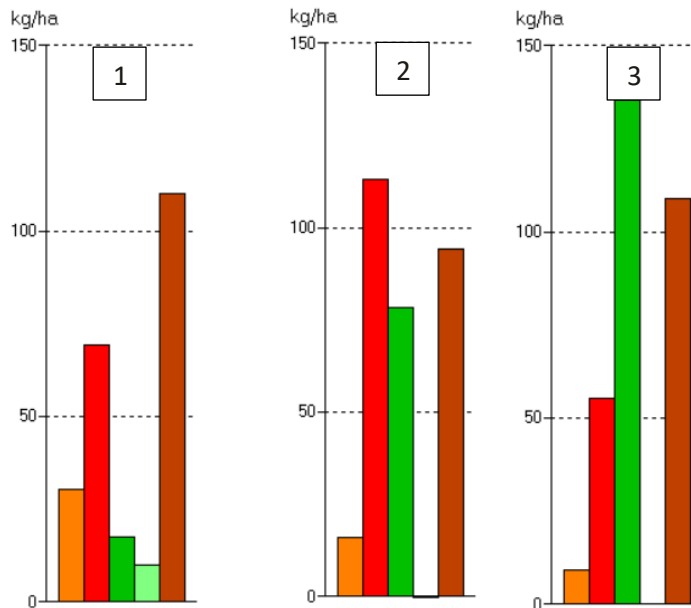
Bij bedrijf 1 komt ongeveer 40% van de beschikbare minerale N uit de bemesting, bij bedrijf 3 is dit ongeveer 20%. Bij bedrijf 2, met maaimeststoffen meegerekend als mest komt dit ook op 40%. Volgens de simulatie is de werkzame N uit dierlijke mest + compost voor bedrijf 1 ongeveer 100 kg N per ha. Dit komt neer op 48% van de norm voor werkzame N volgens deze rotatie. Voor bedrijf 3 is dit 60 kg N per ha, wat 27% is van de norm voor werkzame stikstof voor deze rotatie.



Stikstof mineralisatie

kg per hectare per jaar, gemiddelde van de vruchtwisseling

- N als minerale N in (kunst) mest
- N gemineraliseerd uit organische deel van mest
- N gemineraliseerd uit gewasresten
- N gemineraliseerd uit groenbemesters
- N gemineraliseerd uit de bodem (humus en andere bij aanvang in de grond aanwezige organische stof)



Figuur 14: Stikstofmineralisatie bij de verschillende bedrijven.

Nutriëntenbalansen

Bedrijf 1 heeft een gemiddelde aanvoer van 113 kg P₂O₅ per ha en gemiddelde afvoer van 39 kg P₂O₅ per ha. Dit komt op een surplus van 74 kg P₂O₅ per jaar. Er is dus een risico tot fosfaatklasseverhoging van dit perceel in de toekomst. De aanvoer op dit perceel kan zo hoog liggen omwille van de lage bemesting op de percelen die in omschakeling liggen. Wanneer alle percelen omgeschakeld zullen zijn, zal er hoogst waarschijnlijk nood zijn voor het inkantelen van een rustgewas om de bemesting van de groentegewassen optimaal te kunnen houden. Dit zou op perceelsniveau een goede zaak zijn. Een andere mogelijkheid is dat de landbouwer meer beroep zou doen op organische korrelmeststoffen, wat negatief zou kunnen uitpakken voor het bodem organische stofgehalte.

Op bedrijf 2 lijkt de P-balans meer in evenwicht, met een overschot van 19 kg P₂O₅ per ha per jaar. Er dient opgemerkt te worden dat aan- en afvoer van P met maaimeststof in deze balans verrekend is. Bij het winnen van maaimeststof voor gebruik op het eigen bedrijf worden de erin vervatte nutriënten gerecycled. De externe aanvoer is 42 kg P₂O₅ per ha (en valt binnen de norm voor P-klasse IV voor deze rotatie (51 kg P₂O₅ per ha), en de afvoer naar buiten het bedrijf is 26 kg P₂O₅ per ha. Ondanks de wil van de boer om P uit te mijnen, is de afvoer naar buiten het bedrijf onvoldoende om P uit te mijnen.

Bedrijf 3 kent tevens een overschot op de P-balans: nl. 38 kg P₂O₅ per ha per jaar. De aanvoer ligt onder de norm voor P-klasse IV (hier: 54 kg P₂O₅ per ha over de rotatie). Ook bij bedrijf 3 wordt een deel van de nutriënten gerecycled via het gebruik van plantafval van de prei als meststof in venkel. Dit is echter uitgemiddeld over de rotatie een te verwaarlozen getal. Het afvoeren van de grasklaver zou zorgen voor een evenwichtsbemesting op basis van P (nog een overschot van 4 kg P₂O₅ per ha).



De onderstaande tabellen tonen ook de N-balans op perceelschaal (Figuur 15). De N-balans is voor de bedrijven gelijkaardig (tussen + 159 en + 179 kg N per ha per jaar). Van de inkomende stikstof, de depositie buiten beschouwing gelaten, is 26,7 en 37,9%, respectievelijk op bedrijf 2 en 3, gefixeerd door vlinderbloemigen.

[Alles in kg/ha]	N	P₂O₅	K₂O
Irrigatie			
Aanvoer mest	236	110	286
Stikstofbinding	0		
Irrigatie	0		
Depositie	30 +	3 +	8 +
Totaal aanvoer	266	113	294
Afvoer produkten	87 -	39 -	136 -
Berekend overschot	179	74	158
Vervluchtiging	3		
Denitrificatie	35		
Uitspoeling / denitrificatie ondergrond	81		
Toename / afname organische N	60		
Toename / afname minerale N bodem	2		

[Alles in kg/ha]	N	P₂O₅	K₂O
Irrigatie			
Aanvoer mest	214	68	252
Stikstofbinding	78		
Irrigatie	0		
Depositie	30 +	3 +	8 +
Totaal aanvoer	322	71	260
Afvoer produkten	158 -	52 -	246 -
Berekend overschot	164	19	14
Vervluchtiging	2		
Denitrificatie	41		
Uitspoeling / denitrificatie ondergrond	88		
Toename / afname organische N	21		
Toename / afname minerale N bodem	0		



[Alles in kg/ha]	N	P₂O₅	K₂O
Irrigatie			
Aanvoer mest	110	50	141
Stikstofbinding	67		
Irrigatie	0		
Depositie	30 +	3 +	8 +
Totaal aanvoer	207	53	149
Afvoer produkten	48 -	15 -	72 -
Berekend overschot	159	38	77
Vervluchting	1		
Denitrificatie	31		
Uitspoeling / denitrificatie ondergrond	114		
Toename / afname organische N	14		
Toename / afname minerale N bodem	0		

Figuur 15: De mineralenbalans zoals berekend in NDICEA voor bedrijf 1 (boven), bedrijf 2 (midden), bedrijf 3 (onder)

P-balans berekend met de Demetertool

Ook met de demetertool kan de P-balans berekend worden. De demetertool werd als te beperkt ervaren om de rotaties van de bezochte bedrijven goed te simuleren. Enkele benaderingen zijn gemaakt:

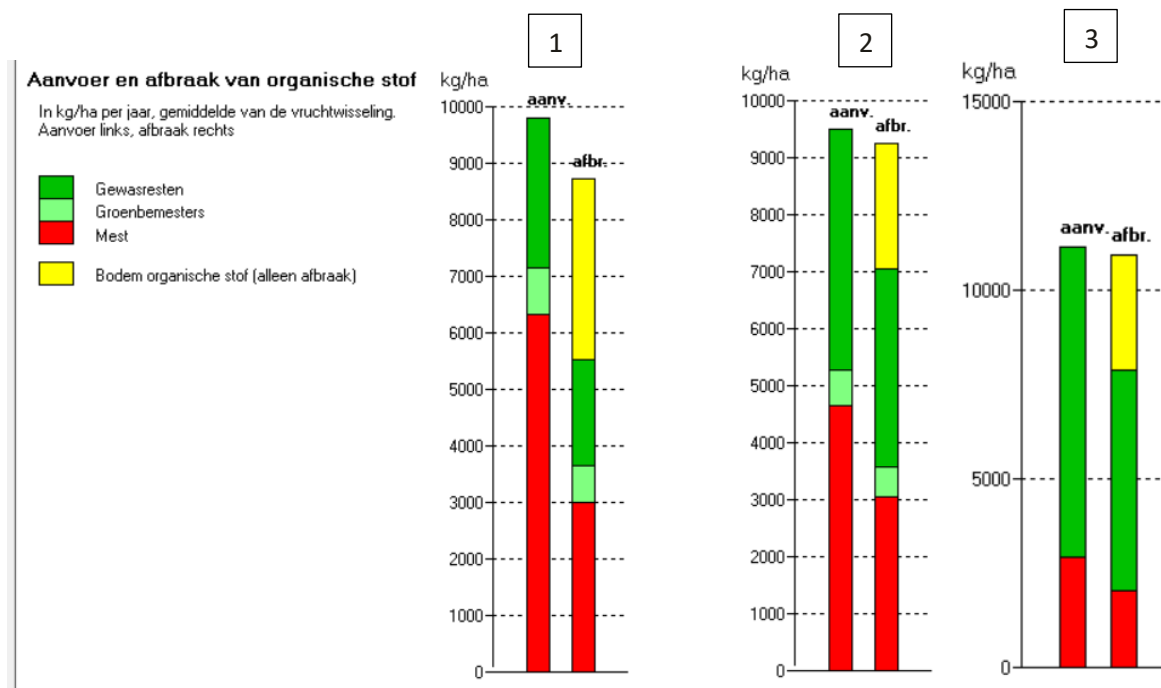
- Bemesting met organische korrels kan niet ingegeven worden:
 - o in de P-balans is dit bij de berekening handmatig toegevoegd
 - o voor het organisch stofverloop is hun bijdrage meegenomen als te verwaarlozen
- grasklaver is niet beschikbaar
 - o Gras is gekozen als benadering
- Enkel een maairegime is mogelijk
 - o Voor de P-balans is dit handmatig gecorrigeerd
 - o Voor het organische stofverloop is de simulatie aldus een onderschatting wanneer er gemulcht wordt (bedrijf 3)
- Venkel is niet beschikbaar
 - o Er is gewerkt met raapkool als alternatief
- Groene selder niet beschikbaar
 - o Dit werd benaderd door knolselder
- Bemesting met maaimeststoffen werd benaderd door runderstalmest met aangepaste nutriënteninhoud (ook in NDICEA)
- Bemesting met bewaarde resten van de preiwas, werd benaderd als 'digestaat' met aangepaste nutriëntenwaarden (ook in NDICEA)
- Gerst niet mogelijk als groenbemester
 - o Gewerkt met rogge (demetertool)
 - o Gewerkt met graan(NDICEA)



De P-balans, zoals bekomen met de demetertool, na de handmatige aanpassingen lag in de lijn van de balans bekomen met NDICEA. Het lichte verschil kan verklaard worden door lichtjes verschillende nutriënteninhoud van de verschillende mesten. Bedrijf 1 heeft een positieve P-balans van 73 kg P₂O₅ per ha/jaar, bedrijf 2: 14 kg P₂O₅ per ha/jaar en bedrijf 3: 32 kg P₂O₅ per ha/jaar. Ook hier dient opgemerkt te worden dat bij bedrijf 2 de maaimeststoffen als in- en output beschouwd zijn, vermits de berekening op perceelsniveau, maar dat dit eigenlijk een circulatie van nutriënten binnen het bedrijf betreft.

6.1.3 Koolstofopbouw

Bij alle bedrijven is de opbouw van organische stof groter dan de afbraak. Er wordt dus op alle drie bedrijven gewerkt aan de opbouw en onderhoud van het organische stofgehalte in de bodem. De oorsprong van de organische stof verschilt tussen de bedrijven. Bij bedrijf 1 is het leeuwendeel afkomstig van organische mest. Bij bedrijf 3, waar grasklaver in de rotatie aanwezig is, is het grootste deel afkomstig uit gewasresten (voornamelijk grasklaver). Bij bedrijf 2 is het aandeel uit organische mest eigenlijk lager dan aangegeven, aangezien een deel van deze 'mest' bestaat uit de op het bedrijf gewonnen grasklaver-maaimeststof.



Figuur 16: Opbouw en afbraak van organische stof bij de verschillende bedrijven (1, 2 en 3)

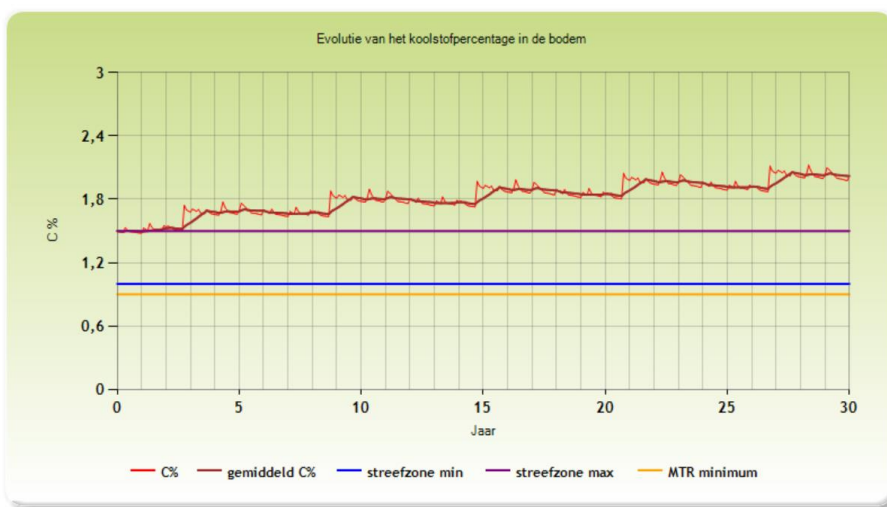
Figuur 17 toont het verloop van de organische C in de bodem over 30 jaar gesimuleerd met de Demetertool. Het is opvallend dat alle 3 de bedrijven vandaag reeds boven de streefzone zitten van organische C in de bodem. De bezochte bedrijven hebben reeds een vruchtbare bodem.

Bij bedrijf 1 wordt het OC-gehalte nog verder opgebouwd. De opbouw is voornamelijk te wijten aan de toediening van 50 ton compost per ha na het graangewas. Ook bedrijf 2 kent een gestage toename van het OC-gehalte in de bodem. Dit is gelijkmatiger verdeeld over de rotatie dan bij bedrijf 1.

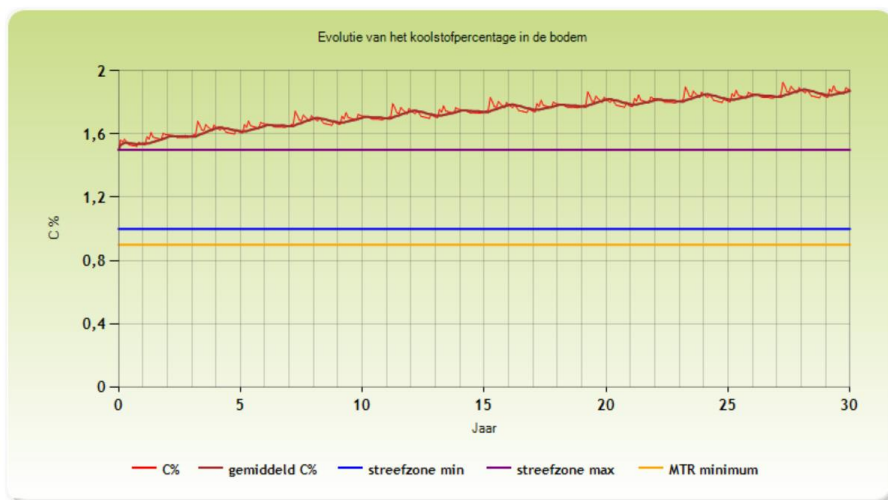


De simulatie van het OC-gehalte bij bedrijf 3 toont een afnemende trend. Hierbij dient men in rekening te brengen dat de demetertool grasland onder mairegime ziet (en dus afvoer), terwijl er wordt gemulcht, en de opbouw van organische stof dus hoger is dan gesimuleerd. Ook werd de rotatie niet over 8 jaar beschouwd, maar over 4 (met 1 jaar grasklaver ipv 2). Bedrijf 3 vertrekt tevens van een hoog OC-gehalte in de bodem en zit op een lichte structuur (lichte zandleem of fijn zand. Simulatie hier met zand). Voor een zandbodem is het OC-gehalte reeds vrij hoog en dicht bij het bovenlimiet van C-opslag in de bodem. Om dit OC-gehalte hoog te houden, is een grote input van organisch materiaal vereist.

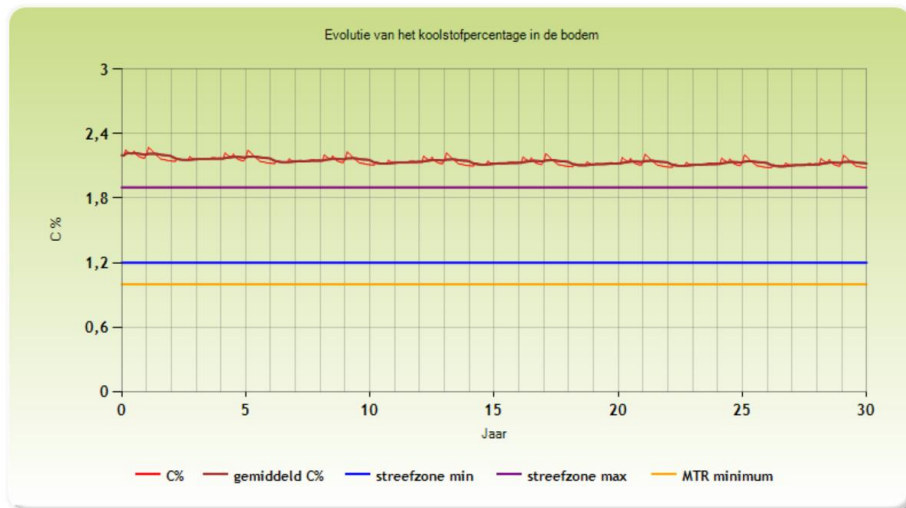
• **Evolutie van het percentage organische koolstof in de bodem**



• **Evolutie van het percentage organische koolstof in de bodem**



• Evolutie van het percentage organische koolstof in de bodem



Figuur 17: Simulaties van het verloop van de bodem organische koolstof over 30 jaar voor bedrijf 1 (boven), bedrijf 2 (midden), bedrijf 3 (onder)

6.1.4 Discussie grove groenteteelt

Opvallend is dat de bezochte bedrijven een hoog OC-gehalte in de bodem hebben. Ze werken aldus met vruchtbare bodems (mineralisatie uit de bodem die hoger ligt dan 100 kg N per ha per jaar) en het huidig teelt- en bemestingsplan zorgt voor aanwas of behoud van dit gehalte.

Op geen van de bedrijven werd P uitgemijnd. Ook op bedrijf 3, waarbij de rotatie vrij extensief is, werd geen P uitgemijnd. Is P uitmijnen iets dat men tegen alle kost moet willen bekomen? Of is het niet verder laten aangroeien, via evenwichtsbemesting, voldoende? Bedrijven met een areaal grasklaver kunnen meer nutriënten afvoeren door de grasklaver te verkopen aan een veehouder. Een veehouder verwacht dat grasklaver ook bemest is om een voldoende eiwitgehalte te bekomen. Aangezien de groentetelers hun grasklaver niet bemesten om voldoende bemestingsruimte te hebben voor de groentegewassen, kan dit een knelpunt vormen om aldus de P-balans te verbeteren.

De simulaties van de percelen op de bezochte bedrijven tonen een positieve N-balans van ongeveer 160 kg N per ha. Wanneer uit de simulaties de hoeveelheid bijbemesting met korrels wordt verminderd of zelfs weggelaten, blijkt de vooropgestelde opbrengst nog steeds haalbaar (bij gemiddelde weersomstandigheden). Er wordt op de bedrijven structureel bijbemest met organische korrels om zeker genoeg minerale stikstof in de bodem te bekomen. Een advies dat een goed beeld vormt van de mogelijk te verwachten minerale N (onder verschillende weersomstandigheden), zou een goede tool zijn voor meer gepaste bijbemesting.

Een voorbeeld. Bedrijf 3 had de bloemkolen (geplant begin maart) bemest met 38 ton stalmest per ha en 100 kg N per ha met organische korrels. Half april had hij een bodemstaal laten nemen voor bemestingsadvies dat adviseerde 160 kg N per ha extra toe te dienen. Het voorjaar was koud en nat geweest, waardoor de mineralisatie nog onvoldoende minerale N had opgeleverd. Na overleg met zijn adviseur die ter plaatse is komen kijken, werd uiteindelijk niet meer bijbemest omdat de gewasstand van de bloemkolen voldoende was en mits



betere omstandigheden in de toekomst, heel wat mineralisatie verwacht werd van de bemesting en voorteelt grasklaver. In dit geval had een advies dat voldoende inschatting kan maken van de te verwachten vrijstelling van minerale N uit mineralisatie ondersteuning kunnen bieden voor de boer. Het huidige advies is onvoldoende aangepast om de gezochte teeltzekerheid te bieden. Een aangepast advies vermindert het risico op onnodige bijbemesting en daaruit volgend het risico op uitspoeling. Uit de simulaties bleek dat N niet de opbrengstbeperkende factor was.

De simulaties tonen dat bloemkolen een risicoteelt zijn voor een hoge nitraatstikstofrest. Bij een vroege teelt van bloemkool kan die nog benut worden door de volgteelt. Andere teelten in de rotatie zijn dan weer veel minder gevoelig voor uitspoeling van nitraat (bijv. grasklaver). Is de milieu-impact, op vlak van nitraatuitspoeling, te verdelen over de verschillende gewassen binnen de rotatie? Met andere woorden, kunnen percelen met granen/grasklaver een buffer vormen voor een hoger nitraatstikstofresidu in een groenteteelt?

6.1.5 Feedback op de modelleertools

Feedback op de demetertool

- Rotatie max over 6 jaar mogelijk
- Geen grasklaver
- Geen groene selder
- Geen venkel
- Ontbreekt: organische korrelmeststoffen (verwaarloosbaar?), gewasresten (niet gecomposteerd), maaimeststoffen
- Groenbemesters: beperkte keuze (gerst, andere granen ontbreken). Geen mengsels mogelijk.
- Weergave hoeveel EOS een teelt bijdraagt verandert niet bij verschillende opbrengst.
- Wat met vorstgevoelige groenbemesters? Einde bij vervriezen? Of einde bij onderwerken?
- In de biologische teelt wordt er veel bijbemest met organische korrels, die ook een zeker P-gehalte hebben. Het niet kunnen ingeven van de korrels zorgt voor een fout op de balans.
- Wordt bij het N-advies de teelt van jaar 6 genomen als voorteelt? Of geen voorteelt meegenomen?
- Grassen enkel onder maairegime (niet onder mulchen) – veronderstelt afvoer die er niet is.
- Geen mengteelten (granen en vlinderbloemigen)
- Streefzones zijn verschillend van streefzones bodemanalyses BDB (leem)

Feedback op NDICEA

- Geen Belgische classificatie van bodemsoorten
- Vervelend invullen. Bij tussenvoegen verspringt jaar
- Invullen: start met wintergewas niet mogelijk. Je moet goed nadenken waar je de rotatie moet laten starten (gebruiksvriendelijkheid)
- Groenbedekkers: gerst ontbreekt, ook mengsels ontbreken. Groenbedekker in voorjaar niet mogelijk.
- Bemesting: gewasresten ontbreekt.
- Wat met vorstgevoelige groenbemesters? Einde bij vervriezen? Of einde bij onderwerken?
- Ingave OS gevraagd, terwijl bodemanalyse %C geeft. (omrekenen met factor 1,72 of 2)
- Geen mogelijkheid triticaal + winterveldboon (graan en GPS)



6.2 VOEDERBOUW

6.2.1 Voorstelling bedrijven

Veehouder 1 heeft een biologisch melkveebedrijf in de leemstreek. Er worden tevens gangbare vleesvarkens afgemest op contract, deze hebben echter geen invloed op de mineralenbalans van het bedrijf aangezien alle mest wordt afgevoerd en de dieren geen bedrijfseigen voeders krijgen. Het bedrijf melkt een 60-tal melkkoeien, samen met het jongvee zijn er ongeveer 110 stuks rundvee aanwezig. Het areaal bedraagt 51 ha leemgronden waarvan 19 ha blijvende grasklaverweide, 4 ha natuurweide en de rest van de percelen in een rotatie van 4 jaar grasklaver gevolgd door 2 of 3 jaar graan. Het jongvee is gehuisvest op ingestrooide stallen. Het melkvee zit in een potstal met een roostervloer voor de voedergang.

De simulatie is gemaakt voor een perceel met leem grond, % OC 1,7 en pH-KCl 6,1.

Tabel 23: De teeltrotatie op bedrijf 1

Jaar	Gewas	Opbrengst, in ton verse stof per ha	Bemesting, in ton per ha
1	grasklaver	onderwerken voorjaar	
1	Zomerhaver	7 ton	45 ton runderstalmest
2	triticale + winterveldboon	4 + 3 ton	46 ton runderstalmest in september
2	grasklaver	inzaai augustus	
3	Grasklaver (maaïen)		20 à 25 ton runderdrijfmest voor en na de eerste snede
4	Grasklaver (maaïen)		20 à 25 ton runderdrijfmest voor en na de eerste snede
5	Grasklaver (maaïen)		20 à 25 ton runderdrijfmest voor en na de eerste snede

Veehouder 2 heeft een biologisch melkveebedrijf in de Antwerpse Kempen. Het bedrijf melkt een 100-tal melkkoeien, samen met het jongvee zijn er ongeveer 185 dieren aanwezig. Het areaal bedraagt 82 ha zandgronden met voornamelijk grasklaver. Deze percelen worden om de 7 jaar vernieuwd met een tussenteelt snijmaïs of sorghum. In 2019 was er 71 ha grasklaver voor beweiden en maaïen, 7 ha snijmaïs en 4 ha sorghum. Het jongvee is gehuisvest in ingestrooide stallen. Het melkvee zit in een serrestal met vaste vloer en mestschuif. Een deel van de stal is ingestrooid met compost. De mest ging tot voor kort in de pocketvergister. Het vloeibaar digestaat werd gebruikt op de grasklaver. De pocketvergister was in 2019 niet operationeel en dus werd de bemesting op het grasland gedaan met drijfmest. Het deel vaste mest uit de ingestrooide stallen en de compoststal wordt na de maïs gebruikt ter compensatie van de organische stofverliezen bij snijmaïs.

De simulatie is gemaakt voor een perceel met zandgrond, % OC 2 en pH 7.



Tabel 24: De teeltrotatie op bedrijf 2

Jaar	Gewas	Opbrengst, in ton DS stof/ha	Bemesting, in ton/ha	
1	grasklaver	2 ton		
1	snijmais	14 ton	30 ton runderstalmest	najaar
2	Grasklaver (maaïen)	10 ton	Drijfmest : 18 ton voor 1 ^e snede, 10 ton na de 1 ^e snede en de rest (ongeveer 13 ton) na volgende sneden om tot 170 kg N/ha te komen	
3	Grasklaver (maaïen)	10 ton	idem	
4	Grasklaver (maaïen)	10 ton	idem	
5	Grasklaver (maaïen)	10 ton	idem	
6	Grasklaver (maaïen)	10 ton	idem	
7	Grasklaver (maaïen)	10 ton	idem	
8	Grasklaver (maaïen)	10 ton	idem	

Bedrijf 3 is een biologisch melkgeitenbedrijf in het Meetjesland. Het bedrijf bewerkt 30-35 ha, waarvan een kleine 30 ha bio. Deze bestaan voornamelijk uit grasland en grasklaver en enkele ha snijmaïs. De veebezetting bestaat uit 300 melkgeiten en 150 stuks jongvee. De dieren zijn allen gehuisvest in een potstal waardoor enkel stalmest beschikbaar is voor bemesting. Het merendeel van de stalmest wordt afgevoerd naar biologische groententelers en akkerbouwers. Gangbare runderdrijfmest (ongeveer 600 ton per jaar) komt er voor in de plaats. Het bedrijf vindt het problematisch om de stalmest voldoende verteerd te krijgen voor toepassing op grasland en is daarom de mogelijkheid van composteren aan het onderzoeken.

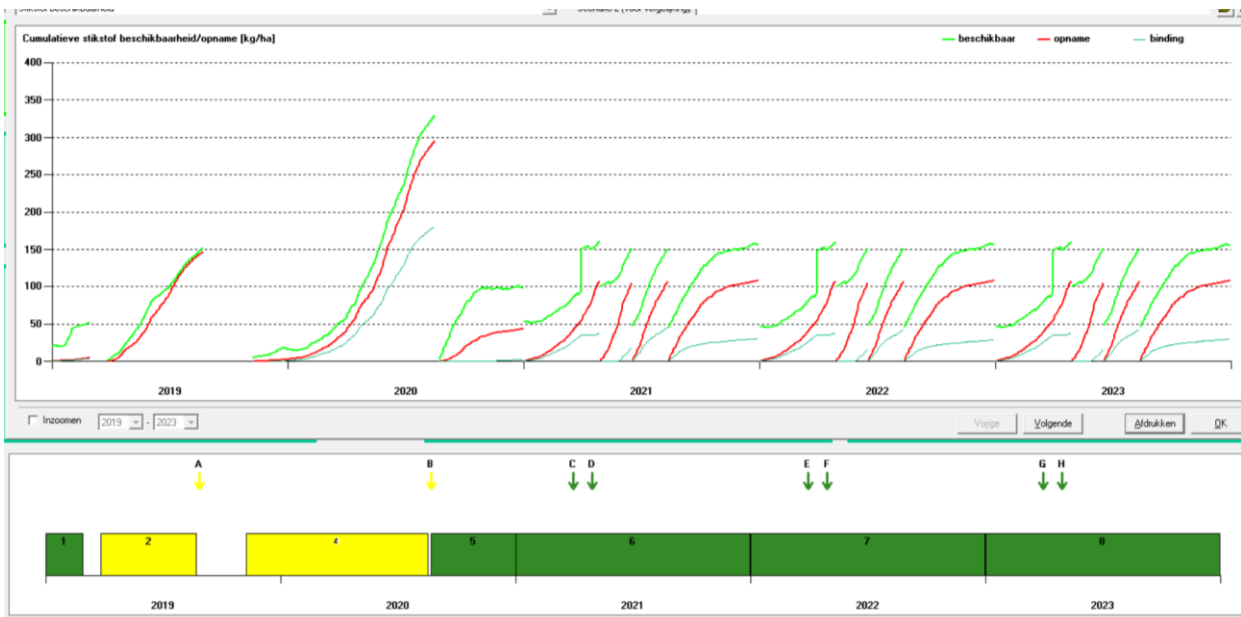
Tabel 25: De teeltrotatie op bedrijf 3

Jaar	Gewas	Opbrengst, in ton DS stof/ha	Bemesting, in ton/ha	
1	Grasklaver (maaïen)	10 ton	Drijfmest : 25 ton/ha voor 1 ^e snede,	
2	Grasklaver (maaïen)	10 ton	idem	
3	Grasklaver (maaïen)	10 ton	idem	
4	Grasklaver (maaïen)	10 ton	idem	
5	Grasklaver (maaïen)	10 ton	idem	

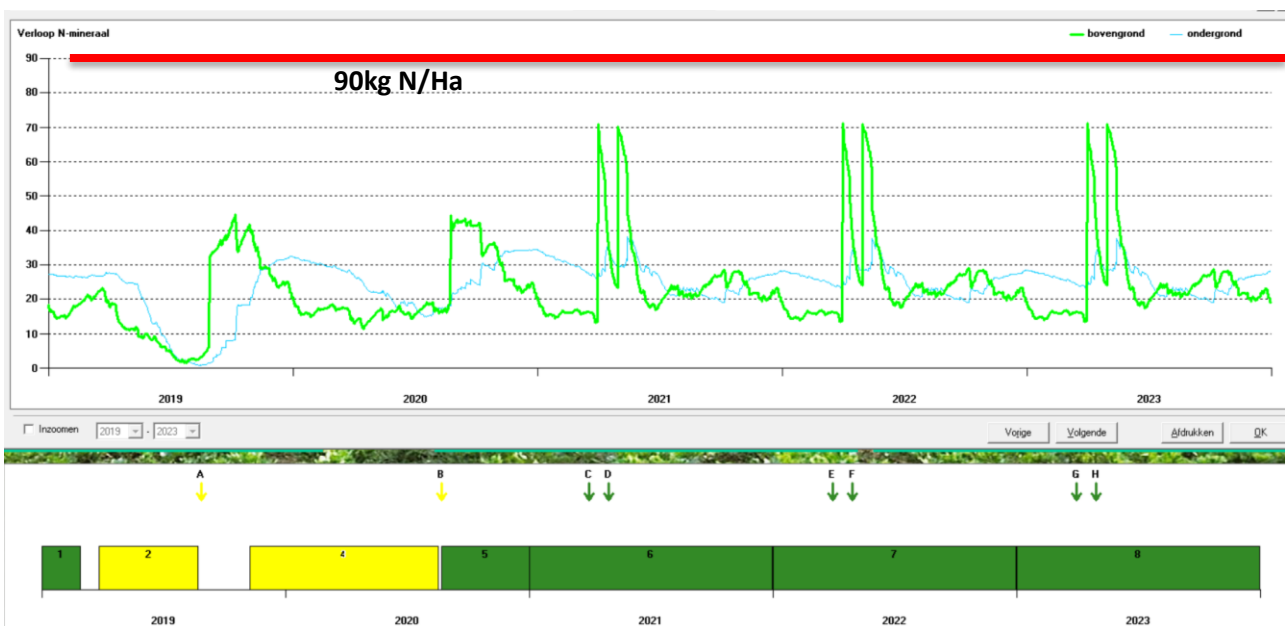
6.2.2 Stikstofbeschikbaarheid en verloop mineralisatie

De bemesting bij bedrijf 1 blijkt goed afgestemd te zijn met de gewasbehoefte en de beoogde opbrengst (Figuur 18). Vermits de minerale N enkel piekt tot ca 100 kg per ha bij bemesting van grasklaver in het voorjaar, is het uitspoelrisico beperkt (Figuur 19). De bodemmineralisatie zorgt voor het leeuwendeel aan minerale N, gevolgd door de bemesting (vnl. de drijfmestbemesting) (Figuur 20).

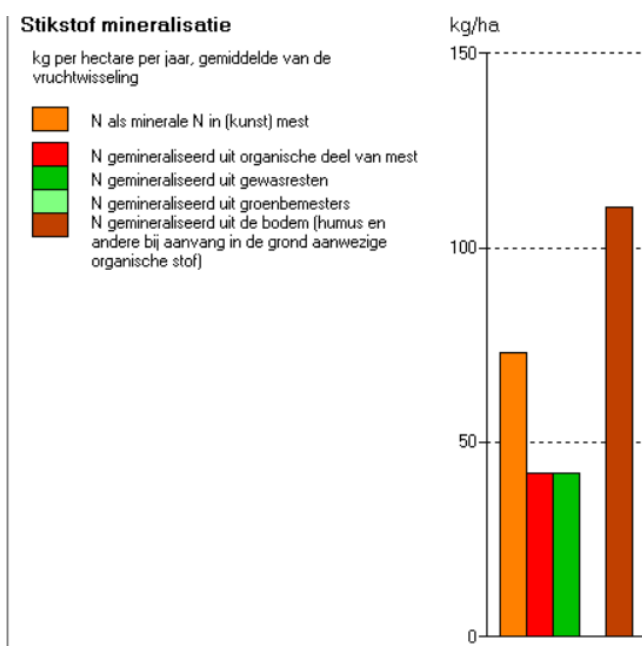
////////////////////////////////////



Figuur 18: De cumulatieve N-beschikbaarheid (groene lijn), de N-opname (rode lijn) en de N-fixatie (blauwe lijn) in kg/ha bij bedrijf 1. Onder de tijdslijn met teeltjaar worden de in de rotatie voorkomende teelten weergegeven.



Figuur 19: Het verloop van minerale N in boven- en ondergrond bij bedrijf 1 (resp. 0-30 en 30-60 cm bodemlagen)

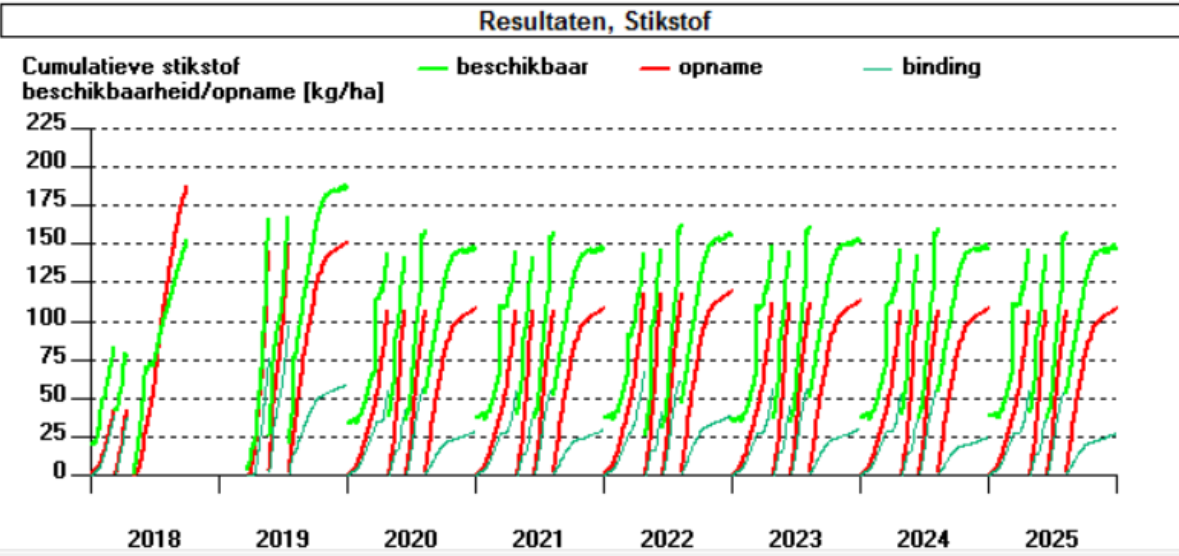
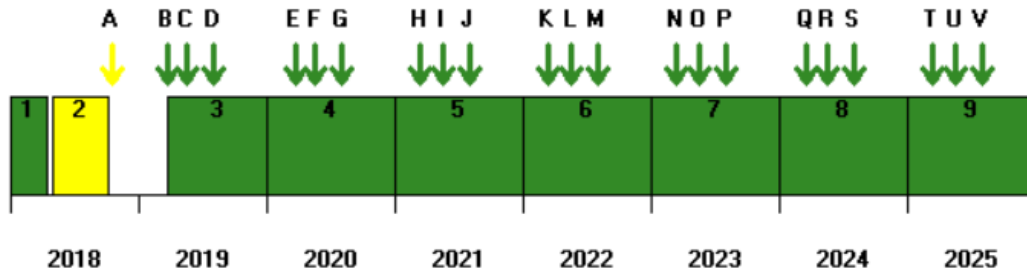


Figuur 20: Stikstofmineralisatie bij bedrijf 1

Ook bij bedrijf 2 blijkt de bemesting goed afgestemd te zijn op de gewasbehoefte en de beoogde opbrengst (Figuur 21). Vermits de minerale N nergens sterk piekt, is het uitspoelingsrisico beperkt (Figuur 22). Mineralisatie van N uit bemesting en gewasresten zijn de belangrijkste N-bron (Figuur 23). Uit Figuur 2321 blijkt ook de N-fixatie door de klaver een belangrijke bron van N is.

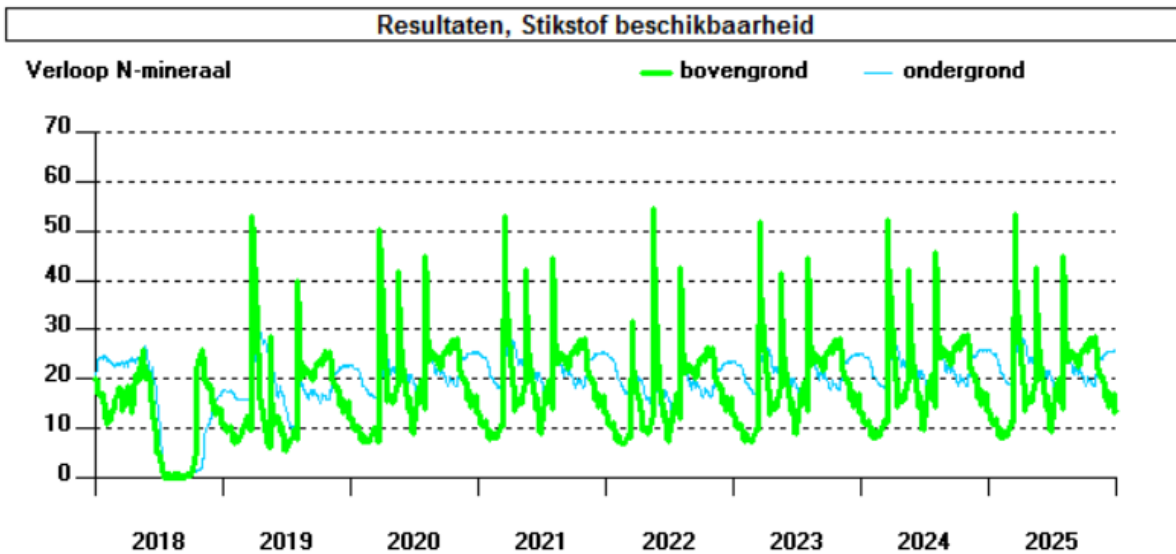


Scenario:

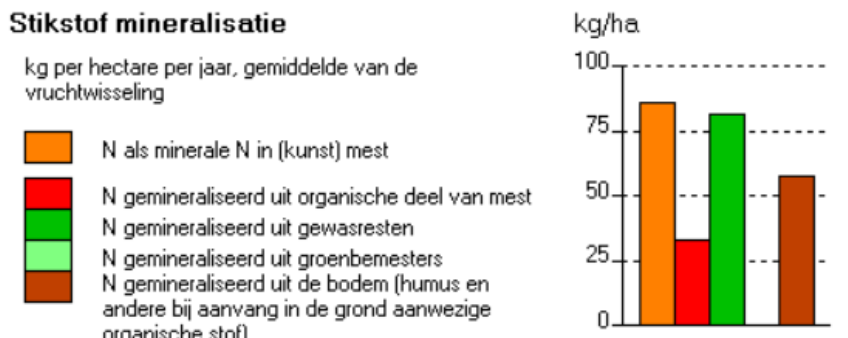


Figuur 21: De N-beschikbaarheid (groene lijn), de N-behoefte (rode lijn) en de N-fixatie (blauwe lijn) bij bedrijf 2.





Figuur 22: Het verloop van minerale N bij bedrijf 2

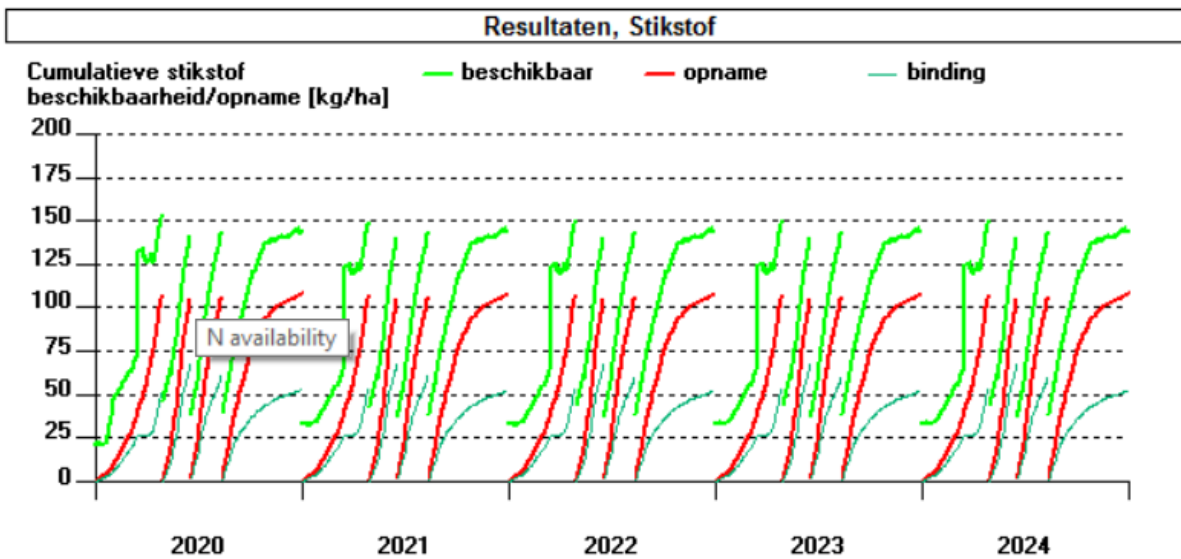
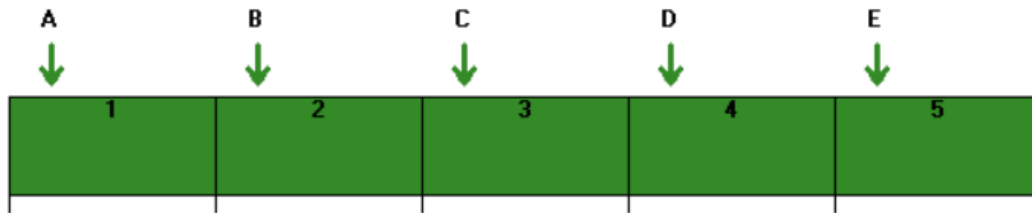


Figuur 23: Stikstofmineralisatie bij bedrijf 2

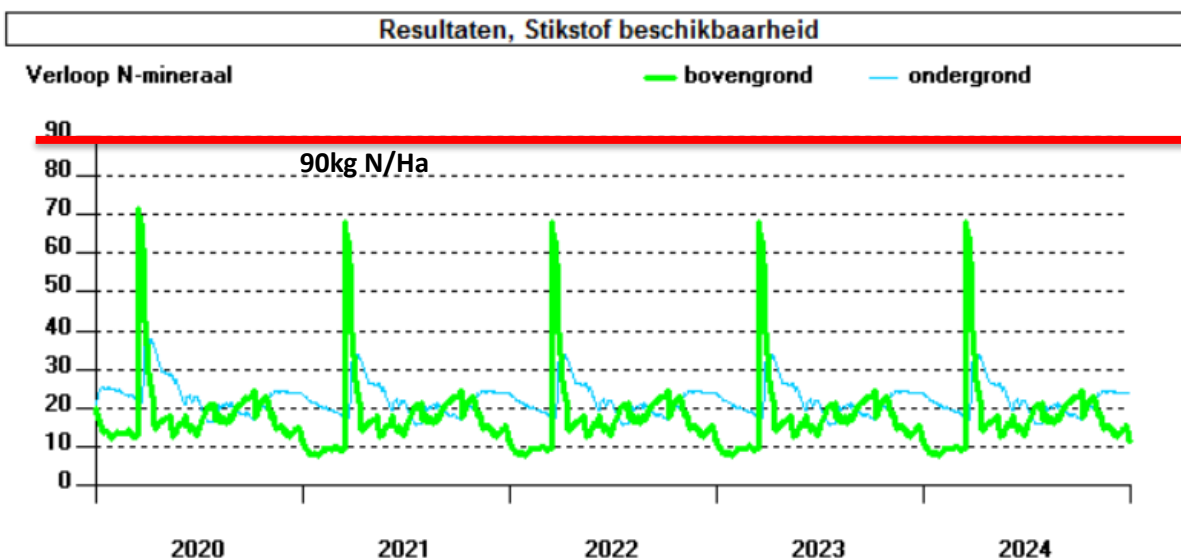
Voor bedrijf 3 werd het bemestingsscenario uitgewerkt voor permanente grasklaver die enkel gemaaid wordt, wat geldt voor het merendeel van de percelen. Voor de stikstofvoorziening is rekening houdend met N-fixatie door klaver de bemesting van 25 ton/ha drijfmest net voldoende. De bemesting blijkt goed afgestemd te zijn op de gewasbehoefte en de beoogde opbrengst (Figuur 24). Vermits de minerale N slechts in het voorjaar een beperkte piek vertoont is het uitspoelrisico beperkt (Figuur 25). De bodemmineralisatie zorgt voor het grootste deel van de door mineralisatie beschikbaar gestelde N, gevolgd door de mineralisatie van gewasresten en bemesting (Figuur 26).



Scenario:



Figuur 24: De N-beschikbaarheid (groene lijn), de N behoefte (rode lijn) en de N-fixatie (blauwe lijn) voor bedrijf 3



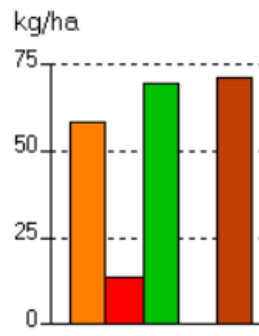
Figuur 25: Het verloop van minerale N bij bedrijf 3



Stikstof mineralisatie

kg per hectare per jaar, gemiddelde van de vruchtwisseling

- N als minerale N in (kunst) mest
- N gemineraliseerd uit organische deel van mest
- N gemineraliseerd uit gewasresten
- N gemineraliseerd uit groenbemesters
- N gemineraliseerd uit de bodem (humus en andere bij aanvang in de grond aanwezige organische stof)



Figuur 26: Stikstofmineralisatie bij bedrijf 3

6.2.3 Mineralenbalans

Zowel de N-, P- als K-balans zijn positief bij bedrijf 1. Ondanks de grote afvoer van P via grasklaver, blijft de P-balans positief (in deze rotatie) (Figuur 27). Op bedrijfsniveau was de balans volgens het controle-orgaan voor de biologische teelt in evenwicht en volgens de VLM negatief.

[Alles in kg/ha]			
Irrigatie	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Aanvoer mest	221	97	334
Stikstofbinding	116		
Irrigatie	0		
Deposities	30 +	3 +	8 +
Totaal aanvoer	367	100	342
Afvoer produkten	231 -	77 -	261 -
Berekend overschot	136	23	81
Vervluchtiging	8		
Denitrificatie	25		
Uitspoeling / denitrificatie ondergrond	32		
Toename / afname organische N	39		
Toename / afname minerale N bodem	0		

Figuur 27: De mineralenbalans van bedrijf 1

Bij bedrijf 2 is de N-balans positief, terwijl de P-balans in evenwicht is. K supplementatie zal nodig zijn om de klavergroei te garanderen. (Figuur 28).



Resultaten, Mineralen balansen

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Aanvoer met mest	170	66	245
Stikstofbinding	183		
Depositie	35	3	8
Totaal aanvoer	388	69	253
Afvoer met produkten	217	69	275
Berekend overschot	172	0	-21
Vervluchting	10		
denitrificatie	16		
uitspoeling	41		
Opbouw org. stof	30,2		

Figuur 28: De mineralenbalans van bedrijf 2

Voor bedrijf 3 is de N-balans positief, echter de P- en K-balans zijn negatief, wellicht zal de eerder geschatte opbrengst van 10 ton per ha te hoog zijn (Figuur 29).

Resultaten, Mineralen balansen

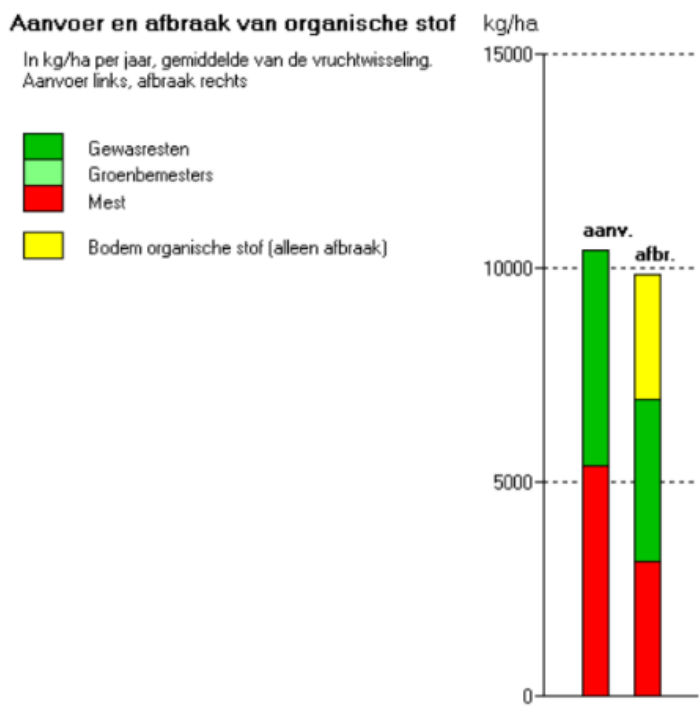
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Aanvoer met mest	103	38	145
Stikstofbinding	240		
Depositie	30	3	8
Totaal aanvoer	372	41	153
Afvoer met produkten	270	80	350
Berekend overschot	102	-39	-197
Vervluchting	6		
denitrificatie	13		
uitspoeling	38		
Opbouw org. stof	-6,2		

Figuur 29: De mineralenbalans van bedrijf 3

6.2.4 Organische stof

Op het eerste bedrijf is de opbouw van organische stof hoger dan de afbraak. De bodem organische stof wordt aldus licht opgebouwd. De simulatie met de demetertool is niet gedaan omdat zowel grasklaver als triticale/veldbonen niet voorhanden zijn in de demertool.



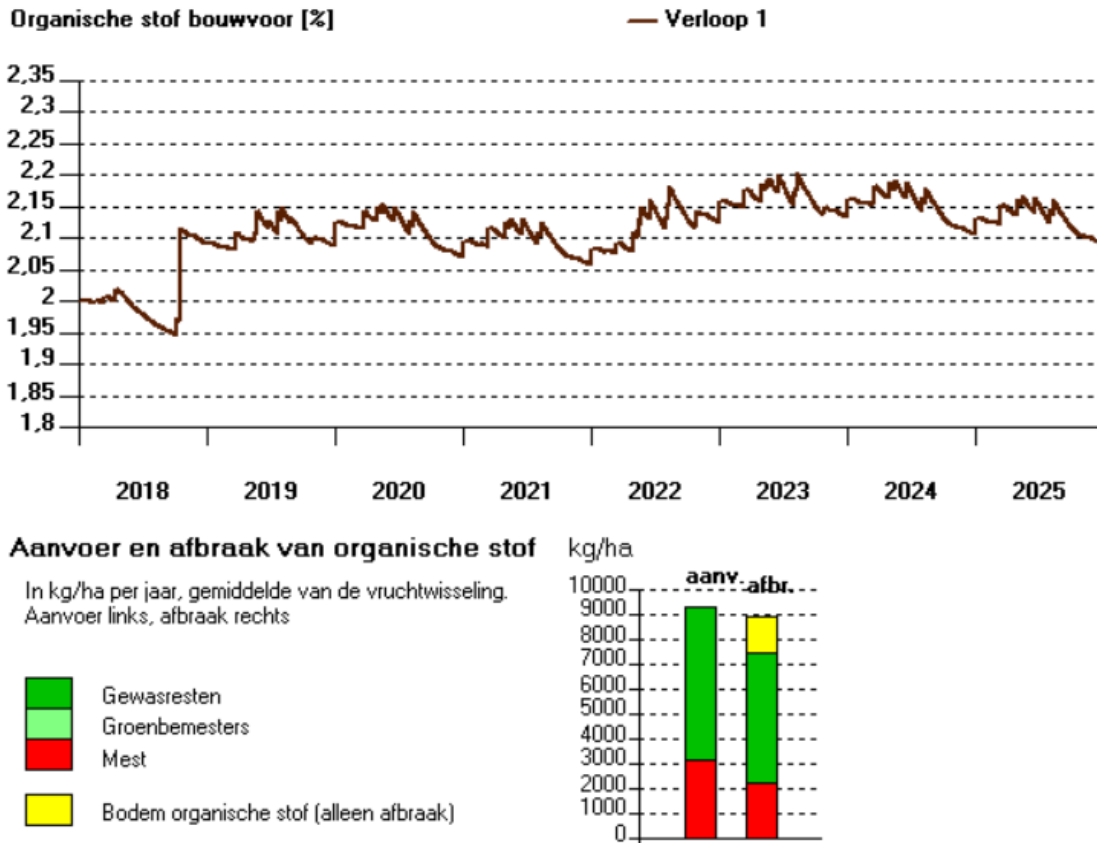


Figuur 30: Opbouw en afbraak van organische stof bij bedrijf 1

Op het tweede bedrijf is omwille van het hoge aandeel grasklaver in de teeltrotatie de aanvoer van organische stof hoger dan de afbraak. De bodem organische stof wordt aldus sterk opgebouwd (Figuur 31).



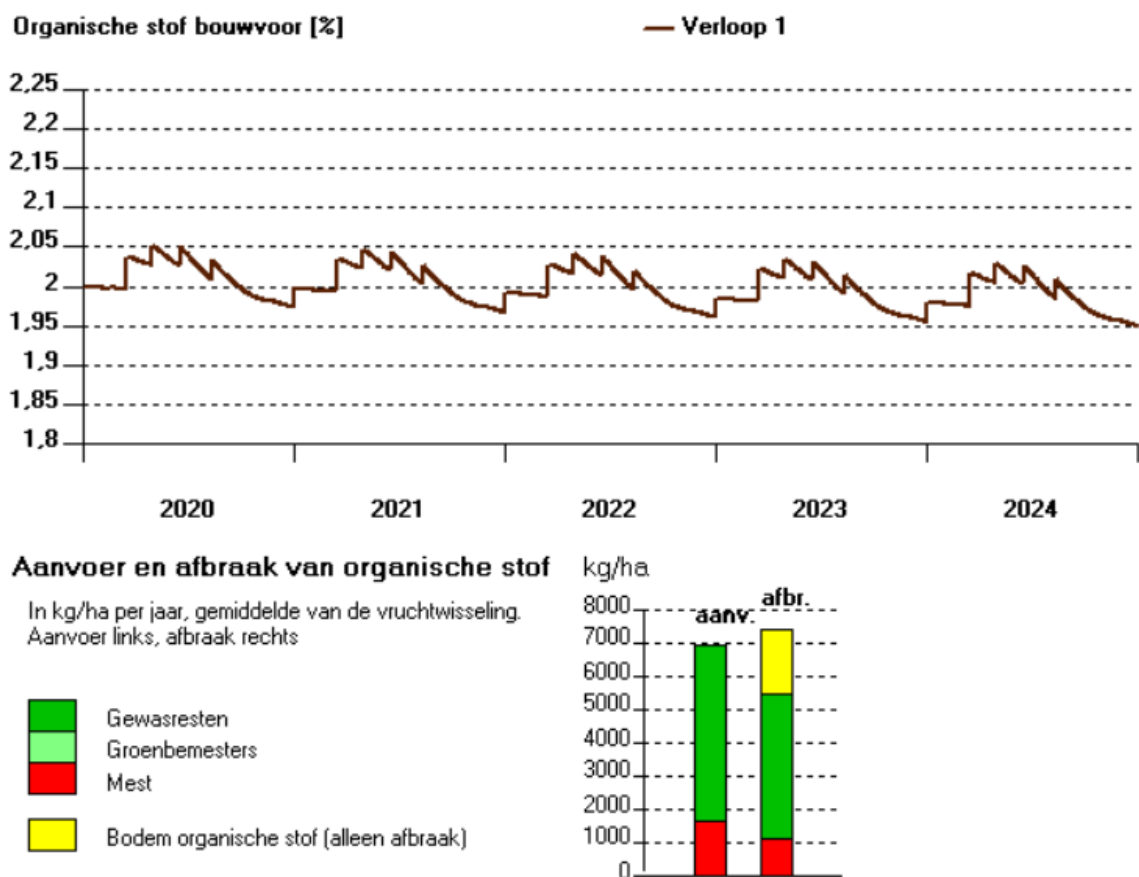
Resultaten, Organisch materiaal



Figuur 31: Aanvoer en afbraak van organische stof bij bedrijf 2

Bij bedrijf 3 is de aanvoer van organische stof lager dan de afbraak door de beperkte organische bemesting. De bodem organische stof wordt aldus licht afgebouwd. Wellicht is de opbrengst van 10 ton DS per ha een overschatting.





Figuur 32: Aanvoer en afbraak van organische stof op bedrijf 3

6.2.5 Mineralenbalans bedrijfseconomische boekhouding

Op basis van de bedrijfseconomische boekhouding van 2016 werd een mineralenbalans opgesteld voor bedrijf 1 (Figuur 33). Voor bedrijf 2 en bedrijf 3 gebeurde dit op basis van bedrijfsgegevens uit 2019 (Figuur 34 en Figuur 35). De N-fixatie is ingebracht op basis van inschatting klaveraandeel in de verschillende percelen en rekenend met 50 kg N-fixatie per ton droge stof geogste klover. De mineralenbalans wordt voornamelijk gebruikt om milieuprestaties tussen bedrijven te vergelijken en evoluties in de tijd te volgen. We maken hierbij gebruik van de indicatoren overschot, efficiëntie en recovery. Een optimalisatie van de bemesting, rantsoenen en beheer van voederteelten kan er voor zorgen dat aangevoerde nutriënten optimaal worden benut wat een invloed zal hebben op deze indicatoren.

Overschot is het verschil tussen de totale aanvoer en de totale afvoer. Hierbij wordt de totale aanvoer van nutriënten in rekening gebracht via aangekochte dieren, aangekochte voeders, meststoffen en voorraadwijzigingen. De totale afvoer brengt de nutriënten in beeld die via verkochte producten (dieren, melk, gewassen,...) en weggevoerde mest het bedrijf verlaten. Het overschot geeft dus weer hoeveel van de aangevoerde nutriënten niet werden gerecupereerd via producten die het bedrijf verlaten.



Efficiëntie is het percentage van de totale aanvoer welke terug werd afgevoerd via verkochte dierlijke en plantaardige producten.

Recovery is het percentage van de totale aanvoer welke terug werd afgevoerd, op welke wijze dan ook. Dus niet alleen via verkoop van dierlijke en plantaardige producten maar eveneens via afvoer van mest en uitval. Verlies is het percentage van de totale aanvoer welke niet terug werd afgevoerd (**verlies** = 100% - % recovery).

	Areaal (ha)
TOTAAL AREAAL (ha)	51
GRASLAND	36
MAIS	0
GEWASSEN MET LAGE N-BEHOEFT	0
ANDERE GEWASSEN	15

	Gem. aantal Dieren
MELKKOEIEN / KALFKOEIEN	62.33
KALVEREN	5.25
VAARZEN < 1J	14.5
VROUWELIJK JONGVEE <	19.75
VROUWELIJK JONGVEE >	10.5

AANTAL MAANDEN IN BALANS:	12
---------------------------	----

NU TRIENTENBALANS VOOR N, P EN K UITGEDRUKT IN KG

PERIODE: 42370	N (kg)	P (kg)	K (kg)	%TOT N AANVOER	%TOT P AANVOER	%TOT K AANVOER
AANVOER						
Dieren	0,0	0,0	0,0			
Ruwvoer	3583,9	606,6	4404,0	49%	93%	98%
Krachtvoer	362,1	44,5	111,6	5%	7%	2%
Dierlijke mest	0,0	0,0	0,0			
N-fixatie	3427,0	0,0	0,0	46%		
Overige	0,0	0,0	0,0			
AFVOER						
Dieren	360,6	104,1	28,0	5%	16%	1%
Uitval	63,3	18,5	5,0	1%	3%	0%
Producten	1992,6	332,1	590,4	27%	51%	13%
Meststoffen	0,0	0,0	0,0			
Overige	0,0	0,0	0,0			
Voorraadverschil	0,0	0,0	0,0			
TOTALE AANVOER	7373,0	651,1	4515,6	100%	100%	100%
TOTALE AFVOER	2416,5	454,7	623,4			
OVERSCHOT	4956,5	196,4	3892,2			
OVERSCHOT PER HA	97,2	3,9	76,3			
EFFICIENTIE (%)				32%	67%	14%
RECOVERY (%)				33%	70%	14%
VERLIES (%)				67%	30%	86%

Figuur 33: Mineralenbalans bedrijf 1

	Areaal (ha)
TOTAAL AREAAL (ha)	82
GRASLAND	71
MAIS	7
GEWASSEN MET LAGE N-BEHOEFTE	0
ANDERE GEWASSEN	4

	Gem. aantal Dieren
MELKKOEIEN / KALFKOEIEN	100
KALVEREN	2
VAARZEN < 1J	38
VROUWELIJK JONGVEE <	40
VROUWELIJK JONGVEE >	10.5
ANDERE RUNDEREN	5

AANTAL MAANDEN IN BALANS:	12
---------------------------	----

NUTRIENTENBALANS VOOR N, P EN K UITGEDRUKT IN KG

PERIODE: 42370	N (kg)	P (kg)	K (kg)	%TOT N AANVOER	%TOT P AANVOER	%TOT K AANVOER
AANVOER						
Dieren	0,0	0,0	0,0			
Ruwvoer	1437,4	283,3	1764,4	8%	13%	31%
Krachtvoer	10168,3	1904,6	3924,5	55%	87%	69%
Dierlijke mest	0,0	0,0	0,0			
N-fixatie	7000,0	0,0	0,0	38%		
Overige	0,0	0,0	0,0			
AFVOER						
Dieren	596,3	172,3	46,4	3%	8%	1%
Uitval	0,0	0,0	0,0			
Producten	4599,5	766,6	1362,8	25%	35%	24%
Meststoffen	0,0	0,0	0,0			
Overige	0,0	0,0	0,0			
Voorraadvverschil	0,0	0,0	0,0			
TOTALE AANVOER	18605,6	2187,9	5688,9	100%	100%	100%
TOTALE AFVOER	5195,8	938,9	1409,2			
OVERSCHOT	13409,9	1249,0	4279,7			
OVERSCHOT PER HA	163,5	15,2	52,2			
EFFICIENTIE (%)				28%	43%	25%
RECOVERY (%)				28%	43%	25%
VERLIES (%)				72%	57%	75%

Figuur 34: Mineralenbalans bedrijf 2

////////////////////////////////////

	Areaal (ha)
TOTAAL AREAAL (ha)	30
GRASLAND	25
MAIS	5
GEWASSEN MET LAGE N-BEHOEFTTE	0
ANDERE GEWASSEN	0

	Gem. aantal Dieren
melkgeiten	300
opokgeiten	150

AANTAL MAANDEN IN BALANS:	12
---------------------------	----

NUTRIENTENBALANS VOOR N, P EN K UITGEDRUKT IN KG

PERIODE: 42370	N (kg)	P (kg)	K (kg)	%TOT N AANVOER	%TOT P AANVOER	%TOT K AANVOER
AANVOER						
Dieren	0,0	0,0	0,0			
Ruwvoer	2091,2	287,9	866,4	22%	23%	15%
Krachtvoer	1598,4	357,4	604,1	17%	29%	11%
Dierlijke mest	3840,0	600,0	4260,0	41%	48%	74%
N-fixatie	1875,0	0,0	0,0	20%		
Overige	0,0	0,0	0,0			
AFVOER						
Dieren	151,2	37,8	10,7	2%	3%	0%
Uitval	0,0	0,0	0,0			
Producten	1200,0	216,0	480,0	13%	17%	8%
Meststoffen	3950,0	600,0	4750,0	42%	48%	83%
Overige	0,0	0,0	0,0			
Voorraadverschil	0,0	0,0	0,0			
TOTALE AANVOER	9404,6	1245,2	5730,5	100%	100%	100%
TOTALE AFVOER	5301,2	853,8	5240,7			
OVERSCHOT	4103,4	391,4	489,8			
OVERSCHOT PER HA	136,8	13,0	16,3			
EFFICIENTIE (%)				14%	20%	9%
RECOVERY (%)				56%	69%	91%
VERLIES (%)				44%	31%	9%

Figuur 35: Mineralenbalans bedrijf 3



6.3 PITFRUITTEELT

6.3.1 Bedrijf 1 - appel

Deze teler streeft naar een productie van ± 40 ton per ha voor Jonagold en is er van overtuigd dat dit enkel kan door gericht te bemesten. In 2017 hing er door de vorst echter maar ± 11 ton per ha.

Bemesting

In het verleden werd er geregeld stalmest of paardenmest onder de bomen uitgereden. Dit werd dan telkens aangevuld met Biomix 2 (11-2-0) om toch rond de bloei voldoende N beschikbaar te hebben. Meestal werd er via Biomix 40 E N gegeven.

De laatste 3 jaar werd er geen organisch materiaal meer gebruikt, maar werd er bemest met Organic Plant Feed (OPF) 11-0-5. In 2015 en 2016 werden er 50 E N gegeven, in 2016 was dit 60 E N

Tabel 26: Overzicht van de totale (t) aanvoer van mineralen (kg per ha) via bemesting bij teler 1

		N _t	P ₂ O _{5t}	K _t
2017	OPF	50	0	23
2016	OPF	50	0	23
2015	Biomix 2	50	9	0
2014	Biomix 2	55	10	0
	20 ton paardenmest	100	60	

Bodemanalyse

Op het gekozen perceel zijn er vrij grote schommelingen in % C in de bodemanalyses. De deelstalen zijn echter niet altijd over het ganse perceel genomen waardoor ze moeilijk te vergelijken zijn. Het voorste gedeelte van het perceel heeft een andere voorgeschiedenis dan het achterste gedeelte.

Bekalken wordt er nooit gedaan. pH zit op de meeste percelen van de teler goed. Er worden ook geen verzurende meststoffen gebruikt wat duidelijk verschil maakt. Toch is het Ca-gehalte in de bodem laag.

Door het regelmatige gebruik van stalmest/paardenmest zijn er op een aantal percelen hogere P-waarden.

Ook het K-gehalte zit, zeker voor appel, hoog. In jaren met een beperkt behang geeft dit zeker problemen in bewaring.

Opvallend is het hoge Mg-gehalte in 2018. Er wordt immers geen specifieke Mg-bemesting uitgevoerd.

////////////////////////////////////

Tabel 27: Overzicht verloop bodemanalyse bij teler 1

grondsoort	2018 (gans perceel)	2014 (voorste gedeelte)	2009 (voorste gedeelte)	Streefwaarden	
	zandleem	lichte leem	zandleem	Lichte leem	zandleem
pH KCL	6,1	5,8	6,2	6.5-7.0	6.2-6.6
% OC	1,88	1,23	1,3	1.2-1.6	1.2-1.6
P mg / 100 g	46	37	39	13-20	13-20
K mg / 100 g	43	39	38	15-22	15-23
Mg mg / 100 g	20	13	11	9-16	9-16
Ca mg / 100 g	151	98	102	176-386	110-265
Na mg / 100 g	<0,94	<0,9	1,4	3.4-6.7	3.4-6.7

Onkruidbestrijding

- Voorjaar 3 à 4 x schoffelen (sandwichsysteem, dus tussen de bomen blijft het onkruid wel staan)
- 1 à 2 x met de zwenkende maaier zodat alles vrij gelijk komt te liggen
- Nadien met de litsenmaaier

De grasbaan is ingezaaid met een klassiek grasmengsel. Tot op heden werd het gras op de zwartstrook geblazen tijdens het maaien. Maar dit verhoogt de K-druk bij appel en dit is niet gewenst. Hij gaat hier dan ook vanaf stappen.

Afvoer van mineralen

Op zich is er via de vruchten weinig afvoer van N en P; de grootste afvoer is K. Via het grasmaaisel werd dit wel aangerijkt.

Tabel 28: Overzicht van de afvoer van mineralen (kg per ha) via de vruchten ifv het behang bij teler 1

jaartal	Productie in ton per ha	N	P	K	Ca
2017	11	4,76	1,23	15,05	0,55
2016	41	17,92	4,62	56,61	2,06
2015	52	22,73	5,86	71,80	2,61
2014	38	16,65	4,29	52,61	1,91
2013	29	12,68	3,27	40,04	1,46
2012	16	6,95	1,79	21,95	0,80
2011	10	4,37	1,13	13,81	0,50



Toekomst:

- Wat bemesting betreft denkt teler momenteel voldoende te hebben aan OPF.
- Hij stapt meer af van bemesting met organisch materiaal (stalmest/rundermest). Misschien nog eerder iets voor bij een nieuwe aanplant.
- Hij kijkt wel naar klavermengsels om in de grasbaan in te zaaien.
- Of om zelfs onder de bomen bepaalde groenbemesters te gaan zaaien.

6.3.2 Bedrijf 2 - appel

Bij deze teler ligt de productie iets lager dan bij de 1^{ste} teler. ±30 ton appels per ha is echter al een vrij zware productie. De percelen liggen op zwaardere grond, vaak op leem.

Ook deze teler had in 2017 amper productie door de vorst.

Bemesting

Deze teler gebruikt nooit stalmest en drijfmest. Één van de redenen hiervoor is de vrees voor extra aantrek van woelratten en woelmuizen. De betere bodemstructuur zal dit zeker versterken. In het verleden heeft hij 1 x met compost gewerkt, maar dat gaf meteen enorme problemen met magnesiumgebrek. Dus is hij er meteen mee gestopt.

Vroeger werden er wel groenbemesters ingezaaid onder de bomen maar ook hier is hij mee gestopt, deels door de aantrek van ratten en muizen.

Op sommige percelen komt er van nature veel knopkruid voor. Dit geeft veel massa waardoor op termijn de bodemstructuur verbeterd is, dit maakt de bodem lichter en beter schoffelbaar.

Qua bemesting werd er tot voor een paar jaar 25 eenheden N via Maltaflor (5-1-5) gegeven. Nadien werd de bemesting opgetrokken naar 50 eenheden N. Voor 2018 werd er opnieuw gerekend aan 50 eenheden N, in een combinatie van 20 eenheden N via Biomix (10-3-0) en 30 eenheden N via Maltaflor (5-1-5).

Hij voert elk jaar een onderhoudsbekalking uit van 600 tot 1000 kg. Dit via Dolokorn (53 ZBW, 15% Mg) dat vooral werd gekozen omdat het een korrel is die makkelijk zelf te strooien is.

Tabel 29: Overzicht van de totale (t) aanvoer van mineralen (kg per ha) via bemesting bij teler 2

		N _t	P ₂ O _{5 t}	K _t
2018	Biomix 2	20	6	0
	Maltaflor	30	6	30
2017	Maltaflor	50	10	50
voorheen	Maltaflor	25	5	25



Bodemanalyse

Ondanks het ontbreken van elke vorm van basisbemesting wordt er op perceel 1 ('walbroek klein') toch een sterke stijging van het % C vastgesteld voortgaande op een analyse van resp. 2014 en 2018. Het feit dat een ongelijk aandeel van de totale oppervlakte van het perceel bemonsterd werd kan (mede) een verklaring zijn.

pH zit voor beide percelen goed.

Doordat er geen stalmest wordt gebruikt, zit het P-gehalte binnen de streefzone. Dus ondanks dat er al jaren geen P wordt gegeven, is er geen gebrek. Op perceel 1 wordt zelfs een hoger gehalte gemeten in 2018 dan in 2014. Hier ook kan het feit dat een ongelijk aandeel van de totale oppervlakte van het perceel bemonsterd werd daarvoor een verklaring zijn

Het K-gehalte zit voor beide percelen boven de streefwaarden.

Opvallend is vooral het zeer hoge Mg-gehalte op perceel 1. Op 4 jaar tijd is er een zeer sterke stijging in de bodemvoorraad. Er wordt wel jaarlijks wat Mg gegeven via Dolokorn. Standaard wordt er elke winter een bekalking uitgevoerd. Het resultaat hiervan is terug te vinden in een stijging van het Ca-gehalte in de bodem. Op perceel 2 ('zelfde deel') was er tussen 2009 en 2014 een daling van het Mg-gehalte maar ook daar is de bodemvoorraad aan Mg vrij groot. Op dit perceel is er geen recente bodemanalyse. Voor calcium is er een zelfde beeld te zien bij vergelijking van de toestand van beide percelen. Op perceel 1 is er een stijging tussen 2014 en 2018, terwijl er tussen 2009 en 2014 een daling was op perceel 2. De stijging van zowel het Ca- als het Mg-gehalte op perceel 1 moet echter gerelativeerd worden daar een ongelijk aandeel van de totale oppervlakte van het perceel bemonsterd werd in 2014 en 2018.

Tabel 30: Overzicht verloop bodemanalyse bij teler 2, voor perceel 1 (2014-2018), en perceel 2 (2009-2014)

	perceel 1		perceel 2		streefwaarden	
	2018	2014 (klein deel)	2014	2009	leem	lichte leem
grondsoort	leem	lichte leem	leem	leem		
pH KCL	6,6	6,4	6,1	6,7	6,6-7,2	6,5-7,0
% OC	1,76	1,11	0,96	1,7	1,2-1,6	1,2-1,6
P mg / 100 g	18	11	11	14	12-20	13-21
K mg / 100 g	35	31	30	36	14-22	15-23
Mg mg / 100 g	90	47	33	58	9-15	10-16
Ca mg / 100 g	350	222	171	287	171-375	180-395
Na mg / 100 g	1,7	1,9	1,3	3,5	3,3-6,5	3,4-6,8



Onkruidbestrijding

- Er wordt 5 à 6 x per jaar geschoffeld en dit vanaf het voorjaar tot midden juni. De strook die bewerkt wordt, is ongeveer 80 cm breed.
- Daarna mag het onkruid doorkomen. Tegen de pluk aan staat er dan vooral melganzevoet en knopkruid. Dit wordt dan kort voor de pluk en net na de pluk gemaaid met een litsenmaaier.
- De grasbaan is voornamelijk gras. Dit gras wordt geklepeld en het gras blijft op de grasbaan liggen.

Afvoer van mineralen

Tabel 31: Overzicht van de afvoer van mineralen (kg per ha) via de vruchten ifv het behang bij teler 2

jaartal	Productie, in ton per ha	N	P	K	Ca	Mg
2016	30	13,11	3,38	41,42	1,51	1,46

Toekomst:

Deze teler is niet van plan om in de toekomst te gaan werken met stalmest of groencompost. Volgens hem is dit geen noodzaak in de biologische fruitteelt.

Hij kijkt dan ook eerder in de richting van de commerciële bio-meststoffen. Hij wil zeker ook kijken wat de mogelijkheden zijn van groenbemesters.

6.3.3 Bedrijf 3 - appel

Teler 3 zit in omschakeling naar biodynamisch (een meer hollistische variant op biologische landbouw). Dit maakt dat hij verplicht is om organisch materiaal aan te brengen, zelf te gaan composteren en deze compost te gaan aanrijken met bepaalde preparaten. Hij laat stalmest komen en werkt hier ook de appelpulp van zijn sappers onder.

Normaal moet minstens 20% van de stalmest afkomstig zijn van een bio-bedrijf. Maar omdat hij composteert, hoeft dit niet meer.

Van de 3 bedrijven heeft hij de laagste producties: gemiddeld worden 10 kg apels per hectare geoogst.

Bemesting

In het verleden werkte hij soms met kippenmest, maar hij doet dit niet meer omdat het duurder uitkomt. Hij werkt al jaren met runderstalmest, meestal aan een dosis van ± 32 ton per ha.

Vanaf nu is het gecomposteerde stalmest waar hij mee werkt.

Er wordt niet meer bijgegeven van andere meststoffen.

Er wordt zeker al 15 jaar niet meer bekalkt.

////////////////////////////////////

Tabel 32: Overzicht van de aanvoer van mineralen (kg per ha) via bemesting bij teler 3.

	Bemesting, per ha	Nt	P ₂ O ₅ t
2015-2017	32 ton rundermest	224	93
tot 2014	24 ton op bedrijf	100	52
	+ rundermest (24 ton)	170	70

In de winter van 2018 heeft hij op 1 perceel zijn paarden tussen de bomen laten lopen. De paarden kwamen nauwelijks aan de bomen. Hij heeft ze wel weggehaald voor er nieuw blad aan de bomen kwam. Hij vermoedt dat de activiteit van de paarden (de trillingen) ervoor zorgen dat er minder ratten en muizen in de aanplant blijven.

Het jaar voordien heeft hij hetzelfde geprobeerd met schapen, maar die gingen sneller knagen aan de bomen.

Bodemanalyse

De pH zit aan de onderzijde van de streefwaarden

Ondanks dat er jaarlijks stalmest wordt uitgereden, is er geen opvallend hoog % C.

Het P-gehalte zit boven de streefwaarden.

De gehalten aan K en Mg zitten vrij hoog.

Tabel 33: Overzicht verloop bodemanalyse bij teler 3

	2018	2012	streefwaarden
grondsoort	lichte leem	lichte leem	
pH KCL	6,4	6,8	6.5-7.0
% OC	1,52	1,14	1.2-1.6
P mg / 100 g	28	30	13-21
K mg / 100 g	40	30	15-23
Mg mg / 100 g	28	28	10-16
Ca mg / 100 g	201	248	180-395
Na mg / 100 g	<0,94	1	3,4-6,8

Onkruidbestrijding

- Vanaf het voorjaar tot juni wordt er een 4-tal keren geschoffeld.
- Nadien wordt er soms is met een litsenmaaier gereden.

In de grasbaan is er ooit klaver mee ingezaaid, maar dit is nadien niet meer bijgezaaid. Hier is nu niet veel meer van te merken.



Afvoer van mineralen

Tabel 34: Overzicht van de afvoer van mineralen (kg per ha) via de vruchten ifv het behang bij teler 3

jaartal	Productie, in ton per ha	N	P	K	Ca	Mg
2017	10	4,37	1,13	13,81	0,50	0,49
2016	10	4,37	1,13	13,81	0,50	0,49
2015	10	4,37	1,13	13,81	0,50	0,49

Toekomst:

Hij gaat zijn compostering verder op punt zetten. Naast stalmest gaat hij ook maaisel uit een natuurgebied gebruiken in de compostering.



7 DISCUSSIONOTA'S

In volgende discussienota's wordt de bemestingsproblematiek in Vlaanderen voor elke deelsector apart onder de loep genomen en wordt het betreffende praktijkonderzoek besproken, in het kader van de doelstellingen van het project. Hierbij krijgt het potentieel van verschillende bodembeheerstrategieën voor het bereiken van een efficiëntere N-benutting, evenwichtsbemesting van P, en de opbouw van het organische stofgehalte in de bodem voor verscheidene kwaliteitsdoelen specifieke aandacht. Met de conclusies uit de discussienota's wordt rekening gehouden bij de besluitvorming omtrent de poefopzetten.

7.1 GROVE GROENTETEELT

7.1.1 Probleemstelling

De bemesting binnen de biologische groenteteelt berust hoofdzakelijk op de gift van dierlijke mest en compost. Vele bedrijven met biologische groenteteelt hebben percelen in P-klasse III of IV. De fosfaatsnormen binnen MAP5, zijn vaak de beperkende factor, waardoor niet langer voldoende stikstof kan worden toegediend via de geprefereerde bronnen stalmest of compost. De beperkende fosfaatsnormen stuwden de biologische groenteteelt richting hoger gebruik van organische korrelmeststoffen, met lage P-inhoud. Deze dragen echter amper bij aan de opbouw van de bodemvruchtbaarheid omdat ze weinig effectieve organische stof aanbrengen. Binnen de biologische landbouw staat de bodemvruchtbaarheid centraal en is het opbouwen en onderhouden ervan noodzakelijk om een leefbaar biologisch bedrijf uit te baten. Om de doelstellingen van het MAP en bodemvruchtbaarheid hand in hand te laten gaan, dienen nieuwe bemestingsstrategieën te worden ontwikkeld.

7.1.2 Wat leeft er bij de telers?

Allereerst hebben we in het project geverifieerd wat er leeft bij de telers: welke knelpunten ervaren zij? Wat zien zij als mogelijke maatregelen? Uit de focusgroep kwam duidelijk naar voor dat de bioboeren wel verschillende oplossingsrichtingen kennen, maar hun twijfels hebben bij de economische en logistieke haalbaarheid. Een teler verwoordde dit in de focusgroep: "Biolandbouw kan je vergelijken met aan politiek doen: compromissen tussen rendabiliteit/leefbaarheid van bedrijf en bodemkwaliteit. Rendabel blijven op korte termijn en tegelijk ook investeren in de toekomst via een goed bodembeheer". Enkele maatregelen die wel gekend zijn, maar waar het *economisch en logistieke knelpunt* primeert staan hieronder:

- (Co-) composteren op het bedrijf:
 - o Kosten bij aankoop/aanvoer van stromen van buitenaf
 - o Geen plaats beschikbaar op het bedrijf
 - o Geen loonwerker met compostkeerder in de nabije omgeving
 - o Vergunningsplicht bij gebruik van stromen van buitenaf, met bijhorende infrastructurele eisen
- Extensiveren van de rotatie (grasklaver/granen in de rotatie)
 - o Geen land beschikbaar
 - o Land te duur
- Uitwisseling van land met veetelers:
 - o Te weinig bio-veetelers in de regio



- Geen goede (veilige) omkadering voor de uitwisseling van gronden
- Maaimeststoffen
 - Op klein bedrijf met beperkte mechanisatie logistiek moeilijk

Voor andere maatregelen zijn er dan vooral (*teelt*)*technische beperkingen*:

- groenbedekkers
 - Welke kunnen nog in het voorjaar gezet worden?
 - Welke doen het goed in welke types grond?
 - Welke mengsels zijn aaltjesonderdrukkend?
 - Wat is de winst van 2,5 jaar grasklaver ipv 1,5 jaar? En wat met de ziektedruk?
 - Welke groenbedekkers na een late teelt?
 - Hoe en wanneer vernietigen?
- Bodembewerking
 - Veel informatie is beschikbaar, maar is niet bedrijfsspecifiek
- Composteren
 - Hoe composteren voor maximaal N-behoud? Omzetten/droog/nat, bacteriepreparaten?
- Andere bemestingsvormen
 - Hoe best aanwenden van de dunne fractie van varkensmest? (in combinatie met traagwerkende bemesting?)

Ook naar de *fundamentele basis* achter de *wetgeving* werden er vragen gesteld. En ook de impact van maatregelen op het P-gehalte in de bodem.

- P-dynamiek
 - Spoelt dit uit? Afhankelijk van in welke fractie P zit, spoelt dit meer of minder uit?
 - Kunnen groenbedekkers (en welke?) P beter beschikbaar maken?
 - Kan je grotere afvoer van P bekomen, door meer plantopneembare P?
- N-dynamiek
 - Als er meer organische stof in de bodem zit (zeker zandbodem), worden nutriënten beter vastgehouden en is er minder uitspoelingsgevaar?
 - Als in de rotatie $\frac{1}{4}$ een uitspoelingsgevoelige teelt is, maar $\frac{3}{4}$ helemaal niet, is het milieurisico dan niet na te gaan op bedrijfsniveau ipv op perceelsniveau?
- Toekomstige regelgeving:
 - Worden we als P-klasse IV verder beperkt in de gift van compost. Wat dan?
 - Huidig perceel in P-klasse II. Als ik bemest met stalmest en compost volgens de regelgeving, heb ik dan het risico om P-klasse III te worden?

7.1.3 Bemestingsstrategieën

Onderstaande discussie brengt de informatie uit de literatuurstudie, benchmarkbezoeken en bedrijfsbezoeken samen.

Bemestingsmaatregelen kunnen uiteenvallen binnen 3 types strategieën:

1. Verhogen van de N-benutting



2. N uit andere (P-arme) bronnen
3. De noodzaak aan N verlagen

Het verhogen van de stikstofbenutting

Een betere N-benutting resulteert in minder N-verliezen, en vice versa, hetgeen verwezenlijkt kan worden door een gepaste bemesting, een oordeelkundig gebruik van groenbedekkers en het optimaal omgaan met reststromen, maar ook het verbeteren van de bodemkwaliteit uitgaande van deze maatregelen.

Een belangrijk aspect is dus een gepast advies. In de biologische landbouw wordt er hoofdzakelijk met organische bemestingsvormen gewerkt en ook uitgegaan van de vruchtbaarheid van de bodem zelf. De N-levering vanuit beide is moeilijker te voorspellen in vergelijking met het gebruik van minerale stikstof. Uit de proeven van Inagro over bijbemesting in de biologische teelt, bleek duidelijk dat een bemestingsadvies gebruik makend van de adviesbasis voor de gangbare groenteteelt bijna altijd te hoog was. Slechts onder zeer slechte omstandigheden (zeer droog of nat en koud voorjaar) bleek de gangbare adviesbemesting noodzakelijk. De onnodige bijbemesting resulteerde vaak in een te hoog nitraatstikstofresidu in het najaar (zie 3.2.1). Bij de bezochte bedrijven werd er steevast bijbemest met korrels voor sommige teelten, terwijl uit de simulaties met NDICEA bleek dat dit vaak om een te hoge dosis ging. Sommige telers zoeken bij een gangbaar advies nog ondersteuning bij hun adviseur voor de interpretatie van het advies op hun bedrijf. Een aangepast advies voor de biologische teelt, dat beter rekening houdt met wat de bodem kan leveren aan N én wat nog kan aangeleverd worden uit groenbedekkers en gewasresten en met het opbrengstpotentieel, in relatie tot de bodemkwaliteit, kan zorgen voor een meer gepaste, beredeneerde bijbemesting. Dit zou écht beslissingsondersteunend werken en kunnen zorgen voor een verlaagd nitraatstikstofresidu.

Het goed inpassen van groenbedekkers is in de biologische landbouw extra van belang omwille van hun bemestende waarde én tevens omwille van hun functie voor de vastlegging van nutriënten, in het bijzonder N. In de biologische landbouw wordt er gestreefd naar het opbouwen van de bodemvruchtbaarheid. Een meer vruchtbare bodem, kent een hogere mineralisatie uit de bodem, die tevens in het najaar langer kan doorgaan. Theoretisch zijn de bodems in de biologische landbouw aldus gevoeliger voor nitraatuitspoeling, en dient het gebruik van groenbedekkers dit te ondervangen. Noch in Nederland, noch in eigen data hebben we aanwijzingen gevonden dat de biologische gronden uitspoelingsgevoeliger zijn (Benchmarkbezoek, Inagro). Om van de groenbedekker ook een bemestende waarde te hebben voor de volgteelt, worden vlinderbloemigen (alleen of in mengsel) ingezaaid als groenbedekker. Hoewel vlinderbloemigen in MAP5 niet onder de definitie vallen van een vanggewas, leert de ervaring dat vlinderbloemige groenbedekkers ingezaaid in het najaar tevens kunnen dienst doen als vanggewas, en geen verhoogd nitraatstikstofresidu in het najaar induceren (3.1.4 Hoeveel draagt de groenbedekker aan de volgteelt bij? Geeft een vlinderbloemige groenbedekker hoger risico op een hoog restnitraat in het najaar?). De stikstof vrijgesteld na vroege vorst uit een vorstgevoelige vlinderbloemige groenbedekker houdt mogelijk wel een uitspoelingsrisico in (mondelinge mededeling Georges Hofman). In het Literatuuroverzicht Groenbedekkers - Inagro (3.1) worden tevens enkele tips en tricks samengebracht over het inpassen van groenbedekkers uit jaren praktijkonderzoek op Inagro en de benchmarkbezoeken. De gouden tip voor het succesvol inpassen van groenbedekkers is planning (tijdige aankoop van zaad, zicht op de volgteelt).

Als gewasresten en mest opgeslagen worden met minimaal verlies aan nutriënten, inclusief stikstof, wint de boer daarbij. Bijvoorbeeld kan het composteren of inkuilen van preiresten zorgen voor een circulatie van de erin vervatte nutriënten binnen het bedrijf. Ook het toepassen van op de eigen percelen gewonnen sneden



grasklaver (al dan niet ingekuuld) als bemesting, zorgt voor een circulatie van nutriënten binnen het bedrijf. Anderzijds, kunnen er bij het composteren (alternatieve) bruine reststomen aangewend worden (bv. heidechopper) die door de aanbreng van C kunnen zorgen voor een behoud van stikstof wat kan resulteren in een optimalere, hogere N:P-verhouding. Aanbreng van extra C zal ook resulteren in een hogere C:P-verhouding. Daarmee is het bemestingsproduct interessanter voor de opbouw van bodem organische stof bij een gelimiteerde aanvoer van P (Viaene, 2016). In Nederland mag natuurmaaisel tot 1 km van het bedrijf vergunningsvrij verplaatst worden om te composteren op het bedrijf (Dekker et al., 2010). Dit wordt veelvuldig toegepast. Het onderzoek 'mest als kans' observeerde dat de compost met natuurmaaisel de hoogste bijdrage gaf aan de bodem organische stof (in vergelijking met andere composten, stalmest en minerale bemesting). De Nederlandse onderzoekers W. Sukkel en J. De Haan gaven aan dat er nog veel mogelijke reststromen onder de radar zitten en hier nog vooruitgang geboekt kan worden. Stikstofverliezen bij compostering zijn voornamelijk gasvormig. Het uitspoelingsverlies is eerder beperkt (Viaene et al., 2016). N-verliezen kunnen beperkt worden door de gepaste samenstelling, een goede procesvoering en het afdekken van de hopen met een semipermeabele doek. Voor mestproducten die nog ammoniakale N bevatten zijn de toepassingswijze en het toepassingstijdstip bepalend voor de stikstofverliezen of –benutting.

Tot slot kan de N-efficiëntie ook verhoogd worden door *optimale opnamecondities* te bieden aan de plant: een betere bodemstructuur, goede doorwortelbaarheid, goede rassenkeuze. Om de bodemstructuur in de toplaag van de bodem te verbeteren kan men niet-kerend werken. Het niet-kerend bewerken van de bodem zorgt voor een aanwas van organische stof in de toplaag, en ook in het algemeen (Sukkel en De Haan, persoonlijke communicatie). Behalve een verbeterde bodemstructuur, levert dit ook extra N in de bodem op, en een mineralisatie die minder snel piekt, maar evenwichtiger is en hoger in vergelijking met ploegen. Gewassen blijken in niet-kerend bewerkte bodem ook beter te wortelen. De minerale stikstofreserve bevindt zich hoger in het bodemprofiel en zal daarmee minder snel uit het bereik van de plantenwortels zijn (Willekens, 2014b).

Stikstof uit andere (fosforarme) bronnen

Een bron bij uitstek die N aanbrengt en geen P zijn *vlinderbloemige gewassen en groenbedekkers*. Om deze te kunnen inpassen is vaak een extensivering van het teeltplan nodig (een vol groeiseizoen grasklaver, of granen met onderzaai klaver). Voor een bedrijf dat zelf niet genoeg grond voorhanden heeft, zou het uitwisselen van percelen met een veehouder een oplossing kunnen bieden. Biologische veehouders hebben vaak sowieso veel grasklaver in de rotatie.

In Nederland vindt het telen van graan, niet voor de opbrengst, maar voor de verbetering van de bodem en voor het welslagen van een vlinderbloemige groenbedekker steeds meer ingang. Een goed geslaagde vlinderbloemige groenbedekker kan de opbrengst van het hoofdgewas in het daaropvolgende jaar dusdanig verhogen dat dit het lagere saldo van de graanteelt tegenover een groentegewas ten minste compenseert (Sukkel, persoonlijke communicatie). Dit is tweemaal getest op de biohoeve in Beitem, waarbij eenmaal de meeropbrengst in de volgteelt significant was en de andere keer er wel een trend tot opbrengstverhoging was, maar niet significant. Een grote barrière is dat de waarde van rustgewassen voor veel boeren niet duidelijk is. Ook uit de focusgroep kwam duidelijk naar voor dat de rendabiliteit van het bedrijf eerste prioriteit is en dat rustgewassen daar ogenschijnlijk niet toe bijdragen.

Via een slimme opmaak van het teeltplan kunnen vlinderbloemigen ook maximaal als tussenteelt in een groenterotatie worden ingepast.



Een andere aanpassing van het teeltplan, kan het inpassen zijn van meer late teelten: deze laten toe dat er nog een vlinderbloemige groenbedekker in het voorjaar gezaaid wordt, of een zaai vanuit de late herfst zich goed kan ontwikkelen in het voorjaar en N kan fixeren. Daarenboven is de mineralisatie dan al goed op gang en dient er minder bijbemest te worden om een voldoende grote pool minerale N te hebben aan het begin van de teelt. Joost van Strien, een teler die bezocht werd tijdens het benchmarkbezoek, ontwierp zijn teeltplan met maximaal late gewassen.

Een andere mogelijkheid is het aanwenden van de dunne fractie van gescheiden drijfmest. De dunne fractie bevat een hoge concentratie aan N, de dikke fractie bevat veel C en P. De dunne fractie zou als snelle stikstofbron kunnen toegepast worden in de groenteteelt (in plaats van korrelbijbemesting). De dikke fractie zou op de gronden van de biorundveehouder kunnen gebracht worden (waar de P-balans vaak negatief is). Over het gebruik van deze fracties leven bij telers nog vele vragen omtrent de werking en de beste toepassingswijze.

Maaimeststoffen hebben een voordeligere N:P-verhouding dan stalmest. Bij aankoop hiervan brengt men relatief meer N dan P binnen in het bedrijf, dit in vergelijking met stalmest. Bij de productie ervan op het eigen bedrijf worden nutriënten gerecirculeerd binnen het bedrijf en aangewend waar nodig. Het gebruik van maaimeststoffen is minder goed te rijmen met de samenwerking met de veehouderij. Joost van Strien had het gebruik van maaimeststoffen stopgezet omwille van de samenwerking met buur veehouder. Ook gaf hij aan dat maaimeststoffen goed werken in goede omstandigheden, maar dit niet doen waar de omstandigheden tegen zitten (te droog, te nat).

Composteren met reststromen kan tevens bijdragen aan de aanvoer op het bedrijf van grondstoffen met gunstiger N:P-verhouding (zie hierboven).

Totale stikstofbehoefte verlagen

Een laatste strategie is de totale N-behoefte van de rotatie te verlagen. Hierboven kwam de extensivering van het bouwplan al ter sprake door het inkantelen van meer vlinderbloemigen. Daarnaast kan er ook gekozen worden voor een kleiner aandeel aan N-behoefteige gewassen in de rotatie, een strategie die in Nederland veelvuldig gebuikt wordt. Verder zijn er ook creatieve ingrepen mogelijk om de N-behoefte op het bedrijf te verlagen. Zo paste de intensieve groentetelers in de Nederlandse zandstreek asperges in op hun bedrijf om dusdanig de totale N-behoefte te verminderen. Ook het gemengde bedrijf zal minder problemen ondervinden.

7.1.4 Fosforbalans

Naast de boven besproken strategieën, is ook de P-balans onder de loep genomen. Op alle drie de bezochte bedrijven bleek de P-balans positief. Op het bedrijf waar er intensieve groentepercelen waren en extensieve omschakelpercelen, bleek een grote overbemesting met P op het intensieve groenteperceel. Het aanhouden van zulke intensief bemeste percelen houdt het risico in op fosfaatklasseverhoging. Ook bij het meest extensieve bedrijf was de P-balans positief. Uit de simulatie met NDICEA bleek dat bij afvoeren van de grasklaver de P-balans wel in evenwicht komt (de bezochte bedrijven mulchten of gebruikten grasklaver als maaimeststof). Het afvoeren naar een veehouder zou hier een oplossing bieden. Een knelpunt hiervoor is de bemesting van grasklaver. Beide bedrijven met grasklaver pasten geen bemesting toe op de grasklaver om hun groentegewassen voldoende te kunnen bemesten, terwijl een veehouder bemeste grasklaver wenst om een voldoende eiwitrijke grasklaver te kunnen voederen.



Op groentebedrijven is de P-balans meestal positief. In de veehouderij, met veel grasklaver in de rotatie is deze vaak negatief. Het oppervlaktaandeel grasland is er hoog, dus over bedrijven heen gezien kan de P-balans in evenwicht gebracht worden bij voldoende samenwerking tussen de groenteteelt en de veehouderij. Voor de grotere groentebedrijven zal dit gemakkelijker gaan dan voor de kleinschalige tuinbouwbedrijven. Een naslagwerk om de samenwerkingen te bevorderen is het Handboek koppelbedrijven (Prins *et al.*, 2004).

De bemesting voor de biologische groenteteeler op vlak van P blijkt niet in evenwicht. De opbrengst in biologische teelt is vaak lager, terwijl de normen gebaseerd zijn op een opbrengst in gangbaar. In de proef op de Vredepeel was de P-balans over een periode van 17 jaar gemiddeld genomen positief, 10 eenheden per ha per jaar. Er blijkt nog zeer veel niet geweten te zijn over de P-dynamiek van de bodem. Welke factoren zijn bepalend voor de (mate van) P-uitspoeling? Wat is het belang van organische P-vormen in de beschikbaarheid van P? Uit onderzoek door Louis Bolk Instituut, waarbij twee verschillende bedrijfsvoeringen qua bemesting en rotatie werden vergeleken bleken de fluxen tussen de verschillende P-fracties in de bodem totaal verschillend te zijn. Maar het is onduidelijk wat de impact hiervan is. Ook de boeren zijn vragende partij naar meer informatie over de P-dynamiek.

7.1.5 Bodem organische stof

De organische stofbalans op de bezochte bedrijven blijkt positief. Dit is een indicatie dat in de huidige situatie nutriëntenvoorziening voor het gewas en het behouden van de bodemvruchtbaarheid nog steeds hand in hand kunnen gaan. De meeste van boven beschreven maatregelen zijn tevens bevorderlijk voor de bodem organische stof. Uit de bedrijfsbezoeken en focusgroep kwam duidelijk naar voor dat de bioboeren een basisbemesting, (stalmest/compost/...) voor het behoud van de bodemvruchtbaarheid, zullen combineren met het bijbemesten in functie van de plantbehoefte.

7.1.6 Besluit grove groenteteelt

Voor de optimalisatie zijn volgende zaken geïdentificeerd:

- Om teeltrotaties te extensiveren, is een betere kennis nodig van de financiële impact op het bedrijf
- Boeren willen zeker inzetten op groenbedekkers. Er is nood aan teeltondersteuning. Dit geldt ook voor gereduceerde bodembewerking.
- Een bemestingsadvies aangepast aan de biologische context (met aandacht voor de juiste N-vrijstelling uit organische bemestingsvormen, oogstresten, bodem organische stof en de correcte inschatting van de N-opname in relatie tot de opbrengst van de teelt), zou een duidelijke meerwaarde zijn voor preciezere bemesting.
- Voor composteren is er interesse, maar er zijn behoorlijk wat logistieke drempels. Ook de optimalisatie van en ondersteuning bij de procesvoering zijn noodzakelijk.
- Samenwerking tussen groenteteelers en veehouders is zowel landbouwkundig als milieukundig een goede maatregel. De dialoog tussen beide moet verder worden ondersteund, alsook het kader waarin uitwisseling en samenwerking kan plaatsvinden.



7.2 VOEDERBOUW

7.2.1 Probleemstelling

Problemen in verband met de bemestingsnormen in de biologische landbouw situeren zich voornamelijk bij de biologische groentetelers die geconfronteerd worden met de strengere fosfaatnormen. Zij ervaren hierbij moeilijkheden om voldoende dierlijke mest aan te brengen voor het behoud of de opbouw van organische stof en om de N-behoefte van de gewassen te dekken. Groentetelers zijn daarom vragende partij om mest te kunnen ontvangen van biologische veehouders met een gunstigere N:P-verhouding.

De verstrengde fosforbemestingsnormen vormen voor de bevroegde veehouders geen probleem en degenen met een mestoverschot krijgen voorlopig nog hun mest afgezet. Aangezien er voor mest niet wordt betaald is de incentive klein om aan mestbehandeling te doen ten behoeve van de groentetelers en akkerbouwers. Wel is er meer en meer belangstelling voor het behandelen van mest voor een efficiëntere bemesting van de eigen voederteelten.

7.2.2 Wat leeft er bij de telers?

Vanuit omschakelende veehouders bestaat de vrees dat ze met de bemestingsnormen in bio de opbrengsten niet kunnen halen. Een veehouder in de polders voert aan dat, aangezien bodemvruchtbaarheid in een biologisch bedrijf wordt opgebouwd door een aanpassing van de teeltrotatie, het organische stofgehalte zeker in het begin van de omschakeling nog te laag is om voldoende mineralisatie te realiseren. Een andere omschakelaar op zandgrond die echter al jaren een teeltrotatie gebruikt vergelijkbaar met de meeste biologische bedrijven vreest voor de opbrengsten in een biologisch systeem. Hij heeft in het verleden mee aan de kar geduwd om ook derogatie op grasklaverpercelen te bekommen. Beide getuigenissen hebben in eerste instantie te maken met de beperkingen in het biologisch lastenboek van 170 kg N per ha waar niet meteen verandering in zal komen maar zij geven wel aan dat er wel wat onzekerheid is en vragen naar optimale bemesting van voederteelten bij (beginnende) biologische telers.

De biologische veehouders ervaren binnen de regelgeving van MAP5 niet meteen problemen. Veehouders met mestoverschot krijgen meer vragen voor stalmest vanuit de plantaardige sector sinds de verplichting van het gebruik van minstens 20% biologische mest. Er wordt op dit moment nog niet betaald voor mest. Dit is ook de reden waarom er vanuit de veehouders weinig animo is om investeringen (ook in arbeidstijd) te doen om via mestbewerking de kwaliteit van de mest voor de groentetelers te verbeteren. Indien er bijvoorbeeld wel ruwvoeder voor mest kan uitgewisseld worden zijn er eventueel wel mogelijkheden voor mestbewerking.

Nogal wat vragen bestaan rond mestbewerking voor een optimale aanwending van de eigen mest voor de voederteelten op het eigen bedrijf. Vooral het sturen van de voederkwaliteit en smakelijkheid van grasklaver met de bemesting vraagt aandacht. Hierbij is er vraag naar de mogelijkheden voor het scheiden van mest en de bemestende waarde van dunne en dikke fractie. Ook over de invloed van het aanlengen van de mest of water vernevelen bij uitrijden op de N-benutting en ammoniakemissie zijn er vragen.

Bij het gebruik van stalmest op grasland wordt gezocht naar manieren om een snellere afbreekbaarheid te bekommen om mestresten in de graskuilen en verminderde smakelijkheid bij begrazing te vermijden.



7.2.3 Prioritaire bodembeheermaatregelen en bemesting veehouderij

Bodembeheerstrategieën in de biologische veehouderij

Naast blijvende weide is de teeltrotatie op het ploegbare land vrij gunstig te noemen wat betreft organische stofopbouw en behoud van bodemvruchtbaarheid. Drie tot vier jaar grasklaver worden afgewisseld met maïs gevolgd door een wintergraan waarna terug grasklaver wordt ingezaaid. Op de plaats in de rotatie waar maïs wordt geteeld komt in sommige gevallen voederbiet. Indien geen maïs wordt geteeld wordt grasklaver afgewisseld met 1 tot 3 jaar graanteelt in veel gevallen in combinatie met vlinderbloemigen (erwten en veldbonen). De organische stofbalans van dergelijke rotaties laten over het algemeen een stabiel tot licht stijgend organisch stofgehalte zien. Het groot aandeel vlinderbloemigen zorgt voor voldoende stikstofaanvoer.

Bedrijven die twee jaar graan na elkaar telen zoeken nog naar een teelt tussen de twee graangewassen om de bodem bedekt te houden en nog wat voeder te oogsten.

De vragen rond bodembeheer en teeltrotatie bevinden zich voornamelijk bij de groeiende aandacht voor gereduceerde bodembewerking. Met name bij de overgang van grasklaver naar de volgende teelt is het nog zoeken naar een efficiënte manier om de grasklaverzode kapot te krijgen.

Mestafzet naar de plantaardige deelsector

Veehouders hebben de neiging pas mest af te zetten wanneer een mestoverschot volgens VLM- en/of BIO-normen optreedt. Nochtans kan de vraag gesteld worden of, zo er geen mestoverschot is volgens de bemestingsnormen, al de beschikbare mest nodig is voor een voldoende gewasproductie. De teeltrotatie op de veebedrijven zorgt ervoor dat de organische stofopbouw van de percelen gegarandeerd is en er voldoende stikstof gefixeerd wordt. Er wordt onvoldoende nagegaan of bemesten op veebedrijven tot aan de norm van 170 kg N met dierlijke mest per ha noodzakelijk is en of de mest niet beter deels zijn weg kan vinden naar de plantaardige sector.

Veehouders zien op tegen het extra werk dat komt kijken bij het onderhandelen en organiseren van mestafzet wanneer er geen financieel voordeel tegenover staat. Nochtans kunnen wel manieren van samenwerken worden uitgewerkt waarbij er ook uitwisseling is van gronden en er extra ruwvoeder ter beschikking komt van de veehouders. In een goede samenwerking komt er dan ook ruimte om te spreken over mestbewerking van de mest ten behoeve van afnemers van de mest in de plantaardige sector. In eerder overleg tussen de dierlijke en plantaardige sector is er daarom vraag naar wat meer omkadering om dergelijke samenwerking vorm te laten krijgen.

Opslag, behandeling en aanwending van dierlijke mest

De doelstelling is hier in de eerste plaats om te komen tot een aangepaste behandeling en aanwending van bedrijfseigen mest voor optimalere bemesting van eigen voederteelten.

Bij de herkauwerbedrijven is er een divers aanbod van mestsoorten. Naast het gebruik van drijfmest en (pot)stalmest, wordt er bij een aantal bedrijven ook aan mestscheiding gedaan en is er ook digestaat beschikbaar uit vergisters. Deze worden bij de veehouders vooral ingezet op het eigen bedrijf zolang er geen mestoverschot is. De doelstellingen zijn naast het behalen van hoge drogestofopbrengsten ook het bekomen van voeders met een hoge voederwaarde en een hoge smakelijkheid. Dit alles om te komen tot een autonome bedrijfsvoering met een beperkte nood aan aangekochte (kracht)voeders.



Vooral bij de bemesting van grasklaver leven er nogal wat vragen bij de veehouders. Een knelpunt in de grasklaverteelt is een voldoende opbrengst in de eerste snede te halen met een voldoende hoge voederwaarde. Doorgaans is klaver nog niet massaal aanwezig in de eerste snede en is de mineralisatie van stikstof vanuit de bodem organische stof nog maar traag op gang gekomen waardoor het eiwitgehalte van de voorjaarsnede durft tegen te vallen. Vooral voor bedrijven met veel stalmest is het een knelpunt om voldoende snel mineraliseerbare N te hebben. Bovendien speelt bij bemesting van grasland met stalmest de invloed op de smakelijkheid van het gras een belangrijke rol.

Aandachtspunten voor prioritaire maatregelen rond mestbehandeling en -aanwending :

- Er dient gezocht te worden naar methodes om mest emissiearm aan te wenden en gasvormige stikstofverliezen (NH_3) bij de opslag te beperken.
- Wat zijn de mogelijkheden van compostering, vergisting, scheiding, fermentatie en andere vormen van conditionering van dierlijke mest?
- De aard van het strooisel speelt een rol en hoe het bewerkt is zoals het hakselen van stro.
- Wat is het nut van bacteriepreparaten en toevoegingsmiddelen zoals zeoliet.
- Optimale aanwending van dierlijke mest en de verwerkte mestvormen op grasklaverland in functie van N-benutting en smakelijkheid van het gras.

7.2.4 Besluit voederbouw

- De teeltrotatie op veebedrijven is door het hoge aandeel grasklaver gunstig voor de bodemvruchtbaarheid.
- Niet-kerende grondbewerking krijgt meer aandacht.
- Samenwerking tussen de plantaardige en de dierlijke biologische sector is wenselijk zowel op landbouwkundig als milieukundig vlak. Om tot afspraken te komen tussen de dierlijke en plantaardige sector is er nood aan omkadering.
- Er zijn voorlopig te weinig incentives voor de veehouders om via mestbewerking de mest geschikter te maken voor gebruik in de plantaardige sector.
- Verfijning van de bemestingsstrategie op de veebedrijven kan meer mest beschikbaar maken voor de plantaardige sector.
- Er is vooral vraag naar mestbewerkingsmethoden om snelle plantbeschikbare stikstof te kunnen leveren bij opstart van grasklaver in het voorjaar.

7.3 PITFRUITTEELT

7.3.1 Probleemstelling

Algemeen is het organische stofgehalte in fruitpercelen relatief laag. Percelen waarop biologisch geteeld wordt, scoren wel beter dan percelen waarop op de gangbare (geïntegreerde) manier geteeld wordt. De zwartstrook wordt geregeld geschoffeld of het onkruid wordt gemaaid wat in zekere mate een aanbreng van organisch materiaal betekent. Sommige telers werken ook met stalmest, maar de invloed op % C is hier toch vrij beperkt. En het gebruik van stalmest in de biologische pitfruitteelt neemt af. Doordat men in het verleden veel gewerkt heeft met stalmest, hebben heel wat percelen een hoge P-voorraad. Hoge P-beschikbaarheid in de bodem is negatief voor de mycorrhizaschimmels.



Nieuwe aanplant

Het organische stofgehalte zou nog naar omhoog moeten om het N-leverend vermogen van de bodem te verhogen. Het probleem is dat alleen bij het planten van de bomen organisch materiaal dieper kan ingewerkt worden. Appelpercelen blijven al snel 12 à 15 jaar staan, soms zelfs nog langer. De levensduur van een perenaanplant is nog veel langer. In deze periode is het minder gemakkelijk om organisch materiaal in de bodem te krijgen. Het oppervlakkig aanbrengen van organische materialen (stalmest, biochampost, groencompost, ...) heeft weinig effect op het percentage organische stof in de bodem.

Het enige moment waarop organisch materiaal direct kan worden ingewerkt is dus bij de aanleg van een nieuwe aanplant. MAP5 biedt de mogelijkheid om de bemesting op bedrijfsniveau te bekijken en niet meer op perceelniveau zoals in MAP4. Hierdoor is het mogelijk om tot tweemaal de hoeveelheid toegestane stikstof te geven op één perceel. Bij het planten kan dus een grotere hoeveelheid organisch materiaal ingewerkt worden. Dit moet natuurlijk wel gecompenseerd worden op andere percelen.

Bestaande aanplant

De meeste telers rekenen voor de N-levering niet op N uit stalmest. En aangezien er vooral rond de bloei veel N noodzakelijk is, geven de meeste telers N bij via commerciële middelen zoals een Maltaflor, Biomix of OPF, die een hoge N-inhoud combineren met een lage P-inhoud. Maar vaak zitten de N-waarden in de bladeren en vruchten dan nog aan de lage kant wat toch wel kwaliteitsverlies betekent. Vandaar dat er gekeken moet worden hoe de N-opname verbeterd kan worden.

Telers die met extern aangevoerd organisch materiaal werken, bekijken deze vooral als bron voor P, K en Ca. Door de voorgeschiedenis van jarenlang gebruik van stalmest, hebben de meeste bio-pitfruitpercelen een hoog P-gehalte in de bodem. Hierdoor kan men ook niet meer onbepaald organisch materiaal blijven gebruiken. Vandaar ook dat telers zoeken naar alternatieven, maar deze liggen niet voor het grijpen.



7.3.2 Bodembeheerstrategieën

Bodembewerking

Binnen de pitfruitteelt is een diepe bodembewerking (met inwerking van organisch materiaal) enkel mogelijk bij de aanplant van een nieuw perceel. Voor appel is dit slechts om de 12 à 15 jaar mogelijk, soms zelfs nog langer. Perenpercelen blijven zelfs 40 à 50 jaar staan. De enige bodembewerking die op regelmatige basis wordt uitgevoerd is schoffelen. Dit gebeurt op de meeste bedrijven 4 tot 6 maal in de periode van kort voor de bloei tot juni. Nadien gaat men enkel nog zwenkend maaien of maaien met een litsenmaaier. Hierbij wordt de grond slechts oppervlakkig bewerkt.

Organische bemesting

Sommige pitfruitteelers gebruiken een combinatie van een organische basisbemesting aangevuld met een biologische N-houdende handelsmeststof. Een aantal jaren geleden was dit een standaard, maar een aantal telers komt hiervan terug.

Voor de biologische appelteelt is het niet eenvoudig om voldoende stikstof in de vruchten te krijgen. In de praktijk zijn hiervoor verschillende vormen van organische bemesting beschikbaar, maar deze bevatten niet altijd de juiste hoeveelheden fosfor en kalium. Omdat vruchtafwisseling en tussenteelten in de fruitteelt niet mogelijk zijn, moet naar alternatieven gezocht worden. Het inzaaien van peulvruchten zoals veldbonen, erwten of lupinen in de zwartstrook onder de bomen kan een alternatief zijn om de stikstofvoorziening te verhogen. Dit zou beter zijn dan ze in gemalen vorm onder de bomen te strooien. Het inwerken van het zaadgoed en/of gewas gebeurt met de schoffelmachine. Om de stikstof op het juiste moment (begin bloei (= begin mei) tot begin juni) ter beschikking te hebben wordt aanbevolen om half tot einde april het gewas onder te werken. Om voldoende gewas te hebben zou reeds begin tot half maart moeten ingezaaid worden. Indien dit niet mogelijk is, is inzaaien met wintervast zaadgoed begin tot half oktober een goed alternatief. In een meerjarige proef met veldbonen, erwten en witte en blauwe lupinen kenden de erwten en de lupinen een betere opkomst dan de veldbonen. Vooral de erwten deden het goed. Ze waren ook gemakkelijk in te werken. Hoe korter het gewas kan blijven staan, hoe hoger de zaaidichtheid moet zijn (200 g/m²). Uit de eerste resultaten blijkt dat inzaaien van erwten (zowel in het voorjaar als in het najaar) goede resultaten geeft. Met een zaaidichtheid van 200 g/m² is er 15 tot 30 kg meer stikstof per ha beschikbaar in vergelijking met de controle.

In “Versuchstation Haidegg” worden goede resultaten behaald met *Phacelia*, die begin mei op de zwartstrook wordt ingezaaid en in juni wordt gemulcht en ondergewerkt. Daarna wordt Alexandrijnse klaver, die tot 1 meter hoog kan worden, ingezaaid. Eind oktober wordt de klaver gemulcht. Beide éénjarige planten vriezen in de winter af. Ze onderdrukken ook het onkruid. (In proeven van pcfruit vzw – Proeftuin pit- en steenfruit hebben we echter gezien dat het inzaaien van *Phacelia* zorgt voor een toename van aaltjes (o.a. *Pratylenchus penetrans*). *Phacelia* zou ook veel calcium onttrekken).

Op de benchmarkbezoeken in Duitsland en Zwitserland hebben we ook gehoord over de mogelijkheid om in het najaar nog een gewas in te zaaien onder de bomen. (Al is niet iedereen die we gesproken hebben, hierover even positief). In de loop van het seizoen mag het gewas er zeker niet staan, want dat is niet praktisch voor de pluk, en bij een jonge aanplant is het gewas een concurrent voor water en voedingsstoffen voor de teelt op zich. Zaaïen na de pluk wil zeggen dat het al snel eind oktober is, vraag is dan wat de waarde nog is. Dit kan, afhankelijk van het jaar, sterk variëren.



Een “multifunctionele rijstrook” dient niet alleen om over te rijden, maar ook voor de productie van organisch materiaal dat door het aan te brengen op de boomstrook ook een bijdrage kan leveren aan de nutriënten en organische stofvoorziening in de zwartstrook. Bij de “Mow and blow”-methode wordt de vegetatie die groeit in de rijstrook, voornamelijk leguminosen, afgemaaid en fijn gemalen (met een rotor- of klepelmaaier). Daarna wordt dit maaisel onder de bomen geblazen. Naast het ter beschikking stellen van verschillende voedingsstoffen zorgt deze mulch er ook voor dat er minder onkruiden ontwikkelen, waardoor minder moet geschoffeld worden. Veel gebruikte leguminosen zijn witte en rode klaver in combinatie met luzerne of wikke. Franco Weibel gelooft niet in het aanbrengen van groenbedekkers van de rijstrook op de zwartstrook. Hij is bang om teveel K aan te brengen en daardoor Ca-gebrek te krijgen. Mulching van gras is voor hem geen oplossing. Van gras weten we dat dit veel K aanlevert, en dit is net een nadeel voor de appelteelt. Binnen de perenteelt kan dit wel.

Groenbedekkers

Algemeen is er in de literatuur weinig te vinden over inzaaien van begroeiing/groenbedekkers in de pitfruitteelt. In de wijnbouw in Oostenrijk en Duitsland wordt dit wel meer toegepast. Hierbij gaat het meestal om het inzaaien van de rijpaden. Inzaaien onder de wijnstokken is minder van toepassing, omwille van de concurrentie voor voedingsstoffen.

Op de meeste plaatsen wordt gezocht naar een langdurige en weinig erosiegevoelige begroeiing voor de rijpaden. Deze begroeiing moet goed berijdbaar zijn, weinig gevoelig voor beschadiging, weinig onderhoud vragen en weinig concurrentie geven voor wat betreft water en voedingsstoffen. Het uiteindelijke doel is het vinden van een mengsel dat weinig biomassa geeft, zodat slechts een beperkt aantal keren per jaar moet gemaaid of gemulcht worden. Afhankelijk van het bodemtype worden verschillende mengsels voorgesteld. Meestal gaat het om een combinatie van grassen en kruiden. Vaak wordt ook een dekvrucht (haver of gerst) mee ingezaaid om snel een dichtgroeien van het gewas te bekomen, zodat erosie kan voorkomen worden.

Leguminosen zorgen voor binding van stikstof en een goede doorworteling. Kruisbloemigen zorgen voor een diepe doorworteling en veel biomassa. Kruiden zorgen voor een veelvoud aan planten. Grassen zorgen voor een goede berijdbaarheid. Granen zijn een goede dekvrucht, zorgen voor veel biomassa en ondersteunen de leguminosen.

Indien (te)veel gemulcht wordt nemen de grassen toe ten koste van de kruiden. Hoe fijner gemulcht wordt hoe snelle de stikstof beschikbaar komt. Bij maaien komt de stikstof traag vrij. Bij walsen komt de stikstof zeer langzaam vrij. Voordeel is dat de nuttigen die in de begroeiing voorkomen gespaard worden.

Een multifunctionele rijstrook, één die ook kan bijdragen aan de productie van organisch materiaal voor toepassing op de boomstrook, kan bestaan uit gras met 50% witte klaver. Dit maaisel bevat hoge percentages N en K die in de loop van het seizoen toenemen en ook toenemen met het aandeel klaver tussen het gras. Daarnaast bevat dit ook aanzienlijke hoeveelheden organische stof en bijhorende voedingsstoffen die een positieve bijdrage hebben voor het bodemleven en de bodemstructuur. Er waren geen problemen met berijdbaarheid. Enkele voorwaarden zijn wel een jonge boomgaard met veel licht, een brede rijstrook, een goede bodemstructuur, weinig berijden en niet te vaak maaien. Andere voordelen van witte klaver zijn een goede onkruidonderdrukking, winterhard, standvastig na maaien en een hoog blauwzuurgehalte tegen slakkenvraat.

Een ander zaadmengsel dat geschikt is bestaat uit 50% Engels raigras, 25% roodzwenkgras, 20% veldbeemdgras en 5% witte weideklaver. Er wordt aangeraden om 40-50 kg zaad per ha rijstrook te gebruiken. Positieve eigenschappen zijn een snelle vestiging, goede tolerantie tegen berijden, droogteresistent, kruipt niet in de



boomstrook, produceert relatief veel organisch materiaal, maar vraagt iets vaker maaien dan het standaard boomgaardmengsel.

Er wordt op dit ogenblik geëxperimenteerd met het inzaaien van klaver in de grasbaan. Maar ook hier is het zeker geen algemeen gegeven. Probleem is dat de grasbaan in het voorjaar voldoende stevig moet zijn. Tijdens een nat voorjaar moet men er meermaals per week door voor een schurftbestrijding. En de vraag is daar of een tapijt van vlinderbloemigen voldoende draagkracht heeft onder dergelijke omstandigheden. Hiervoor kijkt men naar mogelijkheden om enkel in te zaaien tussen de bandensporen en de bandensporen met enkel gras in te zaaien. De ervaringen hiervan zijn zeer beperkt. Een andere vraag die men heeft, is wat de levensduur is van zo'n tapijt van vlinderbloemigen. Net omdat men zo vaak moet spuiten, is het geen optie om elk voorjaar opnieuw in te zaaien. Dan moet men al eerder kijken naar inzaaien in de zomer en het najaar, maar komt het gewas dan nog voldoende tot ontwikkeling? Op zich verwacht men wel dat deze klaver extra N kan leveren, maar die is pas functioneel als de gewasresten onder de bomen geraken ("Mow and blow"-methode).

Integratie van dierlijke en plantaardige productie

Op de meeste (biologische) fruitbedrijven komen geen andere teelten voor. Integratie van plantaardige en dierlijke productie binnen één bedrijf is voor de pitfruitteelt dan ook geen mogelijkheid. Eventueel kan wel een samenwerking gezocht worden met een bedrijf met dierlijke productie in de nabijheid. Probleem is echter dat het dikwijls gaat om gangbare bedrijven.

7.3.3 Besluit pitfruitteelt

De meeste biopitfruitpercelen hebben momenteel een hoog P-gehalte als gevolg van het jarenlange gebruik van organische bemesting. Niet alle telers gebruiken standaard organisch materiaal. Wanneer men organische bemesting toepast, combineert men dit met N-houdende handelsmeststoffen om voldoende N beschikbaar te hebben. Voldoende N-voorziening voor de bomen is cruciaal, zeker rond de bloei. De telers willen vooral praktische oplossingen voor het tijdig aanrijken van N via o.a. plantaardig materiaal onder de vorm van inzaaien van gewassen.



8 MEERJARIGE PROEVEN

De meerjarige proeven liggen aan en worden opgevolgd in de groeiseizoenen 2019-2021. In het proefopzet voor de 'prioritaire' teeltsystemen akkerbouw (voor voederwinning) en groenteteelt worden er bodembeheerstrategieën uitgetest die benut kunnen worden in beide teeltsystemen of die nuttig kunnen zijn met het oog op een integratie van voederwinning en voedselproductie. Deze proeven liggen aan bij ILVO. Voor het teeltsysteem pitfruit ligt de wetenschappelijke proef aan op een praktijkperceel van voldoende omvang om met herhalingen te kunnen werken. Om het praktisch haalbaar te maken voor de teler betreft het pseudoherhalingen. Deze proef wordt uitgevoerd door pitfruit, en voor de staalname en analyses wordt er samengewerkt met de Bodemkundige Dienst.

Er werd initieel een algemene bodemkarakterisering uitgevoerd. Op basis van een mengstaal van de 0-30 cm bodemlaag werden per plot BOC- en totale N-gehalten bepaald. Op basis van een mengstaal van de 0-30 cm bodemlaag werden per blok (herhaling) de plant beschikbare nutriënten (ammoniumlactaatextractie_P-AL, K-AL, Ca-AL, Mg-AL) en de zuurtegraad (pH-KCl) bepaald. De schijnbare bodemdichtheid wordt per blok bepaald voor de lagen 0-30 en 30-60 cm, jaarlijks en in drie technische herhalingen. De bepaling van de bodemdichtheid gebeurt door het uitsteken van een ongestoord volume bodem met kopeckyringen. Het gaat dus om een puntmeting (1 boring) waardoor voor het kennen van de gemiddelde bodemtoestand per blok drie individuele bepalingen nodig zijn. De bepaling van de bodemdichtheid is noodzakelijk om koolstof- en (minerale) stikstofgehalten om te rekenen naar koolstof- en (minerale) stikstofstocks.

Gedurende het groeiseizoen wordt in de proefopzetten de evolutie van het minerale N-gehalte (ammonium- en nitraatstikstof) in het bodemprofiel opgevolgd voor de 0-30, 30-60 en 60-90 cm bodemlagen. Door deze diepe profielbemonstering kan het risico op N-uitspoeling in relatie tot de toegepaste strategieën ingeschat worden.

Eenmaal in het groeiseizoen wordt ook de hoeveelheid direct voor de plant opneembare P bepaald (P-CaCl₂) in de 0-30 cm bodemlaag. Naast P-AL wordt P-CaCl₂ meegenomen in de P-adviesbasis voor maïs en grasland in Nederland. P-CaCl₂ is niet enkel een parameter voor het bepalen van de hoeveelheid direct voor de plant beschikbare P maar geeft ook een indicatie voor het P-uitspoelingsrisico vanuit de bouwlaag. Door deze parameter mee te nemen kunnen eventuele effecten van bemesting en bodembeheer hierop gemonitord worden. P-CaCl₂ loopt ook mee als parameter in het P-project (APLM/2014/3). P-AL dat een maat is voor de voorraad aan plant opneembare P zal niet variëren in relatie tot de opgelegde behandelingen en wordt dus enkel bepaald in het teken van de algemene bodemkarakterisering.

Voor de opmaak van nutriëntenbalansen op niveau van het perceel worden alle organische inputs (bemestingsproducten en groenbedekkers) gekarakteriseerd voor de parameters droge stof (DS), OC, totale en minerale N, en totale P, en de gehele output, met name het geogste gewas voor de parameters DS, OC, totale N en totale P. Tonnage per ha van de organische inputs en de opbrengsten worden nodig ook bepaald in functie van het opstellen van de nutriëntenbalansen. Naast de opbrengstbepaling wordt voor de evaluatie van de beproefde strategieën ook de kwaliteit van het geogste product bepaald op basis van de voor de betreffende teelt geëigende parameters. Bij voorbeeld, voor de fruitteelt worden per herhaling afhankelijk van de homogeniteit van het behang, 3 tot 5 bomen geplukt. Bij de pluk worden in het perceel de kilo's gewogen en er wordt een staal (1 kist van ± 9 kg per herhaling) meegenomen. Dit wordt over de sorteermachine gedaan waarbij de maatsortering (per 5 mm) en de kleuring (oppervlakte als intensiteit van de rode kleur en achtergrondkleur)



worden bepaald. Van iedere herhaling wordt een staal van 20 vruchten genomen om in het labo de vruchtkwaliteit (hardheid, suikergehalte en zetmeelwaarde) te bepalen. In de praktijk worden rassen met een rode kleur in 2 of 3x geplukt. Bij iedere pluk wordt de opbrengst, maatsortering en kleuring bepaald (zoals hoger beschreven). De vruchtkwaliteit wordt enkel bepaald voor de 1ste en de 2de pluk. Naast een bladstaal wordt per herhaling in het 2de en 3de jaar van de proef ook een vruchtstaal genomen, waarbij vooral gekeken wordt naar het stikstofgehalte in de vruchten en de K/Ca-verhouding.

De evolutie in bodemkwaliteit van de 0-30 cm bodemlaag en de verschillen tussen de behandelingen zullen op het einde van de proeven geëvalueerd kunnen worden op basis van metingen per plot van het BOC- en totale N-gehalte, het heet water extraheerbare C- (HWC-)gehalte en het microbiële koolstofgehalte (Cmic). Bij bepaling van HWC wordt ook de heet water extraheerbare P (HWP) bepaald, een direct plantopneembare P-fractie die vergelijkbaar is met de P-CaCl₂ fractie. Met de bepaling van HWP wordt in het laatste jaar van de wetenschappelijk proefopzet nogmaals op een andere wijze de plantopneembare P-fractie bepaald. Cmic is een directe maat voor de microbiële biomassa terwijl HWC een maat is voor de voor de bodembiologie meer toegankelijke organische koolstof.

Verschillen in bodemkwaliteit tussen behandelingen zijn binnen de voorgestelde driejarige proefperiode eerder vast te stellen voor de op korte termijn sterker beïnvloedbare parameters HWC en Cmic dan voor het BOC- en totale N-gehalte. Door deze gehalten evenwel te meten bij aanvang en op het einde van de proefperiode en vervolgens de verschillen tussen de eind- en beginmeting van de verschillende behandelingen met elkaar te vergelijken kunnen mogelijk toch verschillen in de evolutie van de het BOS-gehalte tussen behandelingen gedetecteerd worden. In dat geval zullen deze veldproeven, ondanks hun beperkte duur, het mogelijk toch toelaten om een validatie van de simulaties met de Demeter-tool uit te voeren voor een aantal van de onderzochte innovatieve strategieën waarvoor geen andere veldproefresultaten voorhanden zijn. Cmic en HWC/HWP-gehalten worden ook bij aanvang van de wetenschappelijke proeven per blok gemeten.

8.1 GROENTETEELT - VOEDERBOUW

De doelstelling van dit proefopzet is tweeledig. Enerzijds wordt het effect van het al dan niet behandelen van stromest van herkauwers op de koolstofsequestratie en de stikstofefficiëntie onderzocht. Daarnaast wordt gekeken hoe het beheer van een groenblijvende groenbedekker een invloed heeft op de aanbreng van koolstof en stikstof, en op de stikstofbeschikbaarheid voor het volggewas.

Prioritair gestelde maatregelen

- Mengteelten en groenbedekkermengsels
- Compostering van mest en reststromen uit natuurgebied
- Gereduceerde bodembewerking

8.1.1 Meerjarig wetenschappelijk proefopzet groenteteelt-voederbouw

Tijdens de proefjaren wordt de volgende rotatie aangehouden:

- 2018: najaar inzaai graan (spelt)
- 2019: graan – groenbedekkermengsel



- 2020: aardappelen – groenbedekkermengsel
- 2021: prei

Hierbij worden **2 factoren** onderzocht:

1) Basisbemesting, 3 varianten:

- Niet-behandelde geitenstromest
- Behandelde geitenstromest (behandeling: cocompostering met reststromen uit natuurgebied)
- Geen basisbemesting (= nulobject)

Dosering van mest versus dosering van gecocomposteerde mest zal gebeuren op basis van een gelijke P-input met deze basisbemesting. De basisbemesting die per kg P het meeste N aanbrengt is vanuit praktijk oogpunt de meest interessante. De eerstejaars N-werking vanuit de basisbemesting is eerder beperkt.

Compost werd een eerste maal bereid in het voorjaar van 2019. Tijdens de proefperiode worden de varianten qua bemesting op drie verschillende tijdstippen toegepast: (i) na graan, voor het groenbedekkermengsel, (ii) voor de aardappelen en (iii) voor de prei. Elk van beide vormen qua basisbemesting wordt daarbij steeds op dezelfde plots toegepast. Zo wordt het effect van een herhaalde toepassing op de bodemkwaliteit, de stikstofbeschikbaarheid en de gewasprestaties onderzocht.

In dit project wordt gewerkt met stromest van geiten. We gaan er evenwel van uit dat de uitkomst van het onderzoek ook relevant is voor eenzelfde praktijk met stromest van een ander type herkauwer, e.g., runderen. De kwaliteit van de ingezette stromest kan een invloed hebben op het onderzoeksresultaat, maar verschillen in kwaliteit tussen mest van verschillende types herkauwers zullen niet groter of kleiner zijn dan verschillen in kwaliteit tussen mesten van eenzelfde type herkauwer.

2) Beheer groenbedekkermengsel, 2 varianten:

- De najaars- en/of voorjaarssnede wordt afgevoerd (**AFV**)
- 1 variant waarbij de biomassa geklepeld wordt net vóór oppervlakkig onderwerken van het groenbedekkermengsel (Business as usual: **BAU**).

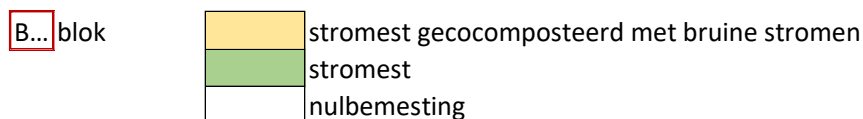
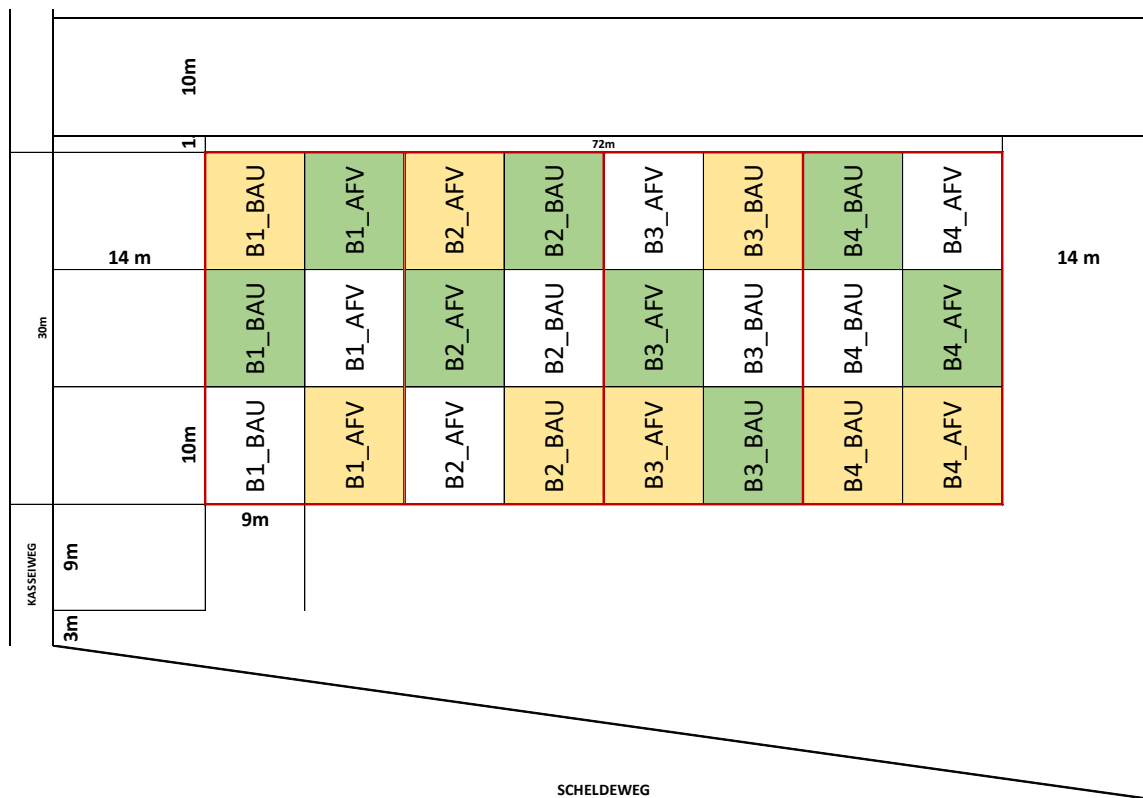
Het groenbedekkermengsel leent zich als veevoeder en bestaat uit zomerhaver, zomererwt, zomerwikke en alexandrijnse klaver.

Proefplan

De proef wordt uitgevoerd op een biologisch proefperceel van ILVO dat in het najaar 2010 werd omgeschakeld, waarbij grasklaver werd ingezaaid, die tot de zomer van 2017 extensief werd uitgebaat, waarbij geen bemesting werd toegepast. Na vernietiging van grasklaver in augustus 2017 werd het perceel bekalkt en werd er mestcompost op toegepast voor de inzaai van een rogge-inkarnaatklaver-wikke groenbedekkermengsel, dat in juni 2018 gerollercrimpd werd. Na roller crimpen werd via directzaai soja gezaaid. In het najaar na het vastleggen van het proefopzet werd er spelt gezaaid.



De bodem wordt niet-kerend bewerkt. De verschillende behandelingen worden aangelegd volgens een split-plot design met twee factoren (basisbemesting en beheer groenbedekkermengsel) in 4 herhalingen (blokken) (Figuur 36). In totaal zijn er dus 24 proefplots.



Figuur 36: Proefplan meerjarig proefopzet groenteteelt - voederbouw

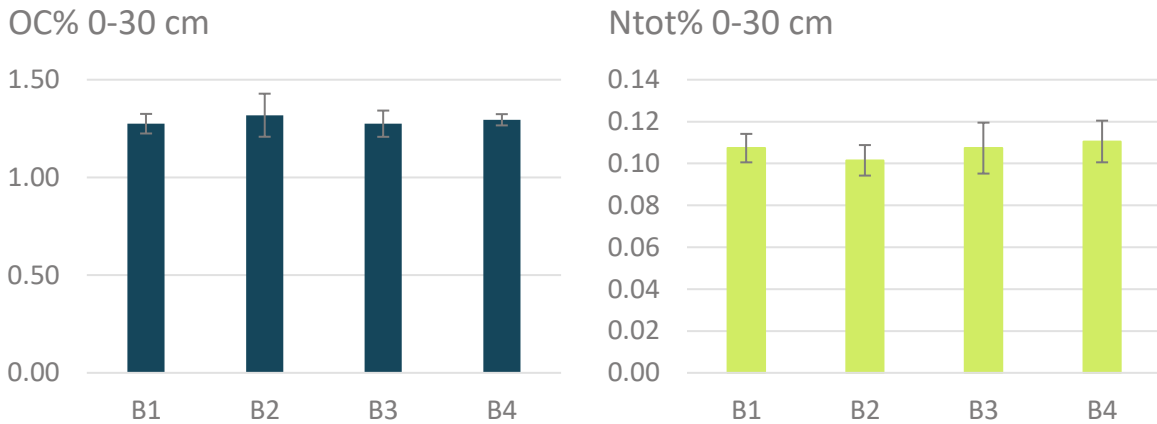
8.1.2 Geplande metingen

Door bepaling van de organische stof- en nutriënteninhoud, incl. betreffende verhoudingen, van de bemestingsproducten kunnen verschillen vastgesteld worden qua behoud van meststikstof en aanbreng van (effectieve) organische stof bij het al dan niet co-composteren van stromest met bruine materialen.

De benutting van meststikstof en van de stikstof aangebracht via de bovengrondse biomassa van de groenbedekker werd geëvalueerd door het meten van minerale N in het bodemprofiel tijdens het groeiseizoen en van de totale stikstofopname door de hoofdgewassen.

Het effect van beide bemestingsvormen en verschillen in het beheer van het groenbedekkermengsel op koolstofsequestratie en bodemkwaliteit werd geëvalueerd worden door het meten van parameters die duidend





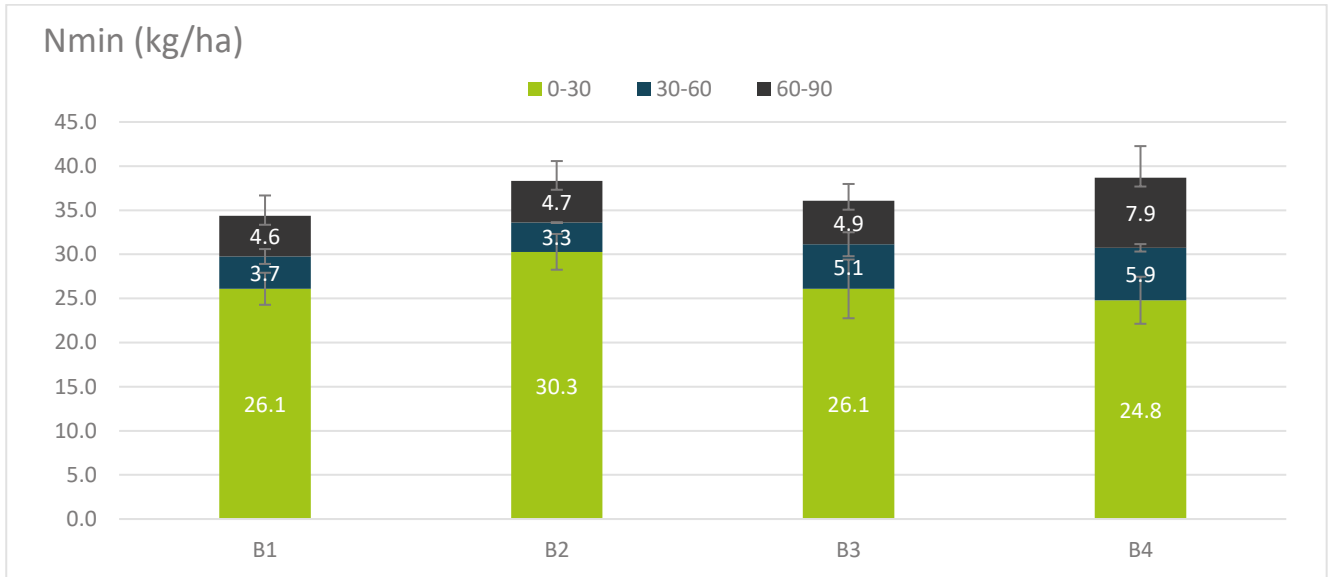
Figuur 37: Totale organische koolstofgehalte (links) en totale stikstofgehalte (rechts) in de 0-30 cm bodemlaag bij aanvang van de proef voorgesteld per blok (Bx) en gemeten per plot (n=6)

Na de oogst van de spelt (5,4 ton per ha) werd op 20/08/2019 een eerst maal mestcompost en geitenstalmest toegepast op de daartoe voorziene plots waarbij de dosering van beide producten werd afgesteld op een gift van 70 kg P₂O₅ per ha, de bemestingsnorm voor aardappelen ingeval van een fosfaatklasse III perceel. Dit kwam neer op een compostgift van 11,7 en een mestgift van 12,9 ton per ha. Het groenbedekkersmengsel bestaande uit zomerhaver (61%), zomererwt (20%), zomerwikke (14%) en alexandrijnse klaver (5%) werd gezaaid op 21/08/2019.

Stikstofbeschikbaarheid in de bodem

In het voorjaar van 2019 werd er onder de spelt geen minerale stikstofbepaling in het bodemprofiel uitgevoerd daar en nog geen proefvarianten aanlagen. Op 9/08/2019 werd de minerale stikstofvoorraad bepaald per plot. Op dat moment was er nog geen variatie op grond van varianten in bodembeheer. De bemesting was nog niet toegepast. De verschillen in minerale stikstofgehalte (0-30 cm) zijn per blok weergegeven in Figuur 38.



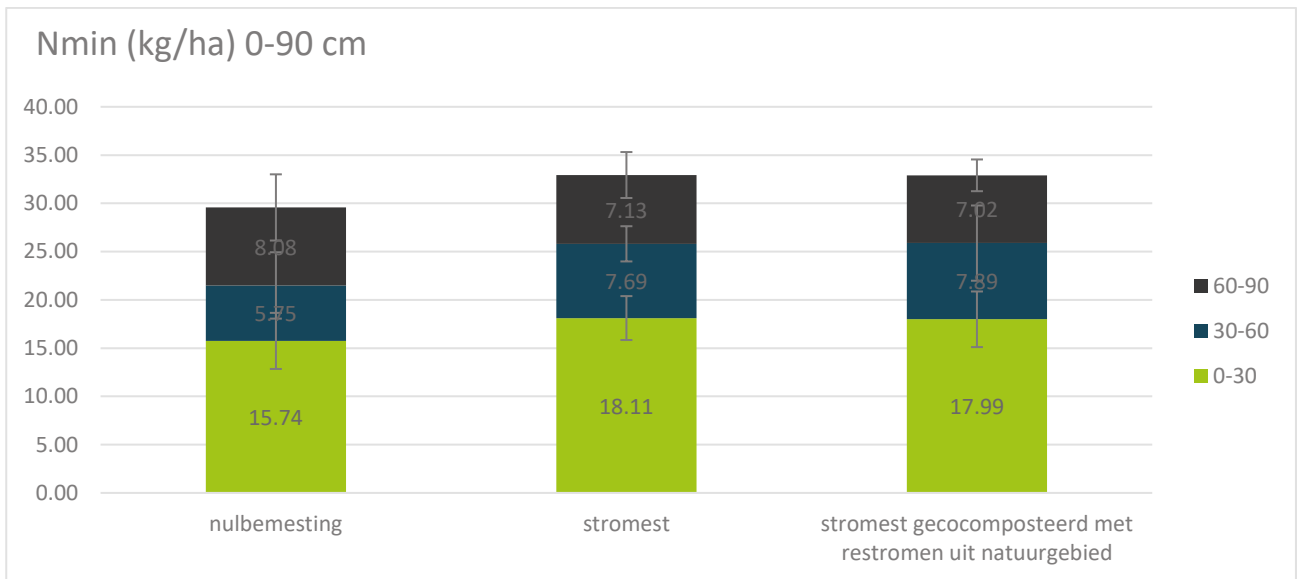


Figuur 38: Minerale stikstofgehalte ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$, kg/ha) in de 0-90 cm bodemlaag op 9/08/2019 voorgesteld per blok (Bx) en gemeten per plot (n=6). De foutbalken geven de standaardafwijking weer.

De verschillen in minerale stikstofgehalte tussen de blokken waren voor geen enkele staalnamediepte significant.

Op 19 november 2019 werden N-min stalen genomen tot op 90 cm diepte. Op dat moment werd ook het groenbedekkersmengsel geogst op de plots van de variant AFV (afvoer van de snede) (zie verder), maar er is dus nog geen verschil in stikstofbeschikbaarheid vanwege het verschil in beheer van de groenbedekker op dat moment. Een verschil in stikstofbeschikbaarheid vanwege de factor 'basisbemesting' kon wel al onderzocht worden (Figuur 39). Er werden daartoe enkel profielen bemonsterd in de strook waar het mengsel werd afgevoerd. De hoeveelheid minerale stikstof ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$, kg/ha) in het 0-90 cm bodemprofiel bedraagt 29,6 kg/ha voor de behandeling zonder basisbemesting en 32,9 kg/ha voor zowel de behandeling met stromest als deze met stromest gecocomposteerd met reststromen uit natuurgebied. De verschillen tussen de behandelingen waren niet-significant ($p > 0,05$).

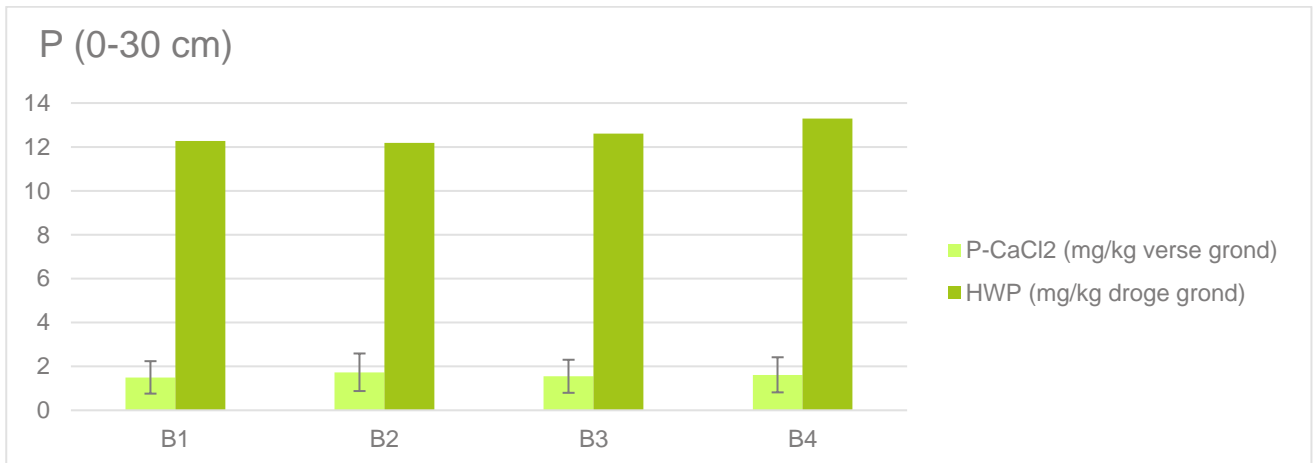




Figuur 39: Minerale stikstofgehalte (NO₃-N + NH₄-N, kg/ha) in de 0-30, 30-60 en 60-90 cm bodemlaag op 19/11/2019 voorgesteld per basisbemesting en gemeten per plot (n=4). De foutbalken geven de standaardafwijking weer. De verschillen tussen de behandelingen waren niet-significant (p > 0,05).

Fosforbeschikbaarheid in de bodem

Naast minerale stikstof werden ook P-CaCl₂ en HWP bepaald in de laag van 0-30 cm. P-CaCl₂ en HWP zijn een maat voor de onmiddellijk voor de plant beschikbare fosfor. De spreiding in P-CaCl₂ is vrij hoog per blok, maar er zijn geen significante verschillen tussen de blokken.



Figuur 40: Onmiddellijk beschikbaar fosfor (P-CaCl₂, mg/kg verse grond) voorgesteld per blok (Bx) en gemeten per plot (n=6, 9/08/2019) en heet water extraheerbare fosfor (HWP) gemeten per blok (n=1, 16/10/2018) in de 0-30 cm bodemlaag. De foutbalken geven de standaardafwijking weer bij P-CaCl₂.



Proefopzetten compostering

A. Voorjaar 2019 – zomer 2019

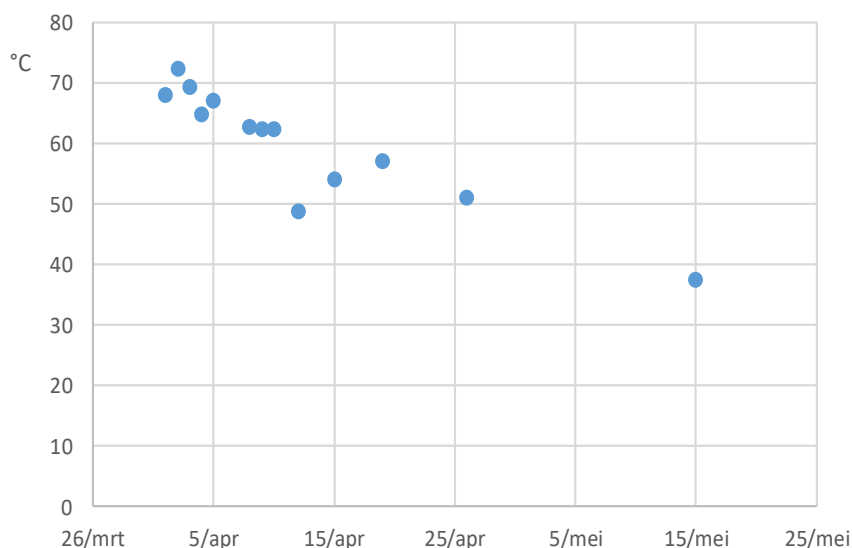
- Samenstelling

In het voorjaar van 2019 werd een compost bereid op basis van een 49:51 % gewichtsverhouding geitenstalmest (C:N van 12,3) en riet (C:N van 18,8) (Tabel 37). Het riet was afkomstig van het beheer van een natuurterrein in de Scheldemeersen. Het uitgangsmengsel had daarmee een C:N van 14,3 wat suboptimaal is. Doch, om aan te sluiten op een praktijksituatie waar koolstofrijke houtige reststromen niet altijd voorhanden zijn, werden die ook niet bijkomend aan het mengsel toegevoegd. De C:N, C:P en N:P van het mengsel komen door het betrekken van het riet niet veel hoger te liggen dan die van de geitenstalmest (Tabel37).

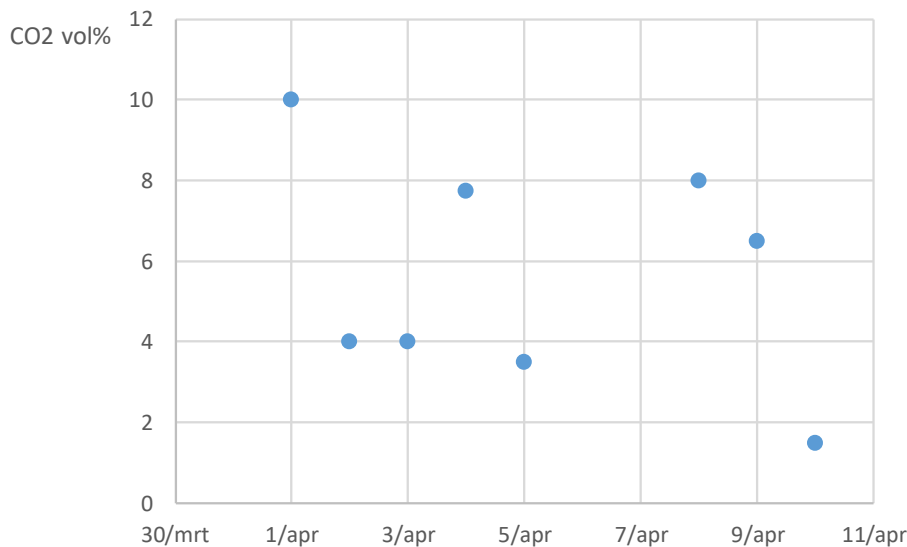
- Proces en compostproduct

De hoop werd op vrijdag 29 maart 2019 opgezet. Na het weekend zaten de temperaturen al in een range van 65-70 °C. De temperatuuropbouw kende een normale duur. Na 6 à 7 weken zaten de temperaturen nog in een range van 35-40 °C. Het gebruik van verse mest met een hoge stikstofinhoud in combinatie met het riet als structuurmateriaal verklaart dat er niet snel een temperatuurdaling optrad. In de fase met temperaturen boven de 50°C werd de hoop 6 maal omgezet met de compostkeerder, waarbij 3 keer water werd toegestoken. Het CO₂-gehalte in de hoop piekte nooit boven de 16 vol% wat aangeeft dat de beluchting steeds voldoende was. Op basis van een massabalans werd vastgesteld dat ca. 40% van de ingebrachte stikstof verloren ging. Reden voor dit aanzienlijke stikstofverlies is de suboptimale C:N verhouding van het uitgangsmengsel.

Door het gebruik van relatief vochtig uitgangsmateriaal was het compostproduct relatief vochtig, met een droge stofpercentage van 48,9% (Tabel38). Een NO₃⁻-N/NH₄⁺-N verhouding lager dan 1 houdt verband met bijkomende afbraakactiviteit en een weinig vlotte omzetting van ammonium- naar nitraatstikstof in een relatief vochtig en enigszins verdicht product. Een C:N van 10,0 wijst op een doorverteerd compostproduct bereid uit materiaal met een lage C:N verhouding.



Figuur 41: Temperatuurverloop (n=4) compostering voorjaar 2019 - zomer 2019



Figuur 42: CO₂-verloop (n=4) compostering voorjaar 2019 - zomer 2019

- Toepassing

Deze mestcompost werd toegepast na de oogst van de spelt en vóór de inzaai van het groenbedekkersmengsel, in vergelijking met de toepassing van zuivere geitenstalmest, deze die in de compostering betrokken was maar die zo lang zonder behandeling gestockeerd bleef. Op basis van een massabalans werd vastgesteld dat tijdens die stockage ca. 35% van de stikstof uit die geitenstalmest verloren ging. Het stikstofgehalte op de droge stof zakte van 3,6 tot 2,9 % (Tabel37, Tabel38). De mest vertoonde op het einde van de opslag nog een vergelijkbare hoeveelheid ammoniakale N dan bij aanvang.

B. Najaar 2019 – voorjaar 2020

- Samenstelling

Bij een tweede compostbereiding In het najaar van 2019 werd gebruik gemaakt van wat aan maaisel beschikbaar was van een tweede snede op een natuurterrein in het beheer van het bedrijf waarvan ook de geitenstalmest betrokken werd voor de compostering. De eerste snede heeft nog een waarde als voeder, de tweede snede niet meer maar wordt bij voorkeur wel gemaaid en afgevoerd. Buiten een kleine hoeveelheid stro werden er geen extra koolstofrijke reststromen ingepast. De gewichtsverhouding geitenmest:natuurmaaisel:stro was 66:33:1 %, met resp. C:N 14,7, 24,1 en 55,4, hetgeen resulteerde in een C:N van 16,3 in het uitgangsmengsel (Tabel37).

De C:N, C:P en N:P van het mengsel komen door het betrekken van het riet niet veel hoger te liggen dan die van de geitenstalmest.

De geitenstalmest aangewend in de compostering in het najaar van 2019 bevatte beduidend minder N en beduidend meer P dan de mest die aangewend werd in de compostering van het voorjaar, waardoor zijn N:P verhouding beduidend lager was (Tabel37). Deze mest lag wellicht al langere tijd in de opslag waarbij door verhitting - de mest was beduidend droger dan deze van het voorjaar – al heel wat N verloren ging door

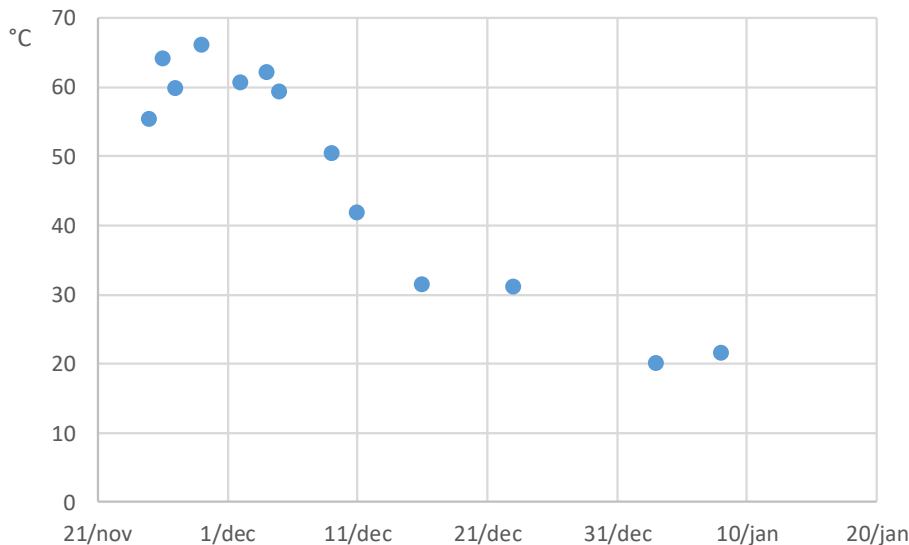


vervluchtiging. De mest bevatte ook beduidend minder ammoniakale stikstof. Er trad in de opslag ook al nitrificatie plaats, omzetting van ammoniakale naar nitraatstikstof.

- Proces en compostproduct

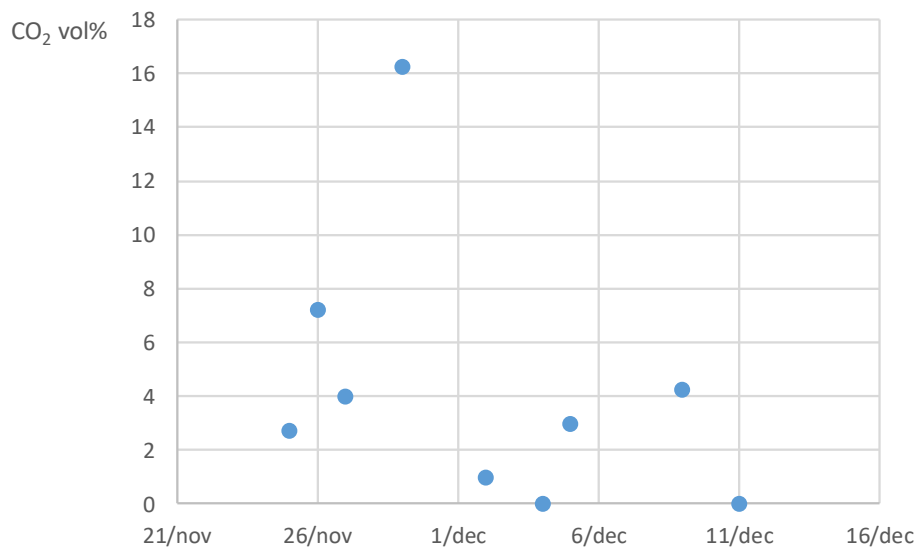
De hoop werd op donderdag 21 november 2019 opgezet. Kort na opzetten stegen de temperaturen naar 60-70 °C. De temperatuuropbouw was van relatief korte duur. Na 2 à 3 weken zakte de temperatuur naar een niveau van 40°C, en bijkomend 3 weken later naar een niveau van 20°C. Het gebruik van mest die door verhitting al een deel van zijn stikstof verloren had, een structuurarme beheerrest en het niet betrekken van houtig uitgangsmateriaal verklaren deze snelle temperatuurdaling. In de fase met temperaturen boven de 50°C werd de hoop 5 maal omgezet, waardoor wellicht een voldoende afdoding van onkruidzaden en pathogenen bekomen werd. Het CO₂-gehalte in de hoop piekte 8 dagen na opzetten boven 16 vol% wat een indicatie is voor een zuurstoftekort, waaraan door keren van de hoop verholpen werd. Op basis van een massabalans werd vastgesteld dat ruim 40% van de ingebrachte stikstof verloren ging. Reden voor dit grote verlies aan stikstof is de suboptimale C:N verhouding van het uitgangsmengsel.

Door zijn sterk verkleinde volume was de hoop - ook al lag die onder compostdoek - tijdens de winterperiode erg nat geworden. Het droge stofpercentage zakte naar 29,2% (Tabel 38). Een NO₃⁻-N/NH₄⁺-N verhouding lager dan 1 houdt verband met bijkomende afbraakactiviteit en een weinig vlotte omzetting van ammonium- naar nitraatstikstof in een nat en verdicht product. Een C:N van 10,8 wijst op een doorverteerd compostproduct bereid uit materiaal met een lage C:N verhouding.



Figuur 43: Temperatuurverloop (n=4) compostering najaar 2019 - voorjaar 2020





Figuur 44:CO₂-verloop (n=4) compostering najaar 2019 – voorjaar 2020

- Toepassing

Deze mestcompost werd toegepast in de lente van 2020 vóór het aanplanten van de aardappelen. De mest die aangewend werd naast deze mestcompost werd op het moment van toepassing vers betrokken van het geitenbedrijf. Het betrof een mest die rechtstreeks uit de potstal kwam en daardoor een hoog gehalte aan ammoniakale N had.



Tabel 37: Samenstelling uitgangsmateriaal van de compostbereidingen in het voorjaar en najaar van 2019 (DS = droge stof; OS = organische stof)

		Voorjaar 2019					MENGSEL	Najaar 2019						MENGSEL	
		geitenmest		beheerrest (riet)		gem		geitenmest		beheerrest (gras)		stro			gem
		gem	stdev	gem	stdev			gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev		
DS	%/vers	27.4	3.8	17.7	0.1	22.5	39.9	4.4	20.8	0.4	83.9	0.5	34.1		
OS	%/DS	79.3	0.1	84.0	1.4	81.2	75.2	4.5	70.5	5.0	92.0	0.4	74.7		
N	%/DS	3.6	0.1	2.5	0.2	3.1	2.8	0.2	1.6	0.0	0.9	0.0	2.5		
NO ₃ ⁻ -N	mg/kg DS	1.8	0.9	35.7	37.1		137.4	70.3							
NH ₄ ⁺ -N	mg/kg DS	5701	1451	863	371		1598	267							
P	g/kg DS	4.10	0.62	2.04	0.03	3.28	7.40	2.09	2.71	0.14	0.812	0.002	6.27		
K	g/kg DS	50.58	4.02	3.42	0.06	31.76	50.96	2.15	9.30	0.08	18.54	1.01	41.63		
Mg	g/kg DS	3.57	0.75	1.39	0.33	2.70	6.02	1.19	2.14	0.13	0.896	0.001	5.09		
Ca	g/kg DS	13.69	0.03	13.51	2.38	13.62	20.81	7.26	5.23	0.46	4.06	0.05	17.18		
Na	g/kg DS	2.22	1.20	0.26	0.07	1.44	2.77	1.08	1.26	0.04	0.109	0.005	2.38		
C/N		12.3	0.2	18.8	1.7	14.3	14.7	1.8	24.1	1.3	55.4	2.8	16.3		
C/P		109	16	229	7	137.5	59	20	144	3	630	5	66.2		
N/P		8.8	1.5	12.2	0.7	9.6	4.0	0.9	6.0	0.2	11.4	0.5	4.1		



Tabel 38: Samenstelling geitenstalmest en compostproducten toegepast in het de zomer van 2019 (compost bereid in het voorjaar 2019) en in de lente van 2020 (compost bereid in het najaar van 2019 (DS = droge stof; OS = organische stof)

		Zomer 2019				Lente 2020			
		geitenmest (na opslag)		mestcompost		geitenmest (vers)		mestcompost	
		gem.	stdev	gem.	stdev	gem.	stdev	gem.	stdev
DS	%/vers	36.5	4.8	39.6	0.6	30.1	0.5	29.2	0.8
OS	%/DS	73.9	2.8	48.9	1.9	82.3	0.2	55.6	0.8
N	%/DS	2.9	0.4	2.7	0.2	3.1	0.0	2.9	0.2
NO ₃ ⁻ -N	mg/kg DS	118.7	42.8	169.3	71.1	1.0	-	163.6	15.6
NH ₄ ⁺ -N	mg/kg DS	4295	908	435	8	5339	239	376	2
P	mg/kg DS	6563	45	6627	411	5226	146	7133	111
K	mg/kg DS	64722	2073	51266	3663	45735	4152	54786	197
Mg	mg/kg DS	5303	825	5872	274	4561	98	6552	214
Ca	mg/kg DS	17593	3285	27662	1232	20237	503	20705	149
Na	mg/kg DS	2798	3	2441	202	2746	567	2738	91
C/N	-	14.4	1.7	10.0	0.4	14.8	0.2	10.8	0.6
C/P	-	62.5	2.8	41.0	0.9	87.5	2.2	43.3	1.3
N/P	-	4.4	0.7	4.1	0.1	5.9	0.1	4.0	0.4
DS	kg/t vers	365	48	396	6	301	5	292	8
OS	kg/t vers	269	25	193	5	247	5	162	7
N	kg/t vers	10.4	0.3	10.8	0.7	9.3	0.3	8.4	0.8
P ₂ O ₅	kg/t vers	5.5	0.8	6.0	0.3	3.6	0.2	4.8	0.1
K ₂ O	kg/t vers	28.5	4.7	24.4	1.4	16.5	1.2	19.2	0.4
MgO	kg/t vers	3.2	0.9	3.9	0.1	2.3	0.1	3.2	0.2
CaO	kg/t vers	9.1	2.9	15.3	0.5	8.5	0.4	8.4	0.2
Na ₂ O	kg/t vers	1.4	0.2	1.3	0.1	1.1	0.2	1.1	0.0

Conclusies proefopzetten compostering

Het is van belang om de geitenmest vers te betrekken waardoor de opslagperiode kan ingeperkte worden. Tijdens de opslag van de mest zal door verhitting en verdroging van de mest al heel wat N verloren gaan.

Voor de compostering van stalmest is het van belang naast bladrijke beheerresten ook houtige beheerresten te betrekken waarmee de C:N verhouding verhoogt wordt om stikstofverliezen te beperken. Niet meer dan 25%



van de met de uitgangsmaterialen ingebrachte N zou verloren mogen gaan tijdens een compostering van stalmest.

De organische stof toegepast met mestcompost is meer stabiel dan deze die toegepast wordt met geitenmest, waardoor de koolstof toegepast met compost effectiever zal zijn in het behoud of de opbouw van de bodem organische stof. Bij geitenmest zal er na toepassing nog een behoorlijk deel van de toegepaste organische stof verademd worden, met vrijstelling van CO₂. Daarnaast zal er bij toepassing van geitenmest ook meer stikstof verloren gaan door vervluchtiging van de erin vervatte ammoniakale N. De fractie ammoniakale N op de totale hoeveelheid N is grootteorde 10-20% voor geitenmest en slechts 1-2% voor mestcompost. Het risico op stikstofverlies bij toepassing van compost is dan ook zeer beperkt. De verschillen in C/N, C/P en N/P dienen ook in die zin geïnterpreteerd te worden. De hogere verhoudingen ingeval van geitenmest versus mestcompost betekenen niet dat er finaal meer koolstof per eenheid N of P in de bodem achterblijft en meer N per eenheid P in de bodem toekomt.

Het elimineren van pathogene organismen en onkruidzaden door de temperatuurontwikkeling is alvast een voordeel van compostering, zo ook de betere toepasbaarheid op grasland wat zeker voor geitenhouders die over weinig akkerland beschikken een pluspunt is.

C. Najaar 2020 – voorjaar 2021

Voor een derde maal werd er compost bereid voor toepassing voor de prei in het voorjaar van 2021. Daarbij werden naast geitenmest en bladrijk natuurmaaisel ook de meer houtachtige materialen graszaadhooi en houtsnippers gebruikt om tot een meer optimale samenstelling te komen, hetgeen resulteerde in een uitgangsmengsel met een C/N verhouding van 29,3 (Tabel39), beduidend hoger dan de C/N van mengsels samengesteld uit enkel stalmest en beheerresten in het voorjaar en najaar van 2019, resp. 14,3 en 16,3. De resulterende compost in 2021 had daardoor een hogere C/N en C/P dan de composten toegepast in zomer 2019 en lente 2020 (Tabel40). De N/P verhouding was 4,6 bij de eerste staalname op 09/03 maar zakte in de periode van de opslag naar 3,5 en kwam daarmee onder de N/P verhouding te liggen van de eerder bereide composten.



Tabel 39: Samenstelling uitgangsmateriaal van de compostbereiding in het najaar van 2020 (DS = droge stof; OS = organische stof)

		Najaar 2020								MENGSEL
		geitenmest		natuurmaaisel		houtsnippen		graszaadhooi		
		gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	
DS	%/vers	31.3	1.1	29.3	1.3	75.4	1.3	84.3	1.9	40.3
OS	%/DS	72.7	2.3	61.7	3.3	97.3	0.2	94.8	0.4	80.5
N	%/DS	2.4	0.2	1.4	0.1	0.6	0.0	0.8	0.1	1.5
NO ₃ ⁻ -N	mg/kg DS	3.0	0.7							
NH ₄ ⁺ -N	mg/kg DS	314.2	138.6							
P	g/kg DS	7.6	0.5	2.4	0.2	0.6	0.1	1.1	0.0	4.0
K	g/kg DS	66.2	3.2	10.4	0.5	2.4	0.3	19.5	4.8	33.1
Mg	g/kg DS	6.1	0.4	2.5	0.1	0.5	0.0	0.9	0.0	3.3
Ca	g/kg DS	27.2	2.7	7.3	0.0	6.2	0.2	1.8	0.1	15.3
Na	g/kg DS	5.6	0.6	1.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	2.8
C/N		16.9	2.1	24.2	0.8	97.6	1.1	69.6	9.8	29.3
C/P		53.1	5.2	141.3	3.3	915.1	94.7	478.9	10.1	110.9
N/P		3.2	0.1	5.8	0.1	9.4	1.1	6.9	0.8	3.8



Tabel 40: Samenstelling geitenstal mest en compostproduct toegepast voor de prei op 17/06/2021 (compost bereid in het najaar 2020) en samenstelling mestcompost op 9/03 - analyse ten behoeve van het opstellen van een mineralenbalans - vóór stockage onder afdak in afwachting van toepassing in juni (DS = droge stof; OS = organische stof)

		9/03/2021		17/06/2021			
		mestcompost		mestcompost		geitenmest	
		gem.	stdev	gem.	stdev	gem.	stdev
DS	%/vers	44.5	0.4	54.9	0.2	31.8	12.4
OS	%/DS	68.8	3.0	60.6	3.0	73.3	1.7
N	%/DS	2.6	0.1	2.4	0.1	2.9	0.2
NO ₃ ⁻ -N	mg/kg DS	180.0	20.9	783.9	283.8	30.0	4.8
NH ₄ ⁺ -N	mg/kg DS	422.7	96.3	433.6	119.6	2235.3	1185.5
P	g/kg ads	5.7	0.7	7.0	0.4	7.1	0.2
K	g/kg ads	38.5	5.0	47.4	1.2	62.0	2.0
Mg	g/kg ads	4.4	0.2	5.6	0.4	5.8	0.8
Ca	g/kg ads	21.3	1.4	26.7	1.5	19.5	1.3
Na	g/kg ads	3.3	0.4	3.8	0.1	5.7	0.1
C/N	-	14.8	1.0	14.0	0.1	14.2	1.4
C/P	-	67.7	5.2	48.3	5.5	57.1	0.1
N/P	-	4.6	0.6	3.5	0.4	4.0	0.4
DS	kg/t vers	444.5	3.5	548.5	2.1	317.5	123.7
OS	kg/t vers	305.9	15.6	332.4	15.0	233.8	96.1
N	kg/t vers	11.5	0.2	13.3	0.5	9.0	2.8
P ₂ O ₅	kg/t vers	5.8	0.7	8.8	0.6	5.2	2.1
K ₂ O	kg/t vers	20.6	2.8	31.3	0.9	23.9	10.0
MgO	kg/t vers	3.3	0.2	5.1	0.4	3.0	0.8
CaO	kg/t vers	13.2	1.0	20.5	1.2	8.6	2.8
Na ₂ O	kg/t vers	2.0	0.2	2.8	0.1	2.4	0.9



Gewasmetingen

Het groenbedekkersmengsel werd geoogst en afgevoerd op 19/11/2019 op de plots van de variant AFV (afvoer van de snede). Voor de behandeling 'BAU' bleef het groenbedekkersmengsel staan om zo de winter in te gaan en evt. bij voldoende vorst af te sterven daar het vorstgevoelige soorten betrof. Voor elk plot van de variant 'AFV' werd de opbrengst bepaald om te kijken naar eventuele verschillen vanwege de factor bemesting. Er werd geen opbrengstbepaling gedaan in het gedeelte 'BAU', omdat daar voor de varianten van bemesting gelijklopende waarden verwacht konden worden als in het gedeelte 'AFV'. Een deelstaal werd gedroogd en gewogen. Het drogestofgehalte en de N- en P-inhoud werden bepaald en berekend per eenheid van oppervlakte (Tabel 41). Er waren geen significante verschillen tussen de basisbemestingsstrategieën.

Tabel 41: Gemiddelde samenstelling (n=3) en hoeveelheid (\pm standaardafwijking) afgevoerde droge stof (DS) en nutriënten (N & P) van de groenbedekkersmengsels bij de verschillende bemestingsstrategieën. Er waren geen significante verschillen ($p > 0,05$).

Bemesting	DS		Ntotaal		Ptotaal	
	%	ton/ha	%	kg/ha	g/kg	kg/ha
nulbemesting	14,9 \pm 1,6	2,6 \pm 0,1	2,4 \pm 0,4	61,8 \pm 0,7	4,9 \pm 0,7	12,6 \pm 1,4
stromest	13,9 \pm 0,6	2,5 \pm 0,2	2,4 \pm 0,2	60,8 \pm 0,4	4,7 \pm 0,4	11,8 \pm 1,4
stromest gecocomposteerd met restromen uit natuurgebied	13,9 \pm 0,5	2,5 \pm 0,1	2,4 \pm 0,2	60,0 \pm 0,2	4,9 \pm 0,2	12,2 \pm 0,8

Per blok werden ook ad random opraapmonsters genomen om de soortensamenstelling te kennen (Tabel 42). Zomerhaver was het best vertegenwoordigd in alle blokken. Gemiddeld 64,7% van de verse biomassa bestond uit zomerhaver. De hoeveelheid zomererwt was over het algemeen het laagst. Vooral in BLOK 2 werden er veel onkruiden teruggevonden.

Tabel 42. Soortensamenstelling in versgewichtprocent van de groenbedekkersmengsels in de 4 blokken op 19/11/2019. Onkruiden zijn ondergebracht in de categorie 'overige'.

Blok	Alexandrijnse klaver (%)	Zomerhaver (%)	Zomerwikke (%)	Zomererwt (%)	Overige (%)
B1	5,4	80,6	6,0	3,3	4,7
B2	6,1	56,7	8,0	7,4	21,8
B3	10,0	62,4	12,8	4,8	10,0
B4	12,2	62,6	10,9	5,8	8,6
Gem.	8,7	64,7	9,5	5,5	11,6

De opraapmonsters werden vervolgens per soort (alle blokken samen) gedroogd en geanalyseerd (DS, N en P; Tabel 43). Het stikstofpercentage bij de vlinderbloemigen is duidelijk hoger dan dat van zomerhaver. Zomerwikke en -erwt lijken het hoogste fosforgehalte te hebben.



Tabel 43: Droge stofpercentages en N- en P-gehalten op droge stofbasis voor de verschillende soorten in het groenbedekkersmengsel op 19/11/2019. Onkruiden zijn ondergebracht in de categorie 'overige'.

	Alexandrijnse klaver	Zomerhaver	Zomerwikke	Zomererwt	Overige
DS (%)	11,6	15,1	11,3	10,7	13,3 ¹
Ntotaal (% op DS)	3,6	2,2	4,2	4,1	- ²
Ptotaal (g/kg DS)	4,3	4,7	6,3	6,6	- ²

¹ absolute DS werd hier niet bepaald, enkel DS op basis van oven-droge biomassa

² niet geanalyseerd

Resultaten en discussie proefjaar 2020

Het groenbedekkersmengsel dat na de spelt in 2019 werd ingezaaid en al (AFV) dan niet (BAU) geoogst en afgevoerd werd op 19/11/2019 kwam er, ofschoon vorstgevoelig weer door. Gezien de mindere gewasstand werd het in zijn geheel ingewerkt.

De significantie van de verschillende beheertypen (bemestingsstype en groenbedekkerbeheer) werd nagegaan m.b.v. een statistische analyse. In de tekst hieronder wordt bij de bespreking van de statistische resultaten de term "variabelen" gebruikt indien het over de beheertypen gaat. De term "niveau" wordt gebruikt om naar de varianten van een bepaald beheertype te verwijzen, bv. Nulbemesting (NB), Stalmest (SM) en Compost (C) zijn de niveaus van de variabele bemestingsstype.

Voor de statistische analyse werd gebruik gemaakt van de functies "lmer" en "anova" van het R pakket "lmerTest" (= Tests in Linear Mixed Effects Models). In de voorstelling van de statistische resultaten wordt de p-waarde van een variabele meegegeven indien deze variabele significant is.

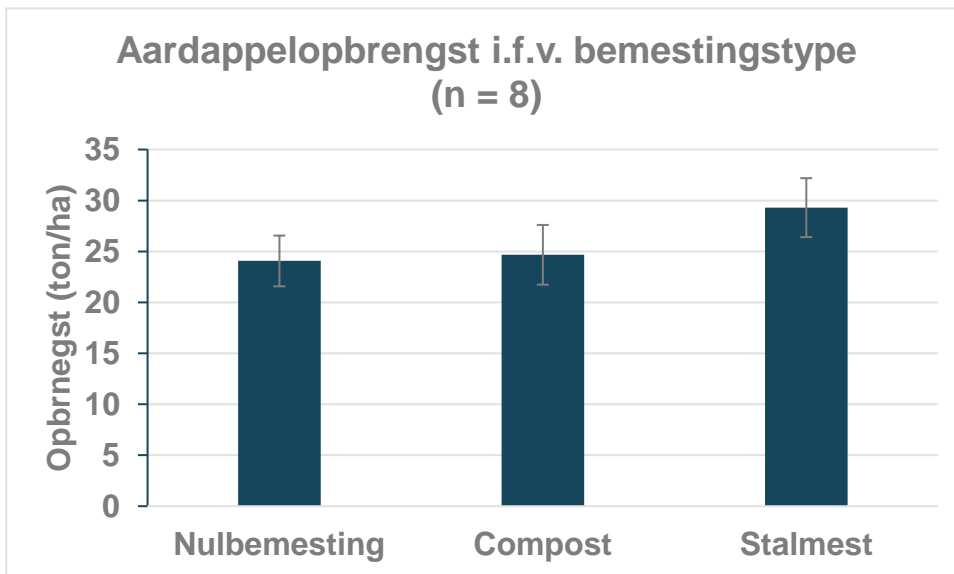
Naast de significantie van de variabelen werd via een post-hoc analyse nagegaan of de niveaus van de variabelen in significant verschillende groepen kunnen ingedeeld worden. De post-hoc analyse werd uitgevoerd met de functie "emmeans" van het R pakket "emmeans".

Uit de statistische analyse is gebleken dat er voor het merendeel van de bestudeerde parameters geen interactie-effect is tussen de beheertypen op een significantieniveau van 0.05. Er werd daarom gekozen om de resultaten van deze parameters voor te stellen i.f.v. het bemestingsstype en i.f.v. het groenbedekkerbeheer dat werd toegepast. Indien het interactie-effect voor een bepaalde parameter wel significant was dan werden de resultaten van de verschillende beheertypen zowel in aparte figuren alsook in één figuur voorgesteld. Voor één parameter, namelijk het nitraatstikstofresidu in de 0-90 cm bodemlaag, werden de 6 verschillende behandelingen in één figuur voorgesteld ook al was het interactie-effect niet significant.

Aardappelopbrengst

De gemiddelde aardappelopbrengst op plots die bemest werden met stalmest of compost en op plots die niet bemest werden was respectievelijk 29 ton/ha, 25 ton/ha en 24 ton/ha (Figuur 45). De opbrengst op de plots die bemest werden met compost is van eenzelfde grootteorde als de opbrengst op niet-bemeste plots.





Figuur 45: Aardappelopbrengst (ton/ha) i.f.v. bemestingstype. De aardappelen werden geoogst op 1 en 2 september 2020.

Uit de statistische analyse is gebleken dat het bemestingstype en het groenbedekkerbeheer geen significant effect uitoefenen op de aardappelopbrengst. De interactie tussen beide beheertypen is wel significant op een significantieniveau van 0.05 (Tabel 44).

Tabel 44: p-waarde van het interactie-effect bemestingstypexgroenbedekkerbeheer. Op een significantieniveau van 0.05 is er een significante interactie voor de aardappelopbrengst.

Variabele	P-waarde
Bemestingstype*groenbedekkerbeheer (interactie-effect)	$2.4 \cdot 10^{-2}$

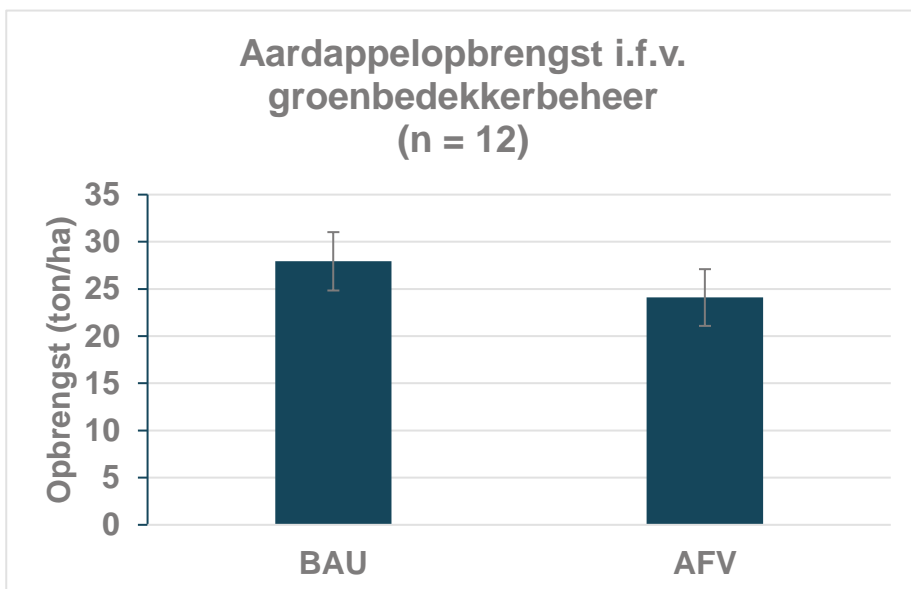
Via een post-hoc analyse werd er nagegaan of de niveaus van de variabelen bemestingstype en groenbedekkerbeheer in significant verschillende groepen kunnen worden ingedeeld. Zowel voor de verschillende bemestingstypen alsook voor de verschillende types groenbedekkerbeheer was dit niet het geval (Tabel 45; Tabel 46).



Tabel 45: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	A
COMPOST	A

De opbrengst is hoger op plots waar de groenbedekker werd ingewerkt dan op plots waar de groenbedekker werd afgevoerd, met respectievelijke gemiddelden van 28 ton/ha en 24 ton/ha (Figuur 46; Figuur 47).

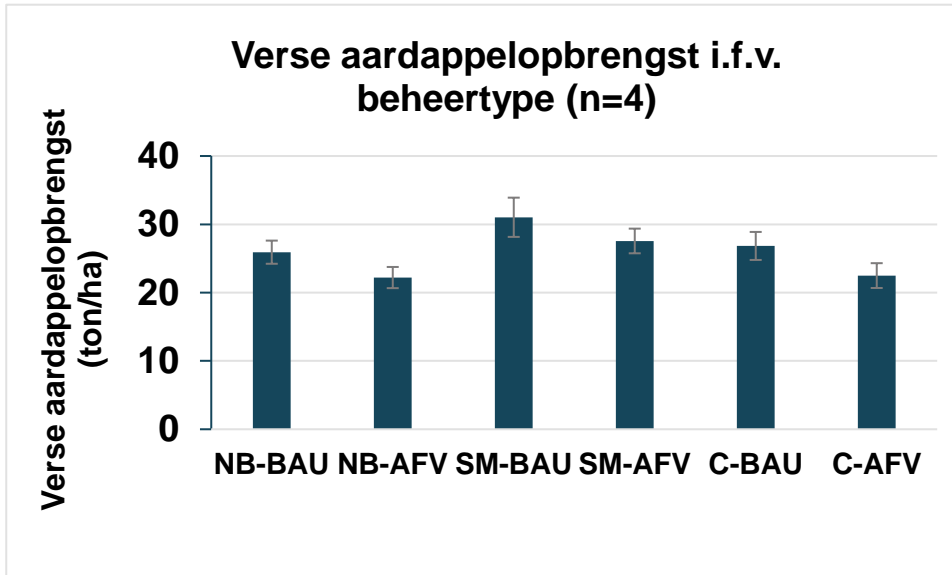


Figuur 46: Aardappelopbrengst (ton/ha) i.f.v. groenbedekkerbeheer. De aardappelen werden geoogst op 1 en 2 september 2020. In 2019 werd de groenbedekker al (AFV) dan niet (BAU) afgevoerd.

Tabel 46: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Groenbedekkerbeheer	Groep
Business as usual	A
AFVOER	A



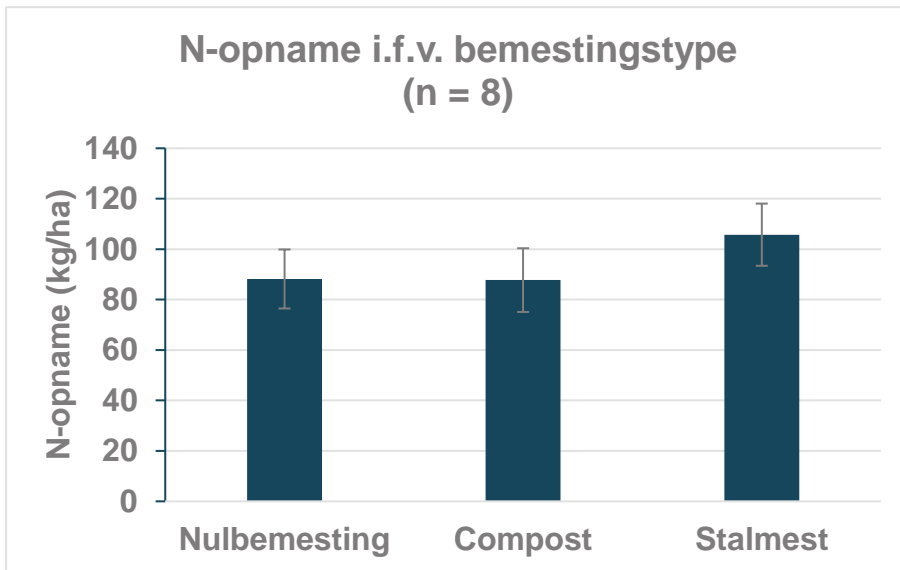


Figuur 47: Verse aardappelopbrengst i.f.v. beheertype (n=4). NB: Nulbemesting; SM: Stalmest; C: Compost. BAU: Business as usual; AFV: Afvoer

N-opname door het gewas

De gemiddelde N-opname in de aardappelknollen op plots die bemest werden met stalmest of compost en op plots die niet bemest werden is respectievelijk 106 kg N/ha, 88 kg N/ha en 88 kg N ton/ha (Figuur 48). Er wordt een gelijkaardige trend waargenomen voor de N-opname als voor de verse opbrengst. De N-opname is aanzienlijk hoger op plots die bemest werden met stalmest dan op overige plots (bemest met compost of niet-bemest). De N-opname op plots die bemest werden met compost is gelijk aan de N-opname op niet-bemeste plots.





Figuur 48: N-opname (kg/ha) i.f.v. bemestingstype.

Op een significantieniveau van 0.05 oefenen beide beheertypes een significant effect uit op de N-opname in aardappelknollen (Tabel47).

Tabel 47: P-waarde van de variabelen groenbedekkerbeheer en bemestingstypen. Op een significantieniveau van 0.05 oefenen beide variabelen een significant effect uit op de N-opname in aardappelknollen.

Beheertype	P-waarde
Groenbedekkerbeheer	$4 * 10^{-5}$
Bemestingstype	$1 * 10^{-6}$

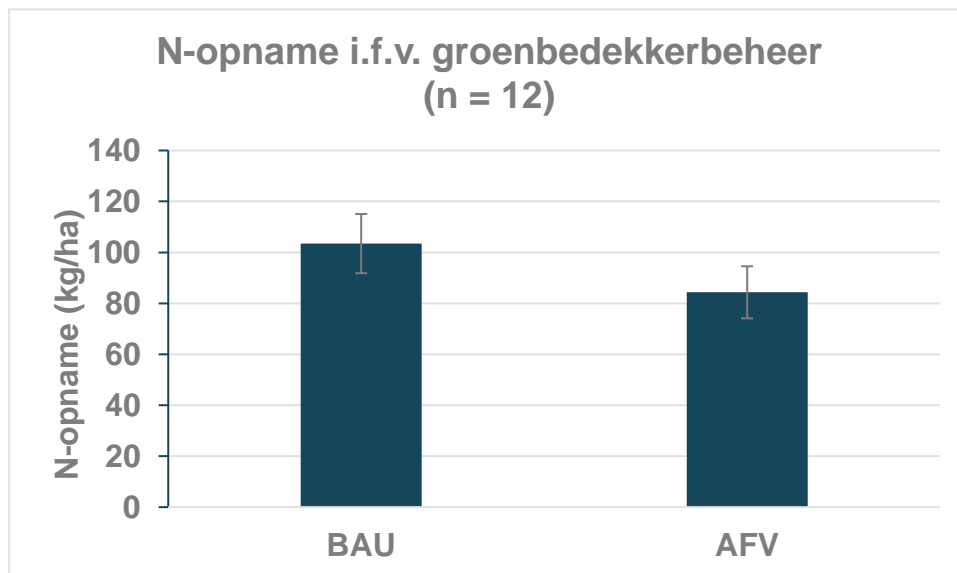
Het niveau stalmest van de variabele bemestingstype verhoogde significant de N-opname in de knollen in vergelijking met de niveaus nulbemesting (= niet-bemeste plots) en compost (Tabel48). De niveaus nulbemesting en compost behoren tot dezelfde groep.

Tabel 48: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	B
COMPOST	A



De N-opname is significant hoger op plots waar de groenbedekker werd ingewerkt dan op plots waar de groenbedekker werd afgevoerd, met respectievelijke waarden van 103 kg N/ha en 84 kg N/ha (Figuur 49).



Figuur 49: N-opname (kg/ha) i.f.v. groenbedekkerbeheer. In 2019 werd de groenbedekker al (AFV) dan niet (BAU) afgevoerd.

Het afvoeren van de groenbedekkersnede (AFV) in het najaar van 2019 betekende een significante verlaging van de N-opname in aardappelknollen in 2020, ten opzichte van het behoud van de snede op het perceel (BAU)

Tabel49).

Tabel 49: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

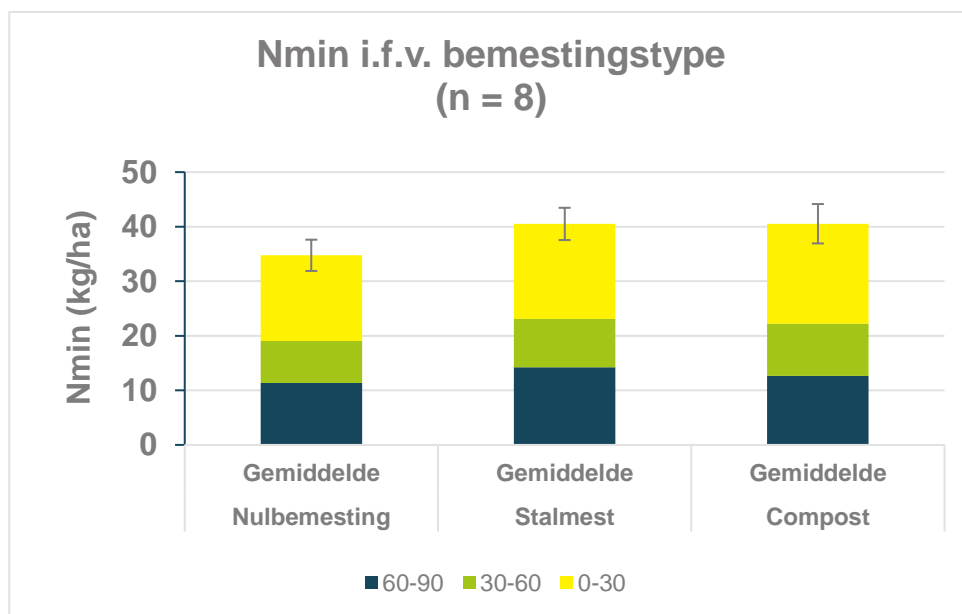
Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	B

Minerale N-voorraden in de bodem

In 2020 werd de minerale N-voorraad in het bodemprofiel (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm) gemeten op 3 verschillende tijdstippen (op 20/03/2020, 2/09/2020 en 17/11/2020). Op 19/3 werd het groenbedekkersmengsel geklepeld en de eerste staalname vond plaats op 20/03/2020, vóór de bemesting voor de aardappelen. De N-voorraad (0-90 cm) in het bodemprofiel in plots die in 2019 na de oogst van de spelt en vóór het inzaaien van



het groenbedekkersmengsel bemest werden met stalmest of compost en van de plots die dan niet bemest werden was respectievelijk 41 kg N/ha, 41 kg N/ha en 35 kg N/ha (Figuur 50).



Figuur 50: De minerale N-voorraad in het bodemprofiel (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm) i.f.v. het bemestingstype. Deze staalname vond plaats op 20 maart, een dag na klepelen van het groenbedekkersmengsel, en vóór de bemesting voor de aardappelen.

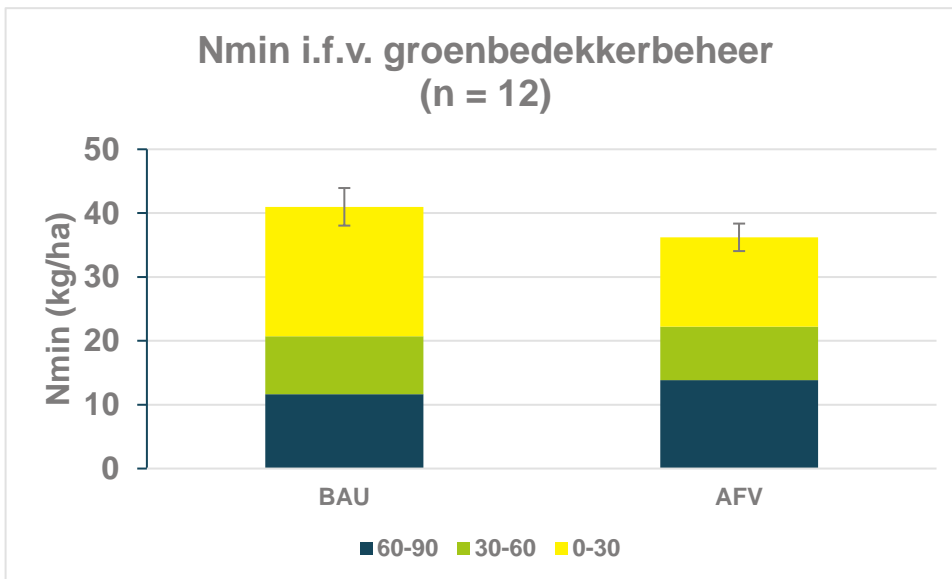
De variabelen bemestingstype en groenbedekkerbeheer oefenen geen significant effect uit op de minerale N-voorraad in het bodemprofiel op het moment van de eerste staalname in 2020. De niveaus van de variabele bemestingstype behoren allen tot dezelfde groep (Tabel 50).

Tabel 50: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	A
COMPOST	A

De N-voorraad in het bodemprofiel was 41 kg N/ha in de plots waar de groenbedekker in het najaar van 2019 niet werd afgevoerd en 36 kg N/ha in de plots waar de groenbedekker werd afgevoerd (Figuur 51).





Figuur 51: De minerale N-voorraad in het bodemprofiel (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm) i.f.v. groenbedekkerbeheer. Deze staalname vond plaats op 20 maart, een dag na klepelen van het groenbedekkermengsel, en vóór de bemesting voor de aardappelen. In 2019 werd de groenbedekker al (AFV) dan niet (BAU) afgevoerd.

De niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer behoren allen tot dezelfde groep (Tabel51).

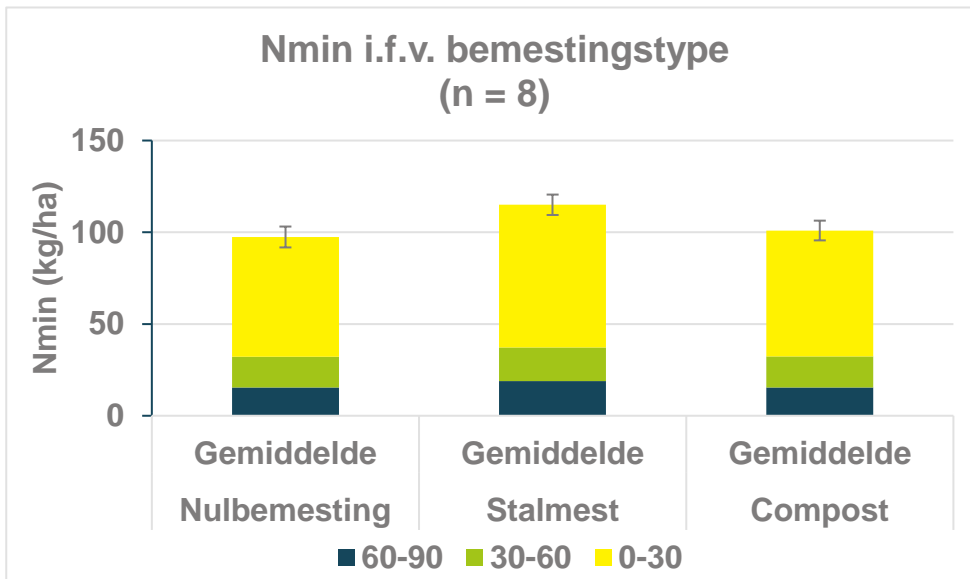
Tabel 51: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A

Verse mest en mestcompost, bereid in het najaar van 2019, werden toegepast op 1 april op de daartoe voorziene plots en op 9 april werden de aardappelen geplant.

De aardappelen werden geoogst op 1 september en op 2 september vond de **tweede staalname** plaats. De gemiddelde N-voorraad in het bodemprofiel van de plots die bemest werden met stalmest was 115 kg N/ha. In de plots die bemest werden met compost en de niet-bemeste plots was de N-voorraad in het bodemprofiel respectievelijk gemiddeld 101 kg N/ha en 97 kg N/ha (Figuur 52).





Figuur 52: De minerale N-voorraad in het bodemprofiel (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm) i.f.v. het bemestingstype. Deze staalname vond plaats op 2 september, een dag na de oogst van de aardappelen.

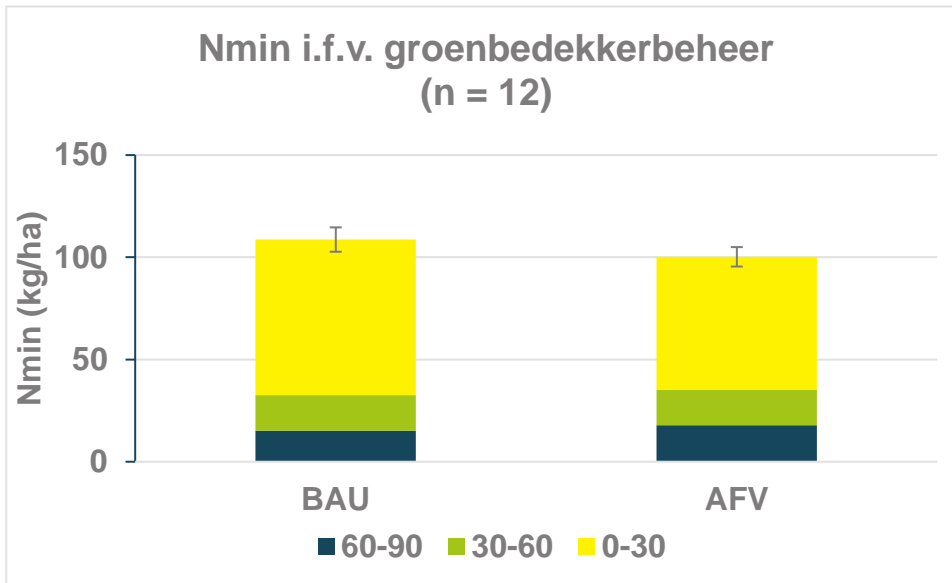
Op het moment van de tweede staalname in 2020 oefenen de variabelen bemestingstype en groenbedekkerbeheer geen significant effect uit op de N-voorraad in het bodemprofiel. De niveaus van de verschillende variabelen kunnen niet ingedeeld worden in significant verschillende groepen (Tabel 52; Tabel53).

Tabel 52: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	A
COMPOST	A

De N-voorraad in de plots waar de groenbedekker niet werd afgevoerd (BAU) is van eenzelfde grootte-orde dan in de plots waar de groenbedekker werd afgevoerd (AFV) met respectievelijke gemiddelden van 109 kg N/ha en 100 kg N/ha (Figuur 53).





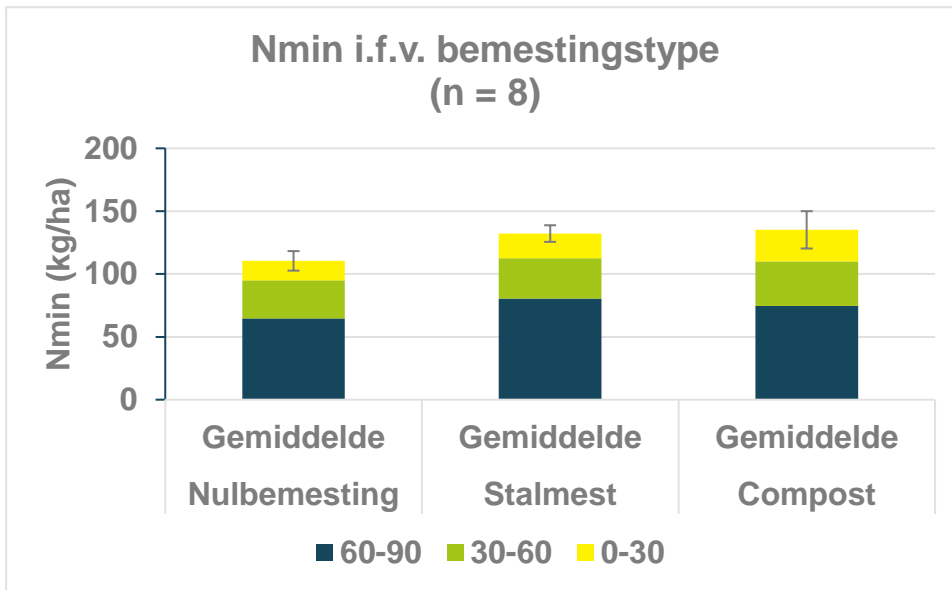
Figuur 53: De minerale N-voorraad in het bodemprofiel (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm) i.f.v. groenbedekkerbeheer. Deze staalname vond plaats op 2 september, een dag na de oogst van de aardappelen. In 2019 werd de groenbedekker al (AFV) dan niet (BAU) afgevoerd.

Tabel 53: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A

De **derde staalname** vond plaats op 17/11/2020, ongeveer 2 maanden na de oogst. In tegenstelling tot september is de N-voorraad in de bodem van eenzelfde grootteorde in de bemeste plots, met gemiddelden van 135 kg N/ha en 132 kg N/ha voor plots die werden bemest met respectievelijk stalmest of compost (Figuur 54). De N-voorraad in het bodemprofiel van de niet-bemeste plots is 110 kg N/ha (Figuur 54).





Figuur 54: De minerale N-voorraad in het bodemprofiel (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm) i.f.v. het bemestingstype. Deze staalname vond plaats op 17 november.

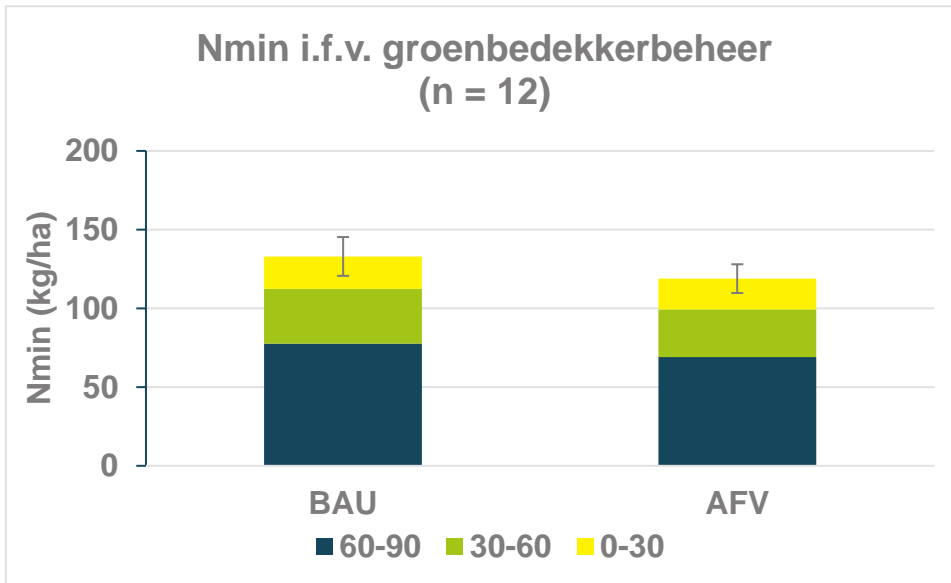
Op het moment van de derde staalname in 2020 oefenen de variabelen bemestingstype en groenbedekkerbeheer geen significant effect uit op de minerale N-voorraad in het bodemprofiel. De niveaus van de variabele bemestingstype behoren allen tot dezelfde groep (Tabel 54).

Tabel 54: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	A
COMPOST	A

De N-voorraad in het bodemprofiel is 133 kg N/ha in de plots waar de groenbedekker ingewerkt en is 119 kg N/ha in de plots waar de groenbedekker werd afgevoerd (Figuur 55).





Figuur 55: De minerale N-voorraad in het bodemprofiel (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm) i.f.v. groenbedekkerbeheer. Deze staalname vond plaats op 17 november. In 2019 werd de groenbedekker al (AFV) dan niet (BAU) afgevoerd.

De niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer behoren allen tot dezelfde groep (Tabel55).

Tabel 55: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A

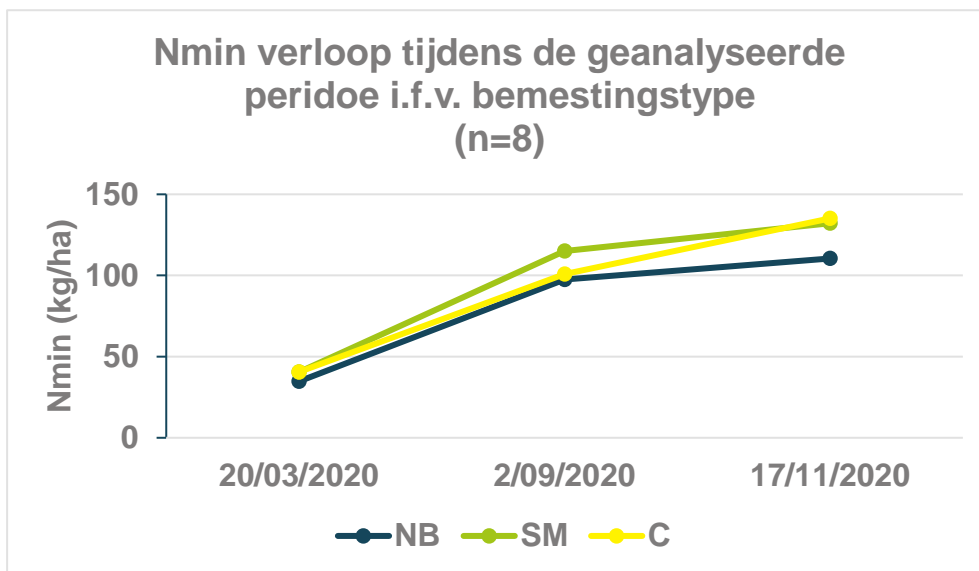
N dynamiek in 2020

De stijging in N-voorraad tijdens het groeiseizoen (periode tussen 2 eerste bodemstalen) is het meest uitgesproken in de plots waarop stalmest werd toegediend (Figuur 56). Op het moment van de eerste en laatste staalname is de gemiddelde N-voorraad hoger in de bemeste plots dan in de niet-bemeste plots, ongeacht of het stalmest of compost betrof. Dit wordt toegewezen aan de N-gift die is toegekomen op deze plots via het toedienen van de bemesting (Figuur 56).

Tot aan de oogst is de stijging in de N-voorraad meer uitgesproken in de plots die bemest werden met stalmest dan in plots die bemest werden met compost (Figuur 56). Na de oogst is de N-voorraad sterker gestegen in de plots bemest met compost. De stijging in de N-voorraad in de plots bemest met stalmest is iets minder sterk. De N-werking van stalmest doet zich eerder voor dan deze van compost wat ook gereflecteerd wordt door de



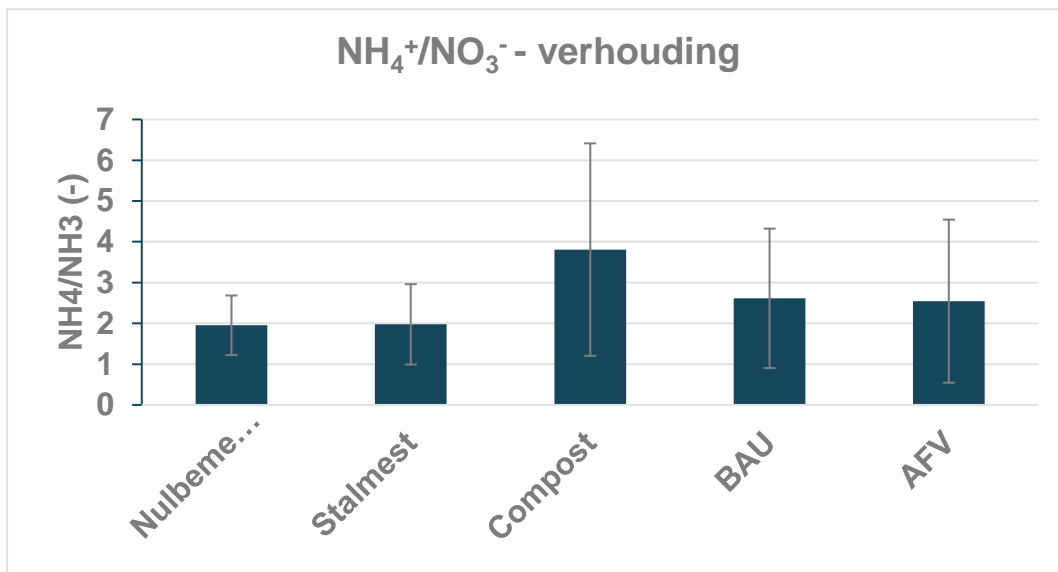
hogere N-opname in de aardappelknollen. Tijdens het groeiseizoen stijgt de N-voorraad in de bodem in de niet-bemeste plots in dezelfde mate als in de plots bemest met compost. Na de oogst is de stijging van de N-voorraad eerder beperkt in de niet-bemeste plots.



Figuur 56: Verloop van het minerale N-voorraad (kg/ha) in de bodem (0-90 cm) tijdens het groeiseizoen. De proefopzet werd bemest op 1/04/2020 en 3/04/2020. De aardappelen werden geplant op 9/04/2020 en geoogst op 1 en 2 september 2020. NB: Nulbemesting; SM: Stalmest; C: Compost

Na de oogst (staalname november) is de $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ -verhouding in de bodem aanzienlijk hoger in de plots die bemest werden met compost dan in de overige plots (bemest met stalmest of niet-bemest) (Figuur 57). Dit wijst ook op de wat latere stikstofwerking van de compost. Na het inzaaien van het groenbedekkingmengsel winterhaver-winterwikke is de bodem verslempd door zware regenval. De vrijstelling van stikstof uit de compost leidde tot een verhoging van de NH_4^+ concentratie in de bodem die door zuurstofgebrek niet vlot werd omgezet naar NO_3^- . Deze verlate stikstofwerking van compost verklaart ook de lagere N-opname in de aardappelen op de plots die bemest werden met compost vergeleken met de N-opname op de plots die bemest werden met stalmest.





Figuur 57: Ammonium/nitrat-verhouding voor de verschillende bemestingstypes (n = 8) en groenbedekkerbeheersvormen (n = 12). BAU: Business as usual; AFV: Afvoer

De lagere N-opname in de aardappelen op de plots die bemest werden met compost dan op de plots die bemest werden met stalmest wordt schijnbaar verklaard door een beperktere N-vrijstelling uit compost tijdens het groeiseizoen. De exacte verklaring is echter dat de hogere N-gift met stalmest (Tabel 56) tot een hogere N-beschikbaarheid en N-opname hebben geleid.

De hoeveelheid voor de plant beschikbare N (N_{min} in het 0-90 cm bodemprofiel + N-opname gewas, staalname september) is 20 % hoger voor de plots die bemest werden met stalmest dan voor de plots die bemest werden met compost (Tabel56). De N-gift die werd toegediend via bemesting in 2019 en 2020 is 30 % hoger voor stalmest dan voor compost. Het opzet was om met beide bemestingstypes een gelijke P-gift te realiseren. Deze cijfers tonen aan dat het N-werkingspercentage van compost (1x herhaalde toepassing) niet onderdeed voor de N-werking van stalmest (1x herhaalde toepassing). De N-gift met stalmest was hoger dan die met compost (respectievelijk 314 kg/ha en 248 kg/ha) doordat stalmest in 2019 en 2020 een hogere N/P verhouding had dan compost (Tabel56).

Tabel 56: Gemiddelde hoeveelheid plant beschikbare N (kg/ha) in september en de N-gift via bemesting (kg/ha) in plots die bemest werden met stalmest of compost.

		STALMEST	COMPOST	STALMEST/COMPOST
N _{min} bodem (0-90 cm)	kg/ha	115	101	
N-opname	kg/ha	106	88	
Plant beschikbare N	kg/ha, -	221	189	1.2
N-gift via bemesting (2019 +2020)	kg/ha, -	314	248	1.3



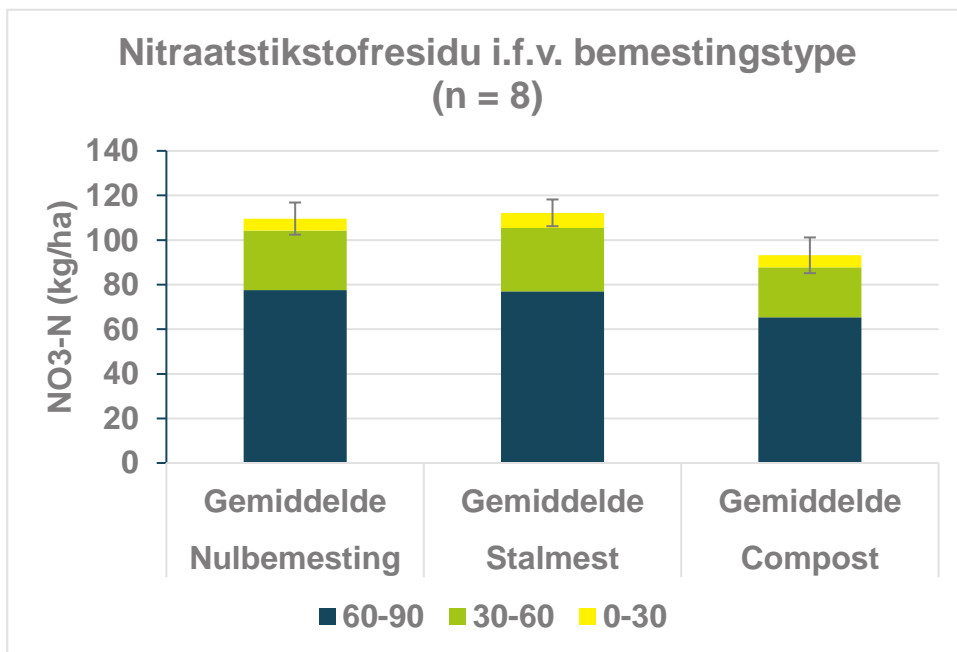
Nitraatstikstofresidu op het einde van het groeiseizoen

Het nitraatstikstofresidu (gemeten op 17/11/2020) in de plots die bemest werden met stalmest of met compost en in de plots waar geen bemesting werd toegediend was respectievelijk 112 kg NO₃-N/ha, 93 kg NO₃-N/ha en 110 kg NO₃-N/ha (Figuur 58). De eerste drempelwaarde voor het nitraatstikstofresidu in gebiedstype 2 is 85 kg NO₃-N/ha (Nitraatstikstofresidu | Vlaamse Landmaatschappij (vlm.be)).

De verschillende beheertypen oefenen geen significant effect uit op het nitraatstikstofresidu. De niveaus van de beheertypen kunnen niet ingedeeld worden in significant verschillende groepen (

Tabel57;

Tabel58).



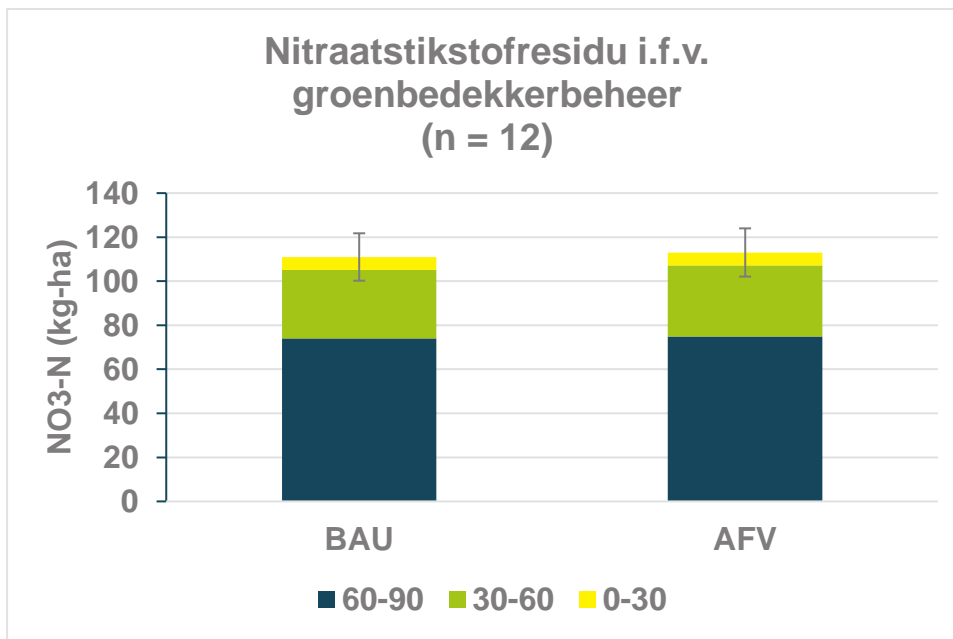
Figuur 58: Nitraatstikstofresidu i.f.v. bemestingstype, staalname 17 november.

Tabel 57: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	A
COMPOST	A



Het nitraatstikstofresidu is van eenzelfde grootteorde in de plots waar de groenbedekker werd ingewerkt en in de plots waar de groenbedekker werd afgevoerd, met respectievelijke gemiddelden van 111 kg NO₃-N/ha en 113 kg NO₃-N/ha (Figuur 59).



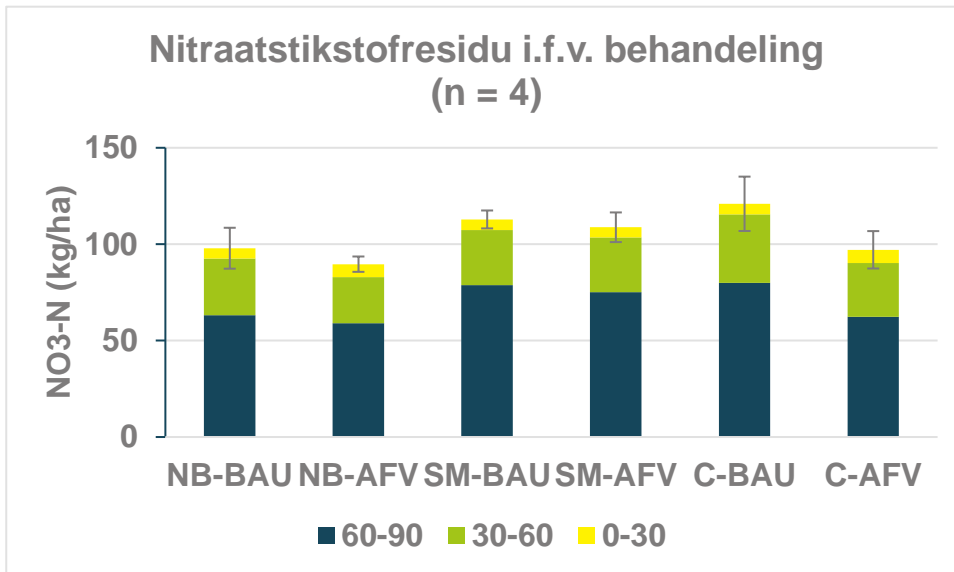
Figuur 59: Nitraatstikstofresidu i.f.v. groenbedekkerbeheer, stalname 17 november. BAU: Business as usual; AFV: Afvoer

Tabel 58: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A

Enkel plots waarop er niet werd bemest en waarbij de groenbedekker werd afgevoerd (NO₃-N = 88 kg/ha) hebben een nitraatstikstofresidu dat onder de drempelwaarde ligt (Figuur 60).





Figuur 60: Nitraatstikstofresidu i.f.v. behandeling (bemestingstype en groenbedekkerbeheer). NB: Nulbemesting; SM: Stalmest; C: Compost. BAU: Business as usual; AFV: Afvoer

Resultaten en discussie proefjaar 2021:

2021 was het derde proefjaar waarin bepaalde beheermaatregelen werden toegepast. Bepaalde plots werden reeds 2 opeenvolgende jaren (2019 en 2020) niet bemest of werden bemest met stalmest of compost. In het voorjaar van 2021 werd een groenbedekker een tweede maal al (AFV) dan niet (BAU) geoogst en afgevoerd en werd er voor het planten van de prei, een derde maal al dan niet bemest met stalmest of compost op de daartoe bestemde plots.

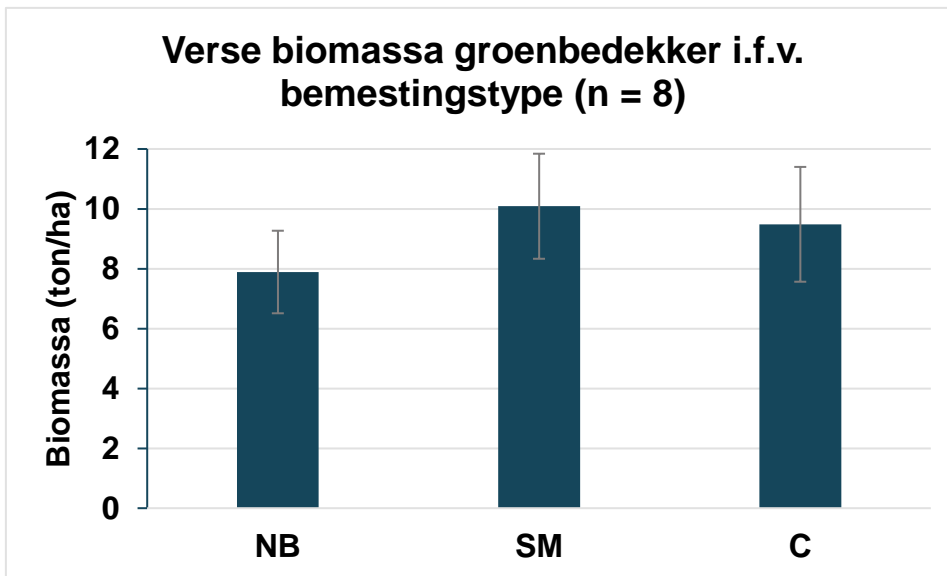
Extreem zware regenval kort na de inzaai van een groenbedekkermengsel in 2020 na de aardappelen gaf aanleiding tot verslemping en een ondermaatse ontwikkeling van het mengsel, waardoor in het voorjaar van 2021 beslist werd tot herinzaai van een groenbedekker. Op 9/04/2021 werd hetzelfde groenbedekkermengsel als in 2019 ingezaaid. De groenbedekker werd op 15/06/2021 al (AFV) dan niet geoogst en afgevoerd (BAU).

De voorstelling van de resultaten van het proefjaar 2021 is gedeeltelijk conform aan de voorstelling van de resultaten van het proefjaar 2020 maar bevat ook nieuwe elementen. Bepaalde analyses die niet aan bod kwamen in de bespreking van 2020, komen wel aan bod in de bespreking van 2021.

Biomassa groenbedekker

De verse biomassaopbrengst van de groenbedekker in 2021 was hoger op de plots die in 2019 en 2020 bemest werden met stalmest (10 ton/ha) dan op de plots die niet bemest werden (8 ton/ha). De verse biomassaopbrengst op de plots die bemest werden met compost had een tussenliggende waarde (9 ton/ha). (Figuur 61). De verse biomassaopbrengst op de plots waar de groenbedekker in 2020 werd ingewerkt was 10 ton/ha, en 9 ton/ha op de plots waar de groenbedekker werd afgevoerd (Figuur 62).





Figuur 61: Biomassaopbrengst van de groenbedekker (ton vers/ha) i.f.v. bemestingstype in 2019 en 2020. NB: Nulbemesting; SM: Stalmest; C: Compost; De groenbedekker werd geoogst op 14 juni 2021.

De variabele bemestingstype oefent een significant effect uit op de biomassaopbrengst van de groenbedekker op een significantieniveau van 0.05 (Tabel 59). De variabele groenbedekkerbeheer oefent geen significant effect uit op de biomassaopbrengst van de groenbedekker.

Tabel 59: p-waarde van de variabele bemestingstype. Op een significantieniveau van 0.05 oefent deze variabele een significant effect uit op de verse biomassaopbrengst van de groenbedekker.

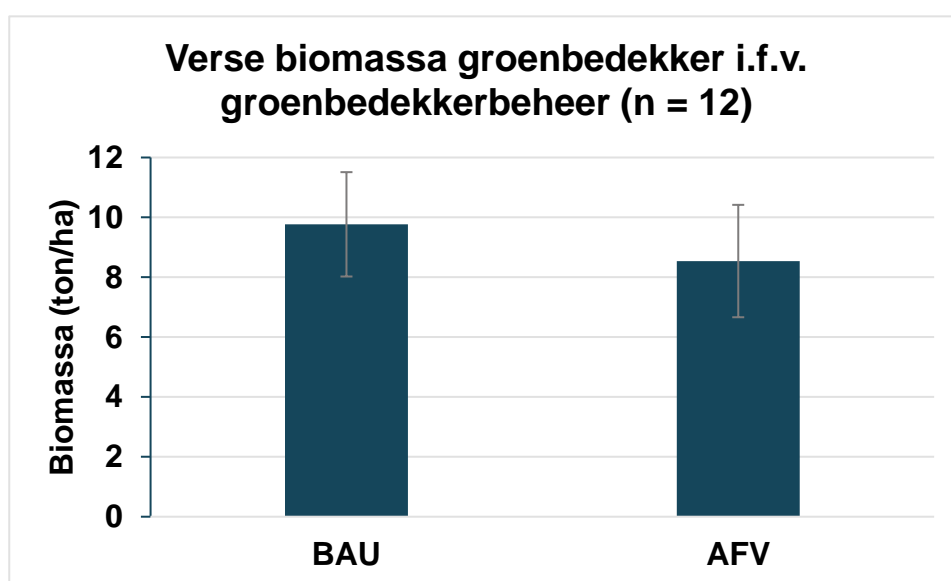
Variabele	P-waarde
Bemestingstype	$3.2 \cdot 10^{-2}$

Voor de variabele bemestingstype verschilt het niveau stalmest significant van het niveau nulbemesting. Het effect van het niveau compost op de biomassaopbrengst ligt tussen het effect van de niveaus stalmest en nulbemesting (Tabel 60).



Tabel 60: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	B
COMPOST	AB



Figuur 62: Biomassa van de groenbedekker (ton/ha) i.f.v. groenbedekkerbeheer in 2019. De groenbedekker werd geoogst op 14 juni 2021. BAU: Business as usual; AFV: Afvoer

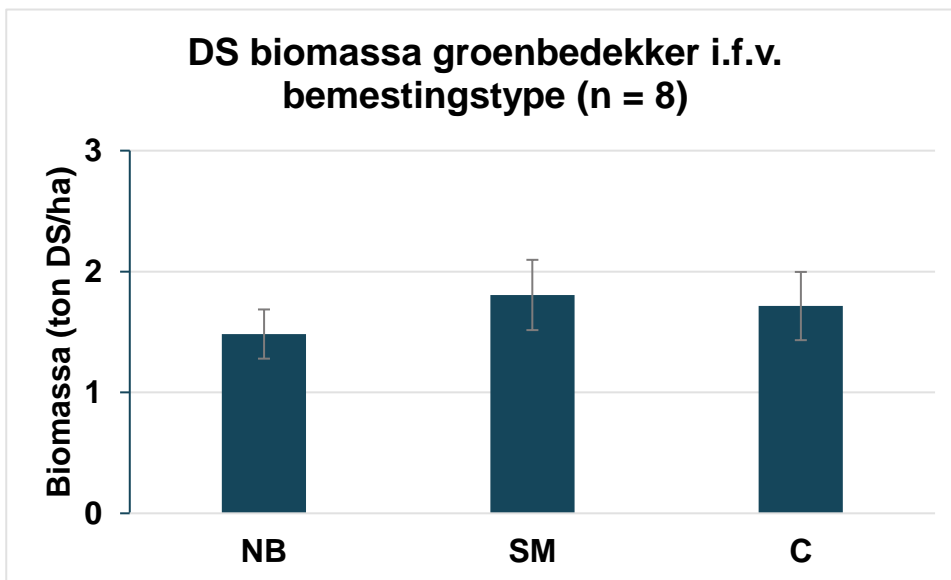
De niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer behoren allen tot dezelfde groep (Tabel61).

Tabel 61: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A

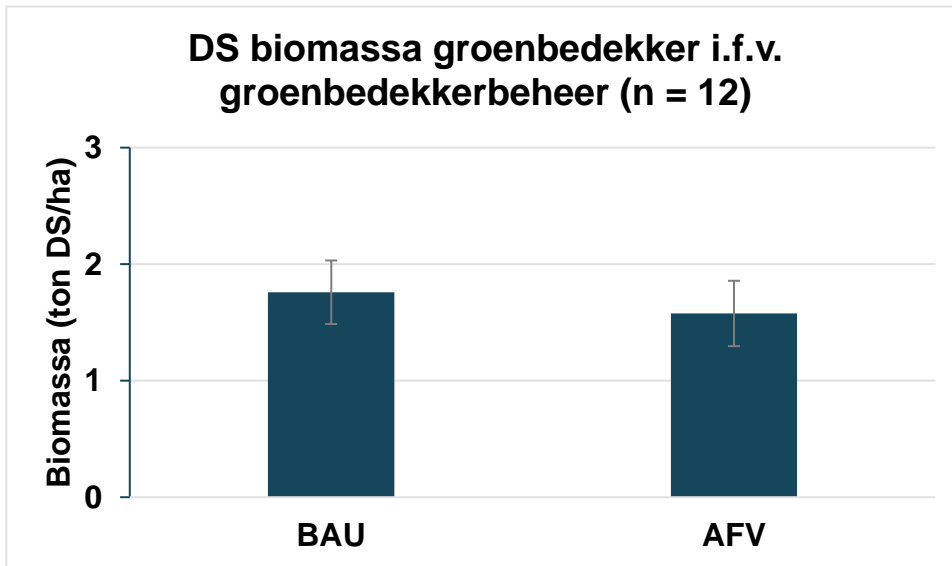


De resultaten van de biomassaopbrengst van de groenbedekker in 2021 uitgedrukt in droge stof (DS) vertonen een gelijkaardig patroon dan de resultaten van de verse biomassaopbrengst (Figuur 63; Figuur 64). De droge biomassa is 1,5 ton/ha op de niet-bemeste plots, 1,8 ton/ha op de plots bemest met stalmest en 1,7 ton/ha voor de plots bemest met compost (Figuur 63). De droge biomassa is 1,8 ton/ha op de plots waar de groenbedekker werd ingewerkt en 1,6 ton/ha op de plots waar de groenbedekker werd afgevoerd (Figuur 64).



Figuur 63: Biomassaopbrengst van de groenbedekker (ton DS/ha) i.f.v. bemestingstype in 2019 en 2020. NB: Nulbemesting; SM: Stalmest; C: Compost; De groenbedekker werd geoogst op 14 juni 2021.





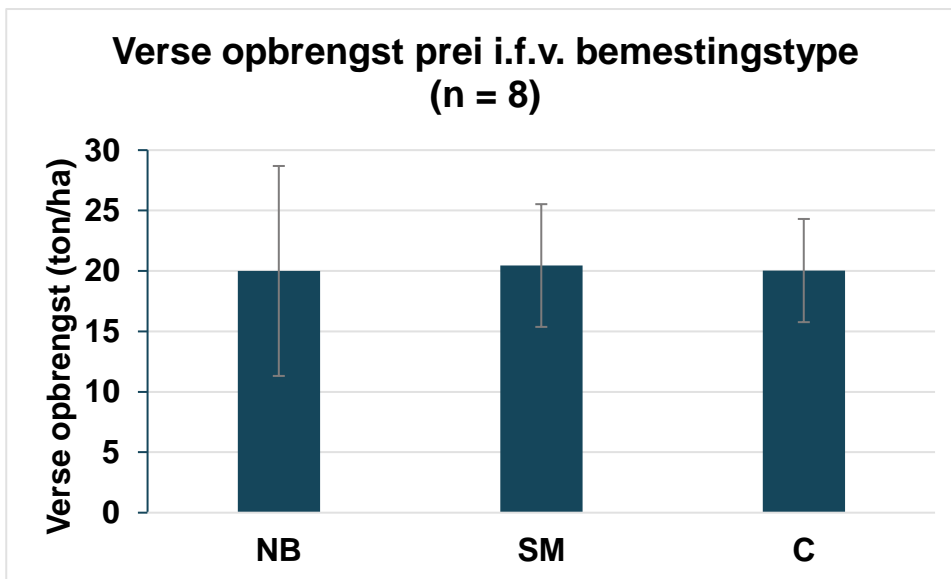
Figuur 64: Biomassa van de groenbedekker (ton DS/ha) i.f.v. groenbedekkerbeheer in 2019. De groenbedekker werd geoogst op 14 juni 2021. BAU: Business as usual; AFV: Afvoer

Opbrengst prei

Op 22 juli 2021 werd er winterprei (variëteit Oslo) op het perceel geplant. De plantdatum werd enkele malen uitgesteld vanwege te natte bodemomstandigheden door grote neerslaghoeveelheden. Een tussentijdse gewasstaalname vond plaats op 3/11/2021, toen de prei nog niet oogstrijp was. Een bepaling van de eindopbrengst gebeurde op 30 maart 2022, alsook van de minerale reststikstof in het bodemprofiel. Deze gegevens worden weergegeven in het annex word bestand 'Eindopbrengst prei en minerale reststikstof maart 2022'.

De verse biomassaopbrengst van de prei is van eenzelfde grootterode voor de verschillende bemestingstypen. De opbrengst is 20,0 ton/ha op de niet-bemeste plots, 20,5 ton/ha op de plots bemest met stalmest en 20,0 ton/ha op de plots bemest met compost (Figuur 65).





Figuur 65: Tussentijdse verse biomassaopbrengst van de prei (ton/ha) i.f.v. bemestingstype. NB: Nulbemesting; SM: Stalmest; C: Compost

De variabelen bemestingstype en groenbedekkerbeheer oefenen geen significant effect uit op de verse biomassaopbrengst van de prei. De verschillende niveaus van de variabelen bemestingstype en groenbedekkerbeheer kunnen niet ingedeeld worden in significant verschillende groepen (Tabel62;

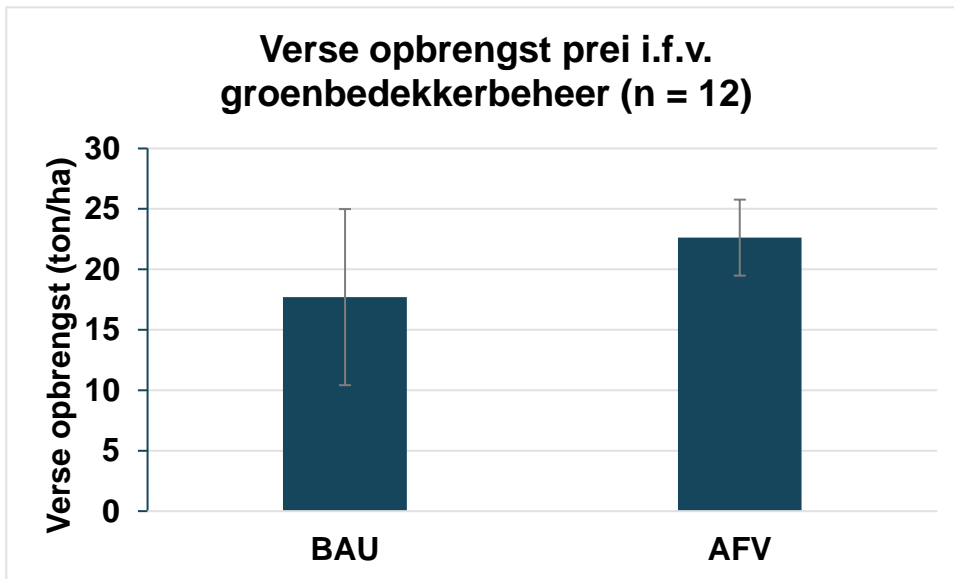
Tabel63).

Tabel 62: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	A
COMPOST	A

De verse biomassaopbrengst is 17,7 ton/ha op de plots waar de groenbedekker werd behouden (en ingewerkt) en 22,6 ton/ha op de plots waar de groenbedekker werd afgevoerd (Figuur 66).





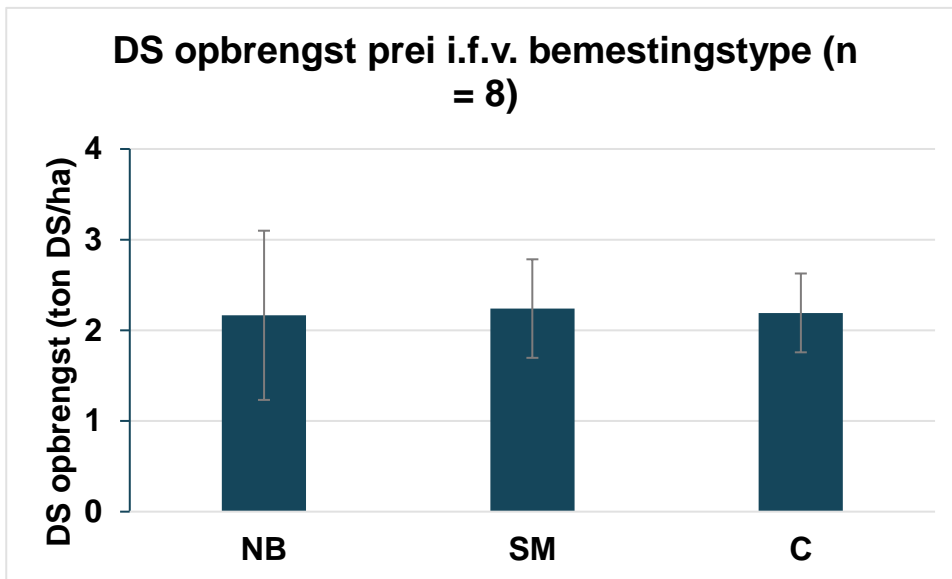
Figuur 66: Tussentijdse verse biomassaopbrengst van de prei (ton/ha) i.f.v. groenbedekkerbeheer. BAU: Business as usual; AFV: Afvoer

Tabel 63: Groepindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

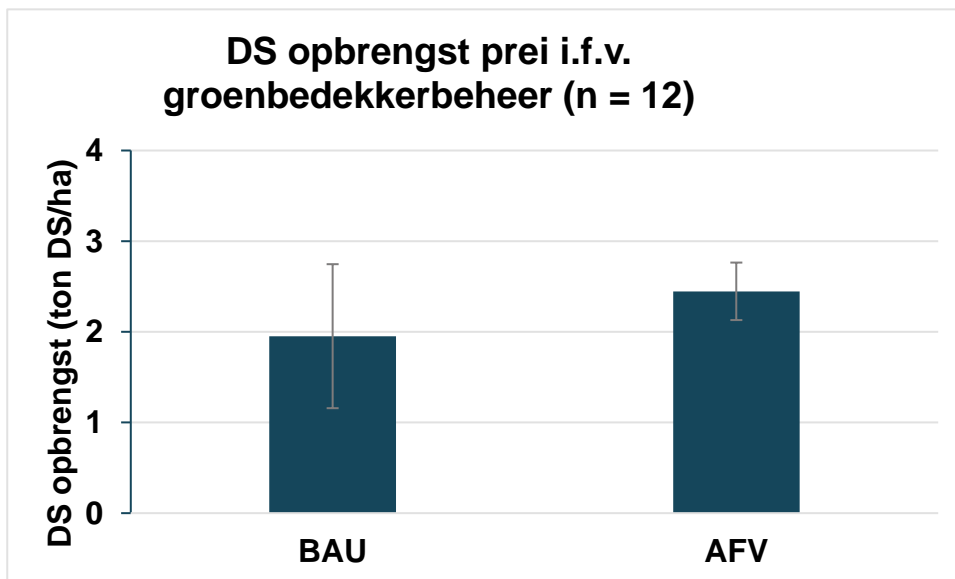
Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A

De resultaten van de droge biomassaopbrengst van de prei vertonen eenzelfde patroon als de verse biomassaopbrengsten. De droge opbrengst is 2,2 ton/ha voor alle bemestingstypen (Figuur 67). De droge opbrengst is 2,0 ton/ha op de plots waar de groenbedekker werd ingewerkt en 2,4 ton DS/ha op de plots waarbij de groenbedekker werd afgevoerd (Figuur 68).





Figuur 67: Tussentijdse droge biomassaopbrengst van de prei (ton/ha) i.f.v. bemestingstype. NB: Nulbemesting; SM: Stalmest; C: Compost



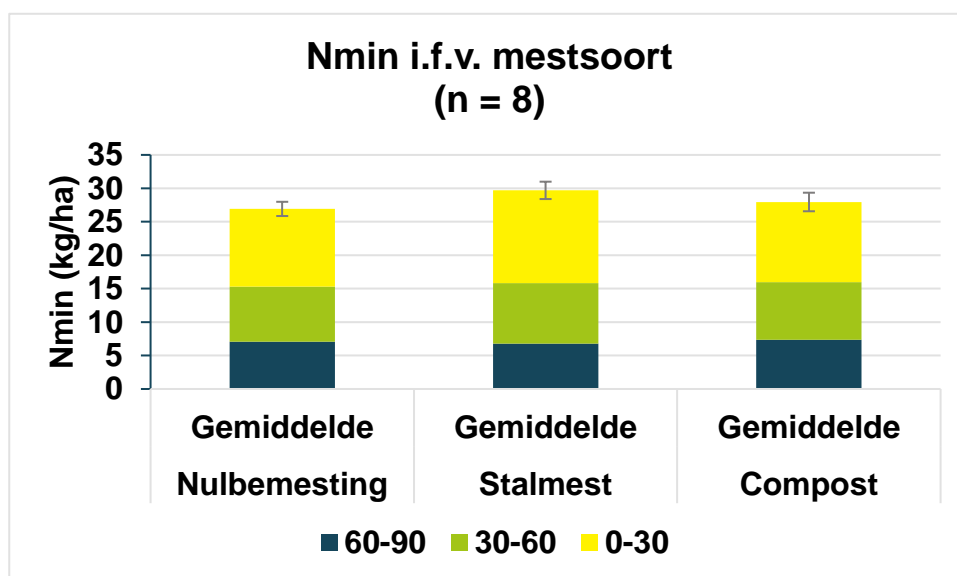
Figuur 68: Tussentijdse droge biomassaopbrengst van de prei (ton/ha) i.f.v. groenbedekkerbeheer. BAU: Business as usual; AFV: Afvoer

Minerale N-voorraden in de bodem

In 2021 werd de minerale N-voorraad in het bodemprofiel (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm) gemeten op 3 verschillende tijdstippen (op 15/06/2021, 30/08/2021 en 29/10/2021). Op 15/06/2021 werd het



groenbedekkermengsel geklepeld op de plots waar het niet werd afgevoerd, en vond de **eerste stalname** plaats. Dit was voor het toedienen van de bemesting en het planten de prei. Op het moment van de eerste stalname was de minerale N-voorraad (0-90 cm) in de bodem in de plots die in 2019 en 2020 niet werden bemest en in de plots die in 2019 en 2020 werden bemest met stalmest of compost respectievelijk 27 kg N/ha, 30 kg N/ha en 28 kg N/ha (Figuur 69). De minerale N-voorraden in de bodem in de plots waar de groenbedekker in 2019 bleef staan, en waar de groenbedekker in 2019 werd afgevoerd waren gelijk en bedroegen 28 kg N/ha (Figuur 70).



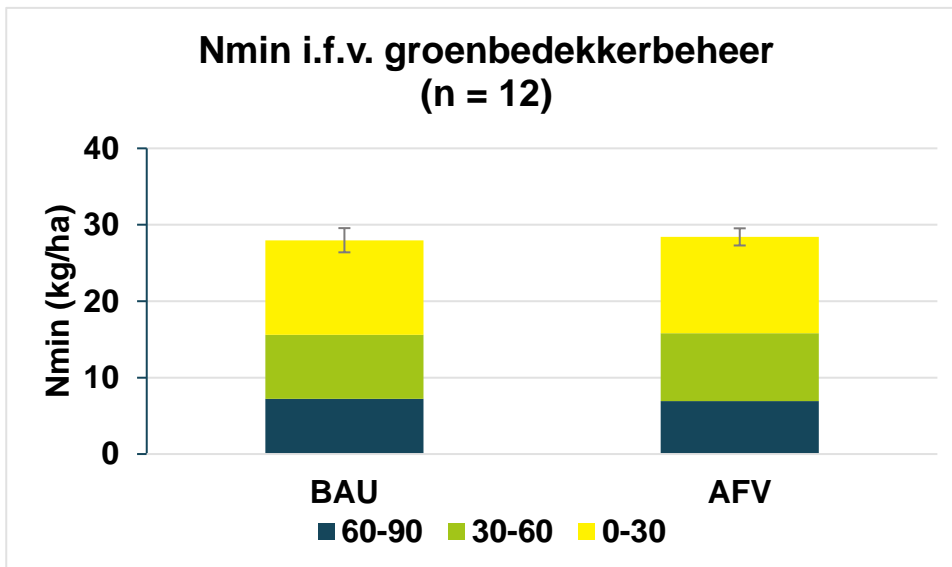
Figuur 69: De minerale N-voorraad in het bodemprofiel (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm) i.f.v. het bemestingstype. Deze stalname vond plaats op 15 juni 2021.

De variabele bemestingstype en groenbedekkerbeheer oefenen geen significant effect uit op de minerale N-voorraad in de bodem op het moment van de eerste stalname in 2021. Voor de variabelen bemestingstype en groenbedekkerbeheer zijn de niveaus niet significant verschillend van elkaar (Tabel64; Tabel65).

Tabel 64: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	A
COMPOST	A





Figuur 70: De minerale N-voorraad in het bodemprofiel (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm) i.f.v. groenbedekkerbeheer. Deze staalname vond plaats op 15 juni 2021. In 2019 werd de groenbedekker al (AFV) dan niet (BAU) afgevoerd.

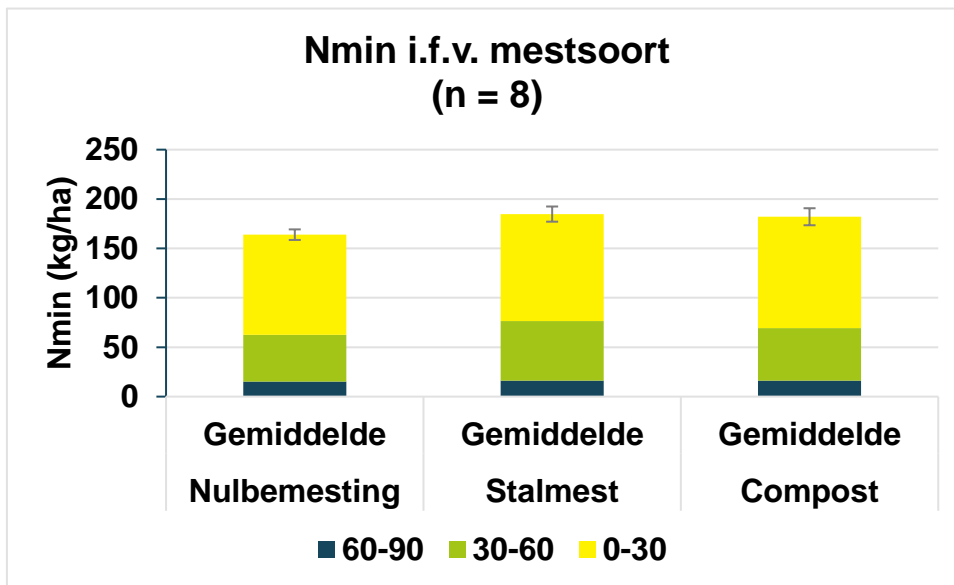
Tabel 65: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A

Verse mest en mestcompost, bereid in het najaar van 2020, werden toegepast op 15 juli 2021 op de daartoe voorziene plots. Op 22 juli 2021 werd de prei geplant.

Op 30/08/2021 vond de **tweede staalname** plaats. De minerale N-voorraden in de plots bemest met stalmest en compost waren respectievelijk 185 kg/ha en 182 kg/ha (Figuur 71). De minerale N-voorraad in de niet-bemeste plots was 164 kg/ha (Figuur 71).





Figuur 71: De minerale N-voorraad in het bodemprofiel (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm) i.f.v. het bemestingstype. Deze staalname vond plaats op 30 augustus 2021.

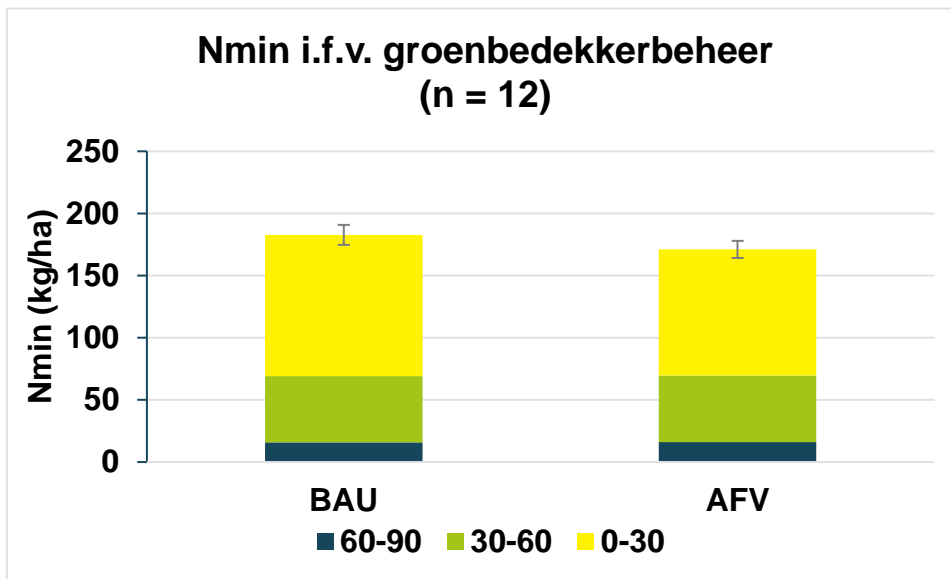
De variabele bemestingstype en groenbedekkerbeheer oefenen geen significant effect uit op de minerale N-voorraad in de bodem op het moment van de tweede staalname in 2021. Voor de variabelen bemestingstype en groenbedekkerbeheer zijn de niveaus niet significant verschillend van elkaar (Tabel 6666; Tabel67).

Tabel 66: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	A
COMPOST	A

Op 30/08/2021 was de minerale N-voorraad in de bodem 183 kg N/ha in de plots waar de groenbedekker werd behouden (en ingewerkt) en 171 kg N/ha in de plots waar de groenbedekker werd afgevoerd (Figuur 72).





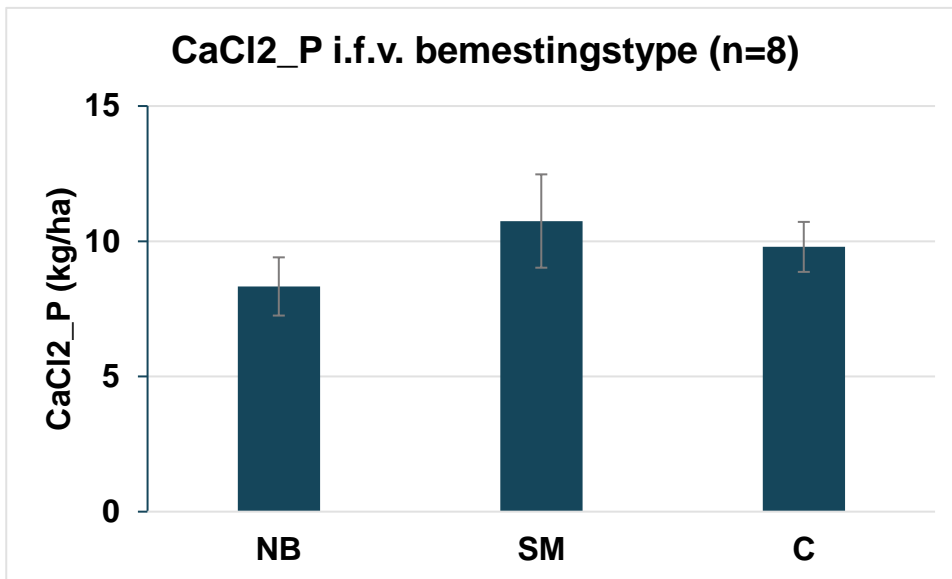
Figuur 72: De minerale N-voorraad in het bodemprofiel (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm) i.f.v. groenbedekkerbeheer. Deze staalname vond plaats op 30 augustus 2021. In 2019 en in 2021 werd de groenbedekker al (AFV) dan niet (BAU) afgevoerd.

Tabel 67: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A

Op het moment van de tweede bodemstaalname werd naast de minerale N-voorraad in het bodemprofiel ook de **calciumchloride extraheerbare fosfor** gemeten in de 0-30 cm bodemlaag. De hoogste fosforwaarden werden gemeten in de plots waarop stalmest werd toegediend, gevolgd door de plots die bemest werden met compost en de niet-bemeste plots. Het calciumchloride extraheerbare fosforgehalte in de plots bemest met stalmest, compost en niet-bemeste plots was respectievelijk 10,7 kg/ha, 9,8 kg/ha en 8,3 kg/ha (Figuur 73).

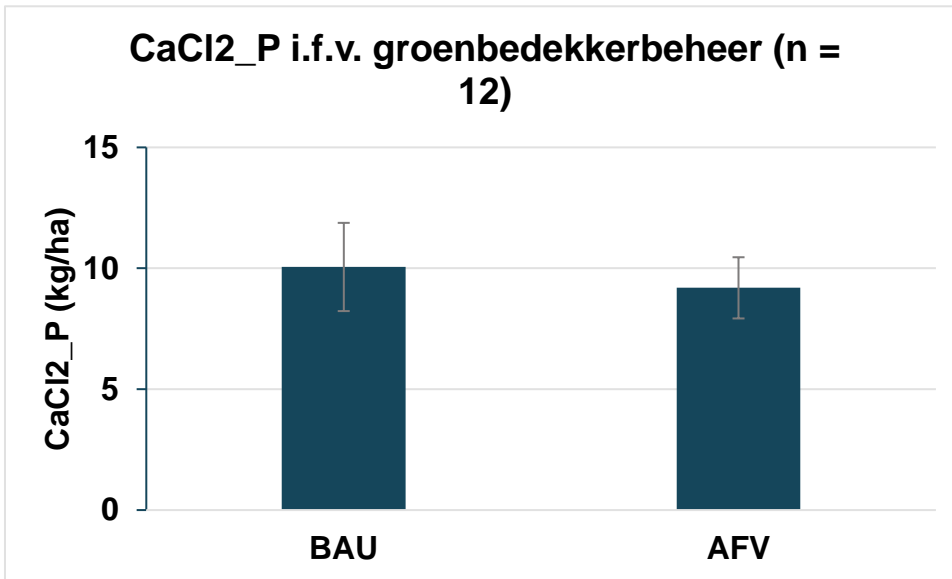




Figuur 73: De calciumchloride extraheerbare fosfor in de 0-30 cm bodemlaag i.f.v. het bemestingsstype. Deze staalname vond plaats op 30 augustus 2021. NB: Nulbemesting; SM: Stalmest; C: Compost

Het gemiddeld calciumchloride extraheerbare fosforgehalte in de bodem was 10,1 kg/ha in de plots waar de groenbedekker werd behouden en 9,2 kg/ha waar de groenbedekker werd afgevoerd (Figuur 74).





Figuur 74: : De calciumchloride extraheerbare fosfor in de 0-30 cm bodemlaag) i.f.v. groenbedekkerbeheer. Deze staalname vond plaats op 30 augustus 2021. In 2019 en in 2021 werd de groenbedekker al (AFV) dan niet (BAU) afgevoerd.

De variabele bemestingstype oefent een significant effect uit op de hoeveelheid calciumchloride extraheerbare fosfor in de 0-30 cm bodemlaag (Tabel68).

Tabel 68: p-waarde van de variabele bemestingstype. Op een significantieniveau van 0,05 oefent het bemestingstype een significant effect uit op de calciumchloride extraheerbare fosfor in de bodem.

Beheertype	P-waarde
Bemestingstype	$2.4 \cdot 10^{-3}$

De niveaus nulbemesting en stalmest van de variabele bemestingstype kunnen ingedeeld worden in significant verschillende groepen. Het niveau compost ligt tussenin de niveaus nulbemesting en stalmest maar is er niet significant verschillend van (

Tabel69). Voor de variabele groenbedekkerbeheer kan men geen significant onderscheid maken tussen de verschillende niveaus (Tabel70).



Tabel 69: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	B
COMPOST	AB

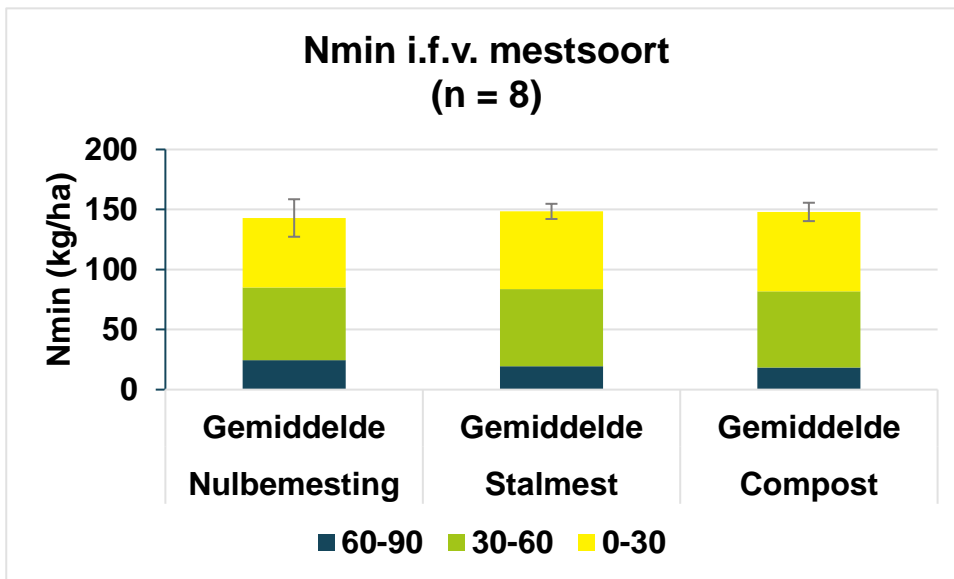
Tabel 70: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A

De **derde staalname** vond plaats op 29/10/2021. In tegenstelling tot in 2020 was het gewas (aardappelen in 2020 en prei 2021) op het moment van de derde staalname nog niet klaar om geoogst te worden. De derde staalname vond in 2021 plaats tijdens het groeiseizoen van het gewas.

De minerale N-voorraad (0-90 cm laag) was van dezelfde grootteorde voor alle bemestingsvarianten, met eenzelfde waarde in de bemeste plots. De minerale N-voorraad was 148 kg N/ha in de plots bemest met stalmest of compost en was 143 kg N/ha in de niet-bemeste plots (Figuur 75). De minerale N-voorraad in de plots waar de groenbedekker werd ingewerkt was 147 kg N/ha en 146 kg N/ha in de plots waar de groenbedekker werd afgevoerd (Figuur 76).





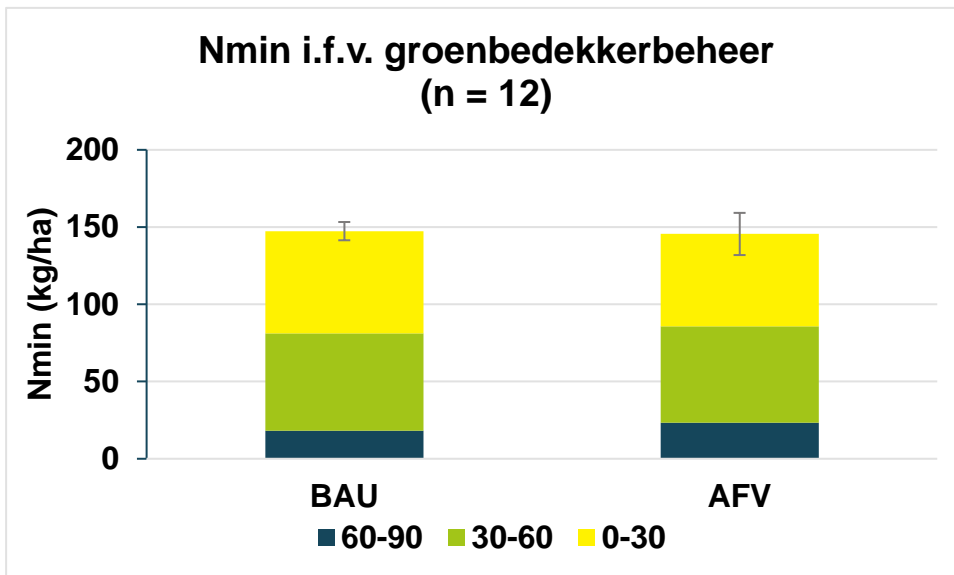
Figuur 75: De minerale N-voorraad in het bodemprofiel (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm) i.f.v. het bemestingstype. Deze staalname vond plaats op 29 oktober 2021.

De variabelen bemestingstype en groenbedekkerbeheer oefenen geen significant effect uit op de minerale N-voorraad in de bodem op het moment van de derde staalname in 2021. Voor de variabelen bemestingstype en groenbedekkerbeheer zijn de niveaus niet significant verschillend van elkaar (Tabel 71; Tabel 72).

Tabel 71: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	A
COMPOST	A





Figuur 76: De minerale N-voorraad in het bodemprofiel (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm) i.f.v. groenbedekkerbeheer. Deze staalname vond plaats op 29 oktober 2021. In 2019 en in 2021 werd de groenbedekker al (AFV) dan niet (BAU) afgevoerd.

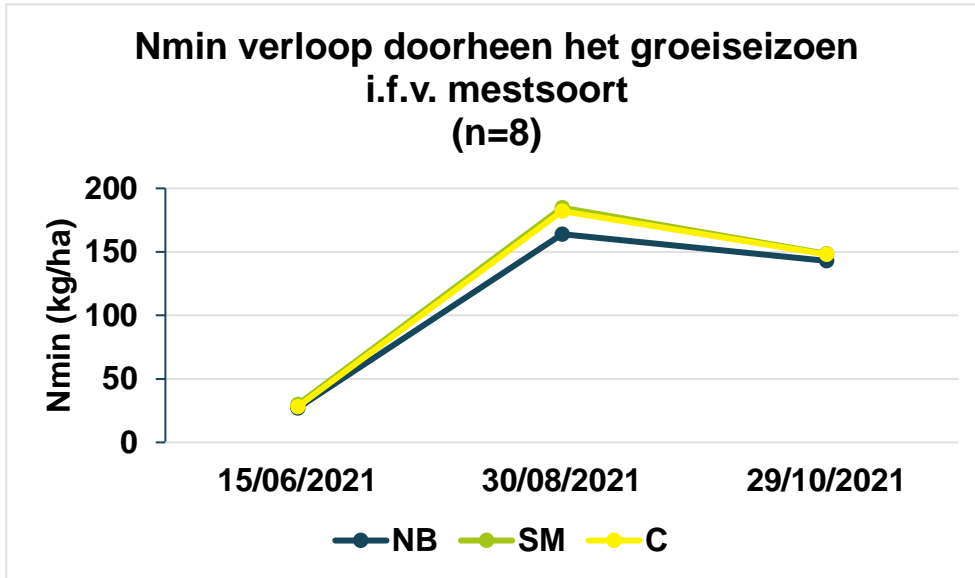
Tabel 72: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A

N-dynamiek in 2021

De minerale N-voorraad in de bodem was quasi gelijk voor alle bemestingstypen op het moment van de eerste bodemstaalname in 2021 (Figuur 77). De minerale N-voorraad stijgt aanzienlijk tussen de eerste en de tweede staalname, dit zowel in de bemeste als in de niet-bemeste plots. De stijging is meer uitgesproken in de bemeste dan in de niet-bemeste plots, wat in verband kan gebracht worden met de N-input via de bemesting ofschoon de variabele bemestingstype op dat moment geen significant effect heeft op de minerale N-voorraad in de bodem. Tussen het tweede en derde staalnamemoment vindt er een lichte daling plaats en vervaagt het verschil in minerale N-voorraad tussen de bemeste en de niet-bemeste plots (Figuur 77).





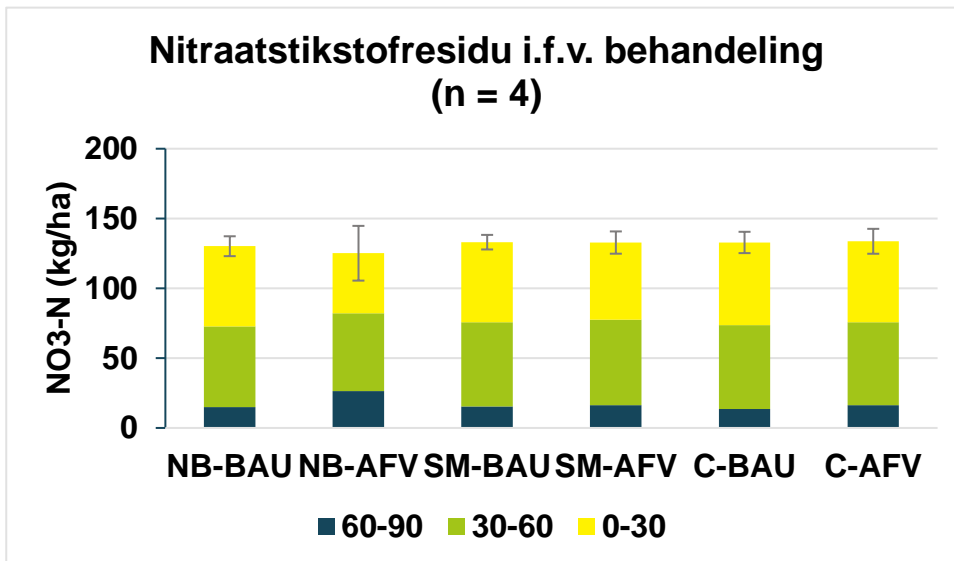
Figuur 77: Verloop van het minerale N-voorraad (kg/ha) in de bodem (0-90 cm) tijdens het groeiseizoen 2021-2022. De groenbedekker werd gemaaid en afgevoerd (AFV) of ingewerkt (BAU) op 15/06/2021. De proefopzet werd bemest op 15/07/2021. De prei werd geplant op 22/07/2020 en geoogst op 29/03/2022. NB: Nulbemesting; SM: Stalmest; C: Compost

Nitraatstikstofresidu in oktober 2021

Het nitraatstikstofresidu is zeer gelijkwaardig in de bemeste plots. In de plots die bemest werden met compost was het nitraatstikstofresidu 133 kg/ha en dit zowel in de plots waar de groenbedekker werd afgevoerd alsook in de plots waar de groenbedekker werd ingewerkt (Figuur 78). In de plots die bemest werden met stalmest is het nitraatstikstofresidu 133 kg/ha in de plots waar de groenbedekker werd ingewerkt en 134 kg/ha in de plots waar de groenbedekker werd afgevoerd (Figuur 78). Het nitraatstikstofresidu is schijnbaar lager (echter niet significant) in de niet-bemeste plots dan in de bemeste plots, met een waarde van 125 kg/ha in de niet-bemeste plots waar de groenbedekker werd afgevoerd en 130 kg/ha in de niet-bemeste plots waar de groenbedekker werd ingewerkt (Figuur 78). De impact van het groenbedekkerbeheer op het nitraatstikstofresidu in de bodem is het meest uitgesproken in de niet-bemeste plots. Het laagste nitraatstikstofresidu werd waargenomen in de niet-bemeste plots waar de groenbedekker werd afgevoerd.

Voor alle bestudeerde combinaties (n=6) is het gemiddeld nitraatstikstofresidu in de bodem hoger dan de drempelwaarde van 85 kg/ha (eerste drempelwaarde voor specifieke teelten in gebiedstype 2, VLM).





Figuur 78: Nitraatstikstofresidu i.f.v. behandeling (bemestingstype en groenbedekkerbeheer). NB: Nulbemesting; SM: Stalmest; C: Compost; BAU: Business as usual; AFV: Afvoer

De variabelen bemestingstype en groenbedekkerbeheer oefenen geen significant verschil uit op het nitraatstikstofresidu in de bodem in oktober 2021. Voor de variabelen kunnen de niveaus niet ingedeeld worden in significant verschillende groepen (Tabel73; Tabel74).

Tabel 73: Groepindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	A
COMPOST	A

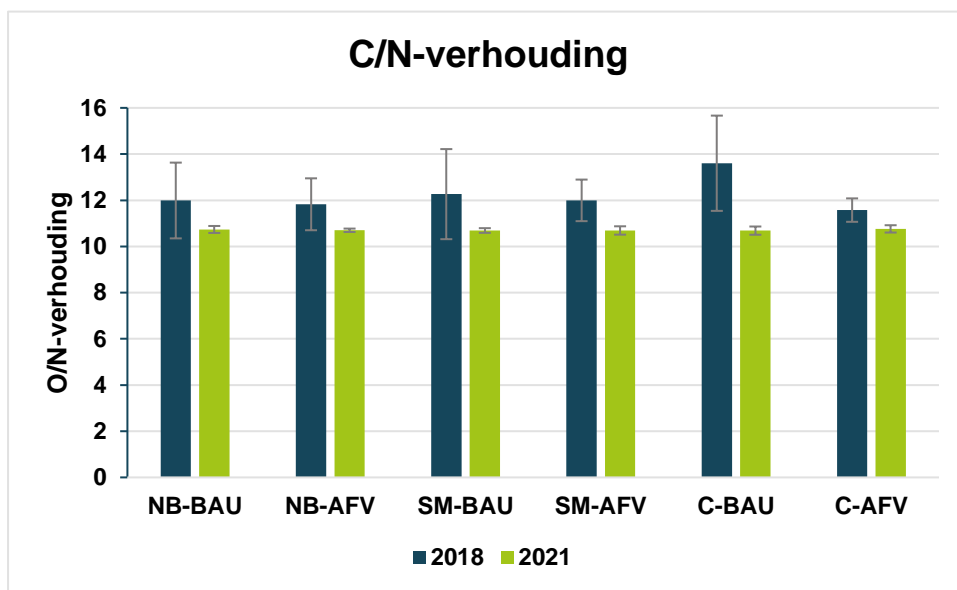
Tabel 74: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A



Dynamiek van de C/N-verhouding in de 0-30 cm bodemlaag

In de driejarige periode waarin de verschillende bemestingstypen en varianten qua groenbekkerbeheer werden toegepast is de C/N-verhouding in de 0-30 cm bodemlaag gedaald, en dit voor alle geanalyseerde behandelingen (Figuur 7979). De eerste staalname dateert uit het jaar 2018, vlak voor de start van toepassen van de verschillende beheertypen. De daling is het meest uitgesproken op de plots met behandelingen SM-BAU en C-BAU, met respectievelijke dalingen van 1.6 en 2.9 eenheden. Op de plots met behandeling C-AFV is de gemiddelde daling beperkter dan op de overige plots en bedraagt de daling slechts 0.8 eenheden.



Figuur 79: De C/N-verhouding (0-30 cm) i.f.v. behandeling (bemestingstype en groenbedekkerbeheer). NB: Nulbemesting; SM: Stalmest; C: Compost; BAU: Business as usual; AFV: Afvoer

De variabelen bemestingstype en groenbedekkerbeheer oefenen geen significant verschil uit op de C/N-verhouding in de 0-30 cm bodemlaag in oktober 2021. Binnenin de variabelen kunnen de niveaus niet ingedeeld worden in significant verschillende groepen (Tabel75; Tabel76).

Tabel 75: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	A
COMPOST	A



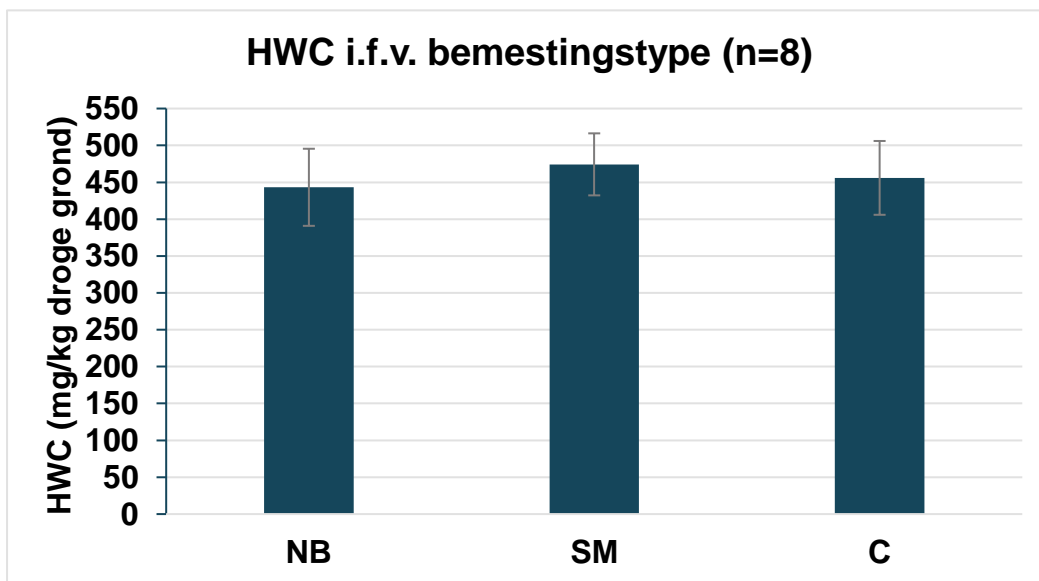
Tabel 76: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer. Niveaus die tot eenzelfde groep behoren zijn niet significant verschillend, niveaus die tot verschillende groepen behoren zijn wel significant verschillend.

Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A

HWC, HWP en MBC

Op 16 november 2021 vond een bijkomende bodemstaalname plaats in de 0-30 cm laag voor het bepalen van de hoeveelheid heet water extraheerbare koolstof (HWC), de hoeveelheid heet water extraheerbare fosfor (HWP) en de hoeveelheid microbiële koolstof (MBC).

In de plots die bemest werden met SM en C was de HWC respectievelijk 474 mg/kg droge grond en 456 mg/kg droge grond. In de niet-bemeste plots was de HWC 443 mg/kg droge grond (Figuur 80).



Figuur 80: De hoeveelheid HWC in de 0-30 cm bodemlaag i.f.v. het bemestingstype. Deze staalname vond plaats op 16 november 2021. NB: Nulbemesting; SM: Stalmest; C: Compost

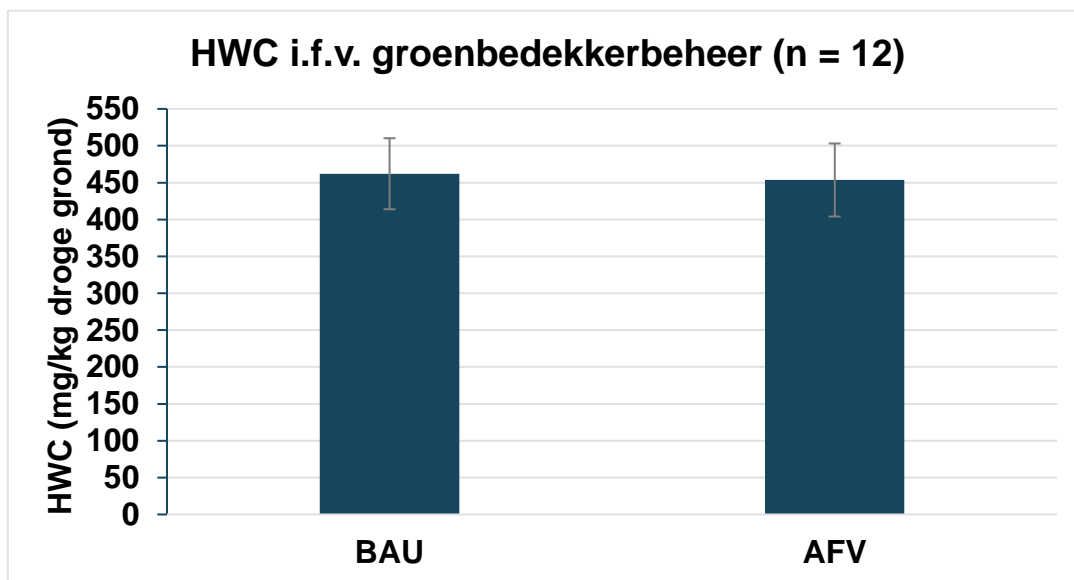
De variabelen bemestingstype en groenbedekkerbeheer oefenen geen significant effect uit de op hoeveelheid HWC in de bodem. Voor beide variabelen liggen de niveaus in eenzelfde groep (Tabel77; Tabel 78).



Tabel 77: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	A
COMPOST	A

De HWC was 462 mg/kg droge grond in de plots waar de groenbedekker werd ingewerkt en 454 mg/kg droge grond in de plots waar de groenbedekker werd afgevoerd (Figuur 811).



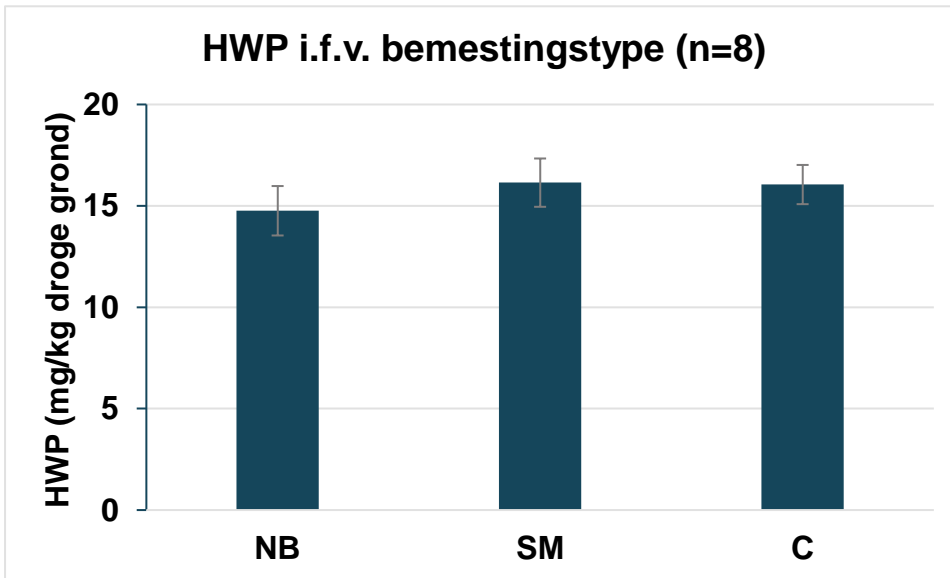
Figuur 81: De hoeveelheid HWC in de 0-30 cm bodemlaag i.f.v. groenbedekkerbeheer. Deze staalname vond plaats op 29 oktober 2021. In 2019 en in 2020 werd de groenbedekker al (AFV) dan niet (BAU) afgevoerd.

Tabel 78: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer

Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A



De hoeveelheid HWP in de bodem was gelijk in de plots bemest met stalmest of compost, met respectievelijke waarden van 16,1 mg/kg droge grond. In de niet-bemeste plots was de hoeveelheid HWP gelijk aan 14,8 mg/kg droge grond (Figuur 822).



Figuur 82: De hoeveelheid HWP in de 0-30 cm bodemlaag i.f.v. het bemestingstype. Deze staalname vond plaats op 29 oktober 2021. NB: Nulbemesting; SM: Stalmest; C: Compost

De variabele bemestingstype oefent een significant effect uit op de HWP in de bodem (Tabel79). De variabele groenbedekkerbeheer oefent geen significant effect uit de hoeveelheid HWP in de bodem. Het niveau NB van de variabele bemestingstype heeft een significant lagere hoeveelheid HWP dan de niveaus SM en C (Tabel80).

Tabel 79: P-waarde van de variabele bemestingstype. Op een significantie niveau van 0.05 oefent het bemestingstype een significant effect uit op de hoeveelheid HWP in de bodem.

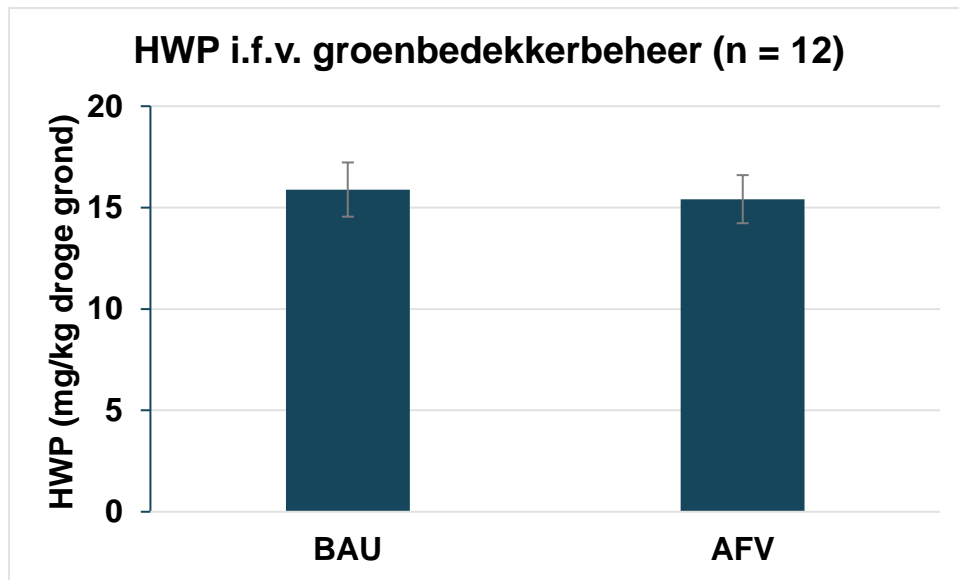
Variabele	P-waarde
Bemestingstype	$1.6 \cdot 10^{-2}$

Tabel 80: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	B
STALMEST	A
COMPOST	A



De gemiddelde hoeveelheid HWP was 15,9 mg/kg droge grond waar de groenbedekker werd ingewerkt en 14,5 mg/kg droge grond waar de groenbedekker werd afgevoerd (Figuur 833).



Figuur 83: De hoeveelheid HWP in de 0-30 cm bodemlaag i.f.v. groenbedekkerbeheer. Deze staalname vond plaats op 29 oktober 2021. In 2019 en in 2020 werd de groenbedekker al (AFV) dan niet (BAU) afgevoerd.

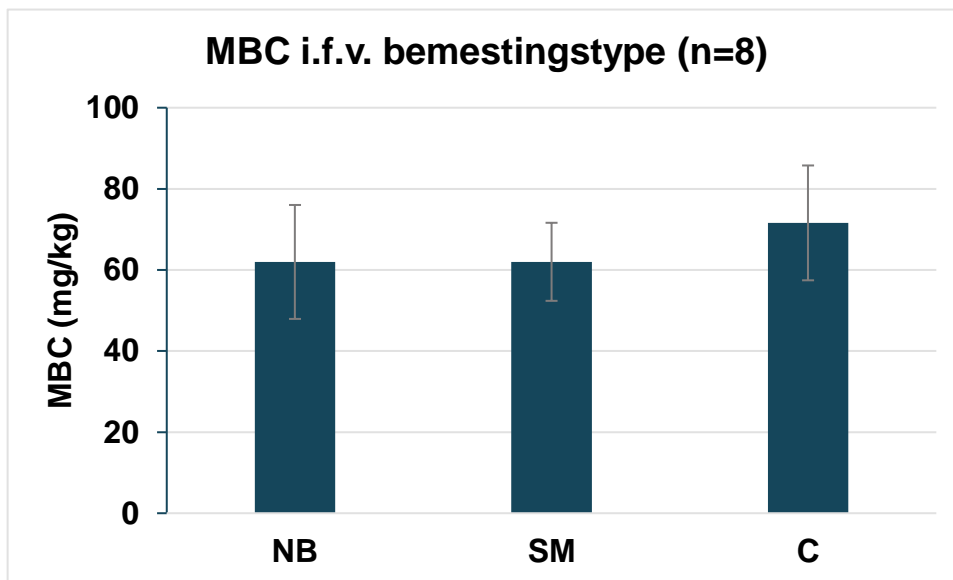
De niveaus van de variabele groenbedekker liggen in dezelfde groep (Tabel 81).

Tabel 81: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer.

Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A

De hoeveelheid microbiële koolstof (MBC) in de plots die bemest werden met stalmest was gelijk aan de hoeveelheid MBC in de niet-bemeste plots met een waarde van 62,0 mg/kg. De hoeveelheid MCB was 71,6 mg/kg in de plots bemest met compost (Figuur 8484).





Figuur 84: De hoeveelheid MBC in de 0-30 cm bodemlaag i.f.v. het bemestingstype. Deze staalname vond plaats op 29 oktober 2021. NB: Nulbemesting; SM: Stalmest; C: Compost

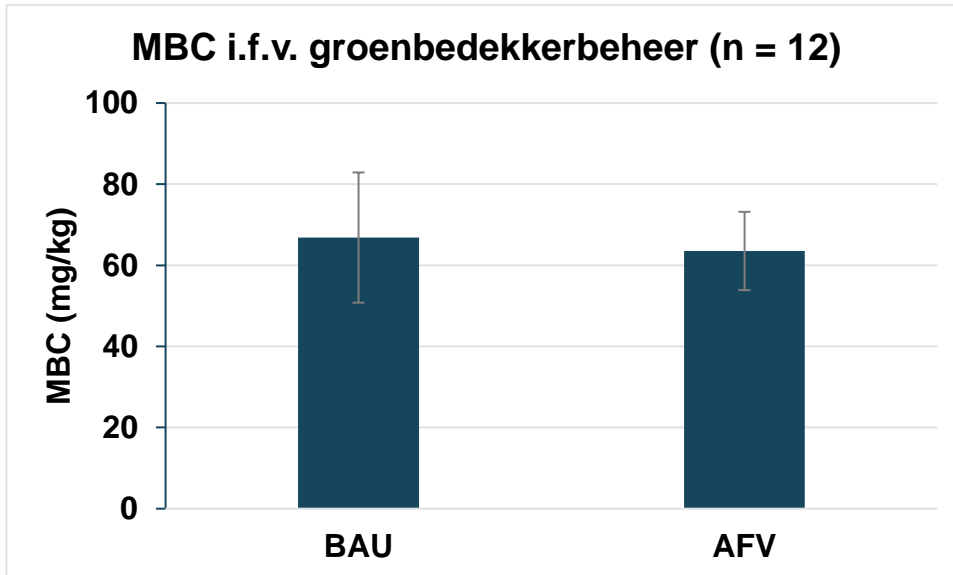
De variabelen bemestingstype en groenbedekkerbeheer oefenen geen significant effect uit op de hoeveelheid MBC. De niveaus van de variabele bemestingstype behoren allen tot dezelfde groep (Tabel 82).

Tabel 82: Groepsindeling van de verschillende niveaus van de variabele bemestingstype.

Bemestingstype	Groep
NULBEMESTING	A
STALMEST	A
COMPOST	A

De hoeveelheid MBC was 66,8 mg/kg in de plots waar de groenbedekker werd ingewerkt en 63,5 mg/kg in de plots waar de groenbedekker werd afgevoerd (Figuur 8585).





Figuur 85: De hoeveelheid MBC in de 0-30 cm bodemlaag i.f.v. groenbedekkerbeheer. Deze staalname vond plaats op 29 oktober 2021. In 2019 en in 2020 werd de groenbedekker al (AFV) dan niet (BAU) afgevoerd.

De niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer behoren allen tot dezelfde groep (Tabel83).

Tabel 83: Groepindeling van de verschillende niveaus van de variabele groenbedekkerbeheer.

Groenbedekkerbeheer	Groep
BUSINESS AS USUAL	A
AFVOER	A

Conclusie

Teeltseizoen van de aardappelen

Het afvoeren van een snede van een groenbedekker in combinatie met een compostbemesting en geen bemesting resulteerde in de laagste waarden voor de aardappelopbrengst (significante interactie bemestingstype x groenbedekkerbeheer).

De stikstofvrijstelling uit de stalmest stemde beter overeen met het stikstofopnameverloop van de aardappelen wat resulteerde in een significant hogere stikstofopname in de met stalmest bemeste plots ten opzichte van de met compost en niet-bemeste plots. De afvoer van een groenbedekkersnede in het najaar voorafgaand aan het jaar waarin de aardappelen geteeld werden resulteerde in een significant lagere stikstofopname door de aardappelen dan deze bij de aardappelen op de plots waar er geen snede van de groenbedekker werd genomen.



Het effect van de basisbemesting met stalmest en compost op de minerale stikstofvoorraad in het bodemprofiel doorheen het groeiseizoen is eerder beperkt. Hoewel er een trend werd waargenomen van hogere voorraden onder de bemeste varianten werden er geen significante verschillen vastgesteld. Dit was ook het geval voor de variabele groenbedekkerbeheer, steeds hoger gemiddelde waarden voor het niveau waar er geen snede van groenbedekker werd genomen doch geen significant verschil met het niveau waar dat wel gebeurde. Er werden dan ook geen significante verschillen vastgesteld voor het nitraatstikstofresidu tussen de niveaus van beiden variabelen, bemestingstype en groenbedekkerbeheer. Het te hoge nitraatstikstofresidu onder de groenbedekker na de aardappelen hield verband met de lage aardappelopbrengst door vochtgebrek in het teeltseizoen en een zeer slechte ontwikkeling van de winterhaver-winterwikke groenbedekker volgend op het rooien van de aardappelen door een door de hevige regenval na zaai dicht geslept bodemoppervlak. Enkel waar er niet werd bemest en waarbij de groenbedekker werd afgevoerd hadden een nitraatstikstofresidu onder de drempelwaarde.

Teeltseizoen van de prei

De tussentijdse verse biomassa-opbrengst van de prei op 3 november vertoonde geen significante verschillen, noch tussen de niveaus qua bemestingstype noch tussen de niveaus qua groenbedekkerbeheer. De waarden van de verse biomassa-opbrengst van de prei voor de niveaus van groenbedekkerbeheer vertoonden een tegengestelde trend dan diezelfde waarden voor de aardappelen: respectievelijk een hogere en lagere opbrengst bij afvoer van de snede. Een rem op de gewasontwikkeling door de vertering van de bovengrondse biomassa van de groenbedekker in natte bodemomstandigheden kan een verklaring zijn voor een schijnbaar lagere opbrengst van de prei bij behoud en inwerken van de snede.

Ook in het teeltseizoen van de prei werd bij de opeenvolgende staalnamen een trend waargenomen van hogere minerale stikstofvoorraden onder de bemeste varianten ten opzichte van de niet-bemest variant, maar werden er geen significante verschillen vastgesteld. Er werden dan ook geen significante verschillen vastgesteld voor het nitraatstikstofresidu tussen de niveaus van beiden variabelen, bemestingstype en groenbedekkerbeheer. Het te hoge nitraatstikstofresidu bij de prei hield verband met de matige ontwikkeling van de winterprei voor de wintermaanden door de één maand verlate plantdatum wegens te natte bodemomstandigheden voor machinaal planten door aanhoudend nat weer.

Opbrengsten van de groenbedekkermengsels

De vers biomassa-opbrengst van de eerste groenbedekker in 2019 verschilde niet voor de niveaus qua bemestingstype, na één enkele toepassing, maar na een eenmaal herhaalde toepassing verschilde de biomassa-opbrengst van de groenbedekker ingezaaid in het voorjaar van 2021 wel tussen de verschillende niveaus qua bemestingstype (niet tussen beide niveaus qua groenbedekkerbeheer). Plots waarop er stalmest werd toegediend hadden een significant hogere groenbedekker biomassa dan plots waarop er geen bemesting werd toegediend.

Fosforbeschikbaarheid en bodemkwaliteit

Opmerkelijk is het hogere gehalte direct opneembare P ($P\text{-CaCl}_2$) na drie maal toepassen van de basisbemesting met stalmest ten opzichte van geen basisbemesting en tussenliggende waarden voor de plots bemest met compost. Op basis van de parameter heet water extraheerbare fosfor (HWP) was de fosforbeschikbaarheid significant hoger voor de bemeste plots dan voor de niet-bemeste plots.



Voor de parameters gerelateerd aan kwaliteit van de organische stof (C/N, HWC en MBC) werden op het einde van het derde proefjaar geen significante verschillen vastgesteld. De opgetekende waarden geven ook niet zozeer een trend aan van een betere bodemkwaliteit vanwege de bemesting en de groenbemesting.

8.2 PITFRUITTEELT

De doelstelling van dit proefopzet is te onderzoeken of het intensiveren van het beheer van grasbaan en zwartstrook in een appelboomgaard de stikstofbeschikbaarheid en stikstofopname in de bloeiperiode kan verhogen voor een betere opbrengst en kwaliteit. De strategie is tweeledig, enerzijds het verhogen van de stikstofaanvoer door de teelt van vlinderbloemige groenbemesters en anderzijds het verplaatsen van maaisel van de grasbaan naar de zwartstrook.

Prioritair gestelde maatregelen

- Groenbedekkermengsels in rijstrook en boomstrook
- Type organische bemesting
- Functionaliteit van onkruid

8.2.1 Meerjarig wetenschappelijk proefopzet pitfruit

Proefopzet

De proef bestaat uit 4 objecten die vergeleken worden met de standaard van de teler (object 1). In het najaar van 2018 werden de objecten 4 en 5 ingezaaid. Het inzaaien gebeurde met de zaaimachine van de teler type MACHIO GASPARDO pijpenzaaimachine in combinatie met een rotoreg.

Dit geeft volgende objecten:

1. **Telerspraktijk:** De grasbaan werd in het najaar van 2017 reeds ingezaaid met een gras-klover mengsel. De grasbaan wordt een beperkt aantal keren per jaar gemaaid en de gewasresten blijven op de grasbaan. Ook alle gewasresten (blad en snoeihout) worden naar de grasbaan gebracht en hier verhakseld. De zwartstrook wordt een aantal keren per jaar geschoffeld.
2. **Grasklover naar de zwartstrook:** Bij dit object wordt vertrokken van dezelfde situatie als bij object 1 (grasklover in de grasbaan) maar de gewasresten (zowel maaisel als verhakseld snoeihout) worden op de zwartstrook gebracht en nadien ingeschoffeld. Hiervoor werd een standaard hakselmachine omgebouwd met transportband met zijdelingse uitvoer. Als gevolg van het droge voorjaar groeide het grasklover traag. In 2021 werd 2x gemaaid met zijdelingse afvoer, nl. op 11 juni en 26 augustus. De gewasresten van juni werden vrij snel ingewerkt. De gewasresten van augustus bleven op de zwartstrook tot na de pluk.





Figuur 86: Hakselaar met zijdelingse uitgooi

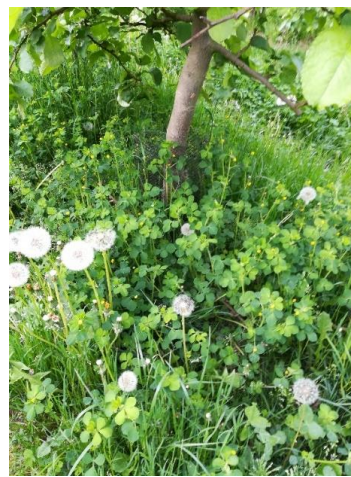
3. **Hopklaver ingezaaid in de zwartstrook:** In het voorjaar van 2019 (8 mei) werd een mengsel van hopklaver ingezaaid op de zwartstrook aan 20 kg/ha. Dit mengsel werd met de hand gezaaid en nadien lichtjes ingewerkt met een Fisher-schoffelmachine. Indien nodig wordt het in de zomer al eens gemaaid als de kopklaver te hoog wordt onder de bomen. In het najaar wordt het ondergeschoffeld. Dit gebeurde op 6 november.

Het opzet om met hopklaver te werken was dat deze zichzelf zou uitzaaien, zodat er niet elk jaar opnieuw ingezaaid moest worden. Maar in het voorjaar van 2020 werd al snel duidelijk dat er vooral veel gras stond in de zwartstrook en weinig klaver. Daarom werd beslist om opnieuw hopklaver in te zaaien. De droogte van 2020 heeft er echter voor gezorgd dat er weinig kieming was, waardoor de hoeveelheid nutriënten die mogelijks aangereikt kunnen worden, ook beperkt was.

In 2021 werd beslist niet opnieuw in te zaaien omdat de kans op slagen opnieuw zeer klein werd ingeschat. Hier en daar was er kieming van het zaad van 2020, de rest van boomstrook was volgroeid met andere kruiden.



Figuur 87: Zwartstrook met hopklaver gedeeltelijk overgroeid met gras



Figuur 88: Lokaal stond hopklaver beter



4. **Inzaai van wintererwt + winterwikke + rogge**: Tussen de wielsporen van de tractor werd in het najaar van 2018, 2019 en 2020 een mengsel gezaaid van wintererwt + winterwikke + winterrogge. De vooropgestelde dichtheid was 60 kg/ha winterrogge + 40 kg/ha winterwikke + 40 kg/ha wintererwt. Dit mengsel wordt nadien als mulchlaag gebruikt onder de bomen (hakselen met de omgebouwde hakselmachine). In 2019 waren er 2 maaironden met veel biomassa, nl. 8 april en 6 november. In 2020 werd er 3 keer gemaaid. In 2021 waren het slechts 2 maaibeurten, op 11 juni en 26 augustus.



Figuur 89: Mengsel winterrogge + winterwikke + wintererwt op 5 mei 2020

5. **Inzaai van wintererwt + rogge in de grasbaan**: Tussen de wielsporen van de tractor werd elk najaar een mengsel gezaaid van wintererwt + winterrogge. De vooropgestelde hoeveelheid was 80 kg/ha rogge + 60 kg/ha wintererwt. Dit mengsel wordt nadien als mulchlaag gebruikt onder de bomen (hakselen met de omgebouwde hakselmachine). In 2019 waren er 2 maaironden met veel biomassa, nl. 8 april en 6 november. In 2020 werd er 3 keer gemaaid. In 2021 waren het slechts 2 maaibeurten op 11 juni en 26 augustus.



Figuur 90: Mengsel winterrogge + wintererwt op 5 mei 2020



Er werd geen organische bemesting (stalmest, drijfmest of champost) op dit perceel aangebracht. Alle objecten werden in het voorjaar (26 februari 2020) wel bemest met 270 kg/ha bloedmeel (32 E N/ha). In het najaar werd een bekalking uitgevoerd met 630 kg Calsi-S.

Voor 2021 werden er een aantal aanpassingen gedaan aan deze proefopzet.

- Object 3 (hopperupsklaver in de zwartstrook) werd niet opnieuw ingezaaid. In de 2 voorgaande jaren was dit geen succes door de aanhoudende droogte. Daarom werd beslist om dit niet nog een jaar te proberen. Her en der was er wel wat kieming van het zaad van vorig jaar. Het maaisel van de onkruiden en de eventuele hopperupsklaver werd wel ondergewerkt, alsook het maaisel van de grasbaan werd zijdelings naar de zwartstrook gebracht.
- In de projectaanvraag was voorzien om op dit perceel in het laatste jaar geen extra meststoffen aan te brengen en enkel gebruik te maken van de mineralen komende van de maaimeststoffen. Maar de bomen kwamen uit een beurtjaar (geen productie in 2020 door de vorst) en hadden een massa bloemknop. Hierdoor was het niet verantwoord om de extra bemesting achterwege te laten. De N-index die in het voorjaar werd bepaald, gaf aan dat er een bemesting van 60 E N moest uitgevoerd worden. In overleg met VLM en BDB werd beslist om de bemesting te verlagen naar 45 E N.

8.2.2 Resultaten

- Standaard bodemanalyse najaar 2018 en najaar 2021

Op 26 november 2018 werd van elk object een standaard bodemstaal genomen om de startsituatie per perceel exact in kaart te brengen. Zo kunnen we in de loop van het project de evolutie opvolgen.

Tabel 84: Standaard bodemanalyse najaar 2018

Object	pH KCl	%	mg/100 g			
			O.S.	P	K	Mg
Object 1	6.3	1.11	19	20	11	154
Object 2	6.4	1.13	21	21	11	151
Object 3	6.2	1.03	21	20	11	154
Object 4	6.2	1.16	23	20	11	163
Object 5	6.2	1.13	21	20	11	157
Streefwaarden	6.5-7	1.2-1.6	14-21	15-23	10-16	181-398



Tabel 85: Standaard bodemanalyse februari 2022

Object	pH KCl	mg/100 g			
		P	K	Mg	Ca
Object 1	7.0	18	21	11	165
Object 2	6.6	20	29	12	164
Object 3*	6.7	20	23	11	158
Object 4	6.5	22	25	12	186
Object 5	6.2	23	23	11	162
Streefwaarden	6.5-7	14-21	15-23	10-16	181-398

*Hier stonden meer andere onkruiden dan hopperupsklaver

Verder werden er ook metingen gedaan op Cmic, Ntot en TOC.

Tabel 86: Analyses op Cmic, Ntot en TOC eind november 2018 + najaar 2021-voorjaar 2022

Object	HWC		Cmic (mg/kg droge grond)		Ntot (% op DS)		TOC (%)	
	Vj2018	NJ2021	Vj2018	NJ2021	Vj2018	VJ2022	Vj2018	VJ2022
Object 1	132	580	270	119	0.11	0.10	1.03	1.01
Object 2	123	590	249	397	0.11	0.11	0.78	1.15
Object 3*	123	560	309	91	0.11	0.10	0.88	1.05
Object 4	118	620	279	108	0.12	0.13	0.89	1.31
Object 5	135	510	274	195	0.11	0.11	0.84	1.14

*Hier stonden meer andere onkruiden dan hopperupsklaver

Samenstelling maaisel

Bij elke maaibeurt werd het maaisel naar de zwartstrook gebracht. Op een aantal stroken met een lengte van 10 m werd het maaisel opgevangen om een beeld te krijgen van de hoeveelheid biomassa. Van deze stalen werd ook de minerale samenstelling bepaald. In de 2019 en 2020 ging het om een 3-tal maaibeurten. In 2021 ging het om 2 maaibeurten.





Figuur 91: Opvangen van maaisel voor de metingen

Samenstelling maaisel 2019

Op 8 april, 7 juni en 6 november werd bij de objecten waarbij het maaisel naar de zwartstrook werd gebracht de opgebrachte biomassa bepaald.

Tabel 87: Bepaling hoeveelheid op de zwartstrook opgebracht maaisel in 2019 (kg/m)

Object	kg maaisel per lopende meter zwartstrook		
	8 april	7 juni	6 november
Grasklaver naar de zwartstrook	0,13	3,74	0,22
Hopperupsklaver in zwartstrook	-	-	0,72*
Wintererwt + winterrogge + wikke	0,11	3,15	0,21
Wintererwt + winterrogge	0,06	3,02	0,22

*bij het bijeenharken zat er ook een gedeelte aarde aan het mengsel dus dit is overschat

Het maaisel van de grasbaan werd opgevangen op de zwartstrook (2500 m²). De hoeveelheid vers materiaal in onderstaande tabellen geven weer wat effectief aangebracht werd op 1 ha aanplant, maar dat is in dit geval slechts 2500 m².

Tabel 88: Droge stof- en nutriëntenopbrengst van de maaisels op 8 april 2019, aangebracht op de zwartstrook

	Grasklaver naar zwartstrook	Wintererwt + winterrogge + wikke	Wintererwt + winterrogge
Vers materiaal (kg/ha) (2500 m ² zwartstrook)	9361	7881	7552
Droge stof (%)	13,9	16,8	19,2
Droge stof (kg/ha)*	1301	1324	1450
Stikstof (kg N/ha)	31,2	28,7	26,1
Fosfor (kg P/ha)	3,8	4,4	4,3



Kalium (kg K/ha)	42,2	39,3	34,4
Magnesium (kg Mg/ha)	2,6	2,4	2,2
Calcium (kg Ca/ha)	13,5	10,6	9,1
Natrium (kg Na/ha)	0,4	0,4	0,5

Tabel 89: Droge stof- en nutriëntenopbrengst van de maaisels op 7 juni 2019, aangebracht op de zwartstrook

	Grasklaver zwartstrook	naar	Wintererwt + winterrogge + wikke	Wintererwt + winterrogge
Vers materiaal (kg/ha) (2500 m ² zwartstrook)	316		279	148
Droge stof (%)	48,0		37,6	50,0
Droge stof (kg/ha)*	152		105	74
Stikstof (kg N/ha)	2,1		2,2	1,2
Fosfor (kg P/ha)	0,3		0,3	0,2
Kalium (kg K/ha)	1,9		1,8	1,0
Magnesium (kg Mg/ha)	0,2		0,2	0,1
Calcium (kg Ca/ha)	1,7		1,1	0,8
Natrium (kg Na/ha)				

Tabel 90: Droge stof- en nutriëntenopbrengst van de maaisels op 6 november 2019, aangebracht op de zwartstrook

	Grasklaver zwartstrook	naar	Wintererwt + winterrogge + wikke	Wintererwt + winterrogge
Vers materiaal (kg/ha) (2500 m ² zwartstrook)	560		1791*	529
Droge stof (%)	21,4		47	22,1
Droge stof (kg/ha)*	120		842	117
Stikstof (kg N/ha)	2,2		4,2	2,8
Fosfor (kg P/ha)	0,3		0,9	0,3
Kalium (kg K/ha)	1,9		3,3	1,9
Magnesium (kg Mg/ha)	0,2		1,0	0,2
Calcium (kg Ca/ha)	1,1		4,5	0,9
Natrium (kg Na/ha)	0,03		0,2	0,04

*bij het bijeenhariken zat er ook een gedeelte aarde aan het mengsel dus dit is overschat



Samenstelling maaisel 2020

Op 5 mei, 23 juni en 10 september werd bij de objecten waarbij het maaisel naar de zwartstrook werd gebracht de opgebrachte biomassa bepaald.

Tabel 91: Bepaling hoeveelheid op de zwartstrook opgebracht maaisel in 2020 (kg/m)

Object	Kg maaisel per lopende meter		
	5 mei	23 juni	10 september
Grasklaver	0.65	1.24	1.02
Hopklaver in zwartstrook	0.67	0.69	1.65
Wikke + erwt + rogge	0.71	1.34	1.35
Wikke + rogge	0.37	0.82	1.84

Tabel 92: Droge stof- en elementenpercentages maaisels en droge stofinput in de zwartstrook via de maaisels op 5 mei

Object	Grasklaver (grasbaan)	Hopklaver (zwartstrook)	Winterwikke + wintererwt + rogge	Wintererwt + rogge
Droge stof (%)	16.0	19.9	17.9	17.7
Droge stof (kg/ha)	261	335	317	166
Stikstof (%/DS)	3.40	2.63	2.94	2.85
Fosfor (%/DS)	0.44	0.35	0.35	0.39
Kalium (%/DS)	3.54	3.10	2.70	2.84
Magnesium (%/DS)	0.23	0.19	0.15	0.15
Calcium (%/DS)	0.95	0.80	0.76	0.56
Natrium (%/DS)	0.055	0.067	0.037	0.037

////////////////////////////////////

Tabel 93: Droge stof- en elementenpercentages maaisels en droge stofinput in de zwartstrook via de maaisels op 23 juni

Object	Grasklaver (grasbaan)	Hopklaver (zwartstrook)	Winterwikke + wintererwt + rogge	Wintererwt + rogge
Droge stof (%)	22.3	26.5	15.4	17.1
Droge stof (kg/ha)	693	455	618	351
Stikstof (%/DS)	2.81	1.59	2.69	2.34
Fosfor (%/DS)	0.32	0.23	0.31	0.33
Kalium (%/DS)	2.80	2.16	2.83	2.82
Magnesium (%/DS)	0.24	0.15	0.21	0.19
Calcium (%/DS)	1.11	0.64	0.97	0.79
Natrium (%/DS)	0.042	0.030	0.029	0.036

Tabel 94: Droge stof- en elementenpercentages maaisels en droge stofinput in de zwartstrook via de maaisels op 10 september

Object	Grasklaver (grasbaan)	Hopklaver (zwartstrook)	Winterwikke + wintererwt + rogge	Wintererwt + rogge
Droge stof (%)	22.3	26.6	21.4	18.4
Droge stof (kg/ha)	568	1098	721	845
Stikstof (%/DS)	2.67	2.18	2.72	2.83
Fosfor (%/DS)	0.34	0.31	0.32	0.34
Kalium (%/DS)	2.62	2.31	2.56	2.92
Magnesium (%/DS)	0.22	0.21	0.23	0.22
Calcium (%/DS)	1.09	1.06	1.05	0.128
Natrium (%/DS)	0.039	0.038	0.037	0.041



Tabel 95: Totale gift aan mineralen via groenbemesters in 2019 en 2020.

	Grasklaver (grasbaan)	Grasklaver (zwartstrook)	Wintererwt + wikke + rogge	Wintererwt + rogge
Droge stof (kg/ha)	3095	2729	3202	3013
Stikstof (kg N/ha)	79	44	79	67
Fosfor (kg P/ha)	10	6	10	9
Kalium (kg K/ha)	89	49	88	76
Magnesium (kg Mg/ha)	7	5	6	5
Calcium (kg Ca/ha)	33	22	29	25
Natrium (kg Na/ha)	1	1	1	1

Samenstelling maaisel 2021

In 2021 werd er 2 keer gemaaid, nl op 11 juni en 26 augustus.

Tabel 96: Bepaling hoeveelheid op de zwartstrook opgebracht maaisel in 2021 (kg/m) 2021

Object	Kg maaisel per lopende meter	
	11 juni	26 augustus
Grasklaver	4.3	4.3
Hopklaver in zwartstrook*	4.3	3.5
Wikke + erwt + rogge	4.8	1.5
Wikke + rogge	3.0	1.8

*Hier stonden meer andere onkruiden dan hopperupsklaver

Tabel 97: Droge stof- en nutriëntenopbrengst van de maaisels op 11 juni 2021

Object	Grasklaver (grasbaan)	Hopklaver (zwartstrook)*	Winterwikke + wintererwt + rogge	Wintererwt + rogge
Droge stof (%)	22.3	26.5	18.4	17.1
Droge stof (kg/ha)	2409	2904	2186	1291
Stikstof (kg N/ha)	67.7	46.2	58.8	30.2
Fosfor (kg P ₂ O ₅ /ha)	35.0	30.2	31.3	19.7
Kalium (kg K ₂ O/ha)	163	151	149	88
Magnesium (kg MgO/ha)	9.6	7.4	7.7	4.0
Calcium (kg CaO/ha)	3.7	26.0	29.7	14.3
Natrium (kg Na/ha)	1.0	0.9	0.6	0.5

*Hier stonden meer andere onkruiden dan hopperupsklaver

////////////////////////////////////

Tabel 98: Droge stof- en nutriëntenopbrengst van de maaisels op 26 augustus 2021

Object	Grasklaver (grasbaan)	Hopklaver (zwartstrook)*	Winterwikke + wintererwt + rogge	Wintererwt + rogge
Droge stof (%)	23.7	22.1	17.9	16.3
Droge stof (kg/ha)	2570	1922	687	741
Stikstof (kg N/ha)	51.1	31.1	15.3	18.2
Fosfor (kg P ₂ O ₅ /ha)	25.9	19.6	8.9	11.9
Kalium (kg K ₂ O/ha)	98	62	41	43
Magnesium (kg MgO/ha)	6.8	5.1	2.3	2.2
Calcium (kg CaO/ha)	23.7	16.4	7.0	7.7
Natrium (kg Na/ha)	1.5	0.8	0.4	0.3

*Hier stonden meer andere onkruiden dan hopperupsklaver

Tabel 99: Totale gift aan mineralen via groenbemesters in 2019, 2020 en 2021.

	Grasklaver (grasbaan)	Grasklaver (zwartstrook)	Winterwikke + wintererwt + rogge	Wintererwt + rogge
Droge stof (kg/ha)	8074	7555	6075	5045
Stikstof (kg N/ha)	198	121	153	115
Fosfor (kg P ₂ O ₅ /ha)	105	80	87	75
Kalium (kg K ₂ O/ha)	476	331	401	315
Magnesium (kg MgO/ha)	27	20	20	15
Calcium (kg CaO/ha)	73	73	77	57
Natrium (kg Na/ha)	4	3	2	2

Stikstofbeschikbaarheid in de bodem

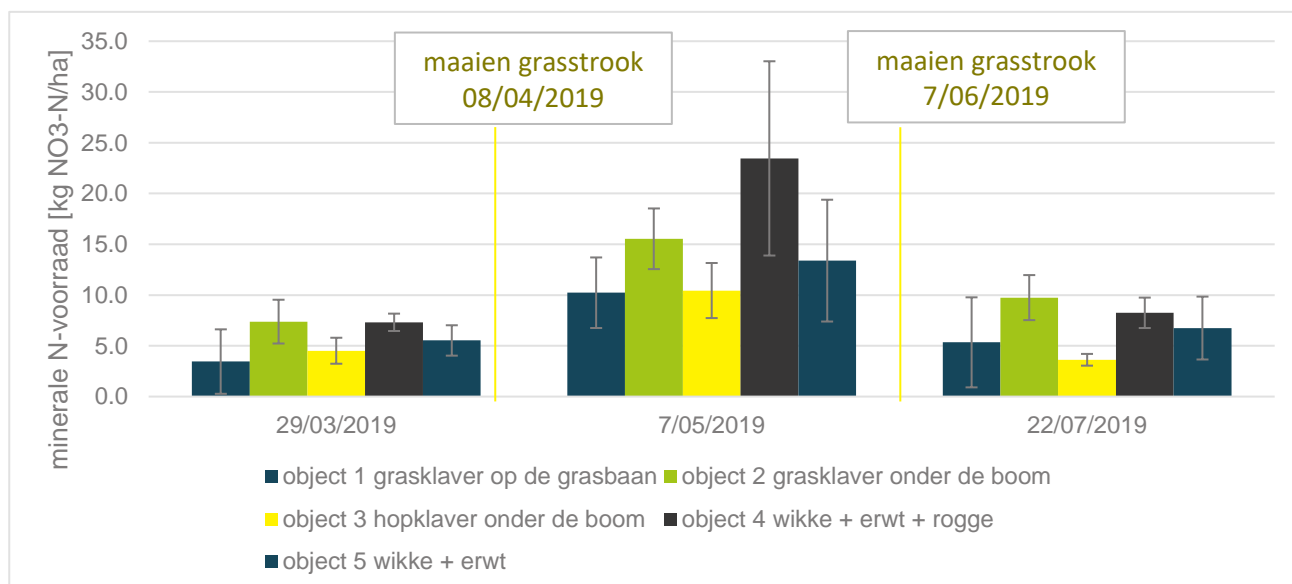
In de loop van het seizoen wordt de stikstofbeschikbaarheid in de 0-30 cm bodemlaag opgevolgd op basis van minerale stikstofbepalingen (NO₃⁻-N en NH₄⁺-N). In 2019 zijn er stalen genomen op 29 maart, 7 mei en 22 juli.



Beschikbaarheid minerale N 2019

Tabel 100: Nitraatstikstof in de 0-30 cm bodemlaag (n=4). Ammonium-N lag steeds onder of in de buurt van het detectieniveau.

Object	NO ₃ -N (kg/ha)		
	29/03/2019	07/05/2019	22/7/2019
1 Grasklaver op grasbaan	3,4	10,2	5,3
2 Grasklaver op de zwartstrook	7,4	15,5	9,8
3 Hopperupsklaver in de zwartstrook	4,5	10,4	3,6
4 Wintererwt + winterrogge + wikke	7,3	23,5	8,3
5 Wintererwt + winterrogge	5,5	13,4	6,8



Figuur 92: Verloop van de NO₃-N voorraad in de 0-30 cm bodemlaag (n =4) in het seizoen 2019.

Op 12 november 2019 werden N-min stalen genomen tot op 90 cm diepte. In de zwartstrook werden de stalen genomen per herhaling (n=4). Er werd ook telkens een staal genomen in de grasbaan.



Tabel 101: Minerale stikstofvoorraad in het 0-90 cm bodemprofiel (n=4) op 12 november 2019

Obj.	Locatie staalname	Nitraatstikstofresidu (kg/ha)			Totaal (0-90)
		0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	
1	Grasklaver op grasbaan	7	4	4	15
	Grasbaan	15	20	6	41
2	Grasklaver naar de zwartstrook	8	4	5	17
	Grasbaan	8	2	2	12
3	Hopperupsklaver in zwartstrook	6	5	2	13
	Grasbaan	10	5	3	18
4	Wintererwt + winterrogge + wikke	8	6	2	16
	Grasbaan	10	3	3	16
5	Wintererwt + winterrogge	11	5	2	18
	Grasklaver naar de zwartstrook	30	19	7	56

Beschikbaarheid minerale N 2020

In de loop van het seizoen wordt de minerale stikstofvoorraad opgevolgd aan de hand van bodemanalyses. Er werden stalen genomen op 23 maart, 11 juni en 23 november.

Tabel 102: Minerale stikstofvoorraad in de bodem over het ganse jaar (zone 0-30 cm)

Object		NO ₃ -N (kg/ha)		
		23/03/2020	11/06/2020	23/11/2020
1	Grasklaver op de grasbaan	2.9	5.0	5.3
2	Grasklaver op de zwartstrook	5.8	11.5	7.0
3	Hopklaver in de zwartstrook	5.5	6.8	4.5
4	Wintererwten + wikke + rogge	6.5	24.0	6.0
5	Wintererwt + rogge	7.3	15.3	3.3

Op 23 november werden, omwille van de droogte, N-min stalen genomen tot op 60 cm diepte. In de zwartstrook werden de stalen genomen per herhaling.



Tabel 103: Nitraatstikstofresidu op 23 november

Object	Nitraatresidu (kg/ha)		Totaal (0-60)*
	0-30 cm	30-60 cm	
1 Grasklaver op de grasbaan	5.3	3.0	8.3
2 Grasklaver op de zwartstrook	7.0	4.3	11.3
3 Hopklaver in de zwartstrook	4.5	3.0	7.5
4 Wintererwten + wikke + rogge	6.0	3.0	9.0
5 Wintererwt + rogge	3.3	3.0	6.3

* Door de droogte was het niet mogelijk om bodemstalen te nemen tot op 90 cm diepte.

Beschikbaarheid minerale N 2021

In de loop van het seizoen wordt de N-beschikbaarheid opgevolgd aan de hand van bodemanalyses. Er werden 3 keer stalen genomen op 1 maart, 21 april en 7 december. Tabel104 geeft de N-index weer aan het begin van seizoen 2021 en een vooropgesteld bemestingsadvies van BDB.

Tabel 104: N-index bepaald op 1 maart + bemestingsadvies 2021

Object	N-index (zone 0-90 cm)	Bemestingsadvies
		Kg N/ha (vollevelds)
1 Grasklaver op de grasbaan	76	114
2 Grasklaver op de zwartstrook	79	111
3 Hopklaver in de zwartstrook	80	130
4 Wintererwten + wikke + rogge	85	125
5 Wintererwt + rogge	78	112

Vooraan op elke rij werden in 2021 10 bomen niet bemest. Bij deze bomen werd apart een bodemstaal genomen op 21 april en 7 december.



Tabel 105: Mineralisatie in de bodem in het voorjaar (zone 0-30 cm)

Object	NO ₃ -N (mg/kg)				
	1/03/2021	21/04/2021		7/12/2021	
		Met bemesting	Zonder bemesting	Met bemesting	Zonder bemesting
1 Grasklaver op de grasbaan	6	14	9	15	6
2 Grasklaver op de zwartstrook	5	8	9	<3	<3
3 Hopklaver in de zwartstrook	6	12	16	12	13
4 Wintererwten + wikke + rogge	4	13	16	6	6
5 Wintererwt + rogge	5	13	7	18	36

Op 7 november werden er stalen tot op 90 cm diepte genomen. Ook dan werd er onderscheid gemaakt tussen bemest en niet bemest.

Tabel 106: Nitraatstikstofresidu op 7 november 2021

Object	Nitraatresidu (kg/ha)			Totaal (0-60)
	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	
Bemest				
1 Grasklaver op de grasbaan	6	4	3	12
2 Grasklaver op de zwartstrook	<3	4	<3	<10
3 Hopklaver in de zwartstrook	12	4	3	19
4 Wintererwten + wikke + rogge	6	<3	<3	<12
5 Wintererwt + rogge	11	7	3	21
Onbemest				
1 Grasklaver op de grasbaan	15	10	6	31
2 Grasklaver op de zwartstrook	<3	<3	<3	<9
3 Hopklaver in de zwartstrook	13	7	3	23
4 Wintererwten + wikke + rogge	6	<3	<3	<12
5 Wintererwt + rogge	36	20	6	62



Opbrengstgegevens 2019

Het opzet was om reeds in 2019 een opbrengstbepaling te doen. Door een misverstand was de eerste pluk reeds gebeurd, waardoor de totale productie niet kon bepaald worden. Er werd wel nog van elk object een staal van de 2^{de} pluk geplukt om hierop de kwaliteit te bepalen.

Vruchtkwaliteit bij de pluk

Bij de 2^{de} pluk werd de vruchtkwaliteit bepaald.

Tabel 107: Vruchtkwaliteit bij de 2^{de} pluk – 24 september 2019

Object	Hardheid (kg/cm ²)	Suikergehalte (°Brix)
1 Grasklaver op grasbaan	7,7 a	13,7 a
2 Grasklaver naar de zwartstrook	7,8 a	13,4 a
3 Hopperupsklaver in de zwartstrook	7,8 a	13,9 a
4 Wintererwt + winterrogge + wikke	7,6 a	13,9 a
5 Wintererwt + winterrogge	7,6 a	14,0 a

Blad- en vruchtanalyse

Er werden in 2019 bij de 2^{de} pluk zowel bladeren als vruchten genomen om de minerale samenstelling te bepalen.

Tabel 108: Vruchtanalyse bij de 2^{de} pluk – 24 september 2019

Object	% DS	mg/100 g vers gewicht					
		N	P	K	Ca	Mg	K/Ca
1 Grasklaver op grasbaan	13,6	35,2	11,9	129	3,9	5,4	33
2 Grasklaver naar zwartstrook	13,6	32,7	11,2	124	4,5	5,5	28
3 Hopperupsklaverklaver in de zwartstrook	14,0	30,7	10,8	116	4,5	4,2	26
4 Wintererwt + winterrogge + wikke	13,8	37,2	11,2	116	4,3	4,1	27
5 Wintererwt + winterrogge	13,9	36,2	11,3	123	4,3	4,2	28
<i>Streefwaarden</i>	-	<i>30-50</i>	<i>8,0-13,0</i>	<i>85-120</i>	<i>4,0-8,0</i>	<i>4,0-7,0</i>	<i>15-28</i>

Tabel 109: Bladanalyse

Object		% DS				
		N	P	K	Ca	Mg
1	Grasklaver op grasbaan	1,67	0,26	1,6	1,6	0,23
2	Grasklaver naar de zwartstrook	1,61	0,26	1,6	1,7	0,23
3	Hopperupsklaverklaver in de zwartstrook	1,62	0,24	1,4	2,2	0,26
4	Wintererwt + winterrogge + wikke	1,75	0,16	1,2	2,5	0,27
5	Wintererwt + winterrogge	1,74	0,17	1,3	2,3	0,25
<i>Streefwaarden</i>		<i>2,2-2,5</i>	<i>> 0,17</i>	<i>> 0,8</i>	<i>>1,3</i>	<i>> 0,2</i>

Opbrengstgegevens 2020

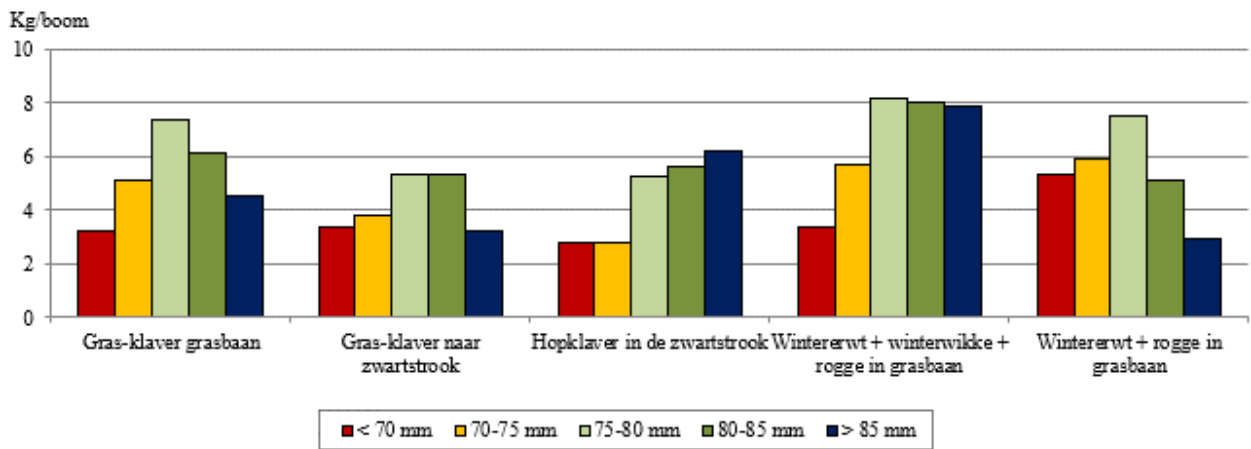
Lentenachtvorst zorgde voor zeer veel schade op dit perceel. Enkel vooraan op de rijen (kort tegen een haag) hing er een redelijke productie. Verderop in de rijen zaten de bomen volledig in een beurtjaar. Daarom was het niet relevant om de gemarkeerde plots te oogsten en hierop analyses uit te voeren. Daarom werd beslist om enkel vooraan op de rijen bij een 10-tal bomen de productie te bepalen en deze vruchten ook te gebruiken voor de kwaliteitsmetingen.

Bij de pluk op 8 september werden de productie en het vruchtgewicht bepaald.

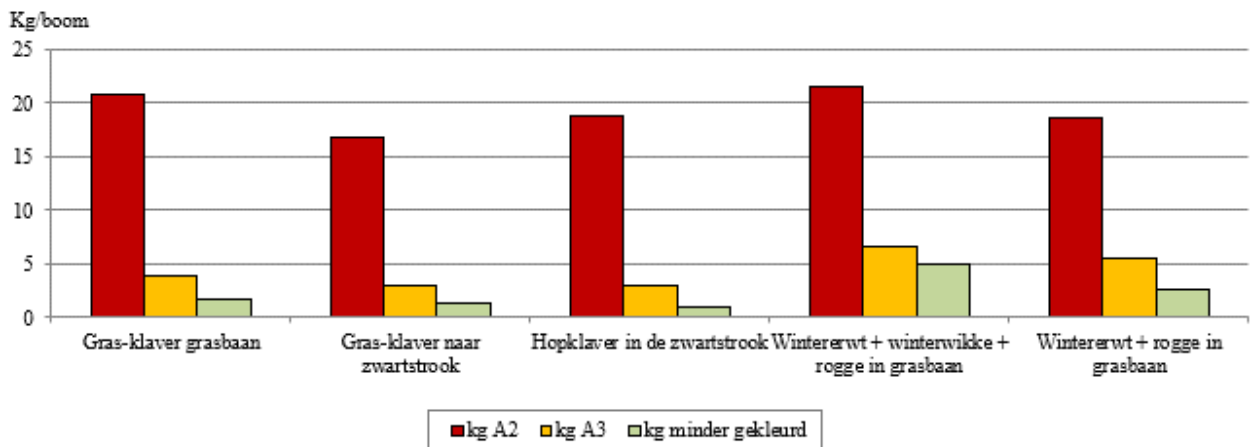
Tabel 110: Productie Red Prince 2020

Object	Kg/boom	Vruchtgew. (g)	Aantal appels	
1	Grasklaver op de grasbaan	26.3	172	155
2	Grasklaver op de zwartstrook	21.1	166	128
3	Hopklaver in de zwartstrook	22.7	179	128
4	Wintererwten + wikke + rogge	33.1	180	185
5	Wintererwt + rogge	26.7	157	171





Figuur 93: Maatsortering Red Prince 2020



Figuur 94: Maatsortering Red Prince 2020

Vruchtkwaliteit bij de pluk

Bij de pluk en na ULO-bewaring tot begin januari 2021 werd de vruchtkwaliteit bepaald.



Tabel 111: Vruchtkwaliteit bij de pluk en na bewaring

Object	Bij de pluk		Na bewaring	
	Hardheid (kg/cm²)	Suikergehalte (°Brix)	Hardheid (kg/cm²)	Suikergehalte (°Brix)
1 Grasklaver op de grasbaan	7.1	13.4	5.3	14.2
2 Grasklaver op de zwartstrook	7.3	13.3	5.4	14.1
3 Hopklaver in de zwartstrook	7.0	13.5	5.6	13.6
4 Wintererwten + wikke + rogge	7.5	13.5	5.2	13.6
5 Wintererwt + rogge	7.3	13.4	5.2	14.0

Blad- en vruchtanalyse

Bij de pluk werd de minerale samenstelling van de vruchten van de verschillende objecten bepaald.

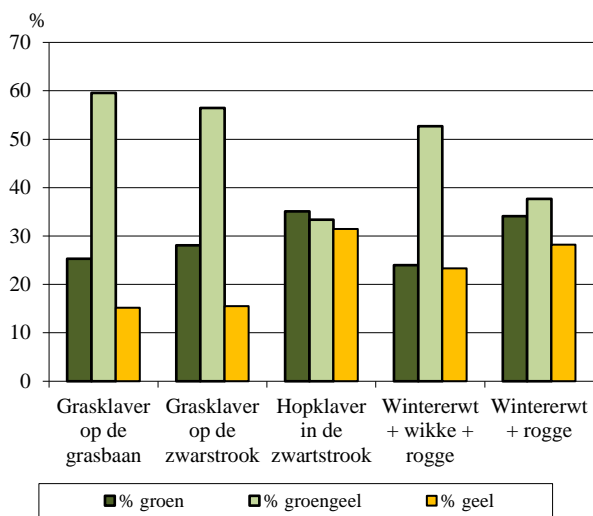
Tabel 112: Vruchtanalyse

Object	% D.S.	mg/100 g vers gewicht					K/Ca
		N	P	K	Ca	Mg	
1 Grasklaver op de grasbaan	13.9	29	8.4	104	2.9	4.2	36
2 Grasklaver op de zwartstrook	13.8	29	9.0	104	2.4	4.1	44
3 Hopklaver in de zwartstrook	14.2	28	9.4	105	2.6	4.3	41
4 Wintererwten + wikke + rogge	14.1	34	7.8	96	2.7	4.2	36
5 Wintererwt + rogge	14.3	36	8.7	106	2.4	4.3	44
Streefwaarden	-	30-50	8.0-13.0	85-120	4.0-8.0	4.0-7.0	15-28

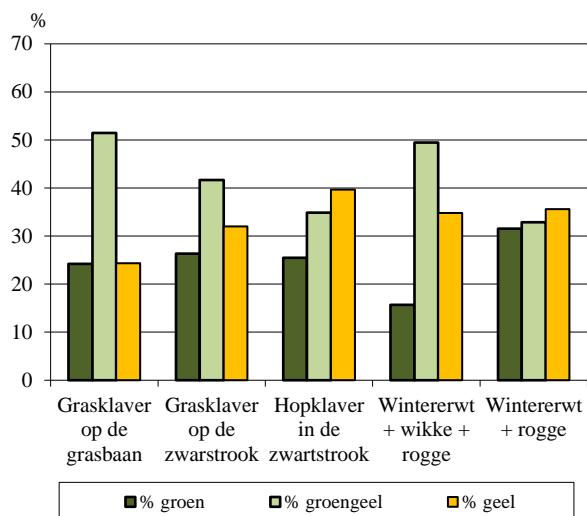
Achtergrondkleur na bewaring

Van elk objecten werden een aantal kisten in ULO bewaard tot begin januari 2021. Via kleursortering werd de achtergrondkleur van de vruchten bepaald. Vervolgens werden de stalen gedurende 2 weken op kamertemperatuur gezet. Na 1 en na 2 weken werd de achtergrondkleur opnieuw bepaald. De groene grondkleur staat immers in relatie met het N-gehalte van de vruchten.

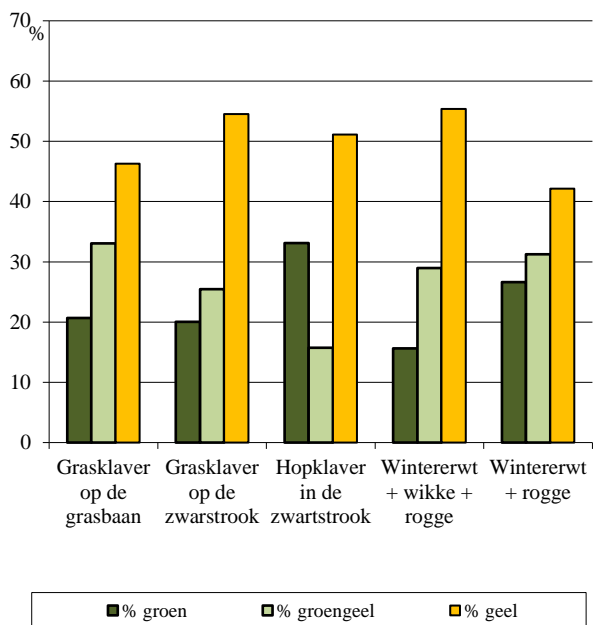




Figuur 95: Achtergrondkleur na ULO-bewaring



Figuur 96: Achtergrondkleur na 1 week uitstal



Figuur 97: Achtergrondkleur na 2 weken uitstal



Opbrengstgegevens 2021

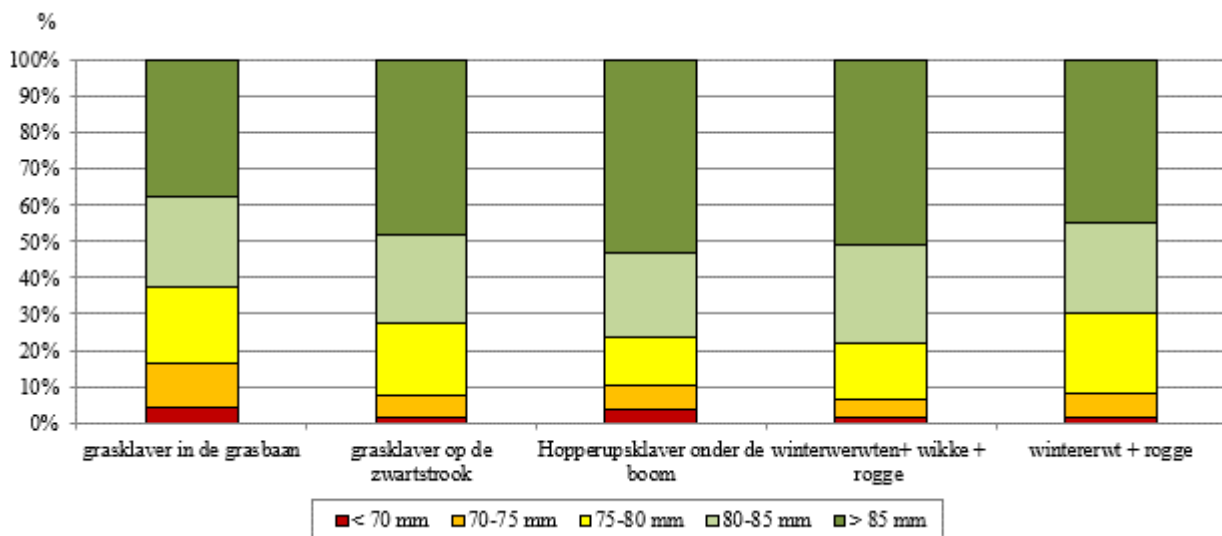
Op 27 september werd de productie bepaald voor 2021. In het veld werd de totale productie gewogen. Daarnaast werd er van elke plot een staal meegenomen voor vruchtmaatbepaling op de sorteerlijn. Dit geeft geen exacte waarde van de gemiddelde vruchtmaat, maar wel een idee.

Tabel 113: Productie Red Prince 2021

Object	Kg/boom	Vruchtgew. (g)**
1 Grasklaver op de grasbaan	22.9 a	205 a
2 Grasklaver op de zwartstrook	22.8 a	219 a
3 Hopklaver in de zwartstrook*	23.4 a	222 a
4 Wintererwten + wikke + rogge	22.8 a	223 a
5 Wintererwt + rogge	23.3 a	217 a

*Hier stonden meer andere onkruiden dan hopperupsklaver

**Vruchtmaat bepaald op een staal



Figuur 98: Maatsortering Red Prince 2021*

*Maatsortering bepaald op een staal



Vruchtkwaliteit bij de pluk

Bij de pluk en na ULO-bewaring tot begin januari 2021 werd de vruchtkwaliteit bepaald.

Minerale vruchtanalyse

Bij de pluk werd de minerale samenstelling van de vruchten van de verschillende objecten bepaald.

Tabel 114: Vruchtkwaliteit bij de pluk en na bewaring

Object		Na bewaring Hardheid (kg/cm²)
1	Grasklaver op de grasbaan	5.1
2	Grasklaver op de zwartstrook	5.0
3	Hopklaver in de zwartstrook	5.5
4	Wintererwten + wikke + rogge	5.3
5	Wintererwt + rogge	5.3

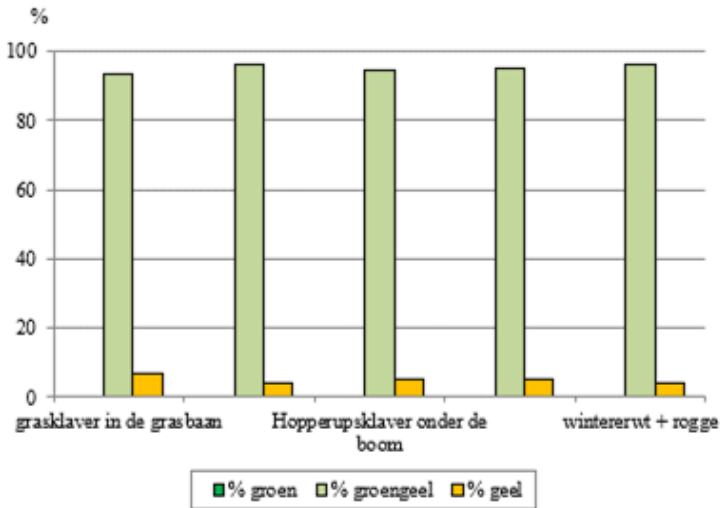
Tabel 115: Vruchtanalyse

Object	% D.S.	mg/100 g vers gewicht					K/Ca	
		N	P	K	Ca	Mg		
1	Grasklaver op de grasbaan	14.0	34	12	126	4.5	4.5	28
2	Grasklaver op de zwartstrook	14.0	38	13	134	4.1	4.9	32
3	Hopklaver in de zwartstrook	14.0	43	13	130	4.0	5.2	32
4	Wintererwten + wikke + rogge	14.1	41	12	125	4.1	4.9	30
5	Wintererwt + rogge	14.2	34	12	126	4.4	4.6	29
Streefwaarden		-	30-50	8.0-13.0	85-120	4.0-8.0	4.0-7.0	15-28

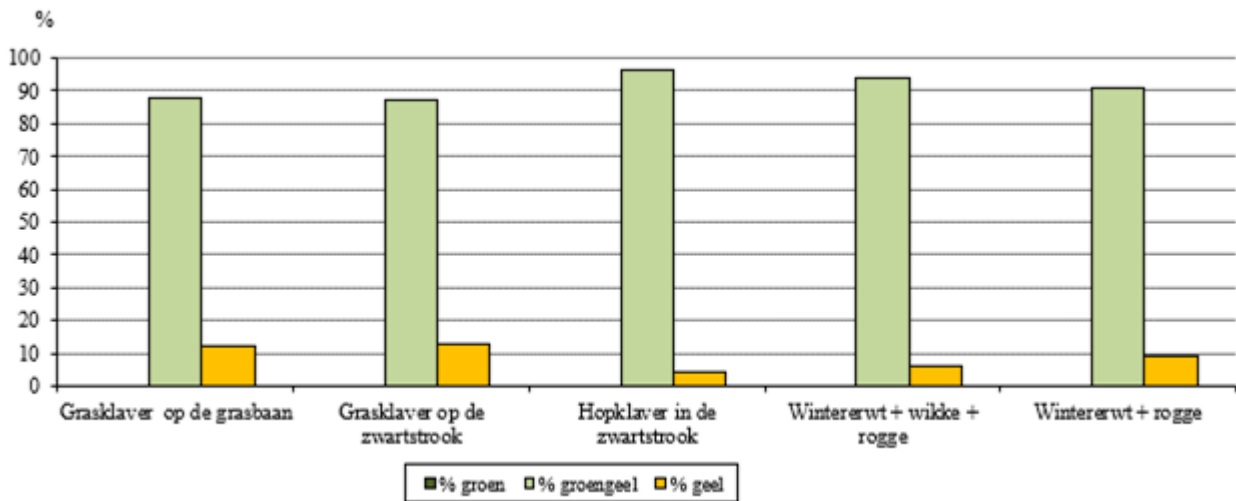
////////////////////////////////////

Achtergrondkleur bij pluk en na bewaring

Van elk object werd zowel bij de pluk als na bewaring de achtergrondkleur bepaald. Een aantal kisten werden tot midden februari 2022 in ULO bewaard. Via kleursortering werd de achtergrondkleur van de vruchten bepaald. Vervolgens werden de stalen gedurende 4 dagen op kamertemperatuur gezet. Daarna werd de achtergrondkleur opnieuw bepaald.

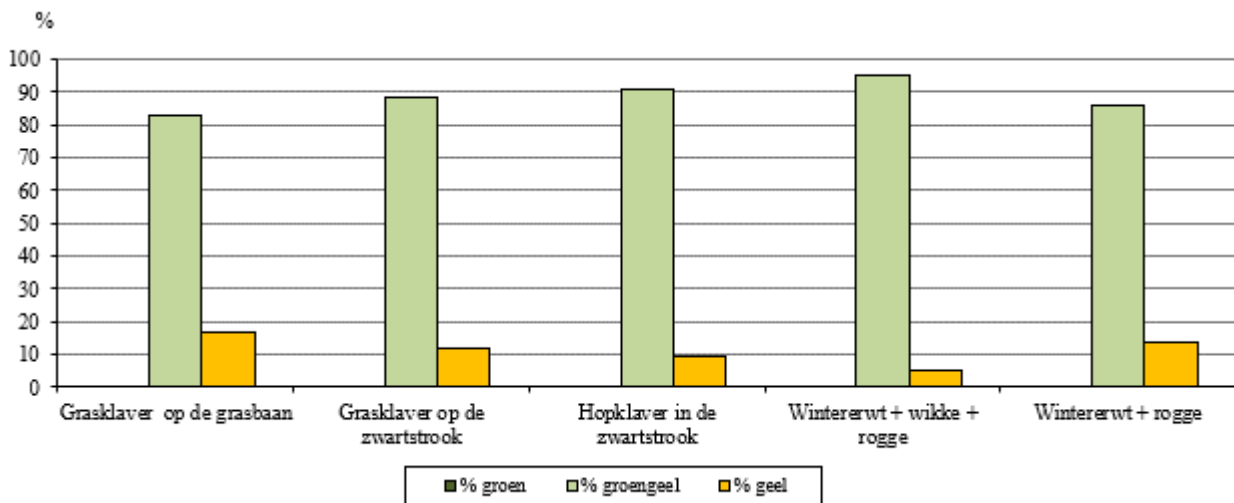


Figuur 99: Achtergrondkleur bij de pluk



Figuur 100: Achtergrondkleur na ULO-bewaring





Figuur 101: Achtergrondkleur na 4 dagen uitstal

Bespreking

De proef zat in 2019 nog maar in de opstartfase. 2020 was het 2^{de} jaar van de proef. Jammer genoeg zorgde de vorst aan het begin van het seizoen voor zeer sterke schade aan de bloesems, waardoor de proef niet in herhalingen werd bemonsterd voor productie en vruchtkwaliteit.

Voor 2021 was er een volle productie wat de betrouwbaarheid van de metingen betrouwbaarder maakt in vergelijking met 2020.

Objecten 1 en 2

Object 1 is de standaard van de teler. Het klavermengsel werd reeds in 2017 ingezaaid door de teler.

2019

- Bij de 1^{ste} maaibeurt van 2019 gaf het grasklavermengsel meer organisch materiaal in vergelijking met de objecten 4 en 5, maar dit komt vooral doordat hier het mengsel al meer was uitgestoeld. Bij de 2^{de} maaibeurt op 5 mei 2020 was het verschil minder groot.
- Bij de 2 maaibeurten later op het seizoen werd er meer materiaal naar de zwartstrook gebracht. Dit kwam op jaarbasis neer op 43.5 kg N/ha, 5.3 kg P/ha en 43.5 K/ha. Hiermee werd ongeveer een gelijkaardige hoeveelheid aan nutriënten toegediend als bij object 4.
- In het najaar van 2019 werd er in de zwartstrook geen verschil gemeten in N-residu. Maar in de grasbaan was er wel een groot verschil. Waar het mengsel niet werd afgevoerd (object 1) werd er 41 kg N/ha gemeten.



2020

- In 2020 hing er ongeveer 5 kg/boom minder bij object 2 (grasklaver aangebracht onder bomen) in vergelijking met object 1. Door de vorstschade die er was, zijn deze verschillen niet meteen betrouwbaar.
- Er werden nog geen verschillen opgetekend in minerale analyse of vruchtkwaliteit na 2 jaar.

2021

- Er werd geen verschil in productie genoteerd.
- Opnieuw was er geen verschil in minerale samenstelling van de vruchten. De extra toediening van K via het grasklavermengsel heeft nog geen aanleiding gegeven tot een hogere opname van K.
- In het najaar van 2021 werd de hoeveelheid microbiële biomassa opnieuw bepaald. Bij het object waar de grasklaver onder de bomen wordt gebracht, wordt een hoeveelheid Cmic bepaald die 3x hoger ligt dan waar er geen maaisel werd aangebracht. Bij grasklaver werd er ook minstens 2 x zoveel Cmic gemeten in vergelijking met wikke + rogge + erwt.
- In de HWC-bepaling werd er geen stijging genoteerd.
- Het aanbrengen van het grasklavermengsel op de zwartstrook had geen invloed op de achtergrondkleur van de vruchten. Bij de pluk hadden bijna alle appels een groengele achtergrond en geen groene achtergrond meer, ook bij de controle (object 1). In ULO-bewaring bleef de kwaliteit stabiel (85 tot 90% van de vruchten was nog steeds groengeel en een klein aandeel was al geel.
- Het aanbrengen van het grasklavermengsel op de zwartstrook had niet meteen een invloed op de pH. Er werd wel een stijging waargenomen van % TOC en ook het K-gehalte in de bodem is toegenomen. Hierbij zit de bodemvoorraad boven de streefwaarden. De bodemvoorraad fosfor werd niet beïnvloed.

Overzicht 2019-2021

- Dit mengsel is in de praktijk makkelijker toe te passen in vergelijking met de objecten 4 en 5. Dit mengsel geeft enerzijds een goede stevigheid aan de grasbaan. Anderzijds is het niet nodig om elk jaar opnieuw een groenbedekker in te zaaien. Bovendien is de aanrijking aan nutriënten zeker vergelijkbaar met object 4. Dit is dus zeker een volwaardig en goed alternatief.
- Op 3 jaar tijd werd er 198 kg N/ha en 476 kg K₂O/ha aangebracht via het grasklavermengsel. Ook voor P₂O₅ was er een gift van 105 kg/ha. Toch weerspiegelt zich dit nog niet meteen in de vruchtanalyses.
- De vruchtkwaliteit is na 3 jaar nog niet beïnvloed.
- De microbiële biomassa koolstof was wel hogere voor object 2 dan voor object 1. Het extra organisch materiaal dat dus ook een aantal keren per jaar oppervlakkig wordt ingeschoffeld heeft hier wel een meerwaarde.
- De extra aanvoer van N via het grasklavermengsel heeft zich tot hiertoe niet vertaald naar hogere N beschikbaarheid in de bodem.



Object 3

2019

- Bij object 3 werd er in het voorjaar van 2019 hopklaver ingezaaid. Het is echter niet evident om dit vlot machinaal te doen. Momenteel zijn er hiervoor nog geen machines ter beschikking.
- De zwartstrook werd eerst geschoffeld, nadien werd de hopklaver met de hand gezaaid en opnieuw lichtjes ingewerkt.
- Als gevolg van de droogte was de opkomst van de hopklaver niet goed gelukt.
- In 2019 werd bij dit object het laagste N-gehalte in de vruchten gemeten. Omdat de opkomst van de hopklaver niet zo goed gelukt is, lijkt het toch niet meteen een gevolg van het onderzaaien.

2020

- In het voorjaar van 2020 hoopten we dan nog een gedeelte van het zaad van 2019 zou gaan kiemen en dat de weinige hopklaver van 2019 ook extra zaad zou hebben gegeven. Dit was echter niet zo. Begin mei zagen we lokaal plaatsjes met een mooie bedekking aan hopklaver, maar meer dan 50 % van de zwartstrook was overgroeid met gras. Daarom werd beslist om opnieuw in te zaaien.
- Alvorens er ingezaaid kon worden, werd de bestaande onderbegroeiing gemaaid en ingeschoffeld. Dit gaf al zo'n 1.681 kg/ha aan vers materiaal.
- Omdat het ook in 2020 niet zo ideaal liep met de kieming, werd de zwartstrook ook in juni en september mee gemaaid. Ook dan ging het weer vooral om gras en minder om hopklaver.
- Bij de minerale vruchtanalyses van 2020 zaten de resultaten in de lijn van de objecten 1 en 2.

2021

- In 2021 werd er niet nog een keer ingezaaid. Dit maakt dat we hier enkel nog te maken hebben met de natuurlijke onderbegroeiing van de zwartstrook.
- Dit maakt dat dit object op zich niet meer echt relevant is voor deze proef.

Overzicht 2019-2021

- Volgens een constructeur moet het wel mogelijk zijn om een klein zaadbakje te monteren op een schoffelmachine om zo het zaad lichtjes te kunnen inschoffelen.
- Het al dan niet slagen van inzaaien in de nabloeiperiode onder de bomen is sterk jaarsafhankelijk. In droge jaren zoals 2019 en 2020 is de opkomst zo laag zijn dat het geen enkele meerwaarde heeft. Hierdoor kunnen we dit voor de telers op dit ogenblik zeker niet gaan adviseren.

Object 4 en 5

2019

- In 2019 was de opkomst van de mengsels die bij object 4 en object 5 in het najaar van 2018 werden ingezaaid, goed. In maart werd het wel geklepeld om het snoeihout te verhakselen. Daardoor stond er in april geen hoog gewas bij de 1^{ste} maaibeurt.
- Bij de 2^{de} maaibeurt van 2019 was er een groter volume aan organisch materiaal. Er werd 1300 à 1450 kg/ha organisch materiaal aangebracht op de zwartstrook. Het verschil tussen de beide mengsels was eerder

////////////////////////////////////

beperkt. Bij de maaibeurt van 7 juni 2019 werd respectievelijk 26.1 en 28.7 kg/ha N op de zwartstrook aangebracht. Daarnaast werd er ook vooral kalium toegevoegd.

- Doordat de grasbaan begon te vergrassen en de wikke en de rogge door het maaien niet meer aanwezig waren, werd in het najaar van 2019 opnieuw ingezaaid. De opkomst was behoorlijk.
- In het 1^{ste} jaar was er nog geen invloed op de minerale samenstelling van de bladeren of de vruchten.
- Bij object 4 (wikke + erwt + rogge) was er in het najaar van 2019 zowel in de zwartstrook als in de grasbaan weinig N beschikbaar. Bij object 5 (enkel wikke + erwt) werd er in de grasbaan toch nog een redelijke voorraad van 56 E N gemeten. Deze zat met 30 kg/ha vooral in de zone 0-30 cm diepte.

2020

- In 2020 werd er de eerste keer gemaaid begin mei. Bij object 4 werd ongeveer het dubbel (1773 kg/ha) aan vers materiaal aangebracht op de zwartstrook i.v.m. object 5 (936 kg/ha). Qua nutriënten was dit dan ook ongeveer het dubbel. Ook in juni bleef object 5 wat achter. Enkel in september was er meer maaisel bij object 5.
- Wat nutriënten betreft, was er in 2020 vooral een verschil in N-gift. Voor object 4 kwam dit uit op 45.6 kg N/ha. Bij object 5 zat dit op 36.9 kg/ha. Voor alle andere elementen waren de verschillen kleiner.
- In 2020 was er een tendens tot een iets hoger N-gehalte in de vruchten voor beide objecten i.v.m. object 1 (controle). Voor de andere elementen was er niet meteen een opvallend verschil.
- Bij de bodemstalen van 11 juni gaf object 4 een opvallend hoger nitraatstikstofgehalte aan. Deze meting vond ongeveer een maand na de 1^{ste} maaibeurt plaats. Nochtans werd er bij de objecten 2 en 3 ongeveer evenveel N aangebracht via groenbedekkers.
- In het najaar van 2020 werden enkel bodemstalen in de zwartstrook genomen. Op dat ogenblik zaten de objecten 4 en 5 in dezelfde lijn als de controle.

2021

- Net als in 2020 was er ook in 2021 een groot verschil in aanrijking van nutriënten tussen beide mengsels.
- In het najaar gaf de HWC bepaling de hoogste waarde weer voor de combinatie van wikke + rogge + erwt.
- Een opvallend resultaat in deze proef is dat het object met enkel rogge + erwt een beduidend groter aandeel aan microbiel bodemleven heeft i.v.m. rogge + wikke + erwt
- In de vruchten gaf de combinatie van rogge + wikke + erwt het hoogste N-gehalte en dit was duidelijk verschillend van het object met enkel rogge + erwt. Voor de andere elementen werden er geen verschillen opgetekend.
- Anderzijds had het object rogge + erwt ook het grootste nitraat-N-residu in het najaar. Dit situeerde zich voornamelijk in de zone 0 tot 30 cm en lag 3 x hoger i.v.m. object 4.
- Het gebruik van deze mengsels als maaimeststof had geen invloed op de achtergrondkleur van de vruchten. Net zoals bij de objecten 1 en 2 hadden ook deze appels al een groengele achtergrond bij de pluk. Deze kleur bleef stabiel tijdens Ulo-bewaring en 4 dagen uitstal.
- Vooral de mengeling met wikke, wintererwt en rogge zorgde voor een stijging van % TOC. Er was een stijging van 0.42% t.o.v. de meting van najaar 2018.



- Ook het gehalte aan kalium steeg in de bodem en komt net boven de streefwaarden uit. Net als bij object 2 was er ook hier geen invloed op de fosforreserve.
- Object 5, waar enkel winterwerwt + rogge werd gezaaid, had minder invloed op zowel % TOC als op de kaliumvoorraad.

Overzicht 2019-2021

- Deze mengsels zijn vrij vlot zaaibaar, maar moeten elk jaar opnieuw ingezaaid worden. Hierdoor zijn ze voor de fruitteler minder interessant. Zeker ook omdat in het voorjaar de grasbaan minder stevig is om er geregeld over te rijden met de sproeier. Omdat de voorjaren van 2019 en 2020 telkens zeer droog waren, was het in deze proef nog geen probleem. Maar in natte seizoenen kan dit wel een probleem vormen.
- De combinatie van erwt + wikke + rogge geeft beduidend meer biomassa en nutriënten. Voor de meeste nutriënten gaat het om een stijging van $\pm 75\%$. Enkel voor P_2O_5 zit het op $+53\%$.
- Doordat er hier elk jaar opnieuw ingezaaid moet worden, en het resultaat uiteindelijk ook niet beter is dan een standaard grasklaver, gaat de voorkeur toch uit naar de klassieke grasklaver.

Besluit

Het meest praktische op dit ogenblik is werken met grasklaver in de grasbaan en dit naar de zwartstrook brengen. Doordat dit niet elk jaar opnieuw ingezaaid moet worden, zit men in het voorjaar met een stevige grasbaan om de bespuitingen uit te voeren.

Het lijkt er ook op dat grasklaver als maaimeststof het microbieel bodemleven sterker activeert dan andere maaimeststoffen. Dit kan op termijn invloed hebben op bodemstructuur, beworteling, opname aan nutriënten... maar dit zien we na 3 jaar nog niet meteen. Om hier zicht op te krijgen zou deze vergelijking nog meerdere jaren aangehouden moeten worden.

De extra N die via maaimeststoffen wordt aangebracht kan zeker op termijn een voordeel zijn. Maar ook hier zien we na 3 jaar nog niet meteen effect van. Het verlagen van de N-bemesting is nog niet aan de orde.

Anderzijds stellen we vast dat de maaimeststoffen ook veel K aanvoeren op de zwartstrook. Bij de objecten 2 en 4 werd na 3 jaar al een stijging in de bodem gemeten. In de vruchten werd er na 3 jaar nog geen stijging waargenomen. Maar de stijging in de bodem geeft aan dat we hier, zeker bij appel, voorzichtig moeten zijn.

Het opzet van deze proef is het zoeken van organische meststoffen arm aan fosfor. Op 3 jaar tijd werd er via deze weg tussen 60 en 100 kg P_2O_5 aangebracht. In de bodem werd er geen stijging gemeten t.o.v 2018.



8.3 SIMULATIES VAN HET OC-GEHALTE IN LANGE TERMIJN BIOLOGISCHE ROTATIES ADHV ROTHC MODEL/ DEMETER-TOOL

8.3.1 Doel

In het LIFE+ project 'Demeter' ontwikkelden de Vlaamse Landmaatschappij, de Universiteit Gent en het Nederlandse Nutriënten Management Instituut de gelijknamige DEMETER-tool. Deze tool werd specifiek ontwikkeld voor de gangbare akkerbouw en groententeelt en biedt land- en tuinbouwers de mogelijkheid om zelf een optimale (voorziening nutriënten) en duurzame bemesting (evolutie organisch OC %) te berekenen voor hun percelen.

In het kader van het huidige project, 'Optimaliseren van de bemestingsstrategieën vanuit de principes van de biologische landbouw', trachten we na te gaan of de ontwikkelde DEMETER-tool ook toegepast kan worden binnen de biologische landbouw. Hierbij is de hoofdvraag of de DEMETER-tool de evolutie van het OC % van biologisch beheerde percelen correct kan voorspellen.

8.3.2 Aanpak

De aanpak was tweeledig. Enerzijds hebben we gebruik gemaakt van reeds bestaande langetermijnveldexperimenten om de bruikbaarheid van Demeter voor biologische rotaties af te toetsen. Om deze vraag te beantwoorden werden gegevens van langetermijn biologische rotaties in het buitenland opgevraagd en gebruikt als inputs voor de DEMETER-tool. De resultaten van de DEMETER-tool werden vervolgens vergeleken met de gemeten OC-gehalten op deze percelen. Anderzijds is de DEMETER-tool gebruikt om de evolutie van het organische stofgehalte te voorspellen voor een aantal proeven die aanlagen binnen het project zelf, om een validatie te kunnen uitvoeren voor de Belgische situatie. Deze proeven lagen echter pas kortere tijd aan (middellange termijn) en de validatie van de DEMETER-tool op basis van deze meetpunten is dus nog minder betrouwbaar.

De benodigde input gegevens omvatten informatie over de bodem (textuur, initieel OC %, evolutie OC %), het gewas (type, effectief organisch stofgehalte en humificatiecoëfficiënt) en de bemesting (type, dosis, effectief organisch stofgehalte en humificatiecoëfficiënt).

8.3.3 DEMETER simulaties op langetermijnveldexperimenten in het buitenland

Beschikbare gegevens

Vanuit de Wageningen Universiteit werden alle benodigde gegevens over drie langetermijn biologische gewasrotaties ter beschikking gesteld. Elk van deze drie rotaties ligt reeds 17 jaar aan te Vredepeel (Nederland).

Door het consortium werd ook herhaaldelijk de vraag gesteld aan FiBL ('research institute of organic agriculture') te Zwitserland om de data van de bekende "DOC trial" (waar al heel wat over gepubliceerd is) te mogen gebruiken binnen het kader van dit project. Deze data werden inderdaad aangeleverd. Bij grondige inspectie van de data bleken er echter grote inconsistenties te zitten in de gemeten organische koolstof- en organische stofgehalten. Dit werd ook gemeld aan FiBL, en de onderzoekers daar erkenden dat er inderdaad problemen waren met deze data, en stelden dat alle organische koolstofgehalten opnieuw zouden bepaald worden (duizenden metingen). Nadat FiBL zelf deze nieuwe data zou gepubliceerd hebben zouden we er dan ook kunnen



over beschikken. Ondanks herhaaldelijk navragen bleek in de loop van het project dat de data pas laat zouden beschikbaar komen, en is noodgewongen van deze piste afgestapt.

Simulaties van het OC-gehalte a.d.h.v.. de DEMETER-tool

→ Vredepeel

In de 17-jarige gewasrotaties te Vredepeel komen de verschillende geteelde gewassen niet op een regelmatige wijze terug (bijlage 1). Binnen de DEMETER-tool is het mogelijk om simulaties van het OC-gehalte te maken voor een gewasrotatie van maximaal 6 jaar die vervolgens herhaald wordt over een periode van 30 jaar. Bijgevolg was het niet mogelijk om de beschikbare gegevens van Vredepeel rechtstreeks te implementeren in de DEMETER-tool.

Om dit probleem te omzeilen werd het achterliggende model (RothC 26.3) van de DEMETER-tool in de R software geïmplementeerd en uitgebreid naar rotaties tot 17 jaar met behulp van het SoilR software pakket (Sierra et al., 2012). Eens dit gebeurd was, werden simulaties voor 10 fictieve gewasrotaties gemaakt in zowel de DEMETER-tool alsook de R software en met elkaar vergeleken (Tabel 116). Daaruit bleek duidelijk dat beide modellen gelijkaardige simulatieresultaten opleverden. M.a.w. de toepasbaarheid van de DEMETER-tool voor biologische rotaties kon in de R software afgetoetst worden zonder enige beperking op de samenstelling en lengte van de gewasrotatie.

Wanneer we de gesimuleerde evolutie van het OC-gehalte voor elk van de drie rotaties vergelijken met de gemeten evolutie van het OC-gehalte (Figuur 102, Figuur 103 en Figuur 104) valt het op dat beide waarden sterk verschillen in de loop van de rotatie, maar dat ze naar het einde toe terug dichterbij elkaar liggen. Daar de effectieve organische C-inputs in alle rotaties vrij constant zijn in de tijd, verwachten we een eerder geleidelijke evolutie van het OC-gehalte zoals de simulatie toont in plaats van een sterk wijzigend OC-gehalte zoals de metingen tonen. Vermoedelijk zijn deze grote variaties in metingen te wijten aan de wijze van staalname (variatie in diepte) en/of de al dan niet aanwezigheid van enig recent aangebracht organisch materiaal op de percelen op moment van staalname. Bovendien dienen we op te merken dat op het perceel te Vredepeel het OC-gehalte met twee verschillende methodes gemeten werd, nl. via gloeiverlies en via NIRS. Deze kunnen extra variatie in de gemeten waarden van het OC-gehalte veroorzaken.

→ Merelbeke

In het komende jaar zullen simulaties uitgevoerd worden voor deze rotaties.

→ FiBL

Zodra data beschikbaar zijn, zullen ook voor deze lange termijn rotaties simulaties uitgevoerd worden.

8.3.3.3. Conclusies

Door de sterke variatie in het gemeten OC-gehalte van de lange termijn proeven te Vredepeel, is het moeilijk om te beoordelen of de DEMETER-tool geschikt is voor het simuleren van de evolutie van het OC-gehalte binnen



de biologische landbouw. Echter, wijzen de gelijkmatige inputs aan effectieve organische koolstof in de richting van een gelijkmatige evolutie van het OC-gehalte, zoals de simulaties aangeven.

Verdere validatie van de DEMETER-tool zal gebeuren aan de hand van gegevens beschikbaar uit de overige twee lange termijn proeven.

Aanvullende informatie voor de volgende tabel en figuren

Gewasrotaties te Vredepeel

➔ 33.1a

Snijmais, waspeen, erwt/boon, suikerbiet, korrelmais, zomergerst, aardappel, luzerne, prei, korrelmais, prei, snijmais, aardappel, erwt, prei, zomergerst, peen

➔ 34.1a

Erwt/boon, suikerbiet, korrelmais, aardappel, zomergerst, luzerne, prei, broccoli, broccoli, zomergerst, aardappel, erwt, prei, zomergerst, peen, snijmais, aardappel

➔ 34.2b

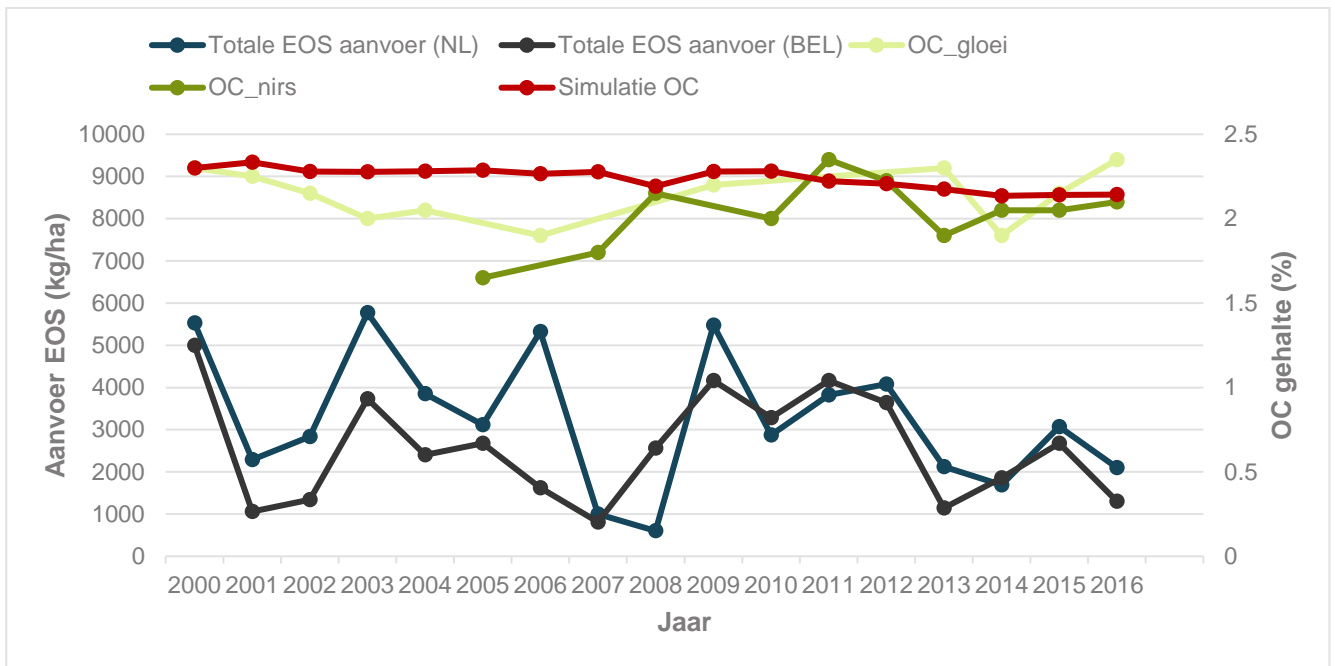
Aardappel, zomergerst, waspeen, erwt/boon, suikerbiet, aardappel, luzerne, prei, korrelmais, broccoli, zomergerst, aardappel, erwt, prei, zomergerst, peen, snijmais



Tabel 116 - Gesimuleerde OC-gehaltenes door de Demeter- en R-tool van 10 fictieve gewasrotaties die verbouwd werden op een zand- of leembodem en al of niet bemest werden (Voor de eerste vier jaar is de bemesting weergegeven, vanaf jaar vijf wordt deze volgorde van bemesting herhaald) (Cijfers in het groen geven het verschil in het gesimuleerde OC-gehalte van de beide tools aan).

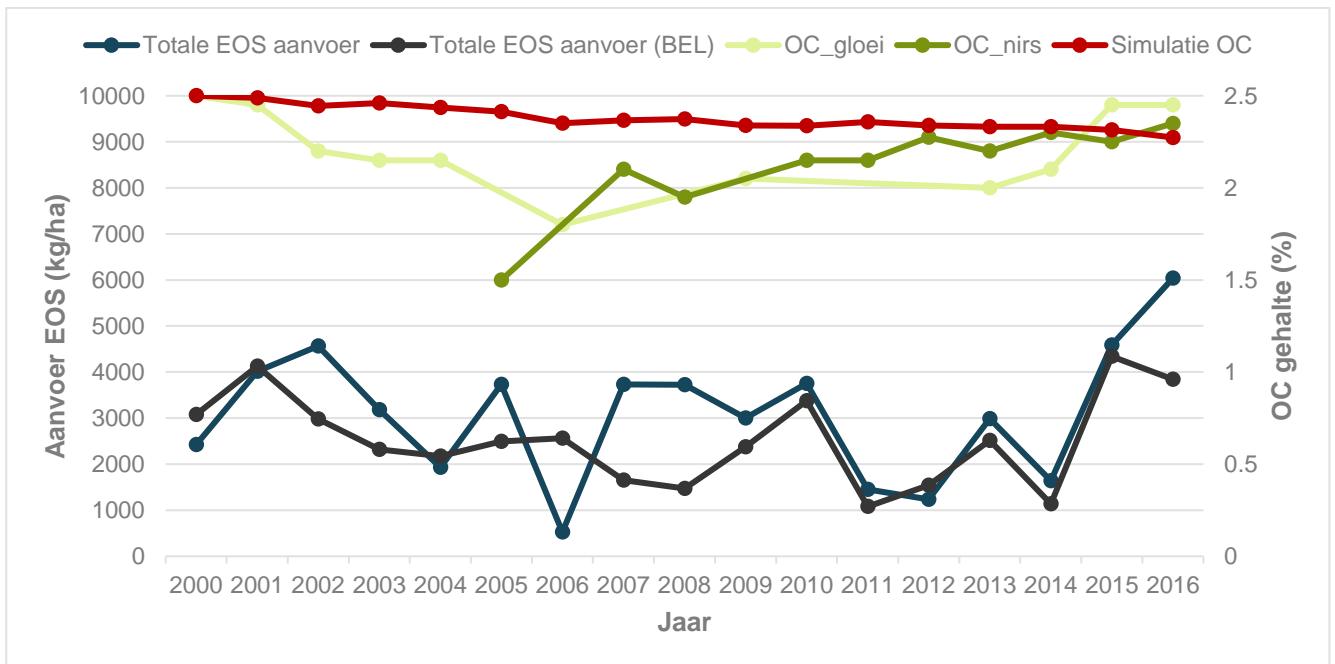
Gewasrotatie	Zand				Zandleem				Bemesting		
	Bemest		Onbemest		Bemest		Onbemest				
	Demeter	R	Demeter	R	Demeter	R	Demeter	R			
Monocultuur snijmais	1.400	1.446	1.200	1.256	1.314	1.399	1.100	1.173	50	ton	runderdrijfmest
		0.046		0.056		0.085		0.073	14	ton	vleesvarkensdrijfmest (niet brijbakken)
									25	ton	groencompost
									50	ton	runderdrijfmest
Monocultuur snijmais + gras 1ste snede geoogst	1.571	1.551	1.371	1.364	1.529	1.525	1.286	1.300	50	ton	runderdrijfmest
		-0.020		-0.007		-0.004		0.014	14	ton	vleesvarkensdrijfmest (niet brijbakken)
									25	ton	groencompost
									50	ton	runderdrijfmest
Snijmais	1.443	1.446	1.300	1.339	1.371	1.415	1.214	1.286	14	ton	vleesvarkensdrijfmest (niet brijbakken)
Aardappelen									50	ton	runderdrijfmest
Voederbieten		0.003		0.039		0.044		0.072	19	ton	runderstalmest
Haver									24	ton	zeugendrijfmest
Snijmais + gras	1.529	1.496	1.386	1.389	1.471	1.473	1.300	1.343	14	ton	vleesvarkensdrijfmest (niet brijbakken)
Aardappelen + snijrogge									50	ton	runderdrijfmest
Voederbieten + snijrogge		-0.033		0.003		0.002		0.043	19	ton	runderstalmest
Haver									24	ton	zeugendrijfmest
Knolselder	1.171	1.246	1.157	1.222	1.071	1.167	1.057	1.137	19	ton	zeugendrijfmest
Snijmais									14	ton	digestaat van varkensdrijfmest
Prei		0.075		0.065		0.096		0.080	11	ton	vleesvarkensdrijfmest (niet brijbakken)
Kropsla + Kropsla									19	ton	zeugendrijfmest
Knolselder + gras 1ste snede geoogst	1.271	1.300	1.243	1.276	1.171	1.231	1.157	1.201	19	ton	zeugendrijfmest
Snijmais + gras 1ste snede geoogst									14	ton	digestaat van varkensdrijfmest
Prei		0.029		0.033		0.060		0.044	11	ton	vleesvarkensdrijfmest (niet brijbakken)
Kropsla + Kropsla									19	ton	zeugendrijfmest
Snijmais	1.771	1.737	1.457	1.475	1.743	1.751	1.385	1.439	50	ton	runderdrijfmest
Aardappelen									50	ton	runderdrijfmest
Gras		-0.034		0.018		0.011		0.045	64	ton	runderdrijfmest
Gras									32	ton	groencompost
Kropsla + winterprei	1.557	1.566	1.357	1.390	1.514	1.558	1.300	1.345	40	ton	runderdrijfmest
Savooi + wortelen									40	ton	runderdrijfmest
Kropsla + kropsla + rode kolen		0.009		0.033		0.044		0.045	40	ton	runderdrijfmest
Savooi + wortelen									20	ton	groencompost
Wortelen	1.386	1.383	1.171	1.204	1.314	1.339	1.057	1.122	40	ton	runderdrijfmest
Prei									40	ton	runderdrijfmest
Aardappelen		-0.003		0.033		0.025		0.065	50	ton	runderdrijfmest
Bloemkolen									20	ton	groencompost
Wortelen	1.486	1.388	1.271	1.292	1.429	1.445	1.171	1.227	19	ton	runderstalmest
Prei									42	ton	kalverdrijfmest
Aardappelen + phacelia		-0.098		0.021		0.016		0.056	14	ton	digestaat van varkensdrijfmest
Bloemkolen + bladrammenas									10	ton	GFT-compost





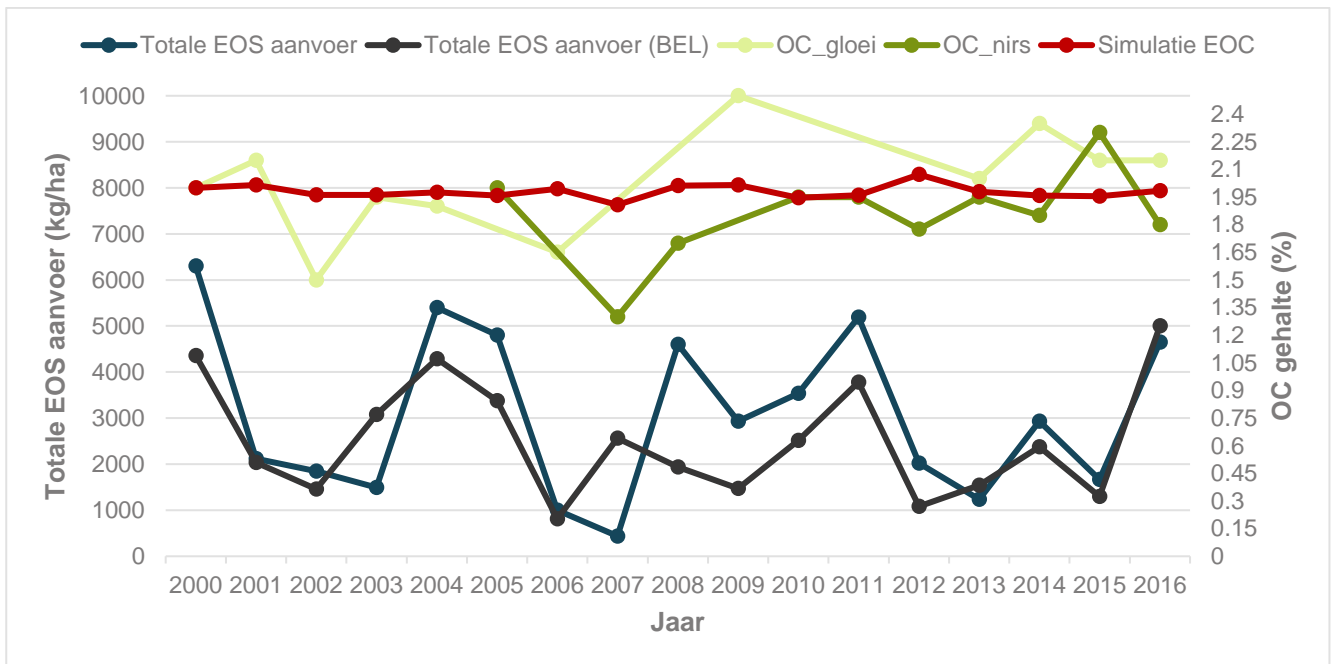
Figuur 102: Evolutie van het gesimuleerde (in rood) en gemeten OC-gehalte (in licht- en donkergroen) voor rotatie 33-1a te Vredepeel (NL), en evolutie van de jaarlijkse effectieve organische stof aanvoer (EOS) door rotatie 33-1a gebaseerd op referentiecijfers voor Nederland (in lichtblauw) en referentiecijfers voor Vlaanderen (in zwart).





Figuur 103: Evolutie van het gesimuleerde (in rood) en gemeten OC-gehalte (in licht- en donkergroen) voor rotatie 34-1a te Vredepeel (NL), en evolutie van de jaarlijkse effectieve organische stof aanvoer (EOS) door rotatie 34-1a gebaseerd op referentiecijfers voor Nederland (in lichtblauw) en referentiecijfers voor Vlaanderen (in zwart).





Figuur 104: Evolutie van het gesimuleerde (in rood) en gemeten OC-gehalte (in licht- en donkergroen) voor rotatie 34-2b te Vredepeel (NL), en evolutie van de jaarlijkse effectieve organische stof aanvoer (EOS) door rotatie 34-2b gebaseerd op referentiecijfers voor Nederland (in lichtblauw) en referentiecijfers voor Vlaanderen (in zwart).

8.3.4 DEMETER simulaties op middellange termijnveldexperimenten in België

Vanuit het Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO) werden alle gegevens van twee biologische rotaties ter beschikking gesteld. Op het moment van de analyse lagen elk van deze rotaties reeds gedurende 6 jaar aan te Merelbeke (België).

Methodiek

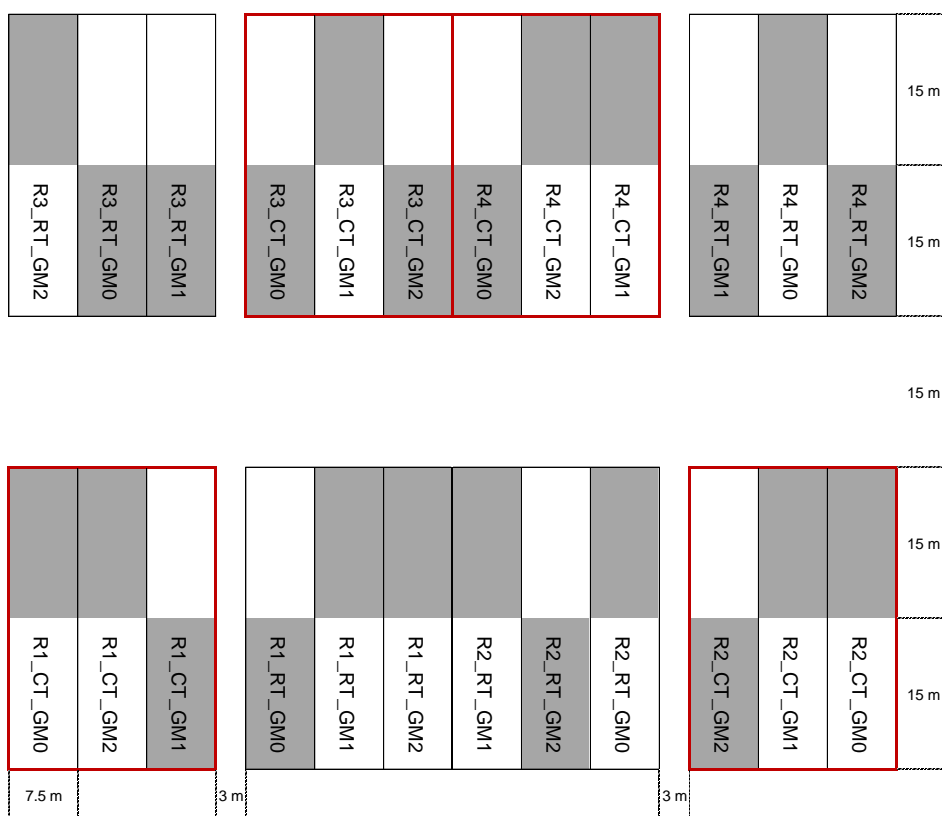
Binnen de door het ILVO opgevolgde veldproeven werden de meeste parameters gemeten die nodig zijn als input voor het model. Eventueel niet gekende parameters worden berekend op basis van de gekende data. De Demetertool is niet specifiek ontworpen voor biologische rotaties, maar kan wel gebruikt worden om ook dergelijke rotaties te simuleren. Daarbij zijn er echter een aantal aandachtspunten. De Demetertool werkt op basis van databanken waarin alle relevante kengetallen voor inputdata opgeslagen zijn, en deze databanken omvatten niet alle mogelijke materialen of situaties die in de praktijk kunnen voorkomen. In de praktijk zullen in biologische rotaties, meer dan in gangbare rotaties, situaties voorkomen waarvoor geen specifieke kengetallen voorhanden zijn, zoals de typische aard van het organisch materiaal dat wordt gebruikt, of combinaties van verschillende groenbemesters in groenbemestersmengsels.

Eén van de behandelingen in de ILVO proeven was het gebruik van gereduceerde bodembewerking (inclusief het gebruik van een zogenaamde "roller-crimper", wat dus neerkomt op een no-tillage behandeling). Gereduceerde bodembewerking kan echter niet op een correct manier gesimuleerd worden binnen Demeter:



het model gaat ervan uit dat het organisch materiaal in de bodem wordt ingemengd, en niet gewoon aan het oppervlak blijft liggen. De behandelingen met gereduceerde bodembewerking werden dus niet meegenomen in de simulaties.

Een proefschema van dit experiment is weergegeven in Figuur105 en de ruwe data omtrent de rotaties, bemesting en opbrengsten staan weergegeven in het annex excel bestand 'Ruwe data_twee 6-jarige ILVO-rotaties'.



Figuur 105: Schematische voorstelling van de langetermijn rotatieproef biologische landbouw bij het ILVO. Rn: herhaling nummer *n*; RT: gereduceerde bodembewerking; CT: conventionele bodembewerking; GM: groenbemester (0: geen groenbemester; 1: groenbemester dosis 1; 2: groenbemester dosis 2); grijs: composttoediening – wit: geen composttoediening

Hieronder bespreken we eerst hoe de simulaties in Demeter werden geïmplementeerd, met vooral aandacht voor de veronderstellingen die eventueel moesten worden gemaakt.

Globaal kan Demeter wel zinvolle trends weergeven op basis van de hier uitgevoerde experimenten, maar er zijn een aantal vereenvoudigingen nodig die onvermijdelijk tot onnauwkeurigheden in de input leiden. Demeter werd immers ontworpen voor eerder 'standaard'omstandigheden in gangbare landbouw.



i) Bodem organische koolstofgehalte en P inputs

Demeter werkt met 1 bodemlaag, terwijl de BOC data gemeten werden in twee lagen (0-10 en 10-30 cm). Het BOC gehalte van 0-30 cm voor Demeter werd dan ook berekend uit het gewogen gemiddelde van beide lagen ($BOC_{0-10cm} / 3 + 2 * BOC_{10-30cm} / 3$). Het initiële BOC gehalte werd gemeten in 4 herhalingen over de volledige proefplot, en er waren uiteraard kleine verschillen tussen deze herhalingen. We gingen ervan uit dat er geen systematische verschillen op dit initiële BOC gehalte waren en hebben daarom als startsituatie ($t = 0$) het gemiddelde BOC gehalte gebruikt (1.035% voor de 0-30 cm laag).

Momenteel werkt Demeter met P inputs uitgedrukt in P_2O_5 en niet in P. Voor alle inputs werd hier rekening mee gehouden (de data van de ILVO proeven waren in P, niet in P_2O_5). Hoewel het dus triviaal lijkt kan het belang van systematisch de vorm waaronder P is weergegeven (P of P_2O_5) niet voldoende benadrukt worden.

ii) Inputs van organisch materiaal

Volgende inputs van organisch materiaal zitten niet standaard in de Demeter databanken:

- Boederijcompost

Gezien de zeer grote variabiliteit in samenstelling zou het moeilijk te realiseren zijn om dit in de Demetertabellen in te bouwen. Toediening van boederijcompost werd daarom gesimuleerd als een toediening van groencompost, waarbij de dosis groencompost werd aangepast om eenzelfde dosis organische koolstof te hebben als toegediend met de boederijcompost. Ook de concentraties N en P in deze gesimuleerde groencompost werden aangepast om tot dezelfde hoeveelheden te komen als effectief toegediend met de boederijcomposten.

- Maaimeststoffen

Om maaimeststoffen te simuleren werd gras gesimuleerd startend in augustus (hoge dosis) of in oktober (lage dosis) tijdens de groei van prei (dit interfereert niet met de groei van prei want er is geen mechanistische simulatie van gewasgroei in Roth-C). Dit gras wordt gesimuleerd in het jaar waarin de maaimeststof wordt ingewerkt. Deze benadering bleek goed te werken (getest met en zonder maaimeststoffen met vergelijken van de SOC evolutie en P balans). In principe betekent het inbrengen van een maaimeststof een bijkomende gift van P (12 en 25 kg P, of dus 27 en 57 kg P_2O_5) die zouden moeten toegevoegd worden aan de al vrij hoge P balans. Maar indien later in een rotatie ook een maaimeststof op dat perceel zou worden geoogst (en dus op een ander perceel worden toegediend), dan zou dit volledig compenseren. Op langere termijn moet deze P balans dus eigenlijk niet worden verhoogd, indien de rotatie behouden blijft.

- Handelsmeststoffen

om deze te simuleren werd een alternatieve organische mest geselecteerd met zo hoog mogelijke nutriëntenconcentratie en zo weinig mogelijk organische stof, met name 1 ton kippemest (tegenover 0.5 ton handelsmeststof). Er werd berekend hoeveel nutriënten via de handelsmeststof (Biomix) werden toegediend,



en deze hoeveelheden werden herrekend naar concentraties in 1 ton kippemest, om tot dezelfde inputs aan N en P te komen. Door de zeer lage hoeveelheden (0.5 ton handelsmeststof t.o.v. 1 ton kippemest, het minimum dat met Demeter kan gesimuleerd worden) was de impact op de evolutie van BOC met zekerheid verwaarloosbaar.

- Groenbemesters

Het aantal groenbemesters in Demeter is beperkt tot de 9 meest voorkomende, met een aantal varianten met betrekking tot bv. afvoer of niet. Bovendien zijn geen mengsels van twee of meerder groenbemesters voorhanden. Voor de groenbemesters in deze proef moesten dan ook volgende aannames worden gemaakt:

- groenbemester mix 7 soorten in 2014: gesimuleerd als Phacelia
- rogge-erwt mix in 2015: gesimuleerd als rogge
- groenbemester in 2016: geen precieze gegevens omtrent type: gesimuleerd als Italiaans raaigras

Het eenmalige effect van het 1.5 jaar gras vóór de start van deze proef is niet meegenomen in de simulaties, gezien die pas starten op $t = 0$. Het gras is wel gesimuleerd als groenbemester ingewerkt in jaar 2, maar gaat dus niet het wat grotere effect van anderhalf jaar gras voor de start van de proef simuleren. Dit anderhalf jaar gras is echter een eenmalige input geweest (komt niet terug in de rotatie) en zal dus enkel een beperkt transiënt effect hebben, dat over een simulatie van 30 jaar zeker verwaarloosbaar is, maar wel enige invloed kan hebben in de eerste jaren van de proef (en dus de jaren waarin we metingen hebben van BOC). Dit zou eventueel aanleiding kunnen geven tot een lichte onderschatting van het BOC gehalte in de simulaties in de eerste jaren.

Resultaten en bespreking

i) BOC metingen

De gemeten BOC gehalten van de verschillende behandelingen werden geanalyseerd om mogelijks statistische verschillen te vinden. Er werden echter geen statistisch significante verschillen in BOC gehalten tussen de behandelingen gevonden op de afzonderlijke meettijdstippen. Ook een ANOVA van tijdsgemiddelde BOC gehalten tussen behandelingen was niet significant en er werden dan ook geen post-hoc tests uitgevoerd. Ook de BOC metingen in de diepere bodemlagen (30-60 cm) werden vergeleken, maar gaven zoals verwacht ook geen consistente verschillen tussen behandelingen. De afwezigheid van statistisch significante verschillen is gezien het korte tijdsbestek van de proef ook te verwachten. Vandaar het grote belang van simulaties om behandelingen onderling te kunnen vergelijken.

ii) Simulaties

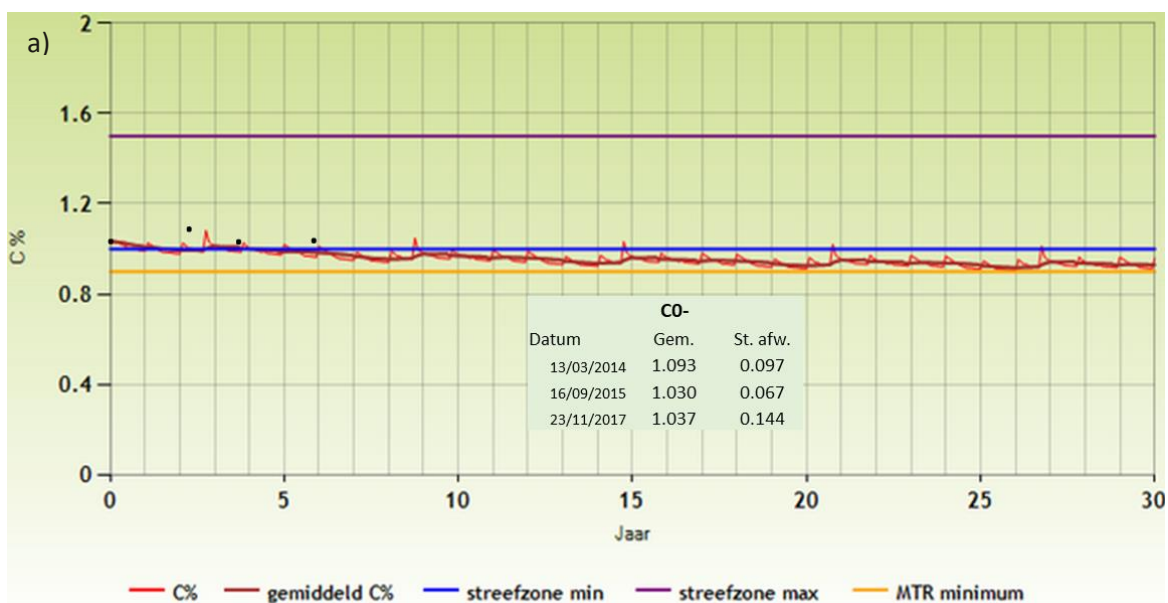
De vergelijking van gemeten en gesimuleerde waarden (Figuur 106) moet met de nodige omzichtigheid gebeuren, gezien de relatief korte tijdsspanne waarbinnen de metingen zijn gebeurd (eerste 5 jaren van de proef). Binnen dergelijk korte tijdsspanne kunnen slechts weinig veranderingen gemeten worden. De metingen en simulaties komen wel vrij goed overeen. In 3 van de 4 gevallen onderschatten de simulaties de BOC gehalten van de eerste meting, wat kan te maken hebben met het anderhalf jaar grasland waarvan vooral de ondergrondse biomassa niet mee gesimuleerd werd (dit anderhalf jaar lag vóór de start van de proef/de

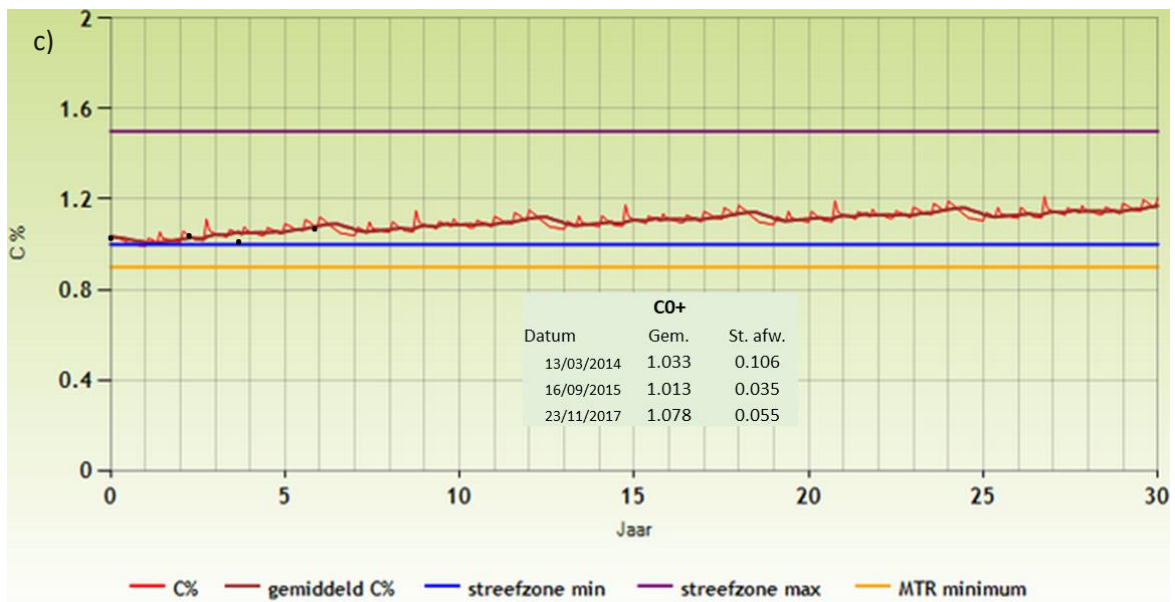
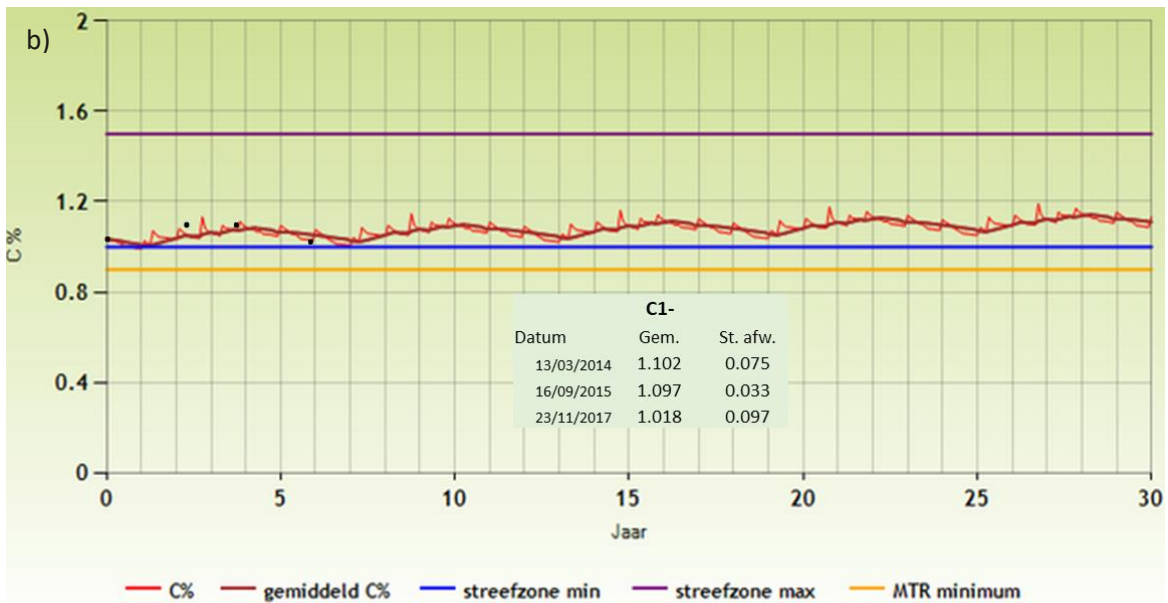


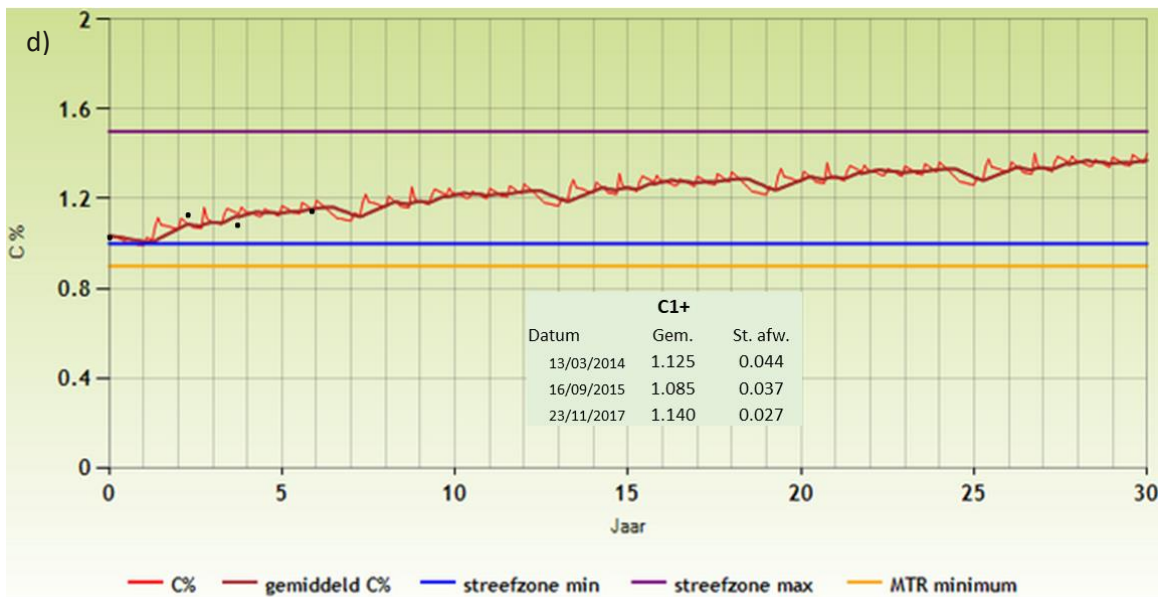
simulaties), zoals hiervoor ook al gesuggereerd. De simulaties laten toe om een beeld te krijgen van wat op lange termijn kan verwacht worden, wat uiteraard niet mogelijk is door extrapoleren van de enkele beschikbare metingen. De periodiciteit van de rotatie (6-jarig patroon) komt in de simulaties ook duidelijk tot uiting, met telkens kleine piekjes na inwerken van groenbemesters of toedienen van organische bemesting en composten.

Het gebruik van een groenbemester tijdens 3 van de 6 jaren leidt tot een lichte toename van het organische stofgehalte in de bodem met ongeveer 0.10-0.15% over een periode van 30 jaar, wat ongeveer vergelijkbaar is met de stijging te wijten aan de toediening van twee dosissen (33 en 30 ton ha⁻¹) boerderijcompost tijdens de rotatie. Het is duidelijk dat de verandering van het organische stofgehalte van een bodem een extreem traag proces is, en dat enkel bij extreme (en onrealistische) beheersmaatregelen effecten op korte termijn meetbaar zouden zijn.

Zoals gezegd kunnen in Demeter de eigenlijke groenbemestermengsels niet exact gereproduceerd worden want deze zitten niet in de standaardtabellen. Een aanpassing van deze tabellen zou dus wenselijk zijn in de toekomst om de bruikbaarheid van de Demetertool binnen biologische landbouw te verhogen. Een alternatief zou kunnen zijn om via trial and error te bepalen welke enkelvoudige groenbemesters in Demeter een evolutie van organische stofgehalte geven dat vergelijkbaar is met de groenbemestermengsels. Maar hiervoor ontbreken wellicht de nodige gegevens omtrent de effectieve organische stofaanvoer van deze mengsels, en dus de kennis van hun effectieve bijdrage aan SOC opbouw.







Figuur 106: metingen van het BOC gehalte (zwarte punten) en simulatie van het BOC gehalte met de Demetertool over een 30 jarige periode voor volgende situaties: a) geen groenbemester, geen compost; b) geen groenbemester, compost; c) groenbemester, geen compost; d) groenbemester, compost

Dergelijke simulaties zijn het meest waardevol voor het onderling vergelijken van scenario's (waar Demeter origineel ook voor ontworpen is). Het moest landbouwers in staat stellen om een strategie te kiezen waarbij het organische stofgehalte van de bodem op peil bleef met een minimale input aan nutriënten.

Fosforbalans

De fosforbalanse wordt niet beïnvloed door het gebruik of niet van een groenbemester, en dus wordt enkel een onderscheid gemaakt tussen behandelingen met compost en zonder compost (Tabel117)



Tabel 117: P balans over de 6-jarige rotatie zonder toediening van boerderijcompost (boven) en met toediening van twee dosissen boerderijcompost (onder). Gegevens uitgedrukt in zowel kg P₂O₅ als in kg P ha⁻¹.

Rotatiejaar	jaar 1 (2012)		jaar 2 (2013)		jaar 3 (2014)		jaar 4 (2015)		jaar 5 (2016)		jaar 6 (2017)	
	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P
uitgedrukt in kg/ha	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P
Toedieningen <i>i</i>	0	0	0	0	34	15	0	0	44	19	19	8
- Onttrekkingen <i>i</i>	31	13	30	13	39	17	38	16	36	16	39	17
Saldo	-31	-13	-30	-13	-5	-2	-38	-16	8	3	-20	-9
Geaccumuleerd Saldo	-31	-13	-60	-26	-66	-29	-103	-45	-96	-42	-116	-51

Rotatiejaar	jaar 1 (2012)		jaar 2 (2013)		jaar 3 (2014)		jaar 4 (2015)		jaar 5 (2016)		jaar 6 (2017)	
	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P
uitgedrukt in kg/ha	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P
Toedieningen <i>i</i>	0	0	267	117	34	15	120	53	44	19	19	8
- Onttrekkingen <i>i</i>	35	15	48	21	38	17	38	16	30	13	37	16
Saldo	-35	-15	218	95	-4	-2	83	36	14	6	-18	-8
Geaccumuleerd Saldo	-35	-15	184	80	179	78	262	114	276	121	258	113

Zonder gebruik van compost is de fosforbalans duidelijk negatief, met een geaccumuleerde onttrekking van 51 kg P over de hele rotatie, of dus bijna 9 kg P per jaar. Dit betekent dat het organische stofgehalte effectief kan opgevoerd worden terwijl toch netto P onttrekking gebeurt. Met gebruik van boerderijcompost wordt de P balans sterk positief. Dit is vooral een gevolg van de zeer hoge P inhoud van de eerste compost (3.6 g P kg⁻¹). De samenstelling van compost is dus een belangrijk aandachtspunt, zeker op percelen die initieel al een hoge P toestand hebben.

8.3.5 Conclusies

Het doel om Demeter te valideren voor een aantal bestaande langetermijnveldexperimenten is niet volledig bereikt, vooral omwille van het probleem van beschikbaarheid van data voor experimenten uit het buitenland, of/en de kwaliteit van de beschikbare data. Voor de validaties in Vredepeel leken de simulaties een veel logischer beeld op te leveren dan de eigenlijke SOC metingen, wat uiteraard sterke vragen oproept omtrent de kwaliteit van deze metingen. Feit blijft natuurlijk dat veranderingen in bodem organische stof erg langzaam verlopen, en dat zelfs in proeven die enkele tientallen jaren aanliggen de opgetekende veranderingen erg beperkt zijn. Dit, gecombineerd met de inherente variabiliteit van bodem organische (kool)stofmetingen, maakt dergelijke modelvalidaties bijzonder uitdagend, zoals ook goed geweten is in de internationale wetenschappelijke literatuur.

Voor de ILVO percelen was de beschikbare duur van de metingen (6 jaar) erg beperkt om tot een goede modelvalidatie te komen. Globaal waren de afwijkingen tussen metingen en simulaties beperkt, en verschaften de simulaties inzicht in de lange termijnevoluties die bij deze verschillende beheersopties kunnen verwacht worden.



Op basis van de simulaties kunnen we stellen dat op peil houden of zelfs verhogen van het organische stofgehalte zonder het verder laten accumuleren van nutriënten (in casu P) mogelijk is, indien de rotatie goed uitgekend is. Het gebruik van een groenbemester tijdens 3 van de 6 jaren leidt tot een lichte toename van het organische stofgehalte in de bodem met ongeveer 0.10-0.15% over een periode van 30 jaar, wat ongeveer vergelijkbaar is met de stijging te wijten aan de toediening van twee dosissen (33 en 30 ton ha⁻¹) boerderijcompost tijdens de rotatie. Het voordeel van de groenbesters is dat ze zorgen voor een negatieve P balans, terwijl de boerderijcompost de P balans sterk positief maakte, vooral omwille van de hoge P inhoud van één van de twee composten. De P inhoud van deze composten is dus een belangrijk aandachtspunt.

Globaal kan Demeter zinnige trends weergeven van evolutie van organische stofgehalte in de biologische landbouw op basis van de hier uitgevoerde experimenten, maar er zijn een aantal vereenvoudigingen nodig die onvermijdelijk tot onnauwkeurigheden in de input leiden. Demeter werd immers ontworpen voor eerder 'standaard'omstandigheden in gangbare landbouw. Verder onderzoek en ontwikkeling van Demeter zou deze ontbrekende informatie (bv. mengsels van groenbesters, boerderijcomposten) verder kunnen aanvullen.

9 VALIDATIEPROEVEN

Op validatieproeven op praktijkbedrijven wordt er een vergelijking gemaakt van een gebruikelijke praktijk versus (een) vernieuwende variant(en). Dat kunnen behandelingen zijn die voorkomen in de wetenschappelijke proef of reeds beproefde maatregelen die vernieuwend zijn in gegeven praktijkomstandigheden. Voor deze validatie in biologische teeltsystemen zijn voor de sectoren groenteteelt en veehouderij 16 proefjaren voorzien, te spreiden over meerdere bedrijven. Het kan evenwel per bedrijf ook om één- tot driejarige proefopzetten gaan. Voor de sector pitfruit is er een enkel proefopzet voorzien van twee jaar. Voor de validatie in gangbare teeltsystemen zijn voor de sectoren groenteteelt en veehouderij 6 proefjaren voorzien en voor de sector pitfruit ook een proefopzet van twee jaar.

In alle validatieproeven zal een alternatieve bemestings- of bodembeheerstrategie vergeleken worden met de huidige telerspraktijk, de business as usual (BAU). Het gaat dus om een proefopzet met twee objecten waarbij de alternatieve strategie ook een combinatie kan zijn van een bemestingsmaatregel. Bij aanvang van de proef wordt eenzelfde algemene bodemkarakterisering uitgevoerd als bij de wetenschappelijke proeven (BOC- en totale N-gehalte, voedingstoestand (met ammoniumlactaat extraheerbare hoofdelementen) en zuurtegraad (pH-KCl)). Gedurende het groeiseizoen wordt in de validatieproeven tevens de evolutie opgevolgd van het minerale N-gehalte (ammonium- en nitraatstikstof) in het bodemprofiel voor de bodemlagen 0-30 en 30-60 cm, en tevens voor de 60-90 cm bodemlaag in de najaarsperiode. Eenmaal in het groeiseizoen wordt ook de hoeveelheid direct voor de plant opneembare P (P-CaCl₂) bepaald in de 0-30 cm bodemlaag. Op basis van de nutriënteninput via de (groen)bemesting en de output via de geoogste producten wordt een mineralenbalans opgesteld. Tonnage qua inputs en opbrengst en ook de kwaliteit van de geoogste producten worden bepaald. Ook zal de Demeter-tool aangewend worden voor een simulatie van het BOC-gehalte en de P-balans en voor het formuleren van een N-bemestingsadvies.



9.1 VALIDATIEPROEVEN BIOLOGISCHE GROENTETEELT EN VOEDERBOUW

9.1.1 Witte klaver in onderzaai versus groenbedekkermengsels in de stoppel gezaaid bij zomertarwe

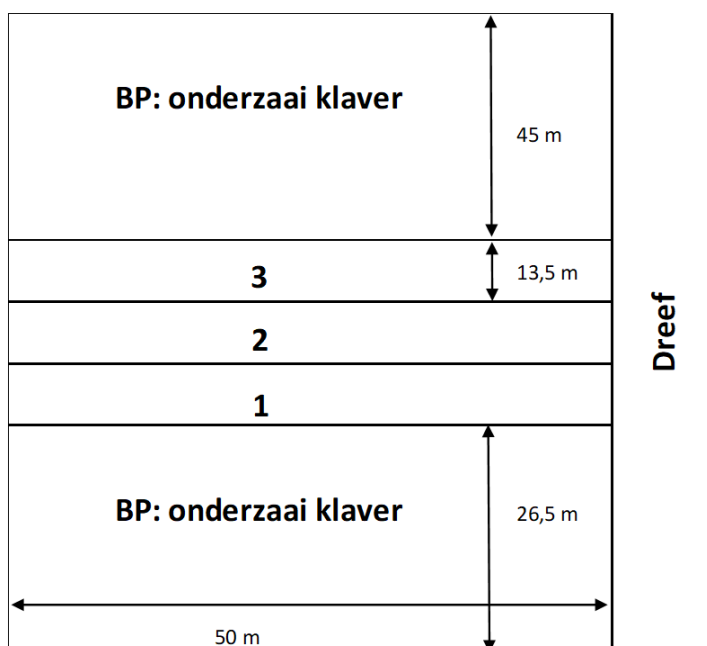
Proefopzet

De betrokken teler zaait gewoonlijk laat (eind augustus-half september) een groenbedekker na de teelt van een graangewas omdat eerst tijd wordt besteed aan bodembewerkingen en bemesten (groencompost of drijfmest). Om een langere groeiperiode voor de groenbedekker(mengsel)s te hebben, is het weliswaar interessanter om vroeger te zaaien.

In 2019 startte daarom een vergelijkende proef waarbij een groenbedekker ondergezaaid werd bij het begin van een teelt zomertarwe en waarbij groenbedekkers in monoteelt en in mengsel gezaaid werden direct na de oogst. Bij deze validatieproef werd het verloop van de minerale N in de bodem opgevolgd met aandacht voor het nitraat-N residu in het najaar. In het kader van MAP6, waarbij vlinderbloemigen zuiver of in mengsel niet beschouwd worden als vanggewas, leek het tevens interessant om na te gaan wat het effect is van vlinderbloemige groenbedekker(mengsel)s op het nitraatstikstofresidu t.o.v. een pure niet-vlinderbloemige groenbedekker. Ten slotte zou ook de N-opname door het volggewas worden onderzocht (groene selder in 2020).

In zomertarwe werd witte klaver (cv. Bombus) ondergezaaid. De zaaddosis bedroeg 10 kg ha⁻¹. Een proefstrook was 13,5 m breed en 50 m lang. De netto oppervlakte van de proefveldjes bedroeg 180 m² (20 m x 9 m). In twee stroken werd geen witte klaver ondergezaaid om na de oogst van de tarwe een niet-vlinderbloemige groenbedekker phacelia (20 kg ha⁻¹) en een groenbedekkermengsel van phacelia, Alexandrijnse klaver en winterwikke (respectievelijk: 5, 10 en 35 kg ha⁻¹) te zaaien. Witte klaver en winterwikke zijn winterharde vlinderbloemige soorten die de bodem tot aan de volgteelt kunnen bedekt houden. Alexandrijnse klaver is eerder matig en phacelia niet winterhard. Phacelia is daarnaast de enige niet-vlinderbloemige soort. Naast opname van bodemstikstof, fixeren de vlinderbloemigen luchtstikstof die na afsterven van het gewas ook kan benut worden door de volgteelt.





Figuur 107: Proefplan met variant 1: onderzaai witte klaver (cv. Bombus, 10 kg ha⁻¹), en variant 2: phacelia gezaaid na oogst en variant 3: groenbedekkermengsel Alexandrijnse klaver, phacelia en winterwikke gezaaid na oogst (respectievelijk 10, 5 en 35 kg ha⁻¹) (20 kg ha⁻¹). In de oppervlakte buiten de proef (BP) werd ook klaver ondergezaaid.

Voorgeschiedenis perceel

Tabel 118: Teelten, tussenteelten en bemesting in voorgaande jaren

Jaar	Teelt	Groenbedekker	Bemesting
2018	Prei	geen	40-50 ton ha ⁻¹ van een mengsel van runderstalmest met compost + 750 kg ha ⁻¹ Haspargit
2017	Knolselder	geen	Rijbemesting (700 kg organische korrel, NPK: 10-2-0)
2016	Phacelia (2 ^e jaar omschakeling)	geen	geen
2015	Korrelmaïs (1 ^e jaar omschakeling)	geen	Runderdrijfmest

Algemene bodemkarakterisering

Een algemene bodemkarakterisering vond plaats op 26 september 2019 (BOC- en totale N-gehalte, voedingstoestand (met ammoniumlactaat extraheerbare hoofdelementen) en zuurtegraad (pH-KCl)). Er werden bodemstalen genomen tot 30 cm diep over het volledige proefoppervlak.



Tabel 119: Algemene bodemkarakterisering op 26 september 2019 met streefzones volgens de BDB cursief

	eenheid	waarde	<i>Streefzone BDB</i>
pH-KCL		6,29	<i>6,2-6,6</i>
Textuur		Zandig leem ^a	
Droge stof	(%)	79,15	
Organische koolstof	(% C)	1,83	<i>1,2-1,6</i>
Totale stikstof	(% droge bodem)	0,18	
Fosfor	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	42,66	<i>12-18</i>
Calcium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	228,96	<i>100-240</i>
Magnesium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	23,65	<i>9-14</i>
Natrium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	2,83	<i>3,1-6,0</i>
Kalium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	50,92	<i>14-20</i>
Zwavel	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	1,82 ^b	

^a 27,1% zand, 58,9% leem en 14,0% klei

^b waarde onder de rapporteringsgrens

Teeltverloop

Op 25 februari werd de zomertarwe gezaaid in combinatie met rotoeggen net na ploegen (zelfde dag). Na de voorteelt prei (tot november 2018 op het veld) en voor de zaai van de tarwe werd niet bemest. De onderzaai van de witte klaver gebeurde op 25 april dwars op de zaairichting van de tarwe met een wiedeeg uitgerust met een zaai-unit (9 m werkbreedte, eigendom Inagro). Op 13 mei werd gezien dat de klaver was opgekomen. Half juni werd echter vastgesteld dat de vlinderbloemige het moeilijk had gehad om te concurreren met het graan door de droogte. De klaver was op bepaalde plaatsen in de proefstrook verdwenen. De oogst van de tarwe vond plaats op 6 augustus. Er werd een goede opbrengst behaald van ongeveer 7,5 ton ha⁻¹.

Er was vooropgesteld om zo vroeg mogelijk na de oogst de pure teelt phacelia en het groenbedekermengsel te zaaien om een zo lang mogelijk groeiseizoen voor de tussenteelt te verzekeren. Door de droogte kon pas op 4 september gezaaid worden. Door het uitblijven van het regen was het nodig de stoppel los te maken door tweemaal te rotoeggen (werkbreedte 3 m). De bodem werd ook gerold om deze voldoende fijn te hebben voor de zaai.

Bij een visuele beoordeling op 3 oktober werd vastgesteld dat de groenbedekkers opgekomen waren maar dat de stand matig was door de droogte. De onkruiddruk was algemeen hoog.





Figuur 108: Onderzaai witte klaver (boven), phacelia na oogst gezaaid (midden) en groenbedekkersmengsel na oogst gezaaid (onder) op 3 oktober 2019

Door de matige groei en ontwikkeling van de witte klaver en de hoge onkruiddruk werd in november de aanwezige biomassa buiten het proefoppervlak door de landbouwer vernietigd. De groenbedekkers in de proef bleven onaangeroerd tot het volgend voorjaar.

Begin april 2020 (1/04) werd de proef geklepeld. Daarna volgde een bemesting met 40-50 ton ha⁻¹ runderstalmest. Na het inwerken met een vaste tand cultivator werd de bodem bewerkt met de rotoeg om een vals zaaibed aan te leggen. Op 13 juli 2020 werd groene selder geplant (50x 36 cm). Bij het planten werd tot op 25 cm diepte gediepwoeld. Er werd ook 600 kg ha⁻¹ Biomix1 (NPK: 10-3-0) toegepast als bijbemesting. De oogst

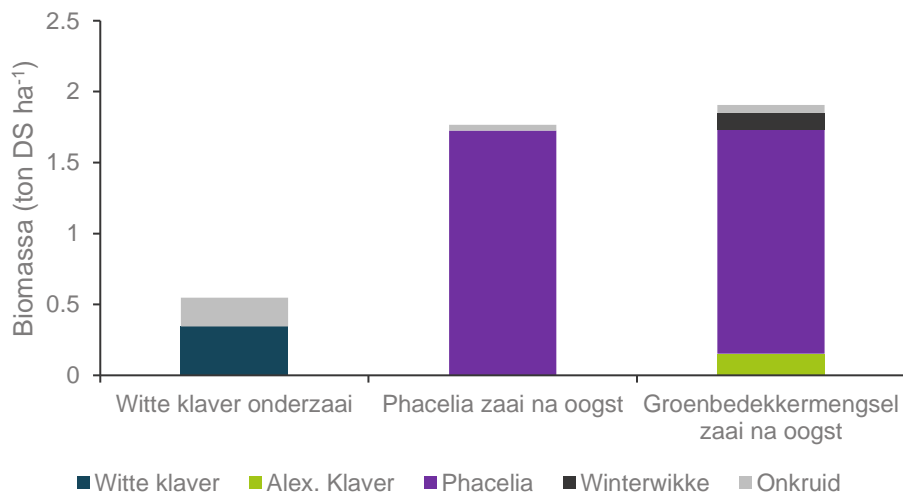


gebeurde begin november en de selder was bestemd voor de industrie. Volgens de landbouwer was de marktbaar opbrengst van het perceel gemiddeld 40 ton ha⁻¹.

Opbrengst en kwaliteit

Bij het nemen van bodemstalen op 13 november 2019 werd per object ook 1 representatief oppervlak bovengrondse biomassa (0,20 m²) geoogst. Door het erg droge teeltseizoen waren het matige hoeveelheden, maar het grootst voor het groenbedekkersmengsel dat na oogst gezaaid was: 1,91 ton DS ha⁻¹. Deze biomassa bestond voor 83% uit phacelia (1,58 ton DS ha⁻¹), 8% uit Alex. klaver (0,15 ton DS ha⁻¹) en 6% uit winterwikke (0,12 ton DS ha⁻¹). Ondanks de 75% lagere zaaidosis van phacelia in het mengsel werd slechts een 8% lagere biomassaopbrengst bekomen in vergelijking met die van de monoteelt.

De kleinste hoeveelheid biomassa was te vinden bij de variant met onderzaai. De witte klaver had zich door de vochtconcurrentie met de zomertarwe heel slecht kunnen ontwikkelen. In de proefstrook met witte klaver was ongeveer 0,55 ton DS ha⁻¹ bovengrondse biomassa aanwezig waarvan slechts 63% toe te schrijven aan de klaver zelf. Bij de variant met witte klaver was drie maal meer droge biomassa onkruid aanwezig dan bij de andere varianten (respectievelijk 0,20 t.o.v. gemiddeld 0,05 ton DS ha⁻¹).



Figuur 109: Bovengrondse biomassa op 13 november 2019 gemeten bij de onderzaai witte klaver, de monoteelt phacelia gezaaid na oogst en het groenbedekkersmengsel gezaaid na oogst





Figuur 110: Onderzaai witte klaver (links), monoteelt phacelia na oogst gezaaid (midden) en groenbedekkersmengsel na oogst gezaaid (rechts) op 13 november 2019

Tabel 120: Nutriënten in de bovengrondse biomassa (inclusief onkruid) op 13 november 2019

		Object		
		Witte klaver onderzaai	Phacelia zaai na oogst	Groenbedekkersmengsel zaai na oogst
Droge stof	(%)	13,51	8,64	9,09
Asgehalte	(% verse biomassa)	2,20	2,00	2,43
Totale stikstof	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	5,51	3,63	4,58
Fosfor	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,54	0,55	0,56
Calcium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	1,74	3,41	3,63
Magnesium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,32	0,28	0,32
Natrium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,08	0,02 ^a	0,04
Kalium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	3,91	3,60	3,48

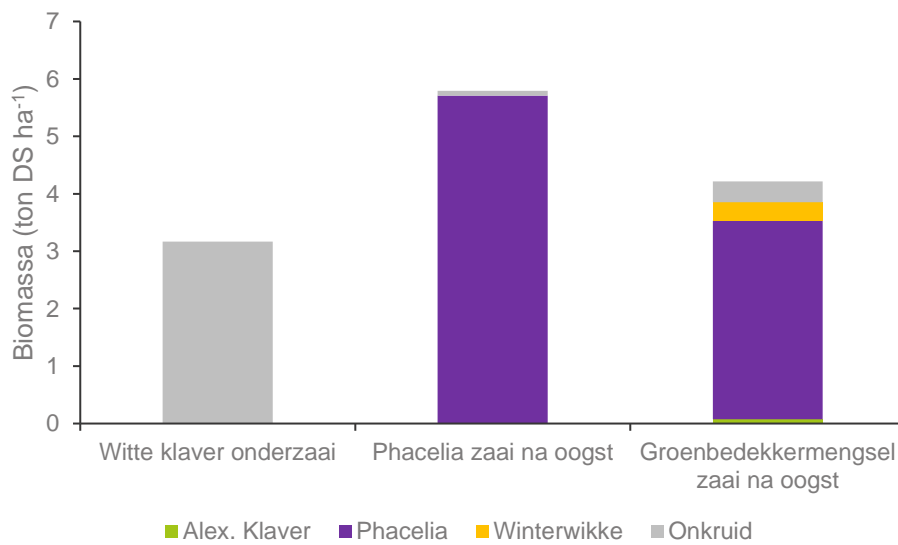
^a waarde onder de rapporteringgrens

Bij het nemen van bodemstalen in het voorjaar (31/03/20) werd opnieuw de bovengrondse biomassa gemeten (inclusief onkruid). De uitzonderlijk zachte winter met weinig vrieskou had er voor gezorgd dat de respectievelijk niet- en matig winterharde soorten phacelia en Alex. klaver niet volledig afgestorven waren. Daarnaast was de winterharde winterwikke toegenomen in biomassa. Er werd telkens een mengstaal genomen van 4 gelijke oppervlaktes, in totaal 0,80 m².

De biomassa bleek nu het grootst bij de mono-teelt phacelia met 5,79 ton DS ha⁻¹ waarvan 99% phacelia was. De hoeveelheid biomassa van deze soort lag in het mengsel 39% lager, wat een groter verschil was dan vastgesteld voor de winter. De bovengrondse biomassa bij het mengsel bedroeg 4,21 ton DS ha⁻¹ waarvan 82% phacelia (3,46 ton DS ha⁻¹), 8% winterwikke (0,32 ton DS ha⁻¹) en 2% Alex. klaver (0,08 ton DS ha⁻¹). De



winterwikke was toegenomen in biomassa terwijl die van de Alex. klaver was gedaald. Waar voor de winter nog witte klaver had gestaan was nu geen meer te vinden. Er werd enkel een grote hoeveelheid onkruid gemeten (3,17 ton DS ha⁻¹, inclusief opslag tarwe). Bij het mengsel was 0,36 ton DS ha⁻¹ onkruid aanwezig en bij de mono-teelt phacelia bijna geen. Omdat de gemeten biomassaopbrengst erg hoog lag, zijn de resultaten bekomen op de aangegeven werkwijze mogelijk een overschatting van de realiteit. Bijvoorbeeld, het online handboek van Wageningen Universiteit vermeldt een gemiddelde opbrengst van 2,3 ton DS ha⁻¹ voor phacelia.



Figuur 111: Bovengrondse biomassa gemeten op 31 maart 2020 bij de onderzaai witte klaver, de mono-teelt phacelia gezaaid na oogst en het groenbedekker-mengsel gezaaid na oogst





Figuur 112: Onderzaai witte klaver (links), monoteelt phacelia na oogst gezaaid (midden) en groenbedekkersmengsel na oogst gezaaid (rechts) op 31 maart 2020

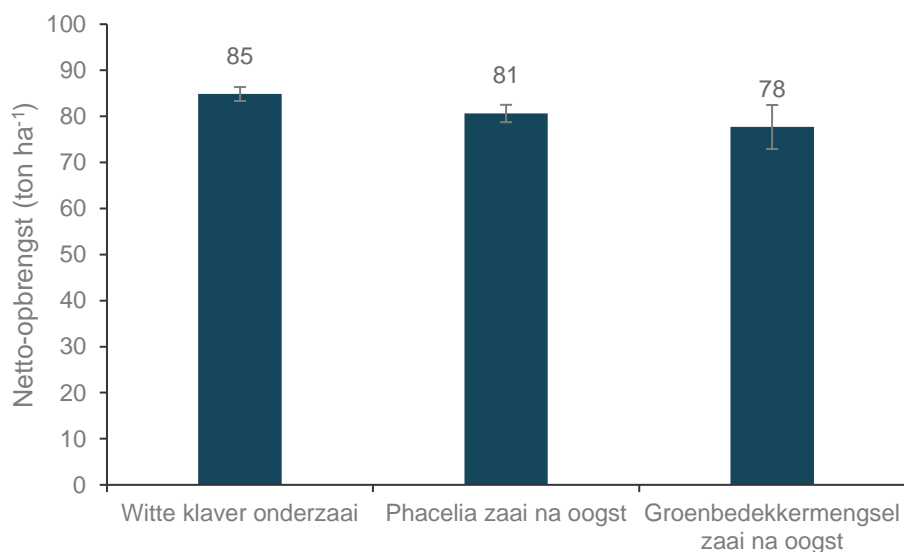
Tabel 121: Nutriënten in de bovengrondse biomassa op 31 maart 2020

		Object		
		Witte klaver onderzaai	Phacelia zaai na oogst	Groenbedekkersmengsel zaai na oogst
Droge stof	(%)	19,38	14,32	14,61
Asgehalte	(% verse biomassa)	2,48	2,35	2,35
Totale stikstof	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	4,76	2,50	3,25
Fosfor	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,74	0,65	0,71
Calcium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	1,38	5,12	4,94
Magnesium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,31	0,44	0,39
Natrium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,34	0,10	0,11
Kalium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	6,15	4,59	4,10

Om de gewasontwikkeling van de volgteelt **groene selder** op te volgen werd op 18 september 2020 de gewasstand en gewas kleur visueel beoordeeld. Algemeen werden geen verschillen gezien.

Op 27 oktober 2020 werd een biomassa bepaling uitgevoerd net voordat de landbouwer zelf zou oogsten voor de industrie. Om een inschatting te kunnen maken van de opbrengst werden per variant 3 keer 20 planten geoogst. Met 85 ton ha⁻¹ werd na de witte klaver in onderzaai gemiddeld de grootste hoeveelheid bovengrondse biomassa gemeten. Na het groenbedekkersmengsel de laagste hoeveelheid: 78 ton ha⁻¹. Dit is mogelijk eerder een trend.





Figuur 113: Biomassa opbrengst groene selder (telkens op basis van 3 technische herhalingen van 20 planten per object) op 27 oktober 2020

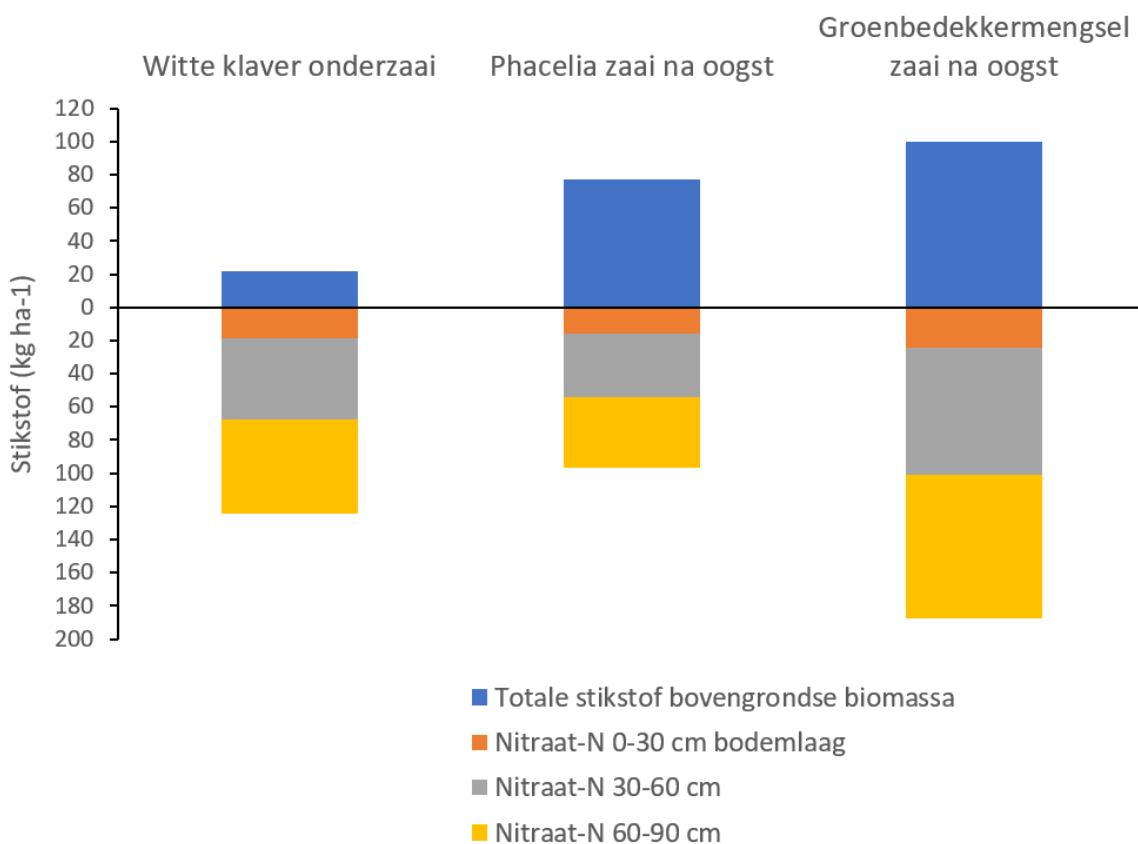
Tabel 122: Nutriënten in de bovengrondse biomassa groene selder op 27 oktober 2020

		Object		
		Witte klaver onderzaai	Phacelia zaai na oogst	Groenbedekkermengsel zaai na oogst
Droge stof	(%)	4,68	5,90	5,42
Asgehalte	(% verse biomassa)	1,26	1,33	1,36
Totale stikstof	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	1,34	2,27	1,58
Fosfor	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	0,41	0,53	0,46
Calcium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	1,01	1,49	1,37
Magnesium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	0,13	0,18	0,16
Natrium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	0,54	0,66	0,63
Kalium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	4,17	4,05	4,21

Stikstofverloop

Bij de initiële bodemstaalname op 3 oktober (4 weken na zaaien) was met gemiddeld 132 kg ha^{-1} een ruime hoeveelheid nitraat-N aanwezig in de 0-60 cm bodemlaag. Het verschil tussen de proefstroken was klein (respectievelijk gemiddeld 64 en 68 kg in de 0-30 en 30-60 cm laag).

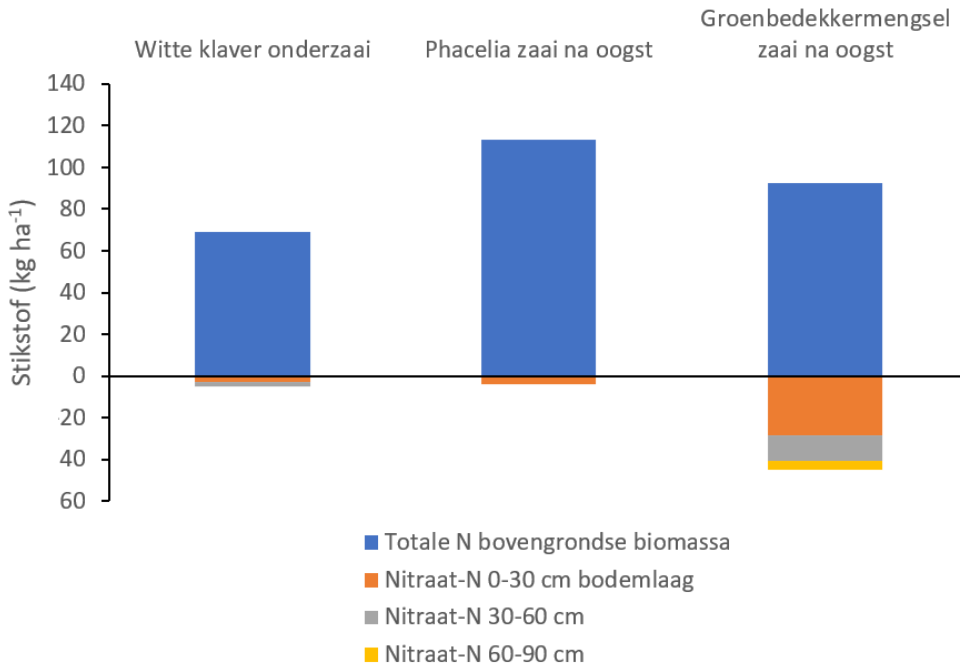
Algemeen lag het nitraatstikstofresidu op 13 november in de 0-90 cm bodemlaag hoog. Bij het groenbedekkermengsel werd de grootste hoeveelheid gemeten: $187 \text{ kg NO}_3^- \text{-N ha}^{-1}$ en bij phacelia in zuivere teelt het minst: $97 \text{ kg NO}_3^- \text{-N ha}^{-1}$. De hoeveelheid totale stikstof in de bovengrondse biomassa bedroeg bij het groenbedekkermengsel 100 kg ha^{-1} , bij de zuivere phacelia 77 kg ha^{-1} en bij de witte klaver slechts $21,9 \text{ kg ha}^{-1}$.



Figuur 114: Nitraat-stikstof in de bodem en totale stikstof in de bovengrondse biomassa op 13 november 2019

Na de winter (op 31 maart) restte er nog een hoeveelheid nitraat-N van 45 kg ha^{-1} bij het mengsel in de 0-90 cm bodemlaag terwijl die bij de andere objecten volledig gereduceerd was. In de bovengrondse biomassa van het groenbedekkermengsel was de hoeveelheid totale N constant gebleven ondanks de toename in biomassa. Bij phacelia in monoteelt was met de toename in biomassa wel 36 kg meer N aanwezig in de bovengrondse biomassa. Bij witte klaver werd ook een toename vastgesteld, maar dit was volledig toe te schrijven aan de aanwezige onkruidbiomassa.

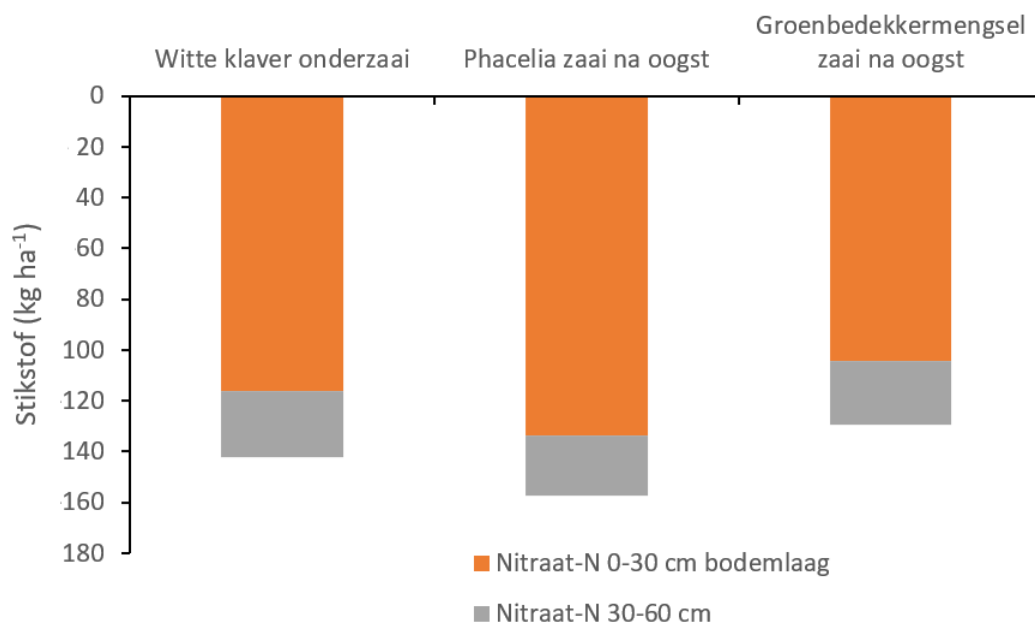




Figuur 115: Nitraat- stikstof in de bodem en totale stikstof in de bovengrondse biomassa op 31 maart 2020

Er werd begin april na klepelen van de groenbedekkers een basisbemesting uitgevoerd met 40-50 ton ha⁻¹ vaste runderstalmest. Naast mineralisatie van bodemorganische stof en gewasresten zorgde de mineralisatie van de mest voor gemiddeld 143 kg nitraat-N per ha in de 0-60 cm bodemlaag eind juni die kon benut worden door de hoofdteelt selder. Er werd aangeraden om niet bij te bemesten bij het planten of maximaal de helft van geadviseerde dosis van 75-100 kg werkzame N ha⁻¹ (Inagro/KNS) indien de landbouwer vasthield aan een bemesting. Het advies van Inagro was namelijk gestoeld op een grotere N-opname door een gangbaar geteeld gewas. Met een organische handelsmeststof werd uiteindelijk door de landbouwer bij planten 60 kg N ha⁻¹ toegediend met een snel werkende organische handelsmeststof.

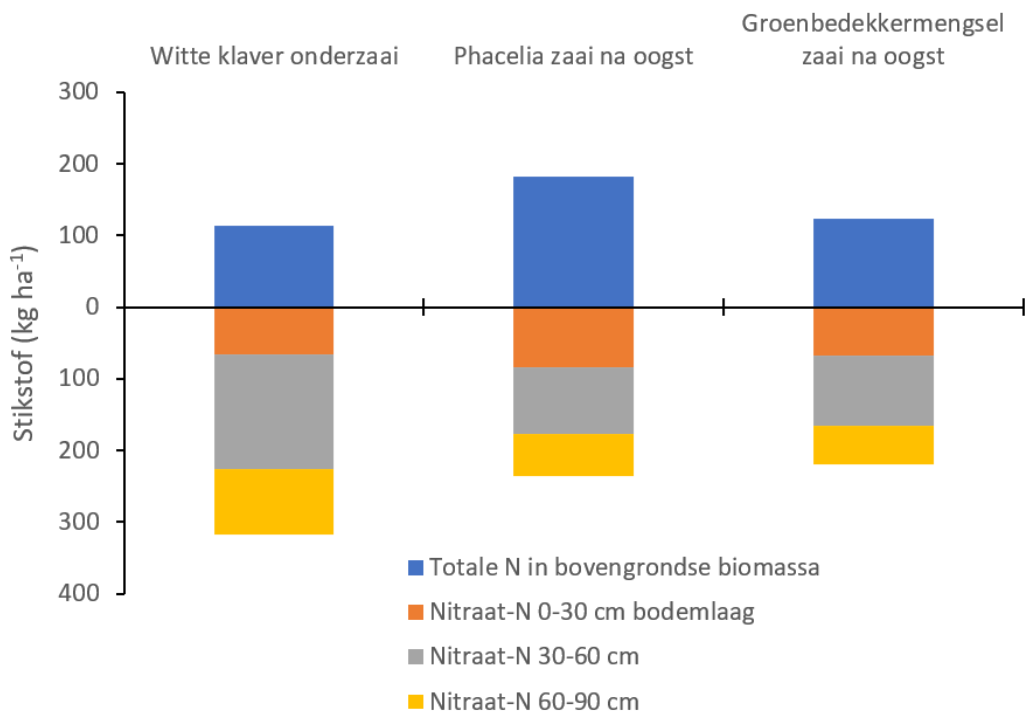




Figuur 116: Nitraat- stikstof in de bodem op 29 juni 2020

Bij de proefoogst eind oktober werden te grote resthoeveelheden nitraat-N gemeten in de 0-90 cm bodemlaag. Bij de selder na witte klaver in onderzaai werd de hoogste waarde gemeten (317 t.o.v. gemiddeld 228 kg nitraat-N ha⁻¹ voor de andere varianten). Bij de selder na witte klaver werd de laagste hoeveelheid N in de bovengrondse biomassa gemeten, bij de selder na phacelia de hoogste (respectievelijk 103 en 183 kg N ha⁻¹).



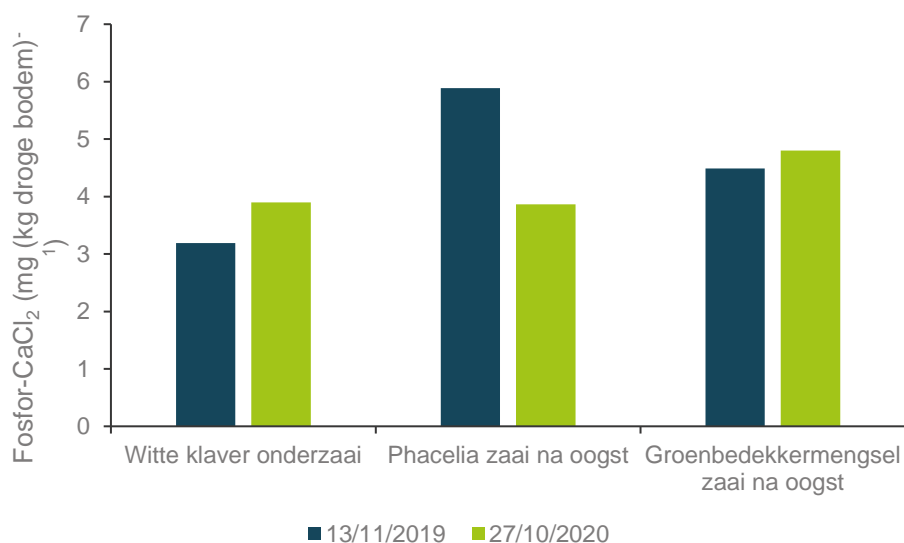


Figuur 117: Nitraatstikstof in de bodem en totale stikstof in de bovengrondse biomassa van de selder op 27 oktober 2020

Plant opneembare P (HWP)

In het najaar van 2019 werd de hoogste hoeveelheid plant opneembare fosfor gemeten waar phacelia in de stoppel gezaaid was. Bij de proefoogst van de volgteelt selder (najaar 2020) was deze waar het groenbedekkersmengsel gestaan had het grootst. Voor de bodemstaalname bij de proefoogst werden de proefstroken 10 meter ingekort omdat daar geen selder geplant was.





Figuur 118: Fosfor-CaCl₂ in de 0-30 cm bodemlaag op 13 november 2019 en 27 oktober 2020

In het voorjaar van 2020 was de HWP groter waar witte klaver gestaan had, maar rekening houdend met de natuurlijke variatie is dit waarschijnlijk geen significant verschil.

Tabel 123: HWP in de 0-30 cm bodemlaag op 31 maart 2020

		object		
		Witte klaver onderzaai	Phacelia zaai na oogst	Groenbedekkermengsel zaai na oogst
HWP	mg (kg droge bodem)⁻¹	22,0	19,8	20,1

Microbiële koolstof en HWC

In de bouwvoor werden geen verschillen vastgesteld wat betreft de hoeveelheid aanwezige koolstof en microbiële koolstof eind maart 2020. Er was geen verschillend effect van de aanwezige groenbedekkers.

Tabel 124:15 HWC en Cmic in de 0-30 cm bodemlaag op 31 maart 2020

		object		
		Witte klaver onderzaai	Phacelia zaai na oogst	Groenbedekkermengsel zaai na oogst
HWC	mg (kg droge bodem)⁻¹	700	680	721
Cmic	mg (kg droge bodem)⁻¹	173,22	194,12	182,55



Bodemdensiteit

De densiteit van de bouwvoor en de bodemlaag daar net onder verschilde niet significant tussen de proefstroken.

Tabel 125: Bodemdensiteit gemeten met kopecky-ringen (5 cm hoog, volume: 100 cm³)

object	Bodemlaag	
	0-30 cm	30-60 cm
Witte klaver onderzaai	1,359 ± 0,034 ^a	1,617 ± 0,013 ^a
Phacelia zaai na oogst	1,439 ± 0,025 ^a	1,616 ± 0,035 ^a
Groenbedekkermengsel zaai na oogst	1,463 ± 0,019 ^a	1,597 ± 0,007 ^a

Waarden met eenzelfde letter binnen dezelfde kolom zijn niet significant verschillend ($p > 0,05$) op basis van een Tukey's HSD test.

Logistieke en economische aspecten

De zaaitijd voor de verschillende groenbedekkers zou logischerwijs niet verschillen. Het zaaien zou 1,5- 2 uur ha⁻¹ kunnen nemen. De landbouwer kan dit zelf voor stoppelzaai. Mocht hij de onderzaai door een loonwerker laten doen dan kan dit hem, aan een geschatte uurkost van 75 euro uur⁻¹, tot 150 euro ha⁻¹ kosten. Wanneer de landbouwer een wiedege van 9 m aankoopt met zaaimodule dan kan hem dit op basis van een ruwe schatting: 30-35.000 euro kosten waarvan ongeveer 25.000 voor de wiedege alleen.

Het vernietigen in het voorjaar door klepelen en rotoeggen zou niet verschillen als gevolg van de keuze van de groenbedekker. Zelfs bij een zachte winter met minder afsterven dan gewoonlijk, lukt dit voor de landbouwer zonder problemen.

Wat betreft het zaaigoed verschilt de kost wel. De eenheidsprijs van biologische zaaizaden van witte klaver, Alexandrijnse klaver, winterwikke en phacelia bedroeg in 2021 respectievelijk: 15,67; 3,28; 4,44 en 17,7 euro kg⁻¹ (excl. 6% BTW, Biosano, afhankelijk van de gekozen verpakkingseenheid).

Een zuivere teelt phacelia is meer dan dubbel zo duur als een onderzaai witte klaver omdat de zaaidosis twee maal zo groot is. Het groenbedekkermengsel is daarnaast ook meer dan 1,5 keer duurder dan de onderzaai klaver maar daarentegen wel 20 % goedkoper dan de zuivere teelt phacelia omdat de zaden van Alexandrijnse klaver en winterwikke goedkoper zijn per kg.

Tabel 126: Kostprijs zaaizaad groenbedekkers

object	Kostprijs (euro ha ⁻¹)
Witte klaver	157
Phacelia	354
Alex. Klaver/phacelia/winterwikke	277

Demeter tool:

De landbouwer heeft geen vaste rotatie op het perceel maar gaf aan dat vaak drie jaar na elkaar groenten of aardappelen geteeld worden, gevolgd door één jaar graan waarna de rotatie opnieuw begint. Voor de simulatie werd dan uitgegaan van volgende rotatie: zomertarwe, groene selder, aardappel, prei. Waarbij voor de eerste twee jaar gebruik gemaakt is van bemestings- en opbrengstgegevens uit de validatieproef en voor de twee overige van forfaitaire en gemiddelde waarden. Omdat het groenbedekkersmengsel gedomineerd werd door phacelia en er geen mengsels gekozen kunnen worden in de Demeter tool werden enkel de rotaties met witte klaver en pure phacelia gesimuleerd. Vervolgens omdat er ook geen optie 'witte klaver onderzaai' voor handen is en de ontwikkeling van klaver onder het graangewas eerder matig is t.o.v. de periode na het dorsen, werd als startpunt voor de teeltperiode juli gekozen (i.p.v. april/mei). Ook werd noodzakelijkerwijs voor knolselder gekozen i.p.v. groene selder. Ten slotte omdat het niet mogelijk is om organische korrelmeststoffen te kiezen werd dan maar voor een bijbemesting met eenzelfde hoeveelheid zeugendrijfmest gekozen waarvan de DS/N/P waardes werden aangepast (hierbij werd rekening gehouden met een forfaitaire werkzaamheid van 60% voor de stikstof in de drijfmest en 90% voor deze in de korrels).

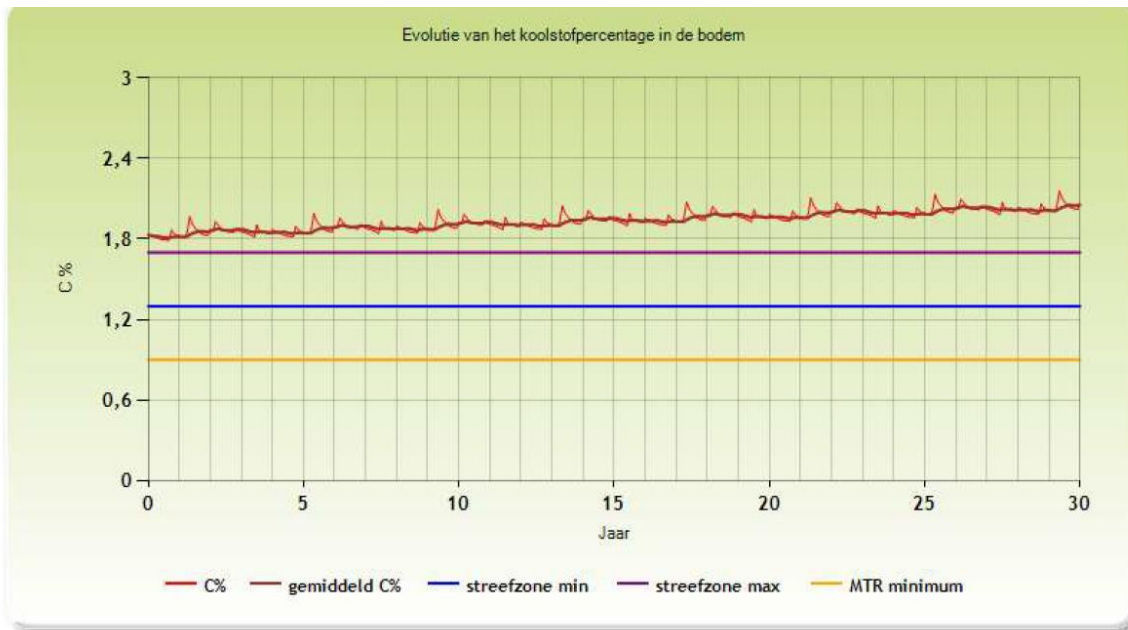
Rotatie "nieuwe rotatie"		
	Teelten en groenbedekkers	Toedieningen organisch materiaal
Jaar 1 (2019)	tarwe, zomertarwe, begin teelt in februari en einde in augustus , oogstresten afgevoerd	
Jaar 2 (2020)	phacelia ingewerkt in april knolselder, begin teelt in juli en einde in november	50 ton/ha runderstalmest in april 0,6 ton/ha zeugendrijfmest in juli
Jaar 3 (2021)	aardappelen, begin teelt in april en einde in september	30 ton/ha runderstalmest in februari
Jaar 4 (2022)	prei, begin teelt in juni en einde in november	40 ton/ha runderstalmest in juni

Figuur 119: Invoergegevens voor de gesimuleerde rotatie met phacelia

De keuze van groenbedekker na de teelt van zomertarwe bleek volgens de simulaties met de Demeter-tool een beperkt effect te hebben op de evolutie van het percentage organische koolstof in de bodem. Met een goed gelukte onderzaai witte klaver kan door het langere teeltseizoen 240 kg extra effectieve koolstof per ha aangevoerd worden t.o.v. een eerder laat gezaaide groenbedekker in de stoppel (800 t.o.v. 560 kg C ha⁻¹).

Het organische koolstofgehalte ligt momenteel reeds hoog (boven de maximale streefwaarde, Ugent), maar zou bij beide rotaties binnen 30 jaar zeker nog gestaag toenemen.





Streefzones UGent

Figuur 120: Verwachte organische koolstofevolucie in de bodem over 30 jaar bij de rotatie met witte klaver

De P-reserve in de bouwvoor van perceel bedroeg in 2019: 42,66 mg P per 100 g droge grond. Het advies van de Demeter-tool is daarom om bij de P-bemesting ervoor te zorgen dat de onttrekking door de teelten groter is dan de toediening. Omdat geen van de groenbedekkers gemaaid en weggevoerd wordt, is het fosfaat-/fosforsaldo voor beide rotaties gelijk na de vier jaar. Er werd berekend dat in de jaren met groenten/aardappelen (en met bemesting) vnl. fosfor werd toegediend en in het jaar met graan (en zonder bemesting) vnl. fosfor werd weggevoerd.

Tabel 127: Forsforbalans, overzicht voor de rotatie

Rotatiejaar	jaar 1 (2019)		jaar 2 (2020)		jaar 3 (2021)		jaar 4 (2022)	
	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P	P ₂ O ₅	P
uitgedrukt in kg/ha								
<i>Toedieningen i</i>	0	0	178	78	87	38	116	51
<i>- Onttrekkingen i</i>	68	30	72	31	41	18	46	20
Saldo	-68	-30	106	46	46	20	70	31
Geaccumuleerd Saldo	-68	-30	38	17	84	37	154	67



Besluit

In een droog teeltseizoen is een onderzaai van witte klaver moeilijk. De kans is groot dat de groenbedekker de competitie voor water verliest met het graan, waardoor na oogst het onkruid het beeld overneemt zoals we in 2019 zagen. De droogte zorgde in 2019 ook voor een matige hoeveelheid bovengrondse biomassa van de groenbedekkers die na oogst van het graan pas begin september gezaaid zijn. In het groenbedekkermengsel domineerde phacelia en was met gemiddeld 1,9 ton DS ha⁻¹ ongeveer evenveel biomassa aanwezig als in zuivere teelt. In de bovengrondse biomassa van de groenbedekkers was gemiddeld 66 kg totale stikstof aanwezig en het nitraatstikstofresidu lag erg hoog met gemiddeld 142 kg ha⁻¹. De grote verschillen qua nitraatstikstofresidu tussen de groenbedekkers konden echter niet verklaard worden.

Door de zachte winter stierven de vorstgevoelige groenbedekkers niet af en kon nog extra stikstof worden opgenomen waardoor in het voorjaar gemiddeld 5,8 ton DS ha⁻¹ gemeten werd bij de zuivere phacelia (1,6 ton meer dan bij het mengsel). Waar witte klaver gestaan had was 3,17 ton DS ha⁻¹ onkruid aanwezig. Er was op dat moment gemiddeld 92 kg stikstof aanwezig in de bovengrondse biomassa. Na inwerken begin april en toepassing van een basisbemesting runderstalmest was eind juni gemiddeld 143 kg nitraatstikstof aanwezig in de 0-60 cm bodemlaag en er werd beperkt bijbemest voor het planten van een late teelt groene selder. Er werd uiteindelijk eind oktober gemiddeld 81,5 ton ha⁻¹ biomassa geoogst met een stikstofinhoud van 134 kg ha⁻¹. Het nitraatstikstofresidu lag met gemiddeld 258 kg ha⁻¹ veel te hoog. Dit is wellicht niet enkel gerelateerd aan de stikstofvrijstelling uit de groenbemesters en basisbemesting, maar ook aan het hoge N-mineralisatiepotentieel van het perceel wat we reeds in 2019 hebben vastgesteld onder de groenbedekkers. De bijbemesting gegeven bij het planten van de teelt bleek alleszins niet nodig. Net zoals in 2019 is het verschil tussen de proefstroken in 2020 moeilijk te verklaren. Een gradiënt in het bodemorganische stofgehalte lijkt minder waarschijnlijk. Eind juni 2020 werd het totale stikstofgehalte van de bodem gemeten. Op dat moment was gemiddeld 0,15% aanwezig op (droge stof basis). Er was weinig verschil tussen de proefstroken. De verschillen tussen de objecten zijn zowel in 2019 en 2020 mogelijk in hoofdzaak te wijten aan natuurlijke variatie op een praktijkperceel.

Om onbenutte minerale stikstof en te hoge nitraatstikstofresidu's in de toekomst te vermijden, kan de landbouwer ervoor kiezen om de basisbemesting wat te lager in te stellen. Daarnaast wordt een organische handelsmeststof vaak ingezet bij planten als bijbemesting. Afhankelijk van de verstrekte basisbemesting en minerale stikstofanalyse zou die bijbemesting weggelaten of ingeperkt kunnen worden. Inzake de fosforbemesting zou de landbouwer in de toekomst kunnen kiezen voor organische handelsmeststoffen zonder fosfor.



Tabel 128: Analyse runderstalmest

	<i>(% vers)</i>
Droge stof	22,1
	<i>(% DS)</i>
Totale stikstof	3,0
Organische stof	68,1
	<i>(kg ton⁻¹ vers)</i>
Nitraatstikstof	0,02
Ammoniumstikstof	0,08
	<i>(g kg⁻¹ DS)</i>
Fosfor	6,4
Calcium	24,4
Magnesium	6,1
Natrium	4,5
Kalium	31,0
C/N	12,4



9.1.2 Gereduceerde bodembewerking (Actisol) vs. ondiep en diep spitzfreen voor de teelt van prei

Proefopzet

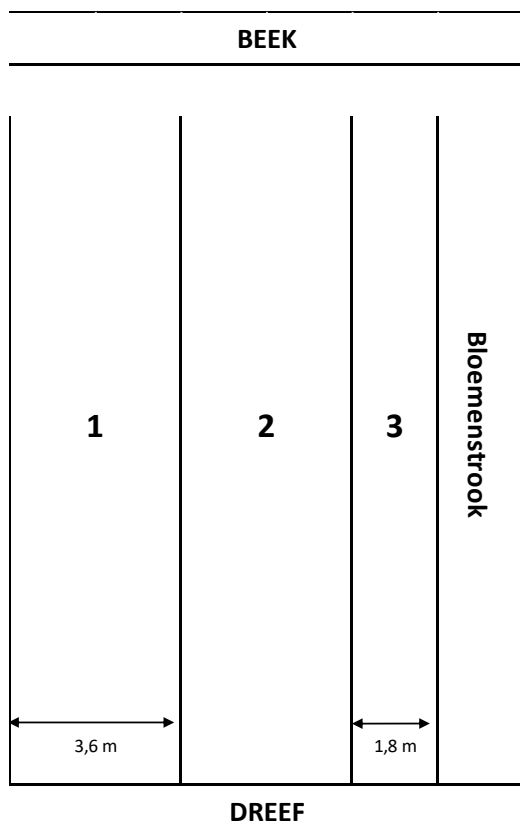
Net voor het planten van prei eind juni is spitzfreen tot 20 cm diep de standaardpraktijk op dit bedrijf. Omdat de teler interesse heeft om de intensiteit van bodembewerkingen te reduceren, werd geopteerd dit te vergelijken met klaarleggen van de bodem met een Actisol. Dit toestel heeft smalle, op een spits toelopende tanden voor een niet-kerende bodembewerking, waarbij de bouwvoor even wordt opgelicht en de gelaagdheid van de bodem behouden blijft. Naast de impact van de Actisol werd ook het effect van op verschillende dieptes spitzfreen op de minerale N in de bodem (initieel, tussentijds en finaal), de gewasontwikkeling en de uiteindelijke opbrengst van het gewas onderzocht.

De proef werd aangelegd in drie behandelingen vervat in vijf werkgangen. Daags voor het aanleggen van de proef had de landbouwer reeds één werkgang (1,8 m breed, 100 m lang) bewerkt en geplant volgens de *business as usual* (BAU, spitzfrees op 20 cm diepte). Naast deze strook werden 2 varianten aangelegd. Per twee werkgangen werd telkens één nieuwe manier van bodembewerking uitgevoerd (proefstrook van 3,6 m breed en 100 m lang). Er werd ten eerste gekozen om de spitzfrees in te stellen op 14 cm diepte. Bij het spitzfreen werden de woelpoten diep gelaten opdat de diepte van het spitzfreen geen probleem zou geven bij het ponsen van de plantgaten. In twee andere werkgangen werd de bodem met de Actisol bewerkt tot 35 cm diep. Omdat met vaste rijpaden van 1,8 m wordt gewerkt op het bedrijf, werd een Actisol met werkbreedte van 1,5 m gezocht en uiteindelijk gehuurd van een ander biologisch landbouwbedrijf.



Figuur 121: Actisol met vijf verende tanden





Figuur 122: Proefplan met variant 1: Actisol, variant 2: Ondiep spitzfreen (14 cm) en variant 3: BAU (20 cm diep spitzfreen)

Voorgeschiedenis perceel

Tabel 129: Teelten, groenbemesters en bemesting in de voorgaande jaren

Jaar	Teelt	Groenbedekker	Bemesting
2018	Bloemkool (dubbele teelt)	Japanse haver	35 ton ha ⁻¹ runderstalmest + respectievelijk 100 en 50 eenheden N in 1 ^e en 2 ^e teelt (Biomix, NPK: 12-0-0)
2017	Gras-klover	geen	geen
2016	Venkel	Gras-klover	50 eenheden N (Biomix, NPK: 12-0-0)
2015	Prei	geen	35 ton ha ⁻¹ runderstalmest

Algemene bodemkarakterisering

Een algemene bodemkarakterisering vond plaats bij aanvang van de proef (BOC- en totale N-gehalte, voedingstoestand (met ammoniumlactaat extraheerbare hoofdelementen) en zuurtegraad (pH-KCl)). Er werd een mengstaal genomen over het volledige proefoppervlak tot 30 cm diep.



Tabel 130: Algemene bodemkarakterisering op 2 juli 2019 met streefzones volgens de BDB cursief

pH-KCL		6,33	6,2-6,6
Textuur		zandleem ^a	
Droge stof	(%)	82,50	
Organische koolstof	(% C)	2,21	1,2-1,6
Totale stikstof	(% droge bodem)	0,16	
Fosfor	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	25,46	12-18
Calcium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	190,77	100-240
Magnesium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	19,13	9-14
Natrium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	0,56 ^b	3,1-6,0
Kalium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	35,98	14-20
Zwavel	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	4,91	

^a 49,3% zand, 38,6% leem en 12,0% klei

^b waarde onder de rapporteringsgrens

Teeltverloop

In mei was het perceel reeds bemest met 30-35 ton ha⁻¹ biologische geitenstalmest (ingewerkt met schijvcultivator). Een week voor het aanleggen van de validatieproef werd een diepe niet-kerende bodembewerking uitgevoerd (cultivator met zeven vaste tanden (diepwoeler), werkbreedte en -werkdiepte respectievelijk 1m80 en 25 cm). De bewerkingen met de spitsfrees en de Actisol (start proef) gebeurden op 2 juli 2019 in een vochtige bodem. Net voordien was door de landbouwer geïrrigeerd omwille van de droogte (+/- 20 l water m⁻²).



Figuur 123: Bodembewerking met Actisol op 2 juli 2019

De dag na de bodembewerkingen werd prei (cv. Poulton) geplant op rijen met 60 cm tussenafstand (drie rijen per werkgang). Er zou gedurende de teelt vijf keer geschoffeld worden en drie keer aangeard. Deze werkzaamheden gebeurden uniform over het proefoppervlak. Tijdens de teelt werd niet meer geïrrigeerd.

Bij een beoordeling op 14 augustus werden geen verschillen gezien in gewasontwikkeling. Wat betreft de beworteling en de bodemstructuur werden wel enkele verschillen gezien. In de laag die werd gespuit was er weinig samenhang in de structuur: de bodem was er erg los en viel snel uit elkaar. Onder de spitdiepte was wel een goede structuur op te merken. In de laag die met de Actisol werd bewerkt was de structuur variabel, deels kruimelig, deels blokkig.

De bewerkingen hadden ook een invloed op de aanwezigheid van regenwormen. Waar de bodem met de Actisol bewerkt was, waren gangen van regenwormen aanwezig tot in de bovenste lagen. Waar gespuitfreesd was, was de aanwezigheid opmerkelijk minder. Opvallend en duidelijk herkenbaar was het organisch materiaal aan het oppervlak in het niet-kerend bewerkte deel.

Op 3 oktober werd naast het nemen van bodemstalen ook een visuele beoordeling van het gewas uitgevoerd. Algemeen werden terug weinig verschillen waargenomen. Op 13 november en 18 december werden stalen genomen om het nitraat-N residu te onderzoeken. Op 18 december werd ook een proefoogst uitgevoerd.

Opbrengst en kwaliteit

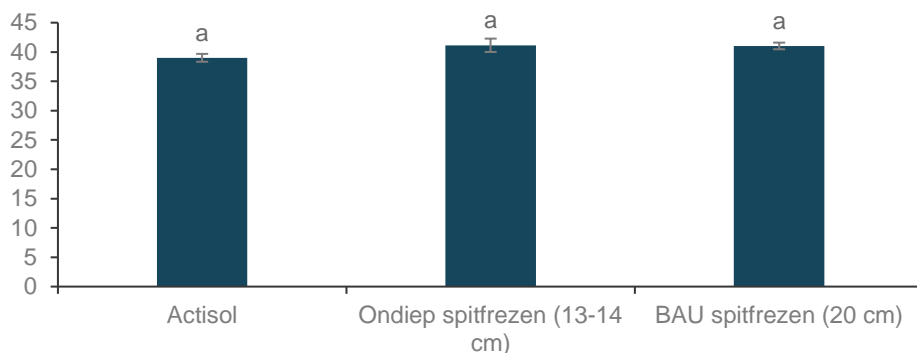
Per object werd op 18 december prei geoogst in 3 technische herhalingen. Een herhaling bestond uit drie binnen één werkgang aanliggende rijen van 3 m lang. Er werden zo telkens 2 buitenste en 1 binnenste rij van een werkgang bemonsterd per object. Om de prei te kunnen afdekken voor de vrieskou had de landbouwer de rijen grenzend aan de bloemenstroken reeds geoogst. In het BAU object bleef dan nog 1 buitenste en 1 binnenste rij over. Van de overgebleven buitenste rij prei werd daarom telkens geoogst over een langere afstand van 6 m per technische herhaling. De prei werd voor de opbrengst- en kwaliteitsbepaling ter plekke geschoond (buitenste bladeren verwijderd en wortels ingekort) en gewassen.



Figuur 124: Teeltbed volgens vast rijpadensysteem (1m80 breed) met 3 rijen prei (60x 12cm)



Gemiddeld werd 40 ton ha⁻¹ marktbaar prei geoogst (sortering 2-4 cm), wat een goede opbrengst was. Het cijfer verschilde niet significant tussen de verschillende bewerkingen. De prei had een gemiddelde stamlengte van 26,2 cm en de aanloopkleur was gemiddeld 4,5 cm.



Figuur 125: Gemiddelde marktbaar opbrengst prei (ton ha⁻¹) op 18 december 2019 na verschillende types bodembewerkingen. De foutbalken tonen de standaardfout. Resultaten met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend ($p > 0,05$) op basis van een Tukey's HSD test.

Tabel 131: Nutriënten in de geschoonde marktbaar prei (op basis van 10 planten per object)

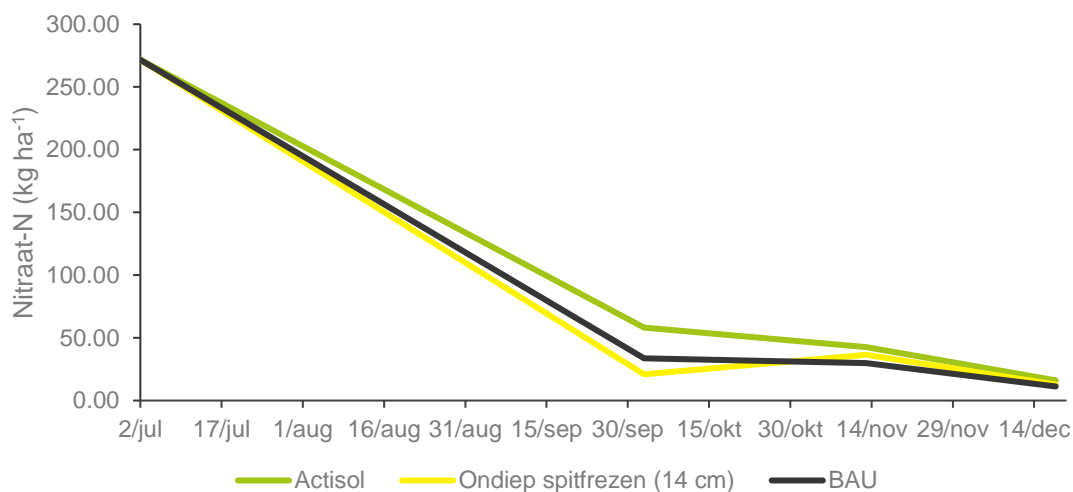
		object		
		Actisol	Ondiep spitfrezen	BAU
Droge stof	(%)	10,42	10,40	10,50
Asgehalte	(% verse biomassa)	0,99	0,84	0,83
Totale stikstof	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	3,12	3,12	3,24
Fosfor	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	0,43	0,45	0,46
Calcium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	0,40	0,44	0,39
Magnesium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	0,12	0,13	0,12
Natrium^a	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	0,03	0,05	0,04
Kalium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	2,72	2,58	2,74

^a Resultaten onder de rapporteringsgrens

Stikstofverloop

Gemiddeld was in juli (na bemesting en voor bodembewerking) 272 kg NO₃⁻-N ha⁻¹ aanwezig in de 0-30 cm bodemlaag van het proefoppervlak. In de maanden oktober en november bleek de minerale N-voorraad in de toplaag na Actisol telkens het hoogst. Mogelijk was dit te wijten aan de dubbele diepere bewerking (diepwoeler + Actisol) die zorgde voor meer bodemrespiratie en stikstofmineralisatie in een los gewerkte bodem.

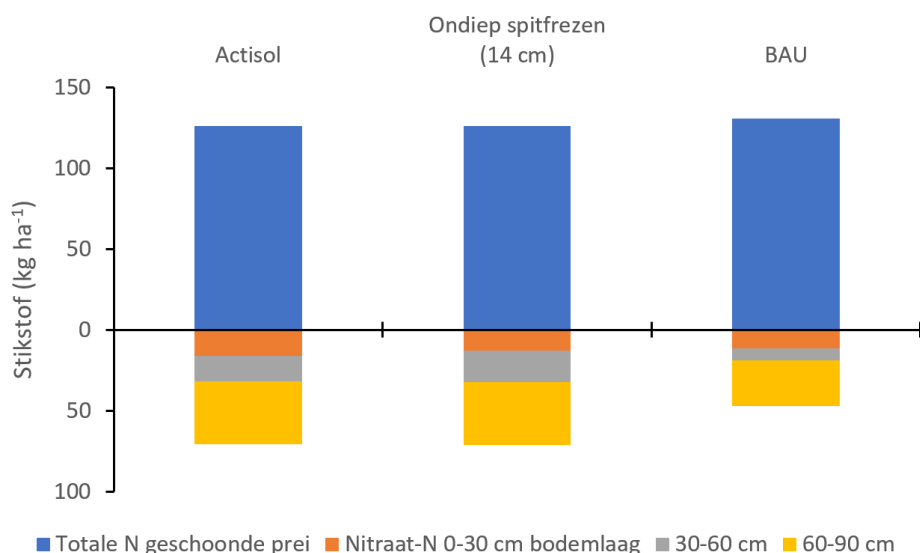




Figuur 126: Verloop nitraat-N in de 0-30 cm bodemlaag (bouwvoor) op basis van staalnamen op 2 juli, 4 oktober, 13 november en 18 december 2019

Algemeen was het nitraatstikstofresidu (0-90 cm bodemlaag) op 13 november in de sperperiode hoog. Na de diepe bewerking met de Actisol lag het residu het hoogst (184 kg ha^{-1}), na BAU het laagst (115 kg ha^{-1}), en een tussenliggende waarde na 14 cm diep spitfrezen (154 kg ha^{-1}). Het merendeel van het residu bevond zich dieper in het bodemprofiel, onder de 0-30 cm bodemlaag. Het perceel vertoont een hoog N-mineralisatiepotentieel. De toegepaste stalmest kent maar een beperkte eerstejaarsstikstofwerking.

Bij oogst op 18 december was door uitspoeling en opname door het gewas na ondiep spitfrezen en Actisol nog 71 kg ha^{-1} nitraatstikstof aanwezig in het 0-90 cm bodemprofiel. Na BAU was dit 47 kg ha^{-1} . De hoeveelheid totale N in de prei bedroeg toen gemiddeld 128 kg ha^{-1} (geschoonde marktbaare prei).



Figuur 127: Nitraatstikstof in de bodem en totale stikstof in de geschoonde marktbaare prei op 18 december 2019

Plant opneembare P

P-CaCl₂ is niet enkel een parameter voor het bepalen van de hoeveelheid direct voor de plant beschikbare P maar geeft ook een indicatie voor het P-uitspoeling risico vanuit de bouwlaag. Door deze parameter mee te nemen kunnen eventuele effecten van bemesting en bodembeheer hierop gemonitord worden. Met een HWP (heet wateroplosbare P) bepaling wordt op een andere wijze de direct plantopneembare P-fractie bepaald. Op zowel 3 oktober (staalname P-CaCl₂) en 18 december (HWP) was het verschil tussen de varianten in de 0-30 cm bodemlaag beperkt.

Tabel 132: P-CaCl₂ (3 oktober 2019) en HWP (18 december 2019)

		object		
		Actisol	Ondiep spitzfrozen	BAU
P-CaCl ₂	(mg (kg droge bodem) ⁻¹)	5,76	6,92	6,55
HWP	(mg (kg droge bodem) ⁻¹)	33,43	36,12	30,97

Microbiële koolstof en HWC

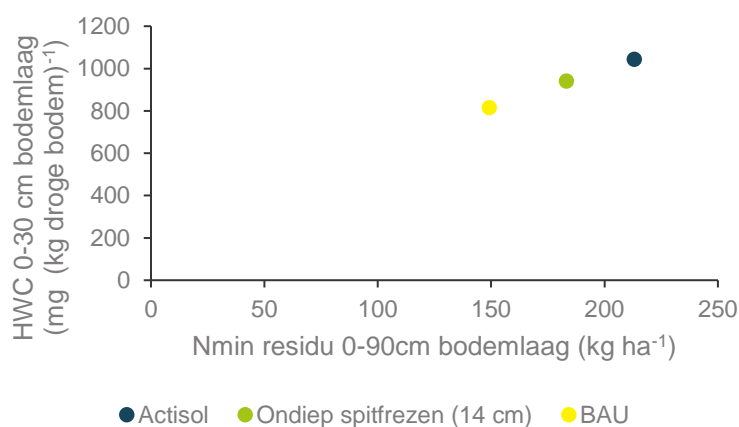
Microbiële koolstof (Cmic) is een directe maat voor de microbiële biomassa terwijl HWC een maat is voor de voor de bodembioologie meer toegankelijke organische koolstof. Beide waarden bleken op 18 december het hoogst in de 0-30 cm bodemlaag voor de variant waarbij de Actisol werd toegepast.

Tabel 133: HWC en Cmic (18 december 2019)

		object		
		Actisol	Ondiep spitzfrozen	BAU
HWC	(mg (kg droge bodem) ⁻¹)	1043,2	940,6	814,9
Cmic	(mg (kg droge bodem) ⁻¹)	340,20	140,46	160,15

Het resultaat van de HWC-analyse kan het gevolg zijn van de uitgevoerde bodembewerkingen, maar om hiervan uitsluitel te hebben zou moeten onderzocht worden of er al dan niet een gradiënt was in het organische stofgehalte (bepaling N_{tot} en OC). Wanneer er over de werkgangen waarin de behandelingen aanlagen zich een gradiënt zou voordoen in het bodem organische stofgehalte, zal die ook een effect gehad hebben op de gemeten stikstofbeschikbaarheid. Er lijkt een recht evenredig verband te bestaan tussen de resultaten van de HWC-analyse in de 0-30 cm bodemlaag op 18 december en het N_{min} residu (nitraat- + ammonium-N) op 13 november.





Figuur 128: HWC in functie van Nmin

Bodemdensiteit

De bodemdensiteit van de 0-30 en 30-60 cm bodemlagen werd bepaald aan de hand van stalen genomen uit het midden van de lagen. Opvallend is het significant verschil tussen de bodemdensiteit na Actisol en ondiep spitsfrezen t.o.v. na BAU in de 12,5 - 17,5 cm laag. Bij het spitsfrezen op 20 cm diepte is de 12,5-17,5 cm laag intensief gemengd geweest. Dit kan het verschil verklaren.

Tabel 134: Bodemdensiteit gemeten met kopecky-ringen (5 cm hoog, volume: 100 cm³)

object	Bodemlaag	
	0-30 cm	30-60 cm
Actisol	1,665 ± 0,013 ^a	1,430 ± 0,007 ^a
Ondiep spitsfrezen	1,622 ± 0,011 ^a	1,490 ± 0,024 ^a
BAU	1,382 ± 0,026 ^b	1,425 ± 0,010 ^a

Waarden met eenzelfde letter binnen dezelfde kolom zijn niet significant verschillend ($p > 0,05$) op basis van een Tukey's HSD test.

Logistieke en economische aspecten

Op basis van inschattingen van de eigenaar van de Actisol en de landbouwer op wiens bedrijf de proef aanlag, kan er vanuit gegaan worden dat per hectare met de Actisol 2,5 tot 3 u arbeidstijd kan uitgespaard worden t.o.v. spitsfrezen. Bij spitsfrezen moet er namelijk aan een matig tempo gereden worden waardoor zeker 4u per ha nodig is. Wanneer een loonwerker zou ingehuurd worden, zou met een kost van 75 euro/u, bijna 225 euro per ha uitgespaard kunnen worden met een Actisol t.o.v. spitsfrezen. Dit zijn echter schattingen die afhankelijk zijn van verschillende factoren: werkbreedte, type trekker, bodemtype, prijzen loonwerk (al dan niet inclusief machine),...

Naast de besparing op arbeid, is de Actisol ook goedkoper. De aankoopprijs van het type *150 B2 Maraîchage* zou 7.500 euro zijn (excl. BTW) t.o.v. naar schatting ongeveer 12.000 voor een spitsfrees (Imants 33SX serie). Toch vond de proefveldhouder de prijs van de Actisol eerder aan de hoge kant. Hij kon de meerwaarde van de Actisol ook moeilijk inschatten t.o.v. zijn cultivator met 7 tanden (diepwoeler). Hij dacht daarbij enerzijds aan de



diepte van bewerken (35 cm) en anderzijds de niet waargenomen verende beweging van de Actisol tanden. De oorzaak van het weinig veren heeft waarschijnlijk te maken met het op een diepe stand werken in een vochtige bodem. De landbouwer merkte anderzijds bij het ponsen van de preigaten wel een duidelijk verschil tussen de Actisol en het spitsfreen. Er werd tot 17 cm diep geponst en na spitsfreen (zowel diep als ondiep) voelde hij meer weerstand dan na de bewerking met de Actisol.

Besluit

Uit deze proef kunnen we besluiten dat een diepe bewerking met een Actisol na een bewerking met een cultivator mogelijk geleid heeft tot een hogere mineralisatie in de top laag. Hierdoor was op verschillende momenten meer nitraat-N aanwezig dan na spitsfreen. De verschillende bodembewerkingen leken evenwel geen verschillende impact gehad te hebben op de ontwikkeling, de opbrengst en kwaliteit van de prei. De marktbaar opbrengst was met 40 ton/ha algemeen goed. De bodem bewerken met de Actisol ter vervanging van de spitsfrees zou goedkoper kunnen zijn. Of een bewerking met de Actisol verschilt met die van een cultivator met vaste tanden (diepwoeler) zou nog onderzocht kunnen worden. Daarbij zou de Actisol op een gelijke diepte (bijvoorbeeld 25 cm) kunnen getest worden. Ook kan nog onderzocht worden of het resultaat van de HWC-analyse het resultaat is van een gradiënt in het bodem organische stofgehalte of dat dit (voornamelijk) het gevolg was van de verschillen in bodembewerking.

9.1.3 Groenbedekker vs. geen groenbedekker na planten van courgette

Proefopzet

Op dit bedrijf wordt een late teelt courgette rond half juli geplant in ruggen afgedekt met biodegradeerbaar plastic. Gewoonlijk blijft de bodem tussen de courgetterijen onbedekt, maar de landbouwer speelde met het idee om na de laatste schoffelbeurt een groenbedekker te zaaien omdat dit na de oogst niet meer mogelijk is. De teelt wordt doorgaans pas eind november of bij de eerste vorst afgerond.

Naast het bedekken van de bodem en het vangen van stikstof was het belangrijk dat de groenbedekker bestand was tegen betreden. Op de paden tussen de ruggen wordt met regelmaat gelopen om te plukken. Er werd daarom gekozen om een mengsel van Japanse haver met winterwikke uit te testen. Japanse haver is als grasachtige bestand tegen betreden. Japanse haver is ook een snelle groeier die minerale N helpt vast te leggen en het onkruid goed kan onderdrukken in het najaar. In tegenstelling tot de vorstgevoelige Japanse haver kan winterwikke de bodem eerder goed bedekken in het daarop volgende voorjaar. Voor de winter is de groei matig. Met deze vlinderbloemige soort wordt daarnaast stikstof uit de lucht vastgelegd die na vernietigen van de planten ten goede kan komen van de volgteelt.

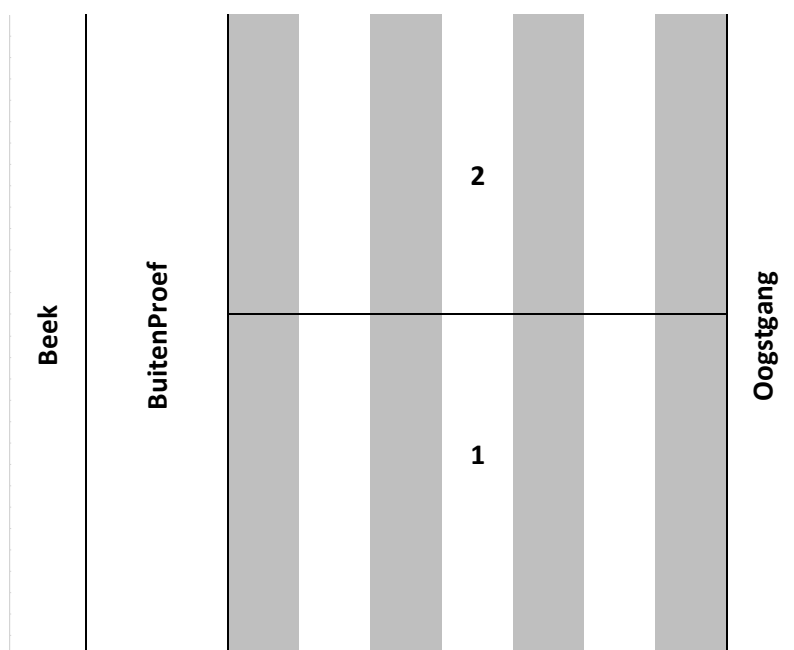
Het zaaien werd in de tweede helft van augustus gepland bij de laatste schoffelbeurt. Door de droogte werd uiteindelijk gewacht tot 4 september 2019. Op dat moment waren de courgette-rijen het minst gesloten op de wendakker. Het groenbedekkermengsel werd er manueel gezaaid in drie aanliggende paden over de halve lengte (breedte paden en ruggen: respectievelijk 55 en 50 cm). Er werd een hoge zaaidosis gebruikt om de bodem voldoende te kunnen bedekken. Door de weersomstandigheden en late zaai was het risico van overwoekering van de courgetteplanten door de groenbedekker namelijk klein. Door het uitblijven van regen werd aan de landbouwer gevraagd om de zaden met de schoffelmachine licht in te werken.





Figuur 129: Het proefvlak op 4 september 2019 (bij zaaien)





Figuur 130: Proefplan met variant 1: Groenbedekkmengsel: 40 kg ha⁻¹ Japanse haver (*Avena strigosa* cv. Akenaton) met 30 kg ha⁻¹ winterwikke (Pannonische of Hongaarse wikke; *Vicia pannonica* cv. Detenicka) en variant 2: Braak. De toegepaste zaaidichtheden betreffen de dichtheden in de paden. Grijs gearceerd: courgetteruggen, wit: paden.

Voorgeschiedenis perceel

Tabel 135: Teelten, groenbemesters en bemesting in de voorgaande jaren

Jaar	Teelt	Groenbedekker	Bemesting
2018	Rode-/witte savooikool	en geen	30 ton ha ⁻¹ runderstalmest
2017	Gras-klover	geen	geen
2016	Gras-klover	geen	geen
2015	Courgette	geen	30 ton ha ⁻¹ runderstalmest

Algemene bodemkarakterisering

Een algemene bodemkarakterisering vond plaats bij aanvang van de proef (BOC- en totale N-gehalte, voedingstoestand (met ammoniumlactaat extraheerbare hoofdelementen) en zuurtegraad (pH-KCl)). Bij het zaaien van de groenbedekker op 4 september 2019 werden hiervoor bodemstalen genomen tot 30 cm diep over het volledige proefoppervlak.



Tabel 136: Algemene bodemkarakterisering op 4 september 2019 met streefzones volgens de BDB cursief

pH-KCL		7,09	6,2-6,6
Textuur		Zandleem	
Droge stof	(%)	86,14	
Organische koolstof	(% C)	1,14	1,2-1,6
Totale stikstof	(% droge bodem)	0,12 ^a	
Fosfor	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	30,56	12-18
Calcium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	224,18	100-240
Magnesium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	30,41	9-14
Natrium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	0,00 ^b	3,1-6
Kalium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	22,90	14-20
Zwavel	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	1,22 ^b	

^a Staal genomen op 24 oktober 2019.

^b waarde onder de rapporteringsgrens

Teeltverloop

In mei werd het perceel uniform bemest met 30 ton ha⁻¹ vaste runderstalmest. De mest werd oppervlakkig ingewerkt met een vaste tand en juist voor het trekken van de ruggen en het planten (begin-half juli) werd geploegd. Er werd tijdens de teelt niet bijbemest. De basisbemesting hoorde voldoende te zijn om in de N-behoefte van de courgetteplanten te voorzien. De zwarte folie op de ruggen zorgt naast het onderdrukken van onkruid voor een verhoogde bodemtemperatuur die de mineralisatie bevordert.

Er werd tijdens de teelt twee keer geschoffeld in de paden tussen de ruggen; éénmaal begin augustus en éénmaal eind augustus. Na de tweede schoffelbeurt en het inzaaien van de groenbedekker (start van de proef) begon de oogst. In september plukten de seizoenarbeiders om de twee dagen. In oktober nam de frequentie wat af.

Bij een visuele beoordeling op 24 oktober (50 dagen na zaaien) was de stand van de groenbedekker matig. De bodem werd niet volledig bedekt. De winterwikke was ook nog erg klein. Dit was te wijten aan de droogte en het late zaaitijdstip. Er werd algemeen veel onkruid waargenomen tegen de folie aan of in de ruggen ter hoogte van de plantgaten (knopkruid). De landbouwer had met zijn schoffelmachine niet dicht genoeg tegen de folie kunnen werken.

In november werd nog slechts 2 keer per week op de paden gelopen om te oogsten. De onkruiddruk bleef algemeen hoog waardoor eind november werd gekozen in te grijpen met de schijveneg. Groenbedekker, onkruid en oogstresten werden vernietigd. Hiermee eindigde de proef.





Figuur 131: Courgetteruggen met groenbedekker in de paden op 24 oktober 2019



Figuur 132: Courgette ruggen zonder groenbedekker in de paden (BAU) op 24 oktober 2019.

Opbrengst en kwaliteit van de bovengrondse biomassa in de paden

Bij het nemen van bodemstalen op 12 november 2019 werd per object ook 1 representatief oppervlak bovengrondse biomassa (0,56 x 036m) geoogst. De geoogste biomassa was het grootst waar geen



groenbedekker was gezaaid: 4,2 ton droge stof ha⁻¹ aan onkruid. Waar de groenbedekker stond, werd 1,4 ton droge stof ha⁻¹ gemeten waarvan 51% bestond uit Japanse haver (0,73 ton droge stof ha⁻¹) en 14% uit wikke (0,20 ton droge stof ha⁻¹). De rest van de biomassa was onkruid (0,49 ton droge stof ha⁻¹). De totale N-opname in de bovengrondse biomassa in de paden met en zonder groenbedekker bedroeg respectievelijk: 49 en 102 kg ha⁻¹.

Tabel 137: Nutriënten in de bovengrondse biomassa in de paden

		Groenbedekker	Braak
Droge stof	(%)	16,96	17,28
Asgehalte	(% verse biomassa)	3,81	4,44
Totale stikstof	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	5,51	3,96
Fosfor	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,73	0,84
Calcium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	1,37	3,78
Magnesium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,39	0,76
Natrium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,12	0,02 ^a
Kalium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	5,97	4,39

^a waarde onder de rapporteringgrens



Figuur 133: Courgetteruggen met (links) en zonder (rechts) groenbedekker in de paden op 12 november 2019

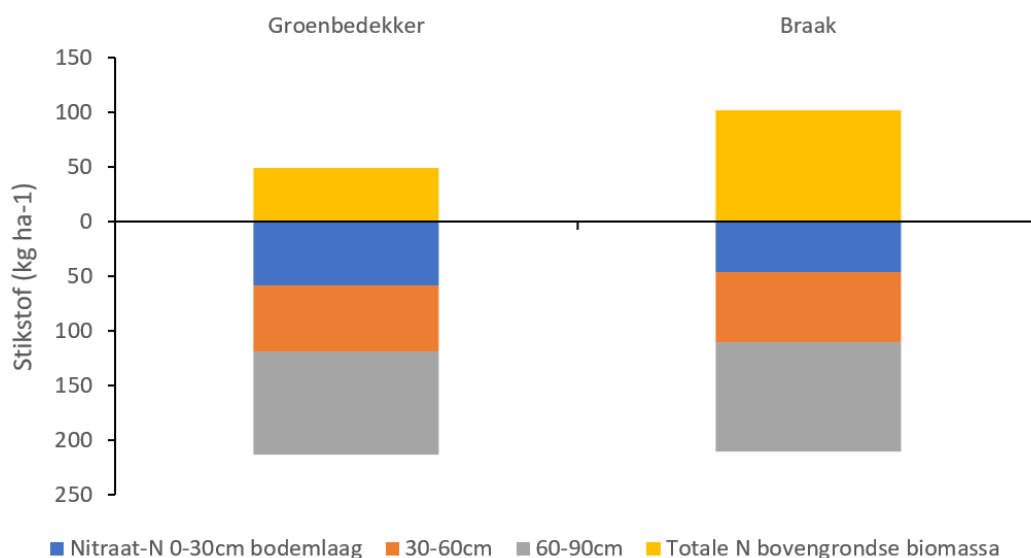
Stikstofverloop

Om de evolutie van de minerale stikstofvoorraad in de bodem op te volgen werd per object een mengstaal genomen (helft van de steken in de paden en de andere helft in de ruggen). Bij zaaien op 4 september was in het proefoppervlak gemiddeld 229 kg NO₃⁻-N ha⁻¹ aanwezig in de 0-60 cm bodemlaag (respectievelijk 133 en 96 kg ha NO₃⁻-N ha⁻¹ in de 0-30 en 30-60 cm laag). Gezien de stikstofwerking van de toegepaste runderstalmest eerder beperkt is, is het N-mineralisatiepotentieel van deze bodem hoog. In de sperperiode, op 12 november,



was de hoeveelheid in de 0-30 cm laag gedaald tot 58 kg ha⁻¹ in het stuk met groenbedekker en tot 46 kg ha⁻¹ in het stuk zonder. In de 30-60 cm laag was er nog respectievelijk 61 en 64 kg NO₃⁻-N ha⁻¹ aanwezig.

Algemeen lag het nitraatstikstofresidu in de volledige 0-90 cm bodemlaag hoog op 12 november. Gemiddeld bedroeg dit 212 kg ha⁻¹ (respectievelijk 213 en 210 kg ha⁻¹ met en zonder groenbedekker). Dit was waarschijnlijk te wijten aan een te lage opname door het gewas door de droogte, maar daarnaast ook de beperkte ontwikkeling van de groenbedekker door de late zaai (en de droogte).



Figuur 134: Minerale stikstof in de bodem (combinatie rug en paden) en totale stikstof in de bovengrondse biomassa in de paden op 12 november 2019

Plant opneembare P (HWP)

P-CaCl₂ is niet enkel een parameter voor het bepalen van de hoeveelheid direct voor de plant beschikbare P maar geeft ook een indicatie voor het P-uitspoelingsrisico vanuit de bouwlaag. Door deze parameter mee te nemen kunnen eventuele effecten van bemesting en bodembeheer hierop gemonitord worden. Met een HWP-bepaling wordt op een andere wijze de direct plantopneembare P-fractie bepaald. Op 12 november was er geen verschil tussen de varianten met betrekking tot beide parameters (mengstaal per object uit de paden, 0-30 cm diep).

Tabel 138: P-CaCl₂ en HWP (12 november 2019)

		object	
		Groenbedekker	Braak
P-CaCl₂	mg (kg droge bodem)⁻¹	4,48	4,18
HWP	mg (kg droge bodem)⁻¹	14,37	14,52



Op dit bedrijf wordt courgette rond half juli geplant. Normaal gezien blijft de bodem tussen de courgetterijen onbedekt maar de landbouwer had graag dit jaar na de laatste schoffelbeurt een groenbedekker gezaaid. Met de oogst in gedachten is het belangrijk dat deze tegen betreden kan. Verder kan deze groenbedekker als functie hebben het onkruid te onderdrukken en het vastleggen van nitraatstikstofresidu. Een grasachtige zoals Japanse haver kan dan geschikt zijn. Als vooral de stikstoflevering van belang is, kan eventueel winterwikke interessant zijn. Er werd gekozen voor een mengsel van Japanse haver en winterwikken tussen de courgetteruggen.

9.1.4 Grasklaver vernietigen in de zomer met volgteelt *Phacelia* vs. Alexandrijnse klaver vs. mengsel van beide.

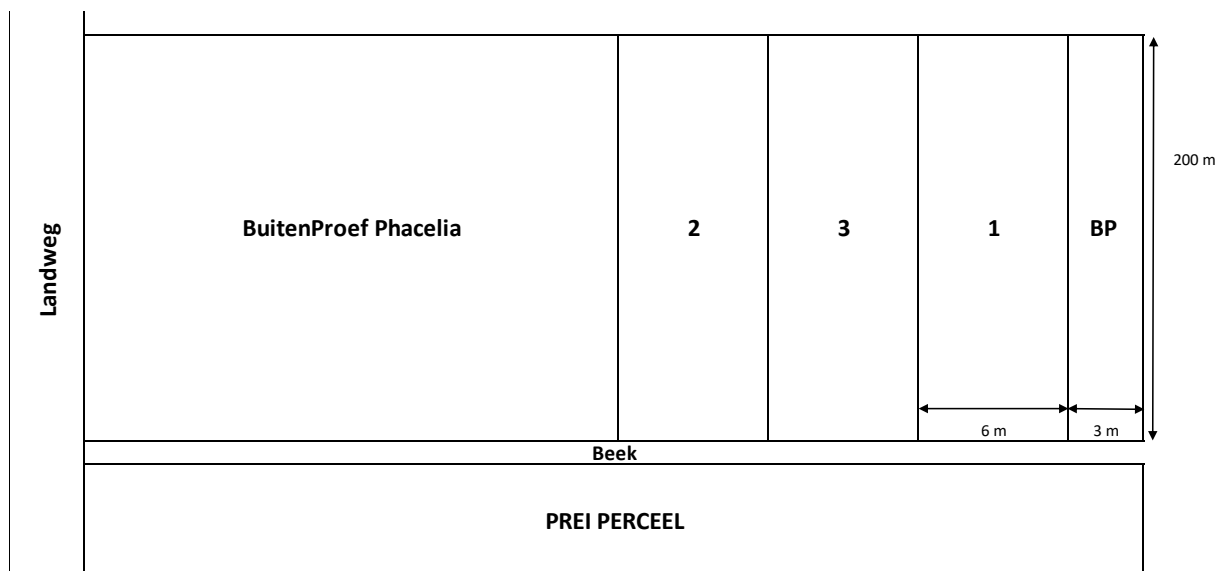
Proefopzet

Deze landbouwer vernietigde in het verleden zijn gras-klaver in september/oktober met een frees/cultivator opdat eind maart/begin april van het volgende jaar vroege bloemkool kon geteeld worden zonder ploegen. In 2019 besliste hij echter de gras-klaver al in augustus te vernietigen waardoor de groenbedekker phacelia kon gezaaid worden en fungeren als vanggewas in het najaar. Uitspoeling van stikstof kan op die manier beperkt worden in de winter. Doordat Phacelia vorstgevoelig is, zou het veld in het daaropvolgende voorjaar zonder extra werk klaargemaakt kunnen worden voor de volgteelt.

In die situatie was het interessant om een vergelijking te maken tussen een zuivere tussenteelt van de niet-vlinderbloemige phacelia enerzijds met een pure teelt van een vlinderbloemige groenbedekker Alexandrijnse klaver anderzijds. Daarnaast leek ook een mengsel van beiden interessant. De focus zou voornamelijk gelegd worden op de evolutie van de minerale N in de bodem en de N-opname door het volggewas (boerenkool in 2020). In het kader van MAP6, waarbij vlinderbloemigen zuiver of in mengsel niet beschouwd worden als vanggewas, leek het tevens interessant om te zien wat het effect is van een groenbedekkermengsel met een vlinderbloemige op het nitraatstikstofresidu t.o.v. een pure niet-vlinderbloemige groenbedekker.

Er werd voorzien om kort na het vernietigen van de gras-klaver te zaaien (2^e helft augustus). Door de droogte werd de proef pas op 3 september 2019 aangelegd. In combinatie met rotoreggen werden de groenbedekkers gezaaid. Een proefstrook was 6 m breed en 200 m lang. De zaaidosis van Phacelia en Alexandrijnse puur bedroeg respectievelijk 20 en 25 kg ha⁻¹. In het mengsel werden beide soorten respectievelijk aan een dosis van 6 en 16 kg ha⁻¹ gebruikt (30 en 64% van zuiver). Alexandrijnse klaver is minder concurrentieel en werd daarom in het mengsel aan een naar verhouding hogere dosis gezaaid. Aan beide zijden van het proefvlak werd ook een werkgang als buffer gezaaid om overlap bij het zaaien van phacelia door de landbouwer op de rest van het perceel te vermijden.





Figuur 135: Proefplan met variant 1: phacelia (20 kg ha⁻¹), variant 2: mengsel phacelia met Alex. klaver (6 kg ha⁻¹ en 16 kg ha⁻¹) en variant 3: Alexandrijnse klaver (25 kg ha⁻¹)

Voorgeschiedenis perceel

Tabel 141: Teelten, tussenteelten en bemesting in de voorgaande jaren

Jaar	Teelt	Groenbedekker	Bemesting
2018	Gras-klaver	geen	geen
2017	Prei (gangbaar)	geen	20-24 ton varkensdrijfmest + 500 kg ammoniumnitraat/ha
2016	Knolselder (gangbaar)	geen	20-24 ton varkensdrijfmest + 400 kg ammoniumnitraat/ha

Algemene bodemkarakterisering

Een algemene bodemkarakterisering vond plaats drie weken na zaaien van de proef (BOC- en totale N-gehalte, voedingstoestand (met ammoniumlactaat extraheerbare hoofdelementen) en zuurtegraad (pH-KCl)). Er werden bodemstalen genomen tot 30 cm diep over het volledige proefoppervlak.

Tabel 142: Algemene bodemkarakterisering op 24 september 2019 met streefzones volgens de BDB cursief

pH-KCL		6,72	6,2-6,6
Textuur		Zandleem ^a	
Droge stof	(%)	93,37	
Organische koolstof	(% C)	1,18	1,2-1,6
Totale stikstof	(% droge bodem)	0,13	
Fosfor	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	88,05	12-18

////////////////////////////////////

Calcium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	242,52	100-240
Magnesium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	25,09	9-14
Natrium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	2,42	3,1-6,0
Kalium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	43,31	14-20
Zwavel	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	1,87 ^b	

^a 65,1% zand, 26,3% leem en 8,6% klei

^b waarde onder de rapporteringsgrens

Teeltverloop

Gras-klover werd na de laatste oogst prei in februari van 2018 gezaaid. Er werden geen snedes geoogst. Er werd enkel geklepeld om zaadzetting te voorkomen en de klover een voordeel te geven t.o.v. het gras. In 2019 werd geen bemesting gegeven er werd 1 keer geklepeld rond 15 juli 2019. Het gewas werd vernietigd op 7 augustus met een spitsfrees (merk: *Imants*). De droogte zorgde ervoor dat het vernietigen niet lukte met een cultivator. Het zaaien van de groenbedekkers was rond 15 augustus gepland, maar werd door de droogte zo lang mogelijk uitgesteld. Uiteindelijk werd op 4 september gezaaid. Zaaïen gebeurde in combinatie met rotoeggen.

Bij een visuele beoordeling op 18 oktober bleek de stand van de groenbedekkers niet goed homogeen te zijn door de droge periode rond zaaien. Het beste gedeelte was het aan het preiperceel grenzende stuk dat door een overlap van de irrigatie voor de prei ook water gekregen had (naar schatting 50-60 l m⁻²). Er werd gekozen om voor verdere staalnamen de proefstroken in te krimpen tot netto veldjes van een 20-tal meter lengte (wendakker niet meegerekend). Op 18 oktober werd ook wat opslag van gras gezien.



Figuur 136: Het gedeelte van de proefstroken met het mengsel (links), de Alex. klover puur (midden) en de phacelia puur (rechts), grenzend aan het prei perceel. Dit stuk zou verder worden opgevolgd vanaf 18 oktober 2019

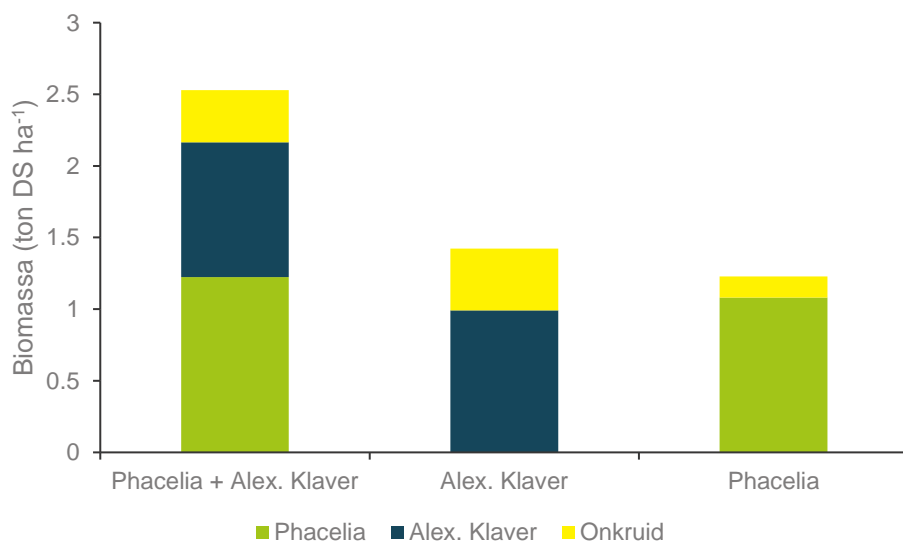
De groenbedekker werd in het voorjaar van 2020 vernietigd (26 maart) door te klepelen gevolgd door bewerkingen met de rotoeg. Het vernietigen van de phacelia en de Alexandrijnse klover vormde geen probleem ondanks de zachte winter waardoor de teelt niet afgestorven was. Om de opslag van gras te vernietigen was wel een extra passage met de rotoeg nodig.



Rond 7 april werd een diepe bewerking uitgevoerd met een diepgronder met vaste Dent Michel tanden (25-30 cm diep). Op 10 april werd 25 ton ha⁻¹ biologische varkensdrijfmest toegediend. Later zou nog 400 kilo OPF per ha bij bemest worden (NPK: 11-0-5). Eind april werd bij planten van de boerenkool gerotoregd. Er werd geplant volgens een vast rijpadensysteem van 3,2 m brede werkgangen met telkens 5 teeltrijen. De tussenrijafstand bedraagt hierbij 0,6 m en de afstand in de rij 0,39 cm. Aan weerszijden van het plantbed wordt 10 cm bufferzone voorzien om een negatief effect van de vaste sporen op de naburige rijen te verminderen. De boerenkool werd geoogst op 23 juli voor de industrie. Tijdens de teelt was het uitzonderlijk droog geweest. De perceelsopbrengst was uiteindelijk toch goed met gemiddeld 38 ton netto ha⁻¹ (info landbouwer).

Opbrengst en kwaliteit

Bij het nemen van bodemstalen op 13 november 2019 werd per object ook 1 representatief oppervlak bovengrondse biomassa (0,56 x 0,36 m) geoogst. De biomassa was het grootst waar het mengsel gezaaid was: 2,53 ton DS ha⁻¹. Deze biomassa bestond voor 48% uit phacelia (1,22 ton DS ha⁻¹) en 37% uit Alex. klaver (0,94 ton DS ha⁻¹). De rest bestond uit onkruid inclusief opslag van gras (0,37 ton DS ha⁻¹). Het meeste onkruid werd gemeten bij de zuivere teelt Alex. klaver (0,43 ton DS ha⁻¹) en de laagste hoeveelheid bij de pure teelt phacelia (0,15 ton DS ha⁻¹). In de mengteelt werd respectievelijk slechts 5 en 12% minder bovengrondse biomassa gevormd door de soorten Alex. klaver en Phacelia dan in de monoteelt.



Figuur 137: Bovengrondse biomassa gemeten bij het mengsel phacelia/Alex. klaver, de pure teelt Alexandrijnse klaver en de pure teelt phacelia op 13 november 2019





Figuur 138: Groenbedekkermengsel (links), de zuivere Alex. klaver (midden) en de zuivere phacelia (rechts) op 13 november 2019

Tabel 143: Nutriënten in de bovengrondse biomassa (inclusief onkruid) op 13 november 2019

		Object		
		Phacelia + Alex. Klaver	Alex. Klaver	Phacelia
Droge stof	(%)	7,56	8,30	9,98
Asgehalte	(% verse biomassa)	1,58	2,10	2,18
Totale stikstof	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	2,87	3,18	2,47
Fosfor	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,52	0,50	0,65
Calcium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	1,70	1,00	3,49
Magnesium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,21	0,25	0,34
Natrium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,09	0,14	0,06
Kalium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	3,91	3,71	3,77

Phacelia en Alexandrijnse klaver zijn twee vorstgevoelige soorten. Alexandrijnse klaver zou in tegenstelling tot phacelia eerder matig gevoelig zijn. Door de erg zachte winter met weinig vrieskou was geen enkele groenbedekker in het voorjaar van 2020 volledig afgestorven. De biomassa was ook niet toegenomen, juist voor het tijdstip van vernietigen. Er werd gekozen om geen biomassabepaling meer uit te voeren.





Figuur 139: Groenbedekkermengsel (links), de zuivere Alex. klaver (midden) en de zuivere phacelia (rechts) op 26 maart 2020

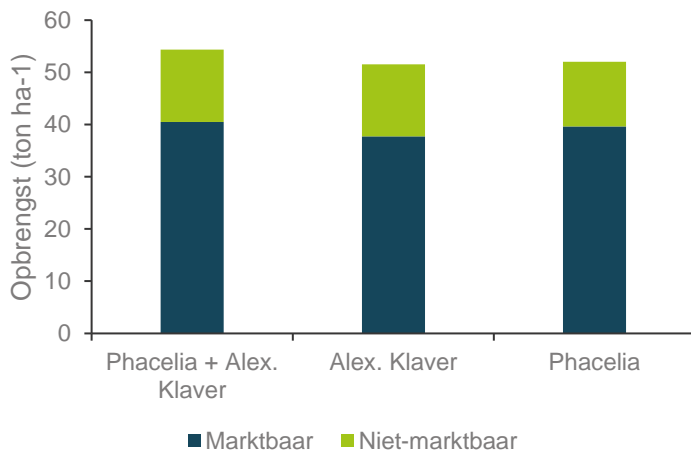
Om de gewasontwikkeling van de volgteelt boerenkool op te volgen werd op 12 juni 2020 zowel de gewasstand, bladkleur, bladmassa, bladgrootte als de uniformiteit visueel beoordeeld. Algemeen werden bijna geen verschillen gezien. Enkel de hoeveelheid bladmassa en de bladgrootte leek iets kleiner bij de kolen die na pure phacelia zijn geplant.





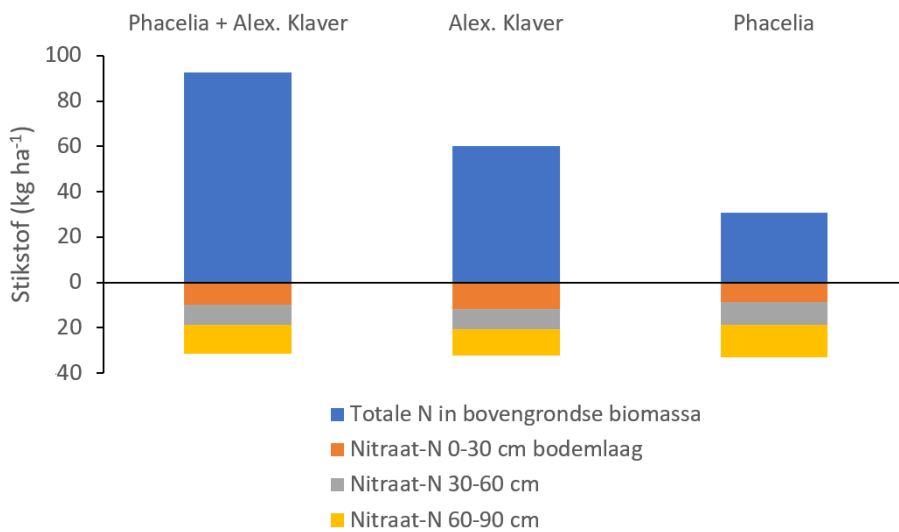
Figuur 140: Boerenkool geteeld na het groenbedekkersmengsel (links), de zuivere Alex. klaver (midden) en de zuivere phacelia (rechts) op 12 juni 2020

Op 20 juli 2020 werd een proefvoorst uitgevoerd net voordat de landbouwer zelf zou oogsten voor de industrie. Om een inschatting te kunnen maken van de marktbaar opbrengst (gewicht aan kwalitatieve bladeren) en de oogstrest (stengel + waardeloze bladeren) werden per variant 4 keer 5 planten geoogst. De laagste marktbaar opbrengst werd na Alexandrijnse klaver zuivere teelt gemeten (37,7 vs. gemiddeld 40,1 ton ha⁻¹ voor de andere objecten). Met 54,3 ton ha⁻¹ werd na het groenbedekkersmengsel de grootste hoeveelheid bovengrondse biomassa gemeten (inclusief oogstrest). Na de andere groenbedekkers was dit gemiddeld 51,8 ton ha⁻¹.



Figuur 141: Marktbaar en niet-marktbaar opbrengst (telkens op basis van 4 rijen van 5 opeenvolgende planten per object) op 20 juli 2020.



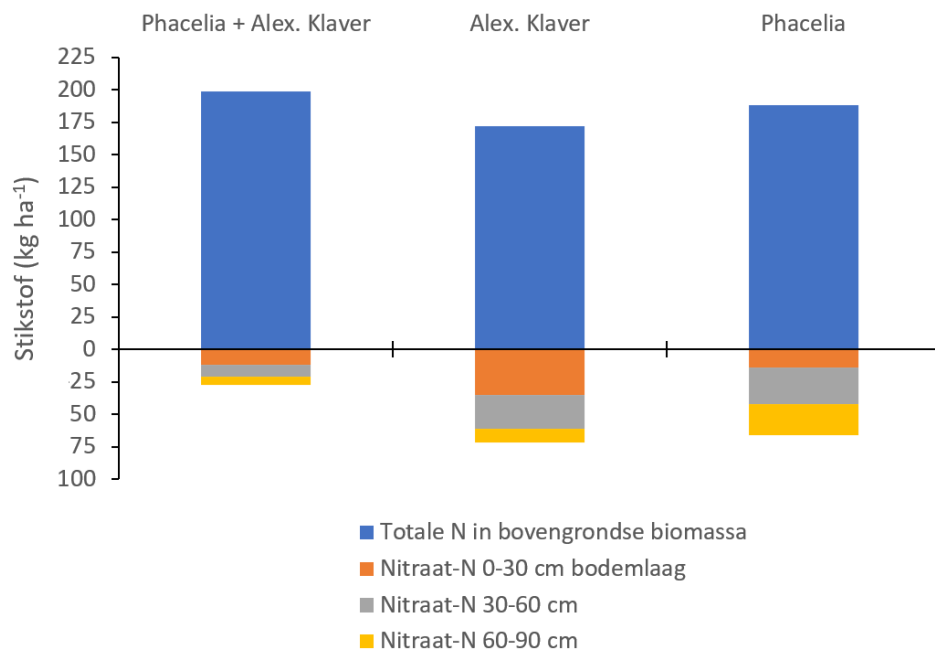


Figuur 142: Minerale stikstof in de bodem en totale stikstof in de bovengrondse biomassa op 13 november 2019

Na de winter (26 maart 2020) was gemiddeld nog slechts 10 kg nitraat-N aanwezig in het volledige 0-90 cm bodemprofiel van de proefstroken. Het verschil tussen de proefstroken was verwaarloosbaar. Er werd een basisbemesting uitgevoerd met 25 ton ha⁻¹ varkensdrijfmest. Als bijbemesting werd 400 kg van een handelsmeststof gebruikt in korrelvorm (OPF, NPK:11-0-5). Hiermee werd 44 kg snel beschikbare N toegediend ha⁻¹ zonder fosfor.

Bij de proefoogst (20 juli 2020) werd de kleinste resthoeveelheid nitraat-N in de 0-90 cm bodemlaag gemeten bij de boerenkool na het groenbedekkermengsel (27 vs. gemiddeld 69 kg nitraat-N ha⁻¹). De grootste hoeveelheid nitraat-N in de bouwvoor (0-30cm) werd gemeten na Alexandrijnse klaver. De laagste hoeveelheid N in de bovengrondse biomassa werd bij de boerenkool na Alexandrijnse klaver gemeten en bij de boerenkool na het groenbedekkermengsel de hoogste (respectievelijk 172 en 199 kg N ha⁻¹).



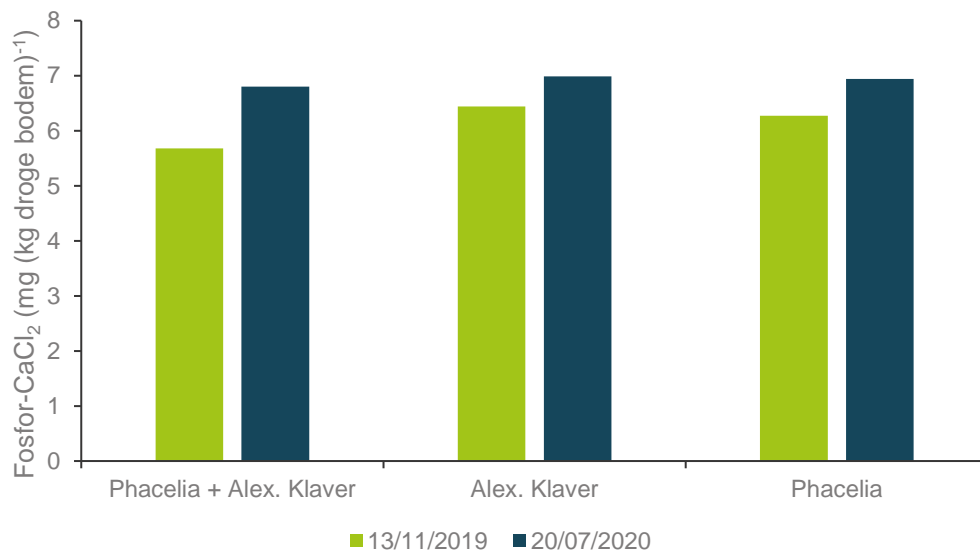


Figuur 143: Minerale stikstof in de bodem en totale stikstof in de bovengrondse biomassa van de boerenkool op 20 juli 2020



Plant opneembare P

Bij de eerste meting van het fosforgehalte van de bouwvoor werd de laagste hoeveelheid gemeten waar het mengsel aanwezig was. Bij de proefoogst van de volgteelt boerenkool was het verschil verwaarloosbaar.



Figuur 144: Fosfor-CaCl₂ in de 0-30 cm bodemlaag op 13 november 2019 en 20 juli 2020

Eind maart 2020 werd ook het fosforgehalte van de bouwvoor gemeten via de heetwater-methode. Deze meting gaf geen verschillen.

Tabel 146: HWP in de 0-30 cm bodemlaag op 26 maart 2020

		object		
		Phacelia + Alex. klaver	Alex. klaver	Phacelia
HWP	mg (kg droge bodem) ⁻¹	28,7	29,0	28,6

Microbiële koolstof en HWC

In de bouwvoor was onder phacelia meer koolstof aanwezig dan onder de andere groenbedekkers eind maart 2020 (heetwatermethode). De laagste hoeveelheid microbiële koolstof werd op dat moment gemeten onder het groenbedekkermengsel.



Tabel 147: HWC en Cmic in de 0-30 cm bodemlaag op 26 maart 2020

		object		
		Phacelia + Alex. klaver	Alex. klaver	Phacelia
HWC	mg (kg droge bodem)⁻¹	667	672	763
Cmic	mg (kg droge bodem)⁻¹	170,92	312,50	352,82

Bodemdensiteit

De densiteit van de bouwvoor verschilde niet significant tussen de ingekorte proefstroken met groenbedekkers. In de 30-60 cm bodemlaag onder de phacelia werd echter wel een significant lagere densiteit gemeten ten gevolge van natuurlijke variabiliteit in de perceelondergrond.

Tabel 148: Bodemdensiteit gemeten met kopecky-ringen (5 cm hoog, volume: 100 cm³) op 13 november 2019

object	Bodemlaag	
	0-30 cm	30-60 cm
Phacelia + Alex. Klaver	1,257 ± 0,003 ^a	1,711 ± 0,029 ^b
Alex. Klaver	1,302 ± 0,015 ^a	1,665 ± 0,018 ^b
Phacelia	1,231 ± 0,041 ^a	1,558 ± 0,007 ^a

Waarden met eenzelfde letter binnen dezelfde kolom zijn niet significant verschillend ($p > 0,05$) op basis van een Tukey's HSD test

Logistieke en Economische aspecten

De zaaitijd voor de verschillende groenbedekkers zou logischerwijs niet verschillen. Het zaaien zou 1,5- 2 uur ha⁻¹ kunnen nemen. De landbouwer kan dit zelf. Mocht hij dit door een loonwerker laten doen dan kan dit hem, aan een geschatte uurkost van 75 euro uur⁻¹, tot 150 euro ha⁻¹ kosten.

Het vernietigen in het voorjaar door klepelen en rotoeggen zou ook niet verschillen als gevolg van de keuze van de groenbedekker. Zelfs bij een zachte winter met minder afsterven dan gewoonlijk, lukt dit voor de landbouwer zonder problemen.

Wat betreft het zaaigoed verschilt de kost wel. De eenheidsprijs van biologische zaaizaden van phacelia en Alexandrijnse klaver bedroeg in 2019 respectievelijk: 9 en 3,16 euro kg⁻¹ (excl. 6% BTW, Biosano). Een zuivere teelt phacelia is dubbel zo duur als een zuivere teelt Alexandrijnse klaver.



Tabel 149: Kostprijs zaaizaad groenbedekkers

object	Kostprijs (euro ha ⁻¹)
Phacelia + Alex. Klaver	105
Alex. Klaver	79
Phacelia	180

Besluit

In de sperperiode werd het nitraatresidu onder alle geteste groenbedekkers gereduceerd tot gemiddeld 32 kg ha⁻¹. De aanwezigheid van een vlinderbloemige maakte geen verschil. Er bleek daarnaast wel een grotere N-opname te zijn in de bovengrondse biomassa bij het mengsel en de pure teelt Alexandrijnse klaver dan bij de pure teelt phacelia in de periode voor 13 november 2019. Dit is wellicht deels te verklaren door de biologische stikstoffixatie door de klaver maar kan ook te maken hebben met verschillen in de initiële stikstofbeschikbaarheid tussen de proefstroken. Ook was er in deze objecten iets meer onkruid (inclusief opslag gras) aanwezig. Alexandrijnse klaver is namelijk minder concurrentieel. Er werd ten slotte ook gezien dat onder de gegeven omstandigheden (droog weer en late zaai) bij lagere zaaidichtheden van phacelia en Alexandrijnse klaver bij het mengsel, globaal meer bovengrondse biomassa wordt bekomen dan bij de pure teelten.

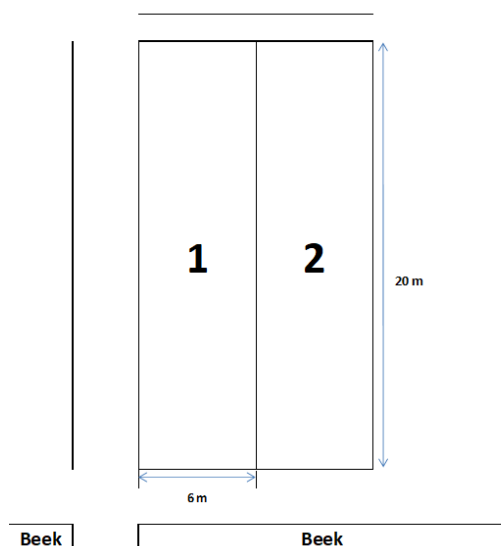
Verder zijn de kleine verschillen wat betreft de marktbaar opbrengst en de totale biomassa opbrengst boerenkool mogelijk verwaarloosbaar. Een hogere totale opbrengst na het groenbedekkersmengsel is anderzijds mogelijk wel te verklaren door een grotere biomassa aan groenbedekker in het najaar 2019 met een grotere hoeveelheid totale stikstof die na vernietigen terug beschikbaar zou gekomen zijn via mineralisatie voor de volgteelt.

9.1.5 Validatieproef Inwerken vs. maaien en wegvoeren van snijrogge/winterwikke voor pompoen

Proefopzet

Op een gemengd bedrijf met zowel vleesvee als groenten werd na de teelt van pompoen in 2020 een groenbedekker (mengsel van snijrogge en winterwikke) gezaaid die in het voorjaar van 2021 gemaaid werd om te dienen als ruwvoer voor de runderen, waarop pompoen volgde als hoofdteelt. In deze situatie was het interessant om een vergelijking te maken met het klepelen en inwerken van de biomassa (mengsel van snijrogge en winterwikke). Zo kan namelijk de stikstof die vervat zit in de biomassa benut worden door de volgteelt. De proef werd aangelegd in twee aanliggende stroken van 120 m² (20x6 m). De focus zou liggen op het minerale stikstofverloop in de bodem en de stikstofopname door het volggewas (pompoen).





Figuur 145: Proefplan met variant 1: klepelen en inwerken van een strook groenbedekker snijrogge/winterwikke en variant 2: maaien en afvoeren van de groenbedekker (zoals de rest van het perceel)

Voorgeschiedenis perceel

Tabel 150: Teelten, tussenteelten en bemesting in de voorgaande jaren

Jaar	Teelt	Groenbedekker	Bemesting	Begin/einde teelt (maand)
2020	Groene pompoen	Snijrogge/winterwikke	20 ton ha ⁻¹ runderstalmest	05-09
2019	Tijdelijk gras-klover		/	...-Tot voor de pompoen
2018	Tijdelijk gras-klover		/	...
2017	Tijdelijk gras-klover		/	09-..

Algemene bodemkarakterisering

Een algemene bodemkarakterisering vond plaats bij de biomassabepaling van aanwezige groenbedekker (BOC-gehalte, voedingstoestand (met ammoniumlactaat extraheerbare hoofdelementen) en zuurtegraad (pH-KCl)). Er werden bodemstalen genomen tot 30 cm diep over het volledige proefoppervlak.



Tabel 151: Algemene bodemkarakterisering op 4 mei 2021 met streefzones volgens Inagro cursief

	Eenheid	Waarde	Streefzone
pH-KCL		5,17	<i>5,0-5,5</i>
Textuur		Zand	
Droge stof	(%)	85,05	
Organische koolstof	(% C)	2,04	<i>1,2-1,9</i>
Fosfor	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	28,14	<i>10-18</i>
Calcium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	72,33	<i>63-240</i>
Magnesium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	15,73	<i>6-10</i>
Natrium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	3,20	<i>2,7-5,9</i>
Kalium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	27,41	<i>10-18</i>
Zwavel	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	1,20 ^a	<i>2,3-3</i>

^a waarde onder de rapporteringsgrens

Teeltverloop

De snijrogge/winterwikke werd gezaaid in het najaar van 2020 na de pompoen. Op 12 mei 2021 is er een strook geklepeld van 120 m² door een loonwerker. De rest van het perceel is op 17 mei gemaaid en weggevoerd door dezelfde loonwerker. De landbouwer beschikt zelf niet over de nodige machines. Kort daarna werd de geklepelde groenbedekker en de stoppel gefreesd. Vervolgens bemest met 20 ton ha⁻¹ biologische stalmest. Waarna het perceel werd geploegd in functie van zaaien. Pompoen werd gezaaid aan een zaaidichtheid van 1,5 x 0,66 m.

Opbrengst en kwaliteit

Op 4 mei 2021 is een biomassabepaling gedaan door per proefstrook 15 m² groenbedekker op gelijke hoogte te maaien. Gemiddeld was 21,6 ton verse of 4,3 ton droge biomassa aanwezig op dat moment per ha. Er was geen verschil in biomassa opbrengst tussen beide proefstroken maar op dat moment ook nog geen verschil in behandeling.

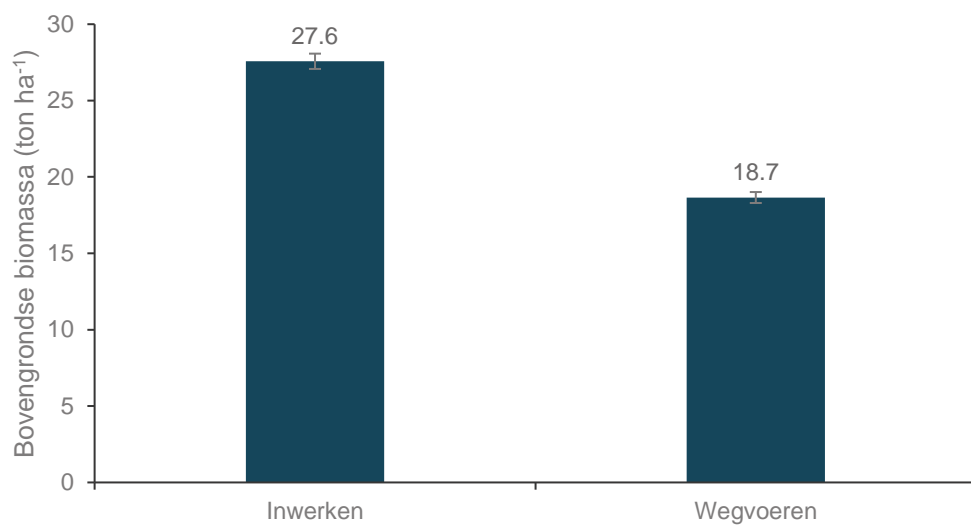




Figuur 146: Uitzetten proefstroken en biomassa-bepaling aanwezige groenbedekker op 4 mei 2021

Bij het nemen van tussentijdse bodemstalen op 27 juli 2021 werden drie keer 3 pompoenplanten per proefstrook geoogst. De planten stonden in bloei op dat moment. De grootste verse biomassa was aanwezig waar de groenbedekker was ingewerkt (gemiddeld 27,6 vs. 18,7 ton ha⁻¹). Dit kwam overeen met respectievelijk 2,57 en 1,60 ton droge biomassa ha⁻¹. In de strook waar de biomassa werd afgevoerd was de stand van de pompoenen iets slechter en was er visueel meer uitval geweest door slechte opkomst of onkruidbestrijding (15 vs. 10%). Hier is mee rekening gehouden voor het weergeven van de opbrengstgegevens.





Figuur 147: Aanwezige bovengrondse biomassa pompoen op 27 juli 2021 na inwerken of wegvoeren.





Figuur 148: Pompoenplanten na het klepelen en inwerken van de groenbedekker (boven) en na het maaien en afvoeren (onder) op 27 juli 2021

Op 9 september 2021 werd een proefvoogst uitgevoerd net voor het achteruit gaan van de bladeren. Per proefstrook werden drie keer 5 planten afgesneden de totale biomassa werd opgedeeld in marktbaar gedeelte (pompoen) en oogstrest (stengels en bladeren). De totale biomassa was met gemiddeld 52 ton ha⁻¹ (29 ton oogstrest en 22 ton marktbaar) groter na het inwerken van de biomassa van de groenbedekker dan na het wegvoeren ervan, waar die gemiddeld 32 ton ha⁻¹ was (17 ton oogstrest en 15 ton marktbaar).





Figuur 149: Biomassa opbrengst pompoen op 9 september 2021

Tabel 152: Nutriënten in de bovengrondse biomassa op 9 september 2021

		Object			
		Inwerken		Wegvoeren	
		Marktbaar	Oogstrest	Marktbaar	Oogstrest
Droge stof	(%)	19,21	8,48	20,63	8,81
Asgehalte	(% verse biomassa)	1,35	1,97	1,38	2,63
Totale stikstof	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	3,51	2,39	4,55	2,03
Fosfor	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,59	0,37	0,56	0,45
Calcium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,07 ^a	2,02	0,06 ^a	4,30
Magnesium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,27	0,57	0,23	1,12
Natrium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,02 ^a
Kalium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	3,83	3,26	3,92	4,81

^a waarde onder de rapporteringsgrens

Stikstofverloop

Op 4 mei 2020, bij de biomassabepaling van de groenbedekker was nog slechts 7 kg nitraatstikstof ha⁻¹ aanwezig in het volledige 0-90 cm bodemprofiel. In de bovengrondse biomassa van het groenbedekkersmengsel was gemiddeld 75 kg totale stikstof ha⁻¹ aanwezig op dat moment. Er was gemiddeld 20 kg ha⁻¹ meer aanwezig in de biomassa van de strook waar het inwerken zou gebeuren. Omdat de biomassa-opbrengst gelijk was, was dit verschil toe te wijzen aan een verschillende stikstofinhoud. Een verschil in het aandeel winterwikke (stikstofrijk) van de geanalyseerde stalen was hiervoor mogelijk de reden. Dit aandeel werd niet bepaald.

Kort na het klepelen/maaïen van de groenbedekker en net voor ploegen werd het perceel bemest met 20 ton ha⁻¹ runderstalmest. Dit kwam overeen met 90,8 kg stikstof en 27,2 kg werkzame stikstof per ha indien 30% van de aanwezige stikstof werkzaam was. Dit was lager dan de geadviseerde dosis van 38 kg ha⁻¹ (Inagro, KNS-systeem).

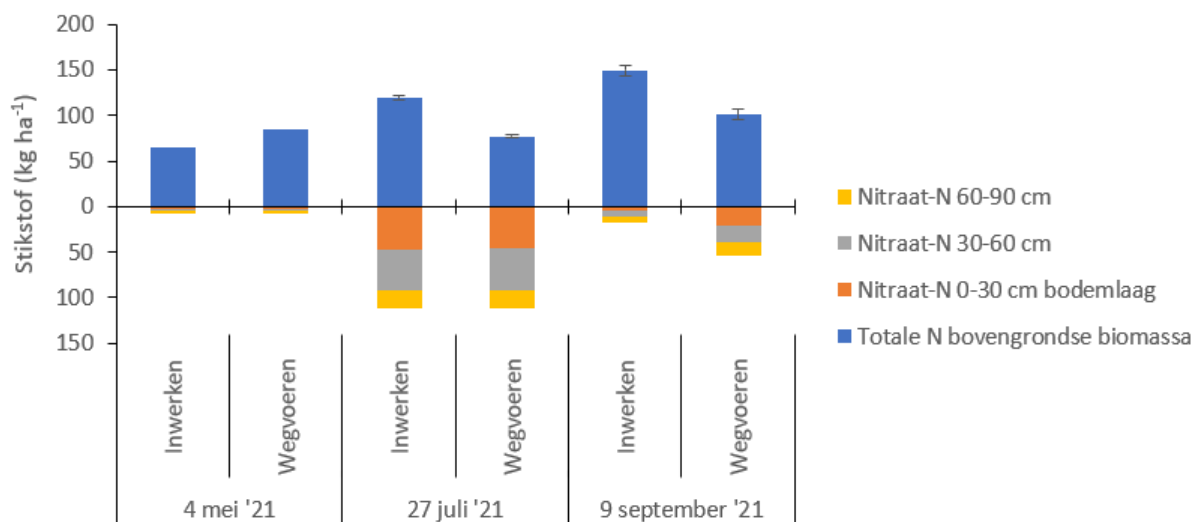
Tabel 153: Analyse vaste rundermest

	<i>(kg (ton vers)⁻¹)</i>
Droge stof	229,37
Ammoniumstikstof	0,55
Totale stikstof	4,54
Organische koolstof	99,40
Organische stof	178,92
	-
Verhouding C/N:	21,91
	<i>(kg (ton vers)⁻¹)</i>
Fosfor	1,72
Calcium	2,18
Magnesium	1,25
Natrium	0,62
Kalium	10,45

Op 27 juli was de nitraatstikstofhoeveelheid in de 0-90 cm bodemlaag door mineralisatie van de groenbedekkerresten, de bodemorganische stof en de basisbemesting toegenomen tot gemiddeld 111 kg ha⁻¹. Er was geen verschil tussen de proefstroken. In de bovengrondse biomassa was op dat moment wel gemiddeld 42 kg stikstof ha⁻¹ meer aanwezig bij de planten waar de groenbedekker is ingewerkt in de bodem (gemiddeld 119 vs. 77 kg). Dit kwam voornamelijk door de grotere hoeveelheid biomassa die werd gemeten maar ook door een iets groter stikstofinhoud.

Bij de proefoogst op 9 september ten slotte was er gemiddeld 36 kg nitraatstikstof ha⁻¹ minder aanwezig in de bodem (17 vs. 53 kg ha⁻¹) en 48 kg stikstof ha⁻¹ meer aanwezig in de totale bovengrondse biomassa (149 vs. 101 kg ha⁻¹) waar de groenbedekker was ingewerkt versus waar die werd afgevoerd. Het grootste verschil werd gemeten bij de oogstrest door de hogere biomassa hiervan na inwerken van de groenbedekker.





Figuur 150: Nitraatstikstof in de bodem en de totale stikstof in de bovengrondse biomassa op 3 tijdstippen tijdens de teelt (2021).

Plant opneembare P

Bij de oogst werd de hoogste hoeveelheid fosfor gemeten waar de groenbedekker was gemaaid en weggevoerd wanneer geanalyseerd volgens de CaCl_2 -methode. De HWP-methode wees niet op duidelijke verschillen.

Tabel 154: HWP en P- CaCl_2 in de 0-30 cm bodemlaag op 9 september 2021

		object	
		Inwerken	Wegvoeren
HWP	mg (kg droge bodem) ⁻¹	17,68	17,18
P- CaCl_2	mg (kg droge bodem) ⁻¹	2,62	3,13

Microbiële koolstof en HWC

Bij de oogst was er geen verschil in de hoeveelheid microbiële koolstof.

Tabel 155: HWC en Cmic in de 0-30 cm bodemlaag op 9 september 2021

		object	
		Inwerken	Wegvoeren
HWC	mg (kg droge bodem) ⁻¹	845,4	770,8
Cmic	mg (kg droge bodem) ⁻¹	214,26	178,80



Bodemdensiteit

Tabel 156: Bodemdensiteit gemeten met kopecky-ringen (5 cm hoog, volume: 100 cm³) op 9 september 2021

object	Bodemlaag	
	0-30 cm	30-60 cm
Inwerken	1,081 ± 0,024	1,243 ± 0,049
Wegvoeren	1,242 ± 0,059	1,331 ± 0,017

Logistieke en Economische aspecten

Door de groenbedekker in te werken wordt mogelijk 2450 euro extra aan inkomsten gehaald indien de volledige 7 ton meeropbrengst aan pompoenen per ha vers van het veld wordt verkocht (0,35 euro kg⁻¹). Indien de pompoenen worden bewaard en marktklaar gemaakt dan kunnen ze 5600 euro extra inkomsten betekenen per ha (0,80 euro kg⁻¹). Door de groenbedekker die 4,3 ton per ha DS bevat aan het vee te geven, kan er per ha geproduceerde biomassa 860 euro aan voederkosten bespaard worden (0,20 euro kg⁻¹). Op basis van deze inschattingen lijkt het inwerken dus voordeliger.

Besluit

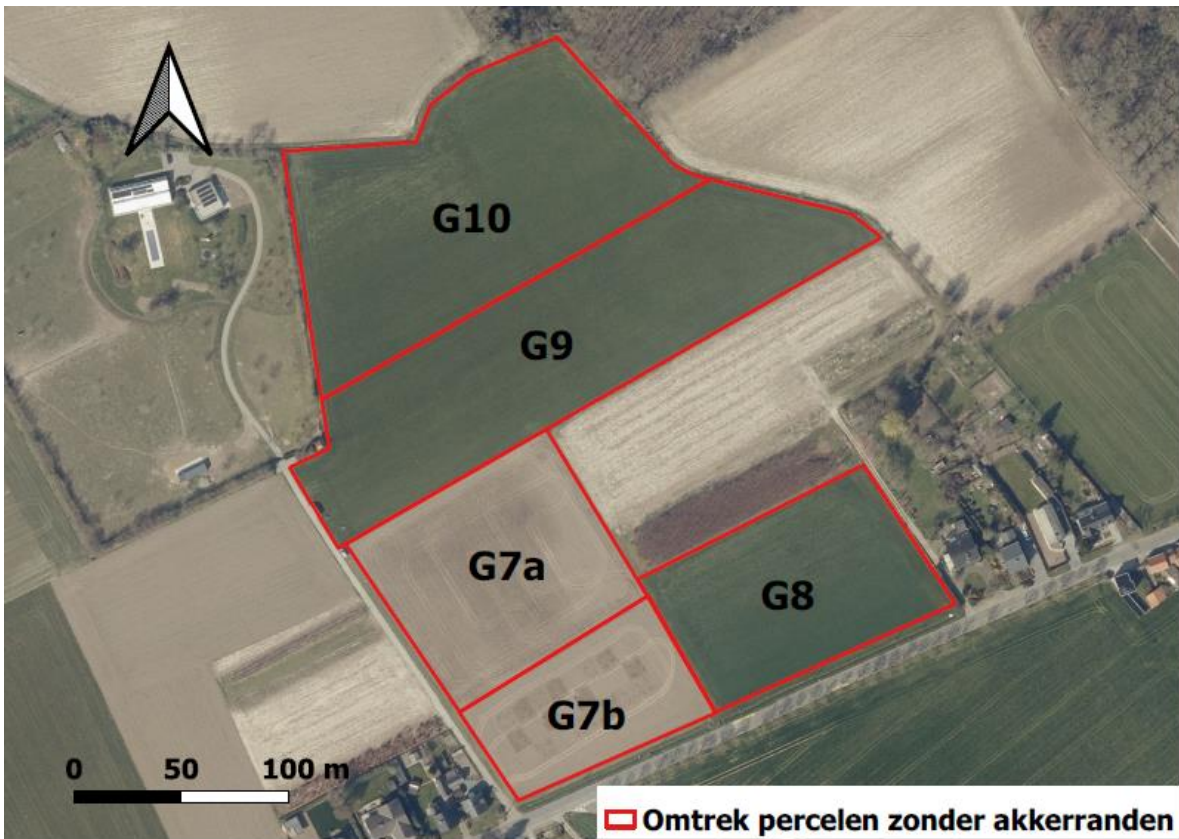
Het inwerken van de groenbedekker leek een duidelijk effect te hebben op de opname van N door de volgteelt pompoen en tegelijk op de opbrengst. Een dosis van 75 kg totale N ha⁻¹ in de bovengrondse groenbedekkerbiomassa zorgde voor gemiddeld 45 kg extra stikstof ha⁻¹ in de biomassa van de pompoenplanten (27 juli en 9 september) en gemiddeld 20 ton ha⁻¹ extra verse biomassa bij de oogst (9 september). Dit was gemiddeld 7 ton ha⁻¹ extra aan pompoenen die geoogst kon worden.

9.1.6 Validatieproef mineralenbalans grasklaverpercelen ILVO

Evolutie van het organische stofgehalte en de voedingstoestand van drie grasklaverpercelen in relatie tot de netto-export van nutriënten door maaien en afvoeren van de sneden, in het kader van een samenwerking tussen een biologische plantaardige productie op het ILVO en een biologische geitenbedrijf

In de tekst hieronder wordt de evolutie van de voedingstoestand (Amlact extraheerbare elementen) en van het organische stofgehalte (totale N) van de bodems op percelen G8, G9 en G10 in de periode 2019-2020 besproken (Figuur 151). De netto-export van een bepaald nutriënt vanuit de bodemvoorraad wordt vergeleken met de verandering van dat nutriënt in de bodemvoorraad.





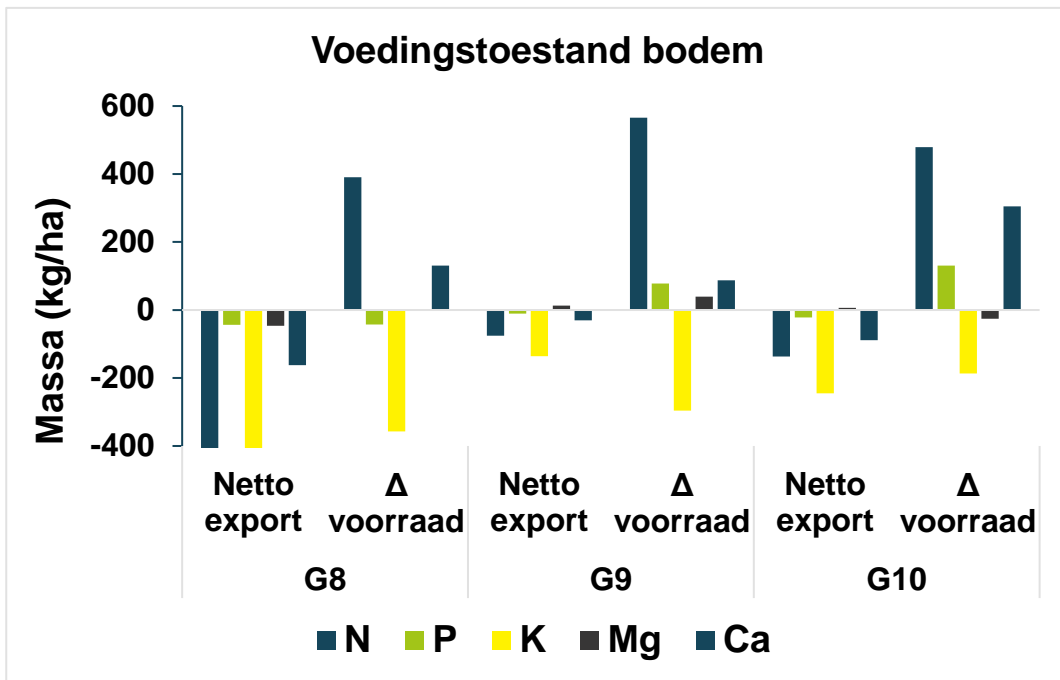
Figuur 151: Luchtfoto (winteropname 2020) met daarop een overzicht van de bio-percelen van het ILVO (bron luchtfoto: [Geopunt Vlaanderen](http://Geopunt.Vlaanderen)).

Proefopzet

Op 23/04/2018 werd perceel G8 ingezaaid met een mengsel van *Hordeum vulgare* (Zomergerst, 120 kg/ha) met in onderzaai *Lolium perenne* (Engels raaigras var. Achat), *Trifolium repens* (Witte klaver var. Merwi) en *Trifolium pratense* (Rode Klaver var. Lemon) met respectievelijke doseringen van 20 kg/ha, 7.5 kg/ha en 7.5 kg/ha. Op 02/10/2018 heeft er een doorzaai plaatsgevonden met een mengsel van *Lolium perenne* (Engels raaigras var. Magenta) en *Trifolium repens* (Witte klaver var. Merwi), met een massaverhouding van 10:1. Er werd een zaaddosis van 45 kg/ha toegepast. De grasklaver werd aangehouden tot het voorjaar van 2021.

Op 27/09/2018 werden de percelen G9 en G10 ingezaaid met gras, klaver en kruiden. De zaaddoseringen en de componenten van het mengsel dat werd toegepast op perceel G9 zijn: 45 kg/ha *Lolium perenne* (Engels raaigras var. Melromi), 3 kg/ha *Trifolium repens* (Witte klaver var. Alice), 8 kg/ha *Trifolium pratense* (Rode klaver var. Lemon), 3 kg/ha *Plantago lanceolata* (Smalle weegbree) en 3 kg/ha *Cichorium intybus* (Wilde cichorei var. Spadona). De zaaddoseringen en de componenten van het mengsel dat werd toegepast op perceel G10 zijn: 60 kg/ha *Festuca arundinacea* (Rietzwenkgras var. Pardoe), 3 kg/ha *Trifolium repens* (Witte klaver var. Alice), 8 kg/ha *Trifolium pratense* (Rode klaver var. Lemon), 3 kg/ha *Plantago lanceolata* (Smalle weegbree) en 3 kg/ha *Cichorium intybus* (Wilde cichorei var. Spadona).





Figuur 152: Vergelijking tussen de theoretische netto-export van een bepaald nutriënt in de bodem (gift via bemesting – opname door gewas) en de verandering in de bodemvoorraad (resultaten 2021 – resultaten 2019).

Er is een netto-export voor K, ongeveer even groot als de K-daling in de bodemvoorraad (Tabel157). Dit kan verklaard worden door de relatief grote hoeveelheden K die werden opgenomen door de opeenvolgende maaisnedes over een periode van 2 jaar.

Ondanks een netto-export van Ca en P uit de bodem, stijgt de concentratie van deze nutriënten in de bodemvoorraad (Tabel157). Zowel de netto-export alsook het verschil in de bodemvoorraad zijn relatief klein (absolute waarden) voor P en Mg.

Ruis op de staalname bij analyse van deze elementen maakt dat we de resultaten enigszins moeten relativeren. Wat betreft de meest uitgesproken resultaten, deze voor N en K, kan er wel gesproken worden van een duidelijke trend.

9.1.7 Al dan niet bemesten na scheuren van grasklaver voor een teelt van spelt

Proefopzet

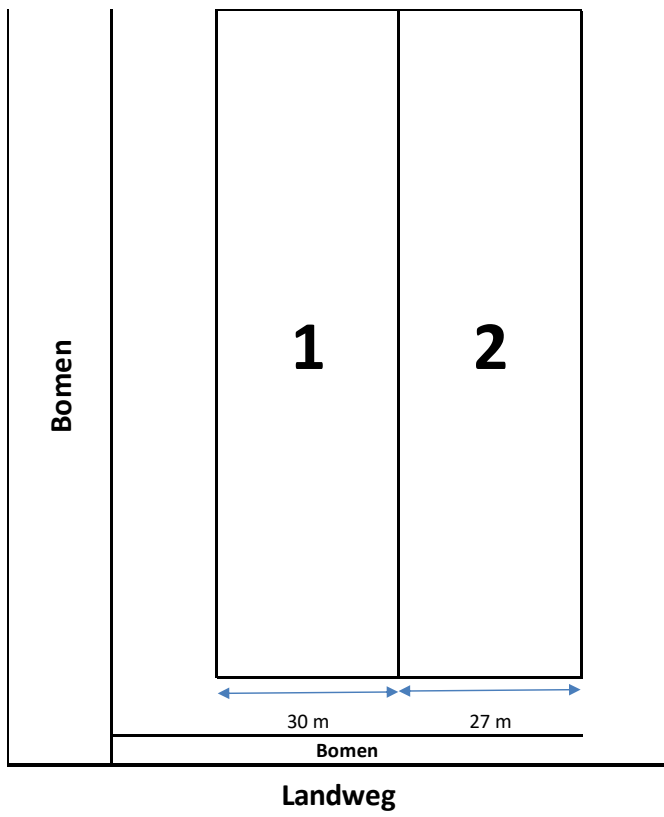
De akkerbouwer in kwestie teelt wintergranen na grasklaver. Na vernietigen en inwerken van grasklaver kan hij door mineralisatie van de organische plantresten een behoorlijke N-levering voor de volgteelt verwachten. Het is belangrijk om hiermee rekening te houden bij de bemesting van het graan.



In deze proef gaan we na wat het effect is van bemesten t.o.v. niet bemesten in het najaar. Toediening van de stalmest kan de vertering van de zode bevorderen en zorgt voor een hogere stikstofbeschikbaarheid, een mogelijk hogere opbrengst en hoger eiwitgehalte van het graan maar tegelijk ook voor een hoger nitraatstikstofresidu. Bedoeling was ook om een vroege zaai van de spelt (gebruikelijke praktijk op het bedrijf) versus een late zaai te beproeven, maar het werd enkel een late zaai door de zeer droge nazomer. Wanneer een graan vroeger gezaaid wordt, fungeert het namelijk meer als vanggewas voor de stikstof die vrijgesteld wordt uit de zode. Door sterker te ontwikkelen in het najaar is het ook competitiever tegen onkruiden.

De focus in de proef zou voornamelijk gelegd worden op de evolutie van de minerale N in de bodem en de N-opname door de spelt. Ook de gewasopbrengst- en kwaliteit worden onderzocht.

Het vernietigen van de gras-klaver (Engels raaigras met beperkt aandeel klaver) gebeurde eind juli met een Treffler precisiecultivator (niet-kerend). Een maand later op 7 september werd een basisbemesting (27 ton ha⁻¹ geitenstalmest; 10,8 kg N ton⁻¹) toegediend op de linkerhelft van het perceel. De rechterhelft bleef onbemest.



Figuur 153: Proefplan met variant 1: Bemest en variant 2: Onbemest



Voorgeschiedenis perceel

Tabel 158: Teelten, tussenteelten en bemesting in de voorgaande jaren

Jaar	Teelt	Groenbedekker	Bemesting + bijbemesting	Begin-einde teelt
2020	Grasklaver + Spelt (bio?)	Geen	Al dan niet 27 ton ha ⁻¹ geitenstalmest	...-30/07 + 18/10-21/08
2019	Grasklaver	geen	35 ton ha ⁻¹ Runderdrijfmest	...
2018	Grasklaver	geen	35 ton ha ⁻¹ Runderdrijfmest	11/05 - ...
2017	Maïs	geen		05-10
2016	Maïs	geen		05-10

Algemene bodemkarakterisering

Een algemene bodemkarakterisering vond plaats net voor het vernietigen van de gras-klaver (BOC- en totale N-gehalte, voedingstoestand (met ammoniumlactaat extraheerbare hoofdelementen) en zuurtegraad (pH-KCl)). Er werden bodemstalen genomen tot 30 cm diep over het volledige proefoppervlak op 23 juli 2020.

Tabel 159: Algemene bodemkarakterisering op 23 juli 2020 met streefzones volgens de BDB (*cursief*)

	Eenheid	Waarde		Streefzone
		Bodemlaag		
		0-10 cm	10-30 cm	
Textuur		Lichte zandleem		
pH-KCl		5,50	5,32	6,2-6,6
Droge stof	(%)	93,37		
Organische koolstof	(% C)	1,22	1,13	1,2-1,6
Totale stikstof	(% droge bodem)	0,097	0,084	
Ijzer	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	95,4	97,3	
Fosfor	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	76	77	12-18
Calcium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	153	158	100-240
Magnesium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	12,1	10,7	9-14
Mangaan	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	8,06	7,88	
Natrium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	2,9	2,6	3,1-6,0
Kalium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	16,0	7,4	14-20
HWC	(mg (kg droge bodem) ⁻¹)	331,3	228,3	
HWP	(mg (kg droge bodem) ⁻¹)	34,51	32,05	

Teeltverloop

De voorteelt was grasklaver die twee jaar had aangelegen. Deze werd op 11 mei 2018 ingezaaid aan 18 kg ha⁻¹. Hiervan werden 3 a 4 snedes geoogst in 2019. Jaarlijks werd een bemesting uitgevoerd met 35 ton ha⁻¹ runderdrijfmest.

Het gras werd vernietigd op 30 juli 2020 met een precisiecultivator (merk: *Treffler*). Vervolgens werd het perceel op 2 september bewerkt met de rotoreg. Bemesten van de helft van het perceel met geitenstalmest gebeurde op 7 september. De mest inwerken gebeurde de ochtend nadien met een actisol (niet-kerend, verende tand, 30 cm diep).

Er werd op 18 oktober spelt gezaaid (cv. Badensonne, 200 kg ha⁻¹). Zaaïen gebeurde in combinatie met rotoreggen. Er werd geen mechanische onkruidbestrijding in het graan uitgevoerd. Een gewasbemonstering gebeurde op 1 juli 2021. Een proefoogst als droge korrel op 12 augustus. Op 21 augustus werd er geoogst. In de stoppel was er opslag van witte klaver. Op 17 oktober werd er na ondiep ploegen met een ecoploeg van Koeckhoven wintertarwe ingezaaid.

Opbrengst en kwaliteit

Bij een visuele beoordeling op 15 maart 2021 werd geen verschil gezien in de gewasontwikkeling, grondbedekking, kleur en uitstoeling van het graan. Naarmate de teelt vorderde werden er verschillen duidelijk. Op 27 mei leek het bemeste gewas hoger.

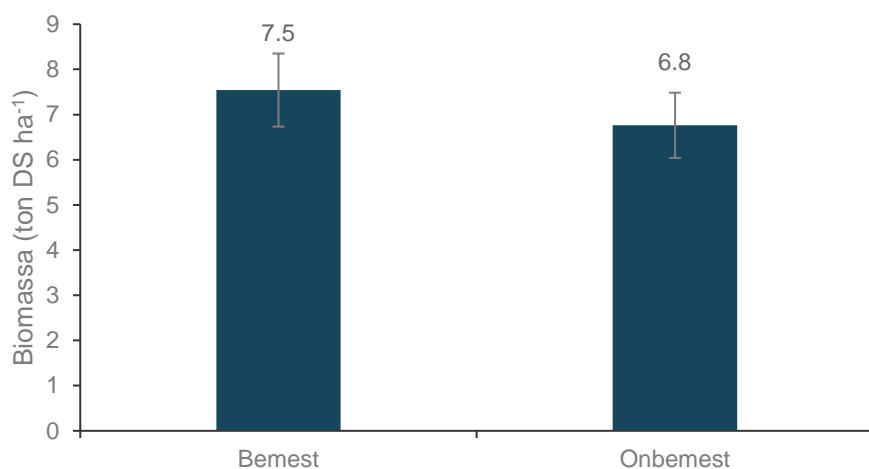




Figuur 154: Spelt met basisbemesting (links) en zonder (rechts) op 27 mei 2021

Bij het nemen van bodemstalen op 1 juli was er gemiddeld $0,7$ ton biomassa ha^{-1} (droge stof basis) meer aanwezig waar de spelt bemest was geweest dan waar niet. Gemiddeld was $7,5$ ton DS ha^{-1} aanwezig waar werd bemest ten opzichte van $6,8$ ton DS ha^{-1} waar niet. Per object werden 3 representatieve oppervlaktes van 10 m^2 geoogst. De lengte van het graan van de voet tot de top van de aar was daarnaast ook gemiddeld $10,8$ cm groter waar bemest is geweest ($133,9 \pm 5,7$ cm t.o.v. $123,1 \pm 8,4$ cm). De variatie was groot.





Figuur 155: Gemiddelde bovengrondse biomassa (\pm SE) gemeten bij de bemeste en onbemeste teelt spelt op 1 juli 2021.



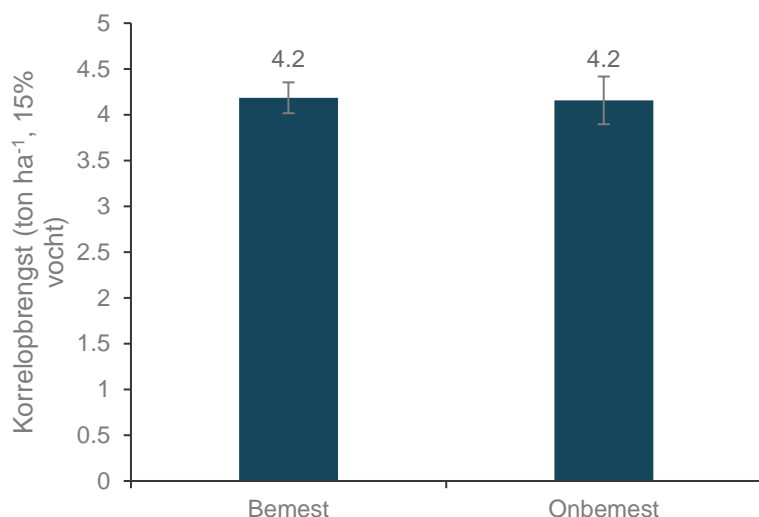
Figuur 156: Volledig proefveld spelt (links) en één van de 6 veldjes waar 10 m² biomassa werd geoogst op 1 juli 2021 (rechts)

Tabel 160: Nutriënten in de bovengrondse biomassa op 1 juli 2021

		Object	
		Bemest	Onbemest
Droge stof	(%)	38,06	37,15
Asgehalte	(% verse biomassa)	1,95	2,22
Totale stikstof	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	3,39	2,86
Fosfor	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	1,06	0,96
Calcium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,51	0,67
Magnesium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,41	0,38
Natrium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,01 ^a	0,02 ^a
Kalium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	3,71	3,76

^a Onder de rapporteringsgrens

De korrelopbrengst (15% vocht), bij het dorsen op 12 augustus, verschilde niet en was gemiddeld 4,2 ton ha⁻¹. Het hectolitergewicht was gemiddeld 38,85 kg en het duizendkorrelgewicht: 44,76 g. Het hectolitergewicht en duizendkorrelgewicht van de zaden was iets hoger in het onbemeste deel. Het ruw eiwitgehalte van de ongepelde spelt was gemiddeld 10,3 ± 0,3 % voor de bemeste variant en 9,5 ± 0,3 % voor de onbemeste variant. Het ruw eiwitgehalte werd nogmaals bepaald door CRA-W op mengstalen gepelde spelt, 13,3 % eiwit voor de bemeste en 12,1 % voor de onbemeste variant.



Figuur 157: Gemiddelde korrelopbrengst (15% vocht) van de ongepelde spelt in het bemeste en onbemeste deel (± SE) op 12 augustus 2021.

Tabel 161: Gemiddeld vochtgehalte, hectolitergewicht, duizendkorrelgewicht en ruw eiwitgehalte (Dumas-methode, omrekeningsfactor: 6,25) van de ongepelde spelt (15% vocht) in het bemeste en onbemeste deel (± SE).

		Object	
		Bemest	Onbemest
Vochtgehalte	%	15,09 ± 0,47	14,80 ± 0,16
Hectolitergewicht	kg (hl)⁻¹	38,60 ± 0,14	39,10 ± 0,20
Duizendkorrelgewicht	g	43,86 ± 0,69	45,67 ± 0,66
Ruw eiwitgehalte	% DS	10,3 ± 0,3	9,5 ± 0,3



Stikstofverloop

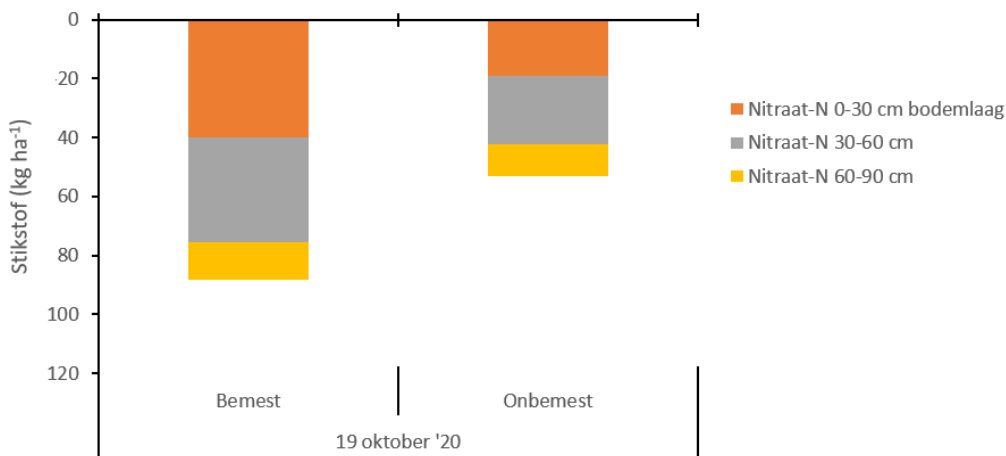
Er werd op 7 september 27 ton ha⁻¹ geitenstalmest toegediend. Dit kwam neer op een stikstofbemesting van 292,5 kg ha⁻¹ waarvan mogelijk 30% of 87,8 kg ha⁻¹ werkzaam.

Tabel 162: Analyse geitenstalmest

	(% vers)
Droge stof	35,7
	(% DS)
Totale stikstof	3,035
Organische stof	83,2
	(mg kg ⁻¹ DS)
Mangaan	177,4
Nitraatstikstof	3,41
Ammoniumstikstof	6588,71
	(g kg ⁻¹ DS)
Fosfor	5,385
Calcium	10,963
Magnesium	6,353
Natrium	3,786
Kalium	35,795
Ijzer	0,800
Aluminium	0,6452

Op 19 oktober, bijna halverwege de sperperiode, zagen we logischerwijs een 42,1 kg ha⁻¹ grotere voorraad minerale stikstof in het 0-90 cm bodemprofiel waar bemest is geweest (nitraat- + ammoniumstikstof). Het nitraatstikstofresidu in het 0-90 cm bodemprofiel bedroeg op 19 oktober in het bemeste en onbemeste deel respectievelijk 88,1 en 53,3 kg ha⁻¹ (Figuur 158).



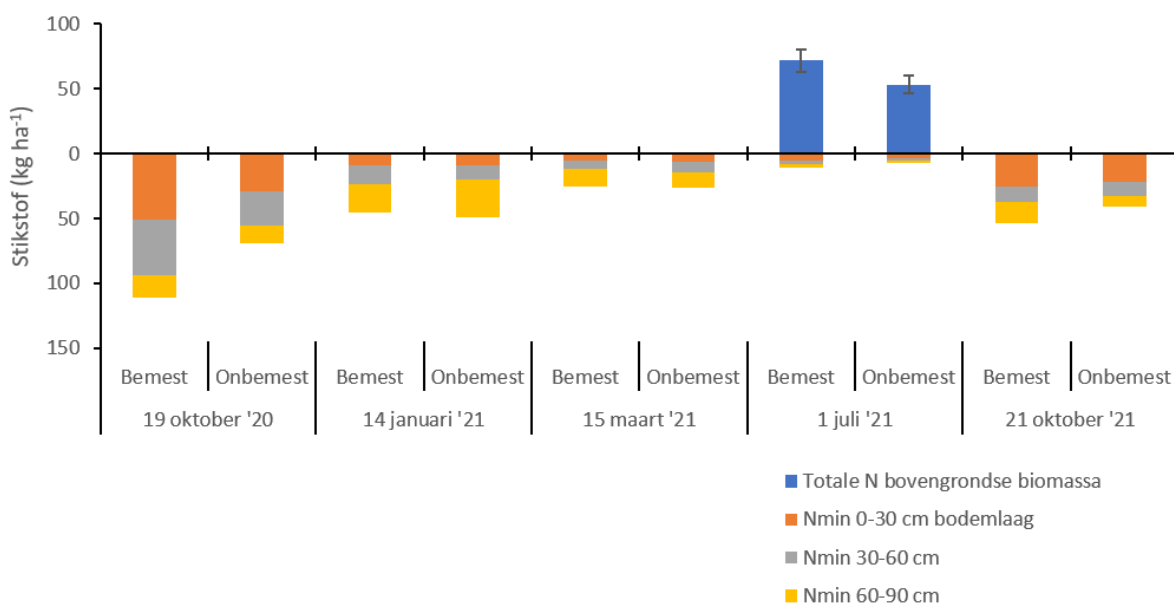


Figuur 158: Nitraatstikstofresidu in de 0-90 cm bodemlaag op 19 oktober 2020

Een deel van de extra hoeveelheid minerale stikstof is mogelijk uitgespoeld in de periode tussen 19 oktober en 14 januari, en een ander deel vastgelegd door het bodemleven als organische stikstof, waarna er geen verschil meer werd gemeten. Op 15 maart was er niet veel stikstof meer aanwezig door uitspoeling, vastlegging als organische stikstof en opname door het gewas (gemiddeld 26 kg ha⁻¹, Figuur 159).

Tijdens het groeiseizoen is terug stikstof vrijgesteld (niet gemeten) uit de bodemorganische stof, gewasresten en de basisbemesting door mineralisatie. Dit zorgde voor een grotere gemiddelde hoeveelheid totale N vastgelegd in bovengrondse plantaardige biomassa begin juli bij de bemeste spelt dan bij de niet bemeste (respectievelijk 72 en 53 kg N ha⁻¹) terwijl de minerale stikstofreserve op dat moment bij beide objecten zeer laag was. Het nitraatstikstofresidu werd nogmaals bepaald op 21 oktober. Dit was van eenzelfde grootteorde voor het bemeste en onbemeste deel. Met resp. 41 en 30 kg nitraat-N per ha (0-90 cm bodemlaag) zat het ruim onder de norm.





Figuur 159: Minerale stikstof in de bodem op vijf tijdstippen tijdens de teelt (2020-2021) en de totale stikstof in de bovengrondse speltbiomassa op 1 juli 2021

Plant opneembare P

De plant opneembare fosfor en de HWP verschilde niet tussen de proefstroken.

Tabel 163: P-CaCl₂ en HWP op 1 juli 2021

		object	
		Bemest	Onbemest
P-CaCl ₂	mg (kg droge bodem) ⁻¹	10,33	11,24
HWP	mg (kg droge bodem) ⁻¹	52,96	50,35

Microbiële koolstof en HWC

In de bouwvoor werden geen verschillen vastgesteld wat betreft de hoeveelheid aanwezige koolstof en microbiële koolstof. Er was geen verschillend effect van het al dan niet bemesten.

Tabel 164: HWC en Cmic op 1 juli 2021

		object	
		Bemest	Onbemest
HWC	mg (kg droge bodem) ⁻¹	502,3	460,5
Cmic	mg (kg droge bodem) ⁻¹	153,61	144,80



Logistieke en Economische aspecten

De geitenmest werd gratis bekomen van een veeteeltbedrijf. Het bemesten zelf werd gedaan door een loonwerker aan 60 euro u⁻¹. Indien bemesten drie kwartier per ha in beslag neemt (inclusief laden), dan komt dit neer op een 45 euro ha⁻¹.

Besluit

Een bemesting met geitenstalmest in het najaar na grasklaver lijkt mogelijk te zorgen voor een hogere biomassa opbrengst en N-inhoud van spelt, maar door de grote variabiliteit was het niet mogelijk om van een werkelijk verschil te spreken. De bemesting leidde niet tot een hogere graanopbrengst, maar leek wel te resulteren in een hoger ruw-eiwitgehalte.

Een hoger nitraat-N residu bijna halverwege de sperperiode (19 oktober) waar werd bemest (0-90 cm bodemlaag) wees op een grotere kans tot uitspoeling bij een basisbemesting geitenstalmest in het najaar na grasklaver. De hoeveelheid nitraatstikstof bleef echter binnen de norm. Een voorjaarsbemesting met een drijfmest of een organische korrel kan meer aangewezen zijn. Wel kan nog onderzocht worden of een vroegere zaai van het wintergraan leidt tot een grotere 'vangst' van stikstof en wat hiervan het effect is op de gewasopbrengst- en kwaliteit.

9.1.8 Validatieproef TerraLife LeguFit vs. Japanse haver/phacelia na triticale en voor boontjes

Proefopzet

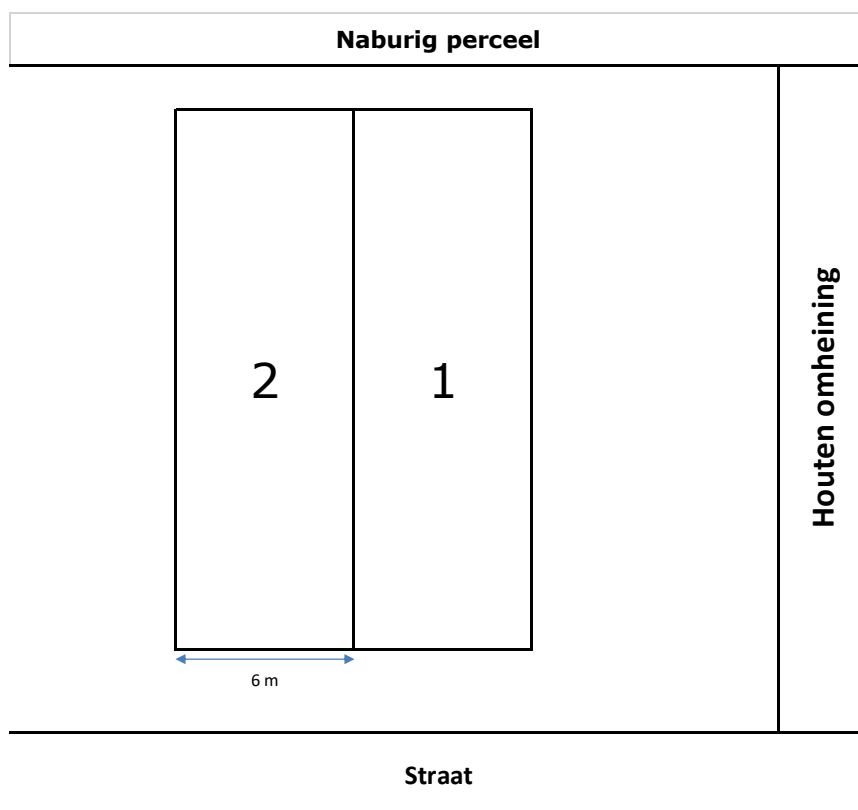
Een soortenrijk groenbedekkersmengsel met een groot aantal soorten zaaier als tussenteelt, kan verschillende voordelen opleveren t.o.v. één enkele soort of een eenvoudig mengsel met maar een beperkt aantal soorten. Voor het bewortelen van het bodemprofiel kunnen de verschillende types wortels elkaar aanvullen. Dit kan bijdragen tot een goede structuur maar ook een betere opname van stikstof in het najaar. Ook is het mogelijk dat de verschillende wortellexudaten bijdragen tot een diverser bodemleven in een biologisch productiesysteem waardoor de weerbaarheid kan toenemen t.o.v. bodemgebonden ziektes/plagen maar ook de nutriënten tijdig worden vrijgesteld voor de volgteelt.

Na triticale in 2020 en voor de teelt van stamslaboon in 2021 wilde de landbouwer in kwestie graag het commerciële mengsel TerraLife LeguFit Eco (DSV-zaden) testen t.o.v. een eenvoudiger mengsel. LeguFit werd op 16/08 in twee aanliggende werkgangen (3 m breed) aan 40 kg ha⁻¹ gezaaid. Dit mengsel bevat vijf soorten. Als eenvoudig mengsel voor twee andere werkgangen werd voor Japanse haver in combinatie met phacelia gekozen. Het gaat telkens om vorstgevoelige soorten die door het afsterven bij vrieskou gemakkelijk te vernietigen zijn in het voorjaar. De focus in deze proef zou voornamelijk gelegd worden op de biomassa productie van de groenbedekkers, de evolutie van de minerale N in de bodem en de N-opname door en de opbrengst van het volggewas (boontjes in 2021).



Tabel 165: Zaaidosis van de verschillende soorten per mengsel

Soort	Zaaidosis (kg ha ⁻¹)		
	TerraLife Eco	Legufit	Eenvoudig mengsel
Japane haver	24		35
Phacelia	4,8		6
Vlas	6		
Niger	2,8		
Tillage radish	2,4		



Figuur 160: Proefplan met variant 1: het soortenrijk mengsel TerraLife Legufit Eco en variant 2: het eenvoudige mengsel phacelia/Japane haver



Voorgeschiedenis perceel

Tabel 166: Teelten, tussenteelten en bemesting in de voorgaande jaren

Jaar	Teelt	Groenbedekker	Bemesting + bijbemesting	Begin/einde teelt (maand)
2020	Triticale (2 ^e omschakelingsjaar)	Proefobj.	20 ton ha ⁻¹ runderdrijfmest bio voorjaar	11-07
2019	Suikerbiet - Triticale (1 ^e omschakelingsjaar)	/	25 ton ha ⁻¹ varkensdrijfmest, 25 ton ha ⁻¹ stalmest najaar	04-11
2018	Kuilmais	Snijrogge	40 ton ha ⁻¹ runderdrijfmest	04-10
2017	Wintergerst	Raaigras (1 snede voorjaar)		10-07
2016	Kuilmais	/	40 ton ha ⁻¹ runderdrijfmest	04-10

Algemene bodemkarakterisering

Een algemene bodemkarakterisering vond plaats net na zaaien van de proef en in het volgend voorjaar voor een bemestingsadvies (BOC- en totale N-gehalte, voedingstoestand (met ammoniumlactaat extraheerbare hoofdelementen) en zuurtegraad (pH-KCl)). Er werden bodemstalen genomen tot 30 cm diep over het volledige proefoppervlak.

Tabel 167: Algemene bodemkarakterisering op 20 augustus 2020 en 18 februari met streefzones volgens de BDB cursief

	Eenheid	Waarde 20/08/20	Waarde 18/02/21	Streefzone
pH-KCl		6,44	6,27	6,2-6,6
Textuur		Zandleem	Zandleem	
Droge stof	(%)	84,13	80,53	
Organische koolstof	(% C)	1,12	1,11	1,2-1,6
Totale stikstof	(% droge bodem)	0,13	/	
Fosfor	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	34,67	37,94	12-18
Calcium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	202,84	214,30	100-240
Magnesium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	15,98	14,94	9-14
Natrium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	6,30	4,00	3,1-6,0
Kalium	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	25,34	22,06	14-20
Zwavel	(mg (100g droge bodem) ⁻¹)	1,56 ^a	1,86 ^a	

^a waarde onder de rapporteringsgrens



Teeltverloop

De aanwezige triticale werd op 21 juli 2020 geoogst. De opbrengst was gemiddeld 6,6 ton ha⁻¹.

De groenbedekkers werden op 16 augustus gezaaid met een graanzaaimachine. De landbouwer zaait gewoonlijk zo om een goede en homogene opkomst na te streven. De zaaibreedte was 3m. Er werd niet bemest.

De groenbedekkers werden in het voorjaar van 2021 (15 april) geklepeld en vervolgens ondiep afgesneden (5 cm diep, vleugelscharen). Door de vriestemperaturen begin februari waren deze al grotendeels afgestorven. Er werd ook oppervlakkig gerotoregd tot maximaal 5 cm diep (combinatie met ondiep afsnijden). Drie dagen later werd uniform phacelia gezaaid (12 kg/ha) om de bodem niet onbedekt te laten in een groot deel van de periode voor het inzaaien van boontjes in juli. Dit gebeurde in combinatie met een erosieploeg (5 tanden, max 35 cm diep) en rotoeg.

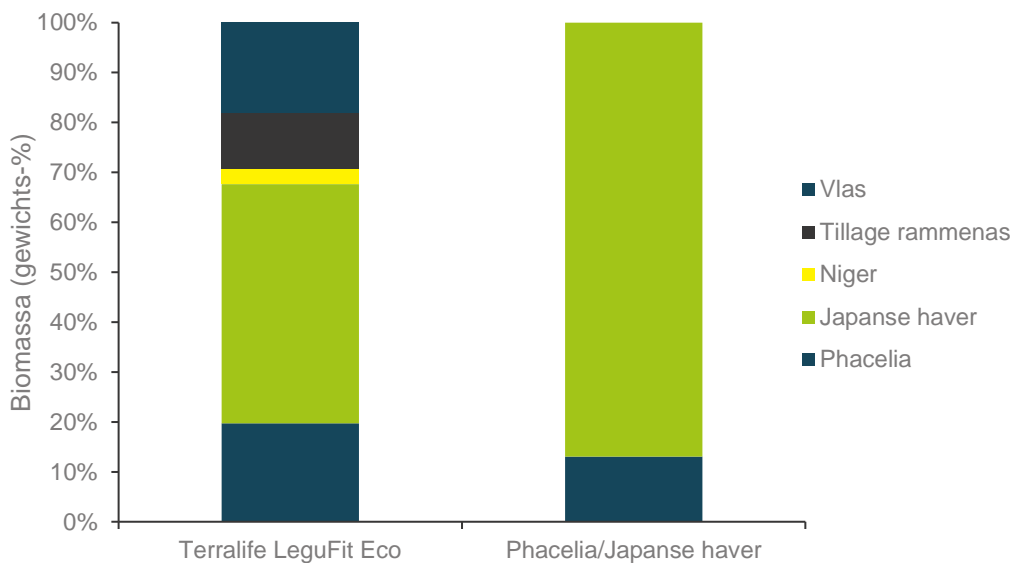
Op 11 juni werd de phacelia geklepeld. Door de natte weersomstandigheden konden de bodembewerkingen niet direct doorgaan. Hierdoor kon de phacelia opnieuw groeien en ontwikkelen. Op 6 juli stond het gewas in volle bloei.

Drie dagen later werd het gewas geklepeld, ondiep afgesneden en gerotoregd zoals gebeurde met de groenbedekkers in het voorjaar. Op 15 juli zijn de boontjes (cv. Stanley) gezaaid aan 310.000 ha⁻¹ (50 cm tussenrijafstand). Op 20 augustus waren de boontjes in het 2-/3-talig bladstadium. Er was nog geen bloei op te merken. De oogst vond plaats op 29 september. De landbouwer gaf aan dat gemiddeld 12,5 ton ha⁻¹ werd geoogst. De kwaliteit van de boontjes was goed.

Opbrengst en kwaliteit

Bij het nemen van bodemstalen op 13 november 2020 werd ook de aanwezige bovengrondse biomassa gemeten. Hiervoor werden per variant 4 keer 0,4 m² plantendelen afgesneden (technische herhalingen, representatief voor de proefstrook). De biomassa was iets groter waar het eenvoudige mengsel gezaaid was: 23,1 ± 0,3 vs. 20,8 ± 0,3 ton verse biomassa ha⁻¹ voor het soortenrijk mengsel. Deze hoeveelheden kwamen overeen met respectievelijk 3,1 ± 0,4 en 2,8 ± 0,4 ton DS ha⁻¹. De droge biomassa van Terralife Legufit Eco bevatte gemiddeld 20% phacelia, 18% vlas, 11% 'tillage radish' en 3% niger. Het grootste deel was graan (48%). Dit was zowel Japanse haver als opslag van triticale. De biomassa van het eenvoudige mengsel bestond gemiddeld uit 13% phacelia en 87% graan (Japanse haver en opslag triticale). Hierdoor was er visueel weinig verschil tussen de mengsels.





Figuur 161: Samenstelling bovengrondse droge biomassa gemeten bij het soortenrijk mengsel Terralife LeguFit Eco en het eenvoudige mengsel Phacelia/Japanse haver op 13 november 2020

Tabel 168: Nutriënten in de bovengrondse biomassa op 13 november 2020

		Object	
		Soortenrijk mengsel	Eenvoudig mengsel
Droge stof	(%)	12,85	11,87
Asgehalte	(% verse biomassa)	1,70	1,59
Totale stikstof	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	3,42	3,12
Fosfor	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	0,61	0,55
Calcium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	2,14	1,42
Magnesium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	0,24	0,17
Natrium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	0,22	0,22
Kalium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	3,75	4,16

Begin januari (11/01) werd vastgesteld dat de erg vorstgevoelige soorten Niger en Vlas waren afgestorven in het soortenrijk mengsel. De opslag aan triticale was toen in aar. Het soortenrijk mengsel was gemiddeld $91,0 \pm 2,5$ cm hoog en het eenvoudige: $81 \pm 2,9$ cm.

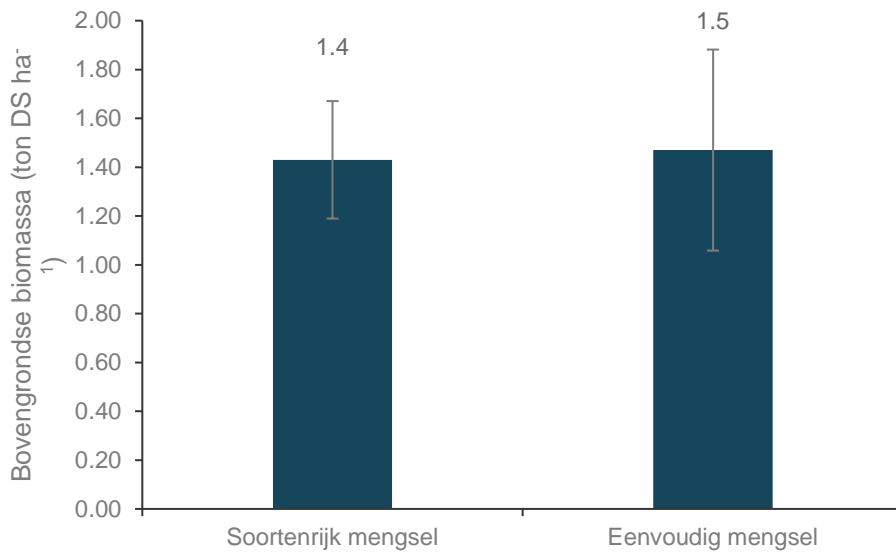




Figuur 162: Het soortenrijk mengsel (boven) en het eenvoudig mengsel phacelia/Japanse haver (onder) op 11 januari 2021



Toen halverwege juni de bovengrondse biomassa van de volgteelt phacelia bemonsterd werd, werden geen verschillen vastgesteld. Gemiddeld was 1,5 ton ha⁻¹ aanwezig waarvan gemiddeld 93% phacelia en 7% onkruid (klaver en kamille). Algemeen was de stand wat onregelmatig (plekken met minder biomassa).



Figuur 163: Bovengrondse biomassa phacelia op 17 juni 2021



Figuur 164: Staalname bovengrondse biomassa phacelia op 17 juni 2021

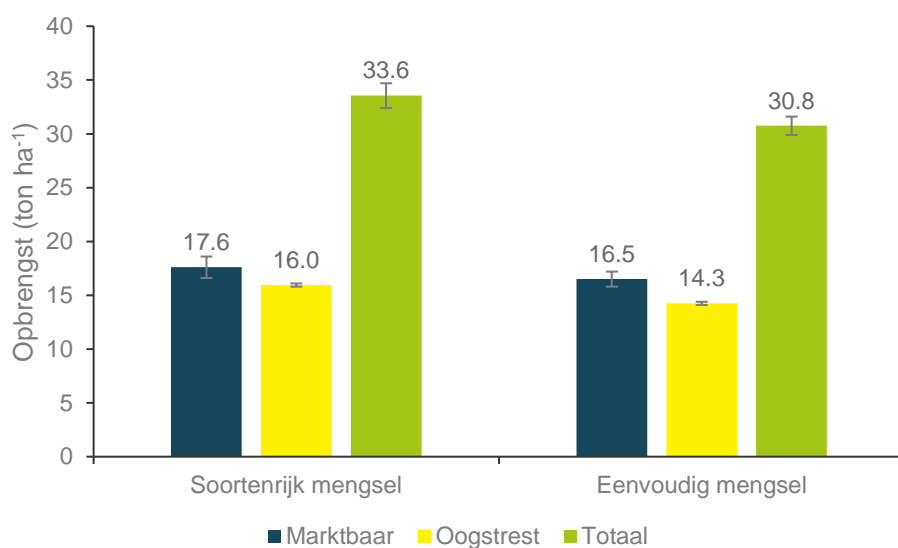




Figuur 165: Phacelia in bloei op 6 juli. Drie dagen later werd het gewas vernietigd.

Bij een proefoogst op 23 september was de verse biomassa opbrengst gemiddeld 2,8 ton ha⁻¹ hoger waar het soortenrijke mengsel had gestaan. Zo was de gemiddelde marktbaar opbrengst boontjes na het soortenrijke en na het eenvoudige mengsel respectievelijk 17,6 en 16,5 ton ha⁻¹ en de oogstrest respectievelijk 16,0 en 14,3 ton ha⁻¹. Het grootste verschil deed zich dus voor op het niveau van de bonenplant zelf.





Figuur 166: Biomassa opbrengst stamslaboon op 23 september 2021

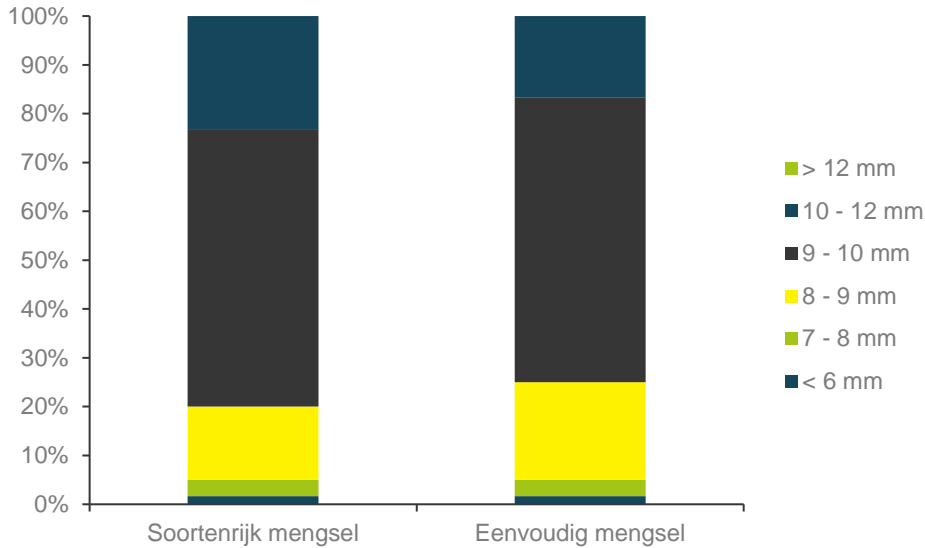
Tabel 169: Nutriënten in de bovengrondse biomassa op 23 september 2021

		Object			
		Soortenrijk mengsel		Eenvoudig mengsel	
		Marktbaar	Oogstrest	Marktbaar	Oogstrest
Droge stof	(%)	8,28	16,97	6,69	18,44
Asgehalte	(% verse biomassa)	0,78	2,42	0,73	2,54
Totale stikstof	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	2,60	4,37	2,48	4,48
Fosfor	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	0,38	0,39	0,36	0,37
Calcium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	0,47	3,77	0,46	4,12
Magnesium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	0,22	0,50	0,20	0,54
Natrium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	0,00 ^a	0,02 ^a	0,00 ^a	0,02 ^a
Kalium	(g (kg verse biomassa) ⁻¹)	2,56	3,55	2,31	3,30

^a waarde onder de rapporteringsgrens

De sortering van de boontjes op doorsnede was iets grover na het vijfsoortenmengsel (op basis van drie keer 30 bonen per object). Er waren bijvoorbeeld meer boontjes met een doorsnede tussen 10 en 12 mm. De meeste boontjes hadden na beide groenbedekkers op moment van oogsten een doorsnede tussen 9 en 10 mm (gemiddeld 58%).





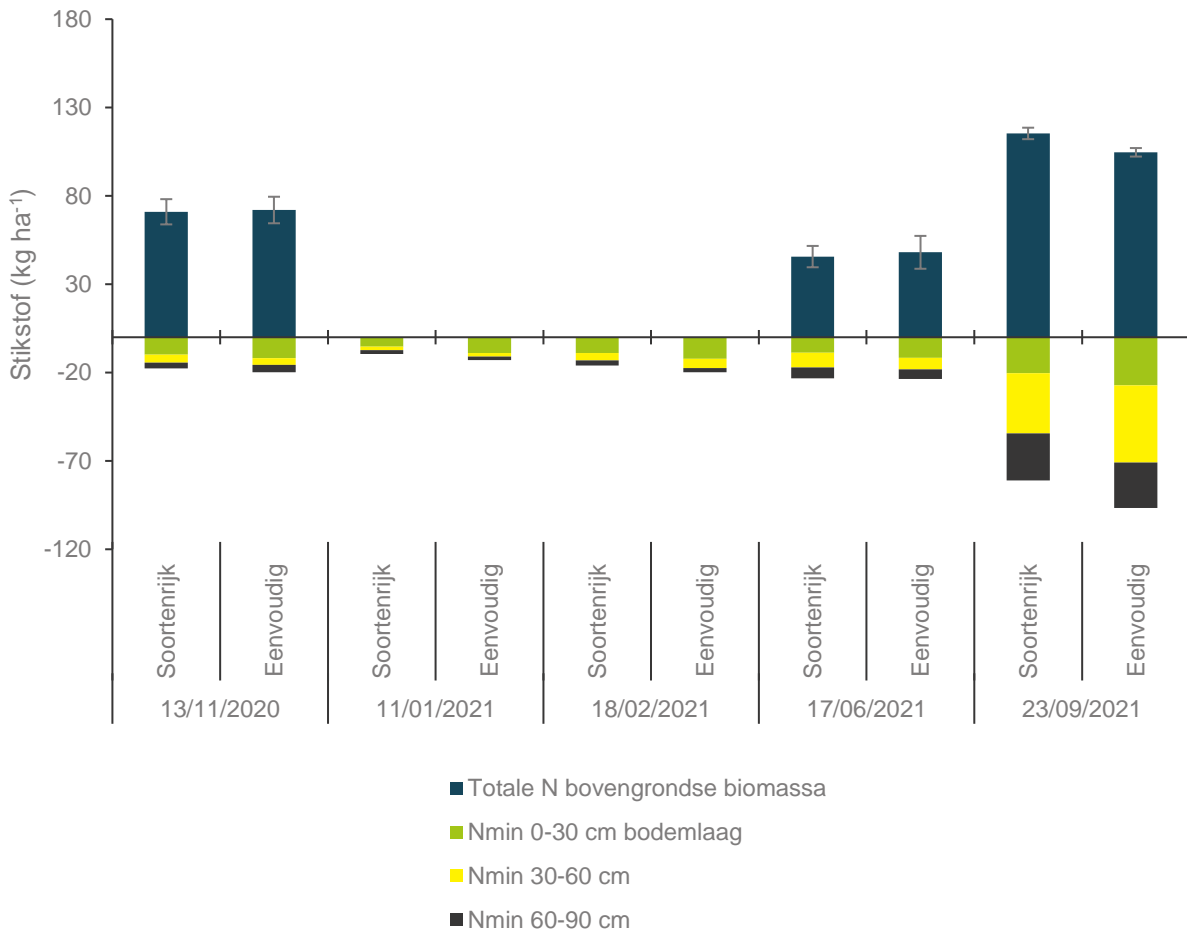
Figuur 167: Sortering stamslaboon op basis van de doorsnede (23 september 2021)

Stikstofverloop

Op 20 augustus 2020, kort na de graanoogst, was nog gemiddeld 69 kg nitraat-N ha⁻¹ aanwezig in het 0-60 cm bodemprofiel (47 en 21 kg ha⁻¹ in resp. de 0-30 en 30-60 cm laag). Het verschil tussen de proefstroken was verwaarloosbaar. Op 13/11, het einde van de sperperiode was nog slechts gemiddeld 19 kg nitraatstikstof ha⁻¹ aanwezig in het volledige 0-90 cm bodemprofiel en 71 kg totale stikstof ha⁻¹ in de bovengrondse biomassa. Er werd geen verschil gemeten tussen de groenbedekkers.

Ook in januari en februari zagen we geen verschillen in de hoeveelheden nitraat-N in de bodem. Halverwege juni werd dan gemiddeld 23 kg nitraat-N ha⁻¹ gemeten onder de phacelia. In de bovengrondse biomassa was toen gemiddeld 47 kg stikstof ha⁻¹ aanwezig. Ook nu werden geen verschillen gemeten tussen de varianten. De boontjes werden niet bemest. Bij de proefoogst eind september hebben we echter 16 kg ha⁻¹ nitraat-N minder gemeten (gemiddeld 81 vs. 97) terwijl in de bovengrondse biomassa ook 10 kg ha⁻¹ meer totale stikstof aanwezig was (gemiddeld 115 vs. 105) na het soortenrijk mengsel.



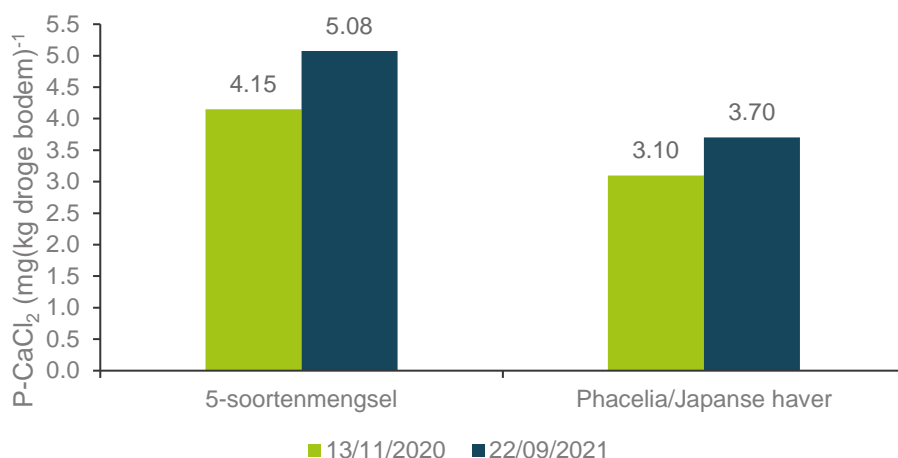


Figuur 168: Nitraatstikstof in de bodem op 5 tijdstippen tijdens de tussenteelt met groenbedekker en de hoofdteelt met stamslaboon (2020-21) en de totale stikstof in de bovengrondse biomassa op 13 november 2020, 17 juli 2021 en 23 september 2021.

Plant opneembare P

In het najaar van 2020 werd de hoogste hoeveelheid fosfor gemeten waar het soortenrijk mengsel gezaaid was. Bij de biomassabepaling van de volgteelt boontjes (zomer 2021) was dit nog altijd zo.





Figuur 169: Fosfor-CaCl₂ in de 0-30 cm bodemlaag op 13 november 2020 en 15 september 2021

Begin maart 2021, net voor het vernietigen van de groenbedekker werd ook het fosforgehalte van de bouwvoor gemeten via de heetwater-methode. De hoeveelheid lag ook hoger voor de strook met het soortenrijk mengsel.

Tabel 170: HWP in de 0-30 cm bodemlaag op 1 maart 2021

		object	
		Soortenrijk mengsel	Eenvoudig mengsel
HWP	mg (kg droge bodem)⁻¹	24,50	22,09

Microbiële koolstof en HWC

Na het soortenrijk mengsel was begin maart een duidelijk grotere hoeveelheid microbiële koolstof aanwezig dan na het eenvoudige mengsel. De hoeveelheid koolstof gemeten via de heetwater-methode verschilde echter niet.

Tabel 171: HWC en Cmic in de 0-30 cm bodemlaag op 1 maart 2021

		object	
		Soortenrijk mengsel	Eenvoudig mengsel
HWC	mg (kg droge bodem)⁻¹	594,2	585,0
Cmic	mg (kg droge bodem)⁻¹	637,27	229,13



Bodemdensiteit

Tabel 172: Bodemdensiteit gemeten met kopecky-ringen (5 cm hoog, volume: 100 cm³) op 13 november 2020

object	Bodemlaag	
	0-30 cm	30-60 cm
Soortenrijk mengsel	1,577 ± 0,046	1,653 ± 0,052
Eenvoudig mengsel	1,447 ± 0,038	1,529 ± 0,837

Logistieke en Economische aspecten

Het commercieel aangeboden mengsel TerraLife Legufit Eco kostte in 2020 4,55 euro kg⁻¹ (excl. Btw, DSV-zaden) en de phacelia/Japanse haver respectievelijk 9,5 en 2,3 euro kg⁻¹ (excl. Btw, Biosano, bio-zaden). Aan de gekozen zaaidosissen is het soortenrijk mengsel (182 euro ha⁻¹) duurder dan het eenvoudige mengsel phacelia/Japanse haver (57 + 80,5 = 137,5 euro ha⁻¹).

Besluit

De verschillen tussen het eenvoudige en het meer soortenrijk mengsel waren klein wat betreft de geproduceerde bovengrondse biomassa en de totale stikstof-inhoud van de groenbedekker en ook het nitraatstikstofresidu in het bodemprofiel verschilde niet erg. Dit komt enerzijds doordat phacelia en Japanse haver het meer soortenrijk mengsel domineerden en anderzijds had ook een opslag van triticale op het perceel een invloed. Ook de teelt van phacelia, na de teelt van de groenbedekkermengsels en voor de hoofdteelt stamslaboon in 2021 om de bodem in de tussenperiode bedekt te houden met een 'groen tapijt', zorgde voor een gelijke evolutie van de nitraatstikstof hoeveelheid in het 0-90 cm profiel. Na het soortenrijk mengsel was de N-opname door de boontjes wel iets hoger en de sortering wat grover bij de proefoogst. Als vlinderbloemige wordt door boontjes echter voornamelijk stikstof uit de lucht gebruikt. Zonder bemesting werd door mineralisatie van groenbedekkerresten en bodemorganische stof dan algemeen toch een relatief grote hoeveelheid nitraat-N gemeten op het einde van de teelt in beide proefstroken.





Figuur 170: Het soortenrijk (links) en het eenvoudige mengsel (rechts) op 18 februari. De vorst van begin februari heeft de mengsels grotendeels afgedood.



9.1.9 Validatieproef TerraLife Solanum vs. Japanse haver/phacelia na boerenkool en voor pompoen

Proefopzet

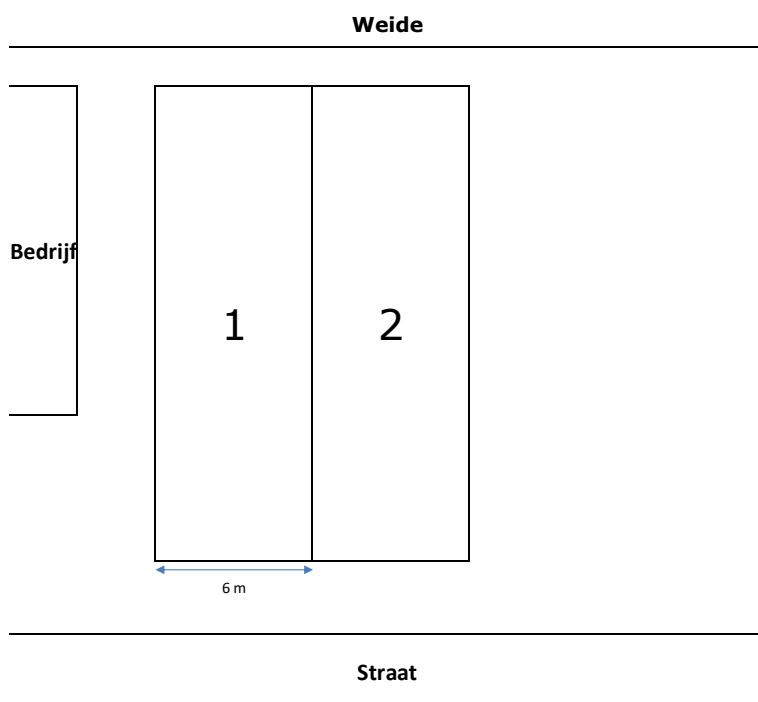
Een soortenrijk groenbedekkersmengsel met een groot aantal soorten zaaier als tussenteelt, kan verschillende voordelen opleveren t.o.v. één enkele soort of een eenvoudig mengsel met maar een beperkt aantal soorten. Voor het bewortelen van het bodemprofiel kunnen de verschillende types van wortels elkaar aanvullen. Dit kan bijdragen tot een goede structuur. Maar ook is het mogelijk dat de verschillende wortel-exudaten bijdragen tot een diverser bodemleven waardoor in een biologisch productiesysteem de weerbaarheid kan toenemen t.o.v. bodemgebonden ziekten maar ook de nutriënten tijdig worden vrijgesteld voor de volgteelt. Door vlinderbloemigen op te nemen, kan ook stikstof vastgelegd worden uit de lucht die na afsterven van de plant terug kan vrijkomen voor de volgteelt. Vlinderbloemigen leven namelijk in symbiose met stikstof fixerende bacteriën die zich in wortelknollen bevinden en stikstof fixeren en afgeven aan de plant in ruil voor voedingsstoffen.

Na boerenkool in 2020 en voor de teelt van pompoen in 2021 wilde de landbouwer in kwestie graag het commerciële mengsel TerraLife Solanum Tr Eco (DSV-zaden) testen t.o.v. een eenvoudiger mengsel. Solanum werd op 4/08 in twee aanliggende werkgangen aan 50 kg ha⁻¹ gezaaid. Dit mengsel bevat 12 soorten. Als eenvoudig mengsel voor twee andere werkgangen werd voor Japanse haver in combinatie met phacelia gekozen in de verhouding 15-85% (totale zaaier: 41 kg ha⁻¹). Het gaat telkens om vorstgevoelige soorten die na afvriezen door de vrieskou gemakkelijk te vernietigen zijn in het voorjaar. De focus in deze proef zou voornamelijk gelegd worden op de biomassa productie van de groenbedekkers, de evolutie van de minerale N in de bodem en de N-opname door het volggewas (pompoen in 2021). In het kader van MAP6, waarbij vlinderbloemigen zuiver of in mengsel niet beschouwd worden als vanggewas, leek het tevens interessant om te zien wat het effect is van een groenbedekkersmengsel met een vlinderbloemige component op het nitraatstikstofresidu t.o.v. een pure niet-vlinderbloemige groenbedekker.

Tabel 173: Zaaier van de verschillende soorten per mengsel

Soort	Zaaier (kg ha ⁻¹)	
	TerraLife Solanum Tr Eco	Eenvoudig mengsel
Japanse haver	5	35
Phacelia	1,5	6
Alexandrijnse klaver	5	
Bladrammenas	2,5	
Tillage radish	2,5	
Erwt	7,5	
Zomerwikke	7,5	
Blauwe lupine	5	
Serradella	5	
Niger	4	
Vlas	2	
Squarrosom klaver	2,5	





Figuur 171: Proefplan met variant 1: het soortenrijk mengsel TerraLife Solanum Tr Eco en variant 2: het eenvoudige mengsel phacelia/Japanse haver

Voorgeschiedenis perceel

Tabel 174: Teelten, tussenteelten en bemesting in de voorgaande jaren

Jaar	Teelt	Groenbedekker	Bemesting	Begin/einde teelt (maand)
2020	Boerenkool (bio)	Proefobj.	22 ton ha ⁻¹ runderdrijfmest bio	04-07
2019	Grasklaver (2 ^e omschakeling)	j. /	40 ton ha ⁻¹ runderdrijfmest bio	Volledig jaar
2018	Triticale (1 ^e omschakeling)	j. Grasklaver	Wat kunstmest omschakeling	voor 11-08
2017	Aardappel		/ 25 ton ha ⁻¹ varkensdrijfmest	04-10
2016	Wintergerst	Japanse haver/ zonnebloem	Kunstmest	10-07



Algemene bodemkarakterisering

Een algemene bodemkarakterisering vond plaats net na zaaien van de proef en nogmaals in het daaropvolgende voorjaar voor een bemestingsadvies (BOC- en totale N-gehalte, voedingstoestand (met ammoniumlactaat extraheerbare hoofdelementen) en zuurtegraad (pH-KCl)). Er werden bodemstalen genomen tot 30 cm diep over het volledige proefoppervlak.

Tabel 175: Algemene bodemkarakterisering op 4 augustus 2020 en 18 februari 2021 met streefzones volgens de BDB cursief

	Eenheid	Waarde 4/08/20	Waarde 18/02/21	Streefzone
pH-KCl		6,34	6,11	<i>6,2-6,6</i>
Textuur		Zandleem	Zandleem	
Droge stof	(%)	88,10	81,67	
Organische koolstof	(% C)	1,23	1,17	<i>1,2-1,6</i>
Totale stikstof	(% droge bodem)	0,14	/	
Fosfor	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	29,40	29,84	<i>12-18</i>
Calcium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	199,85	193,42	<i>100-240</i>
Magnesium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	17,96	15,48	<i>9-14</i>
Natrium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	5,58	2,46	<i>3,1-6,0</i>
Kalium	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	28,38	25,28	<i>14-20</i>
Zwavel	(mg (100g droge bodem)⁻¹)	3,89	1,74 ^a	

^a waarde onder de rapporteringsgrens

Teeltverloop

De aanwezige boerenkool werd op 20 juli 2020 geoogst. Met 24 ton ha⁻¹ was de opbrengst gemiddeld tot goed.

De groenbedekkers werden op 4 augustus gezaaid met een graanzaaimachine. De landbouwer zaait gewoonlijk zo om een goede en homogene opkomst na te streven. De zaaibreedte was 3m. Er werd niet bemest.

De groenbedekkers werden in het voorjaar van 2021 (29 maart) geklepeld, vervolgens ondiep afgesneden (2 april, 5 cm diep, vleugelscharen) en gerotoregd (combinatie). Er werd tegelijk 20 ton ha⁻¹ vaste runderstalmest ondiep ingewerkt (2 april). Door de vriestemperaturen begin februari waren de planten al grotendeels afgestorven.

Er werd op 13 april nog eens oppervlakkig gerotoregd tot maximaal 5 cm diepte en nadien tweemaal gewiedegd om een vals zaaibed aan te leggen.

Pompoen (cv. Orange summer) werd gezaaid op 31 mei, op een diepte van 5cm. De standdichtheid was 1 x 0,59 m.

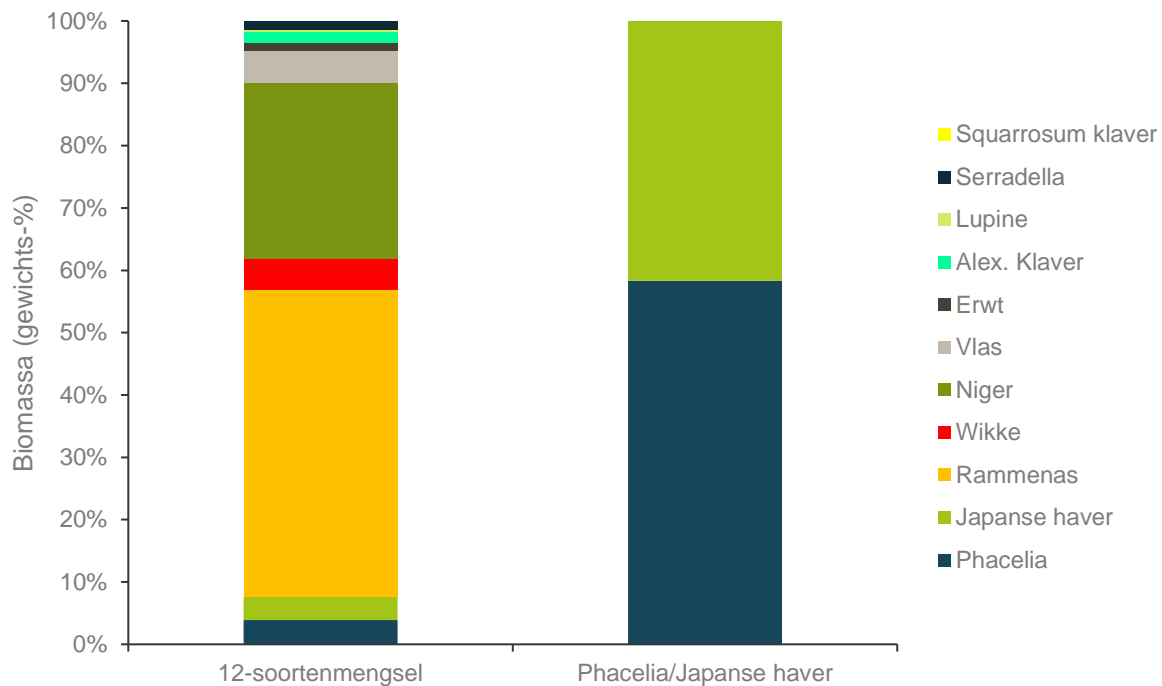
Opbrengst en kwaliteit

Op het einde van de sperperiode van 2020 werd een biomassa bepaling uitgevoerd. Hiervoor werden telkens 8 veldjes van 0,4 m² per object afgesneden. Gemiddeld 27,5 ± 1,8 ton verse of 3,0 ± 0,2 ton droge bovengrondse



biomassa ha⁻¹ werd gemeten bij het 12-soorten mengsel. Bij het eenvoudige mengsel was dit hoger met respectievelijk 34,8 ± 5,3 en 3,6 ± 0,5 ton ha⁻¹ verse en droge bovengrondse biomassa.

Op droge stofbasis was gemiddeld gezien meer phacelia biomassa gevormd dan Japanse haver in het eenvoudige mengsel. In het soortenrijk mengsel domineerden de rammenassen (bladrammenas + *Tillage radish*) en niger. Niger is echter erg gevoelig voor koude. Bij een eerste koudeprik sterft deze biomassa vrijwel volledig af. De meest voorkomende soorten, van de grootste hoeveelheid droge biomassa naar de kleinste zijn: rammenas, niger, vlas, zomerwikke, phacelia en Japanse haver.



Figuur 172: Samenstelling bovengrondse droge biomassa gemeten bij het soortenrijk mengsel Terralife Solanum TR Eco en het eenvoudige mengsel Phacelia/Japanse haver op 13 november 2020



Tabel 176: Nutriënten in de bovengrondse biomassa op 13 november 2020

		Object	
		Soortenrijk mengsel	Eenvoudig mengsel
Droge stof	(%)	10,46	9,47
Asgehalte	(% verse biomassa)	1,65	1,55
Totale stikstof	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	3,67	3,11
Fosfor	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,68	0,55
Calcium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	2,79	2,64
Magnesium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,26	0,20
Natrium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	0,14	0,15
Kalium	(g (kg verse biomassa)⁻¹)	3,68	3,50

Op 11 januari 2021 werden de groenbedekkers nog eens visueel beoordeeld. De stand was op dat moment gelijkaardig. Het eenvoudige mengsel was gemiddeld hoger gegroeid dan het soortenrijk mengsel (respectievelijk $85,3 \pm 3,1$ en $61,7 \pm 3,5$ cm). Niger en vlas waren door de vorst afgestorven. De Japanse haver had een aar gevormd.





Figuur 173: Het soortenrijk mengsel (boven) en het eenvoudig mengsel (onder) op 11 januari 2021

Op 28 juli 2021 werd een tussentijdse bepaling uitgevoerd van de bovengrondse biomassa van de pompoenplanten. De bloei was net begonnen. Hiervoor werden telkens 3 keer 5 planten geoogst die een relevant beeld gaven van de proefstrook. Gemiddeld was 38,3 ton verse of 3,7 ton droge biomassa per ha aanwezig en dit verschilde niet tussen de proefstroken. Hierbij is een geschatte uitval van 5% planten door o.a. mechanische onkruidbestrijding of niet opkomen meegerekend. Dit verschilde ook niet tussen de objecten. Door een oogst die vroeger doorging dan verwacht, werden op het einde van de teelt geen biomassa bepalingen meer uitgevoerd. De landbouwer gaf aan dat ongeveer 20 ton ha⁻¹ kon geoogst worden. Op de plaats van de proef was de opbrengst eerder matig geweest door de grote hoeveelheid regen in het begin van de teelt.

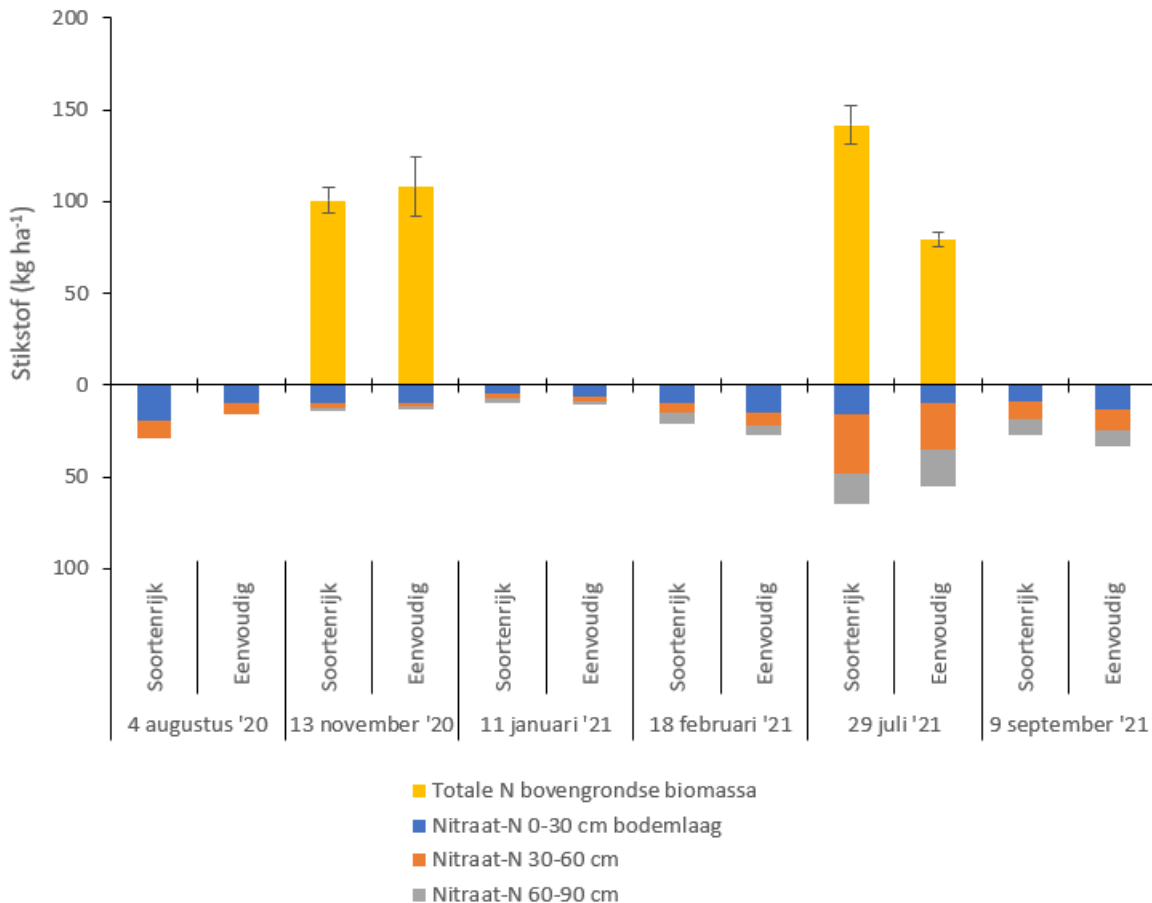




Figuur 174: Pompoenplanten na het soortenrijk mengsel (boven) en na het eenvoudige mengsel (onder) op 28 juli 2021



Stikstofverloop



Figuur 175: Nitraatstikstof in de bodem op 6 tijdstippen tijdens de tussenteelt met groenbedekker en de hoofdeelt met pompoen (2020-21) en de totale stikstof in de bovengrondse biomassa op 13 november 2020 en 29 juli 2021.

Na de teelt boerenkool werd op 4 augustus nog een kleine hoeveelheid nitraatstikstof gemeten in de 0-60 cm laag (gemiddeld 23 kg ha⁻¹). De 60-90 cm laag werd op dat moment niet bemonsterd. Op basis van de latere metingen kan er vanuit gegaan worden dat deze toen weinig nitraatstikstof bevatte.

Op 13/11, het einde van de sperperiode, was nog slechts gemiddeld 14 kg nitraatstikstof ha⁻¹ aanwezig in de volledige 0-90 cm bodemlaag. In de bovengrondse biomassa van de groenbedekkers was gemiddeld 104 kg totale stikstof ha⁻¹ aanwezig. Het eenvoudig mengsel was iets beter ontwikkeld maar door de lagere stikstofinhoud was er geen duidelijk verschil.

Op 11 januari werd gemiddeld 10 kg nitraatstikstof ha⁻¹ teruggevonden in de volledige 0-90 cm bodemlaag. Op 18 februari 2021 werd terug een lichte toename gezien tot gemiddeld 24 kg ha⁻¹ in het bodemprofiel. Begin februari waren de groenbedekkers afgestorven door vrieskou (negatieve temperaturen die we al enkele jaren niet meer gewoon waren). Vanaf dan konden de nutriënten terug vrijgesteld worden door mineralisatie.



Op 2 april werd bemest met 20 ton ha⁻¹ vaste rundermest. De mestanalyse geeft aan dat hiermee 135 kg totale stikstof per ha werd gedoseerd. Mogelijk is 40,5 kg of 30% hiervan werkzaam. De bio-landbouwer had bewust gekozen om minder te bemesten dan de gemiddeld geadviseerde dosis werkzame N van 96 kg ha⁻¹ (Inagro; KNS-systeem). Tegelijk werden de groenbedekkerresten ingewerkt in de bodem.

Tabel 177: Analyse vaste rundermest

	(kg (ton vers)⁻¹)
Droge stof	232,15
Ammoniumstikstof	0,62
Totale stikstof	6,75
Organische koolstof	97,08
Organische stof	174,75
	-
Verhouding C/N:	14,39
	(kg (ton vers)⁻¹)
Fosfor	2,56
Calcium	3,80
Magnesium	1,42
Natrium	1,58
Kalium	10,89

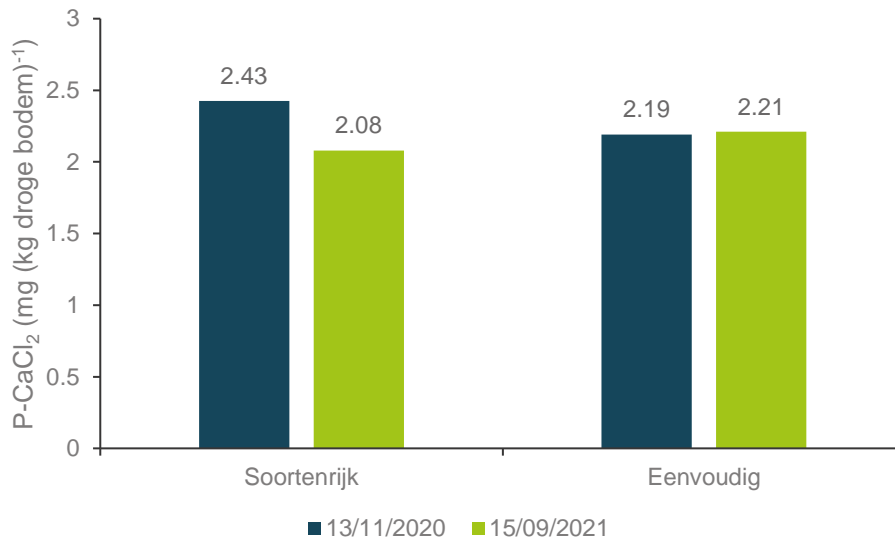
Eind juli waren de planten in bloei. Op dat moment was gemiddeld 60 kg nitraatstikstof ha⁻¹ aanwezig in de 0-90 cm bodemlaag. Dit is stikstof die door mineralisatie is vrijgekomen uit de bodemorganische stof, groenbedekkerresten en de basisbemesting. In de bovengrondse biomassa was gemiddeld 111 kg totale stikstof ha⁻¹ aanwezig. De stikstofinhoud van de biomassa was hoger na het soortenrijk mengsel (3,58 vs. 2,14 g (kg verse biomassa)⁻¹) waardoor gemiddeld 62 kg ha⁻¹ meer werd gemeten dan na het eenvoudig mengsel.

Bij het einde van de oogst, begin september, was in het profiel nog de helft aanwezig van de gemiddelde hoeveelheid nitraatstikstof gemeten eind juli (gemiddeld 31 kg ha⁻¹).



Plant opneembare P

In het najaar van 2020 werd de hoogste hoeveelheid fosfor gemeten waar het soortenrijk mengsel gezaaid was. Bij de biomassabepaling van de volgteelt pompoen (zomer 2021) werd geen trend meer gemeten.



Figuur 176: Fosfor-CaCl₂ in de 0-30 cm bodemlaag op 13 november 2020 en 15 september 2021

Begin maart 2021 werd ook het fosforgehalte van de bouwvoor gemeten via de heetwater-methode. Op dit moment werd ook een trend gemeten tot meer fosfor bij het soortenrijk mengsel.

Tabel 178: HWP in de 0-30 cm bodemlaag op 1 maart 2021

		object	
		Soortenrijk mengsel	Eenvoudig mengsel
HWP	mg (kg droge bodem)⁻¹	25,01	18,63

Microbiële koolstof en HWC

Het koolstofgehalte (heetwater-methode) en het microbiële koolstofgehalte in de bouwvoor verschilde niet duidelijk tussen de proefstroken begin maart.

Tabel 179: HWC en Cmic in de 0-30 cm bodemlaag op 1 maart 2021

		object	
		Soortenrijk mengsel	Eenvoudig mengsel
HWC	mg (kg droge bodem)⁻¹	632,0	540,8
Cmic	mg (kg droge bodem)⁻¹	185,71	239,59

Bodemdensiteit

Tabel 180: Bodemdensiteit gemeten met kopecky-ringen (5 cm hoog, volume: 100 cm³) op 13 november 2020

object	Bodemlaag	
	0-30 cm	30-60 cm
Soortenrijk mengsel	1,455 ± 0,034	1,495 ± 0,018
Eenvoudig mengsel	1,506 ± 0,030	1,529 ± 0,023

Logistieke en Economische aspecten

Het commercieel aangeboden mengsel TerraLife Solanum TR Eco kostte in 2020: 3,55 euro kg⁻¹ (excl. Btw, DSV-zaden) en de phacelia/Japanse haver respectievelijk 9,5 en 2,3 euro kg⁻¹ (excl. Btw, Biosano, bio-zaden). Aan de gekozen zaaidosissen is het soortenrijk mengsel (177,5 euro ha⁻¹) duurder dan het eenvoudig mengsel phacelia/Japanse haver (57 + 80,5 = 137,5 euro ha⁻¹).

Besluit

Bij een vroege zaai, net na een teelt boerenkool die een matige hoeveelheid nitraatstikstof achterliet in de bodem, is de biomassa productie in het najaar van een soortenrijke groenbedekker kleiner dan van een eenvoudig mengsel. De niet-vlinderbloemigen rammenas, niger en ook vlas domineerden het soortenrijk mengsel door een goede opname van stikstof en een snelle groei. Ook zomerwikke die als vlinderbloemige vnl. stikstof uit de lucht haalt voor de groei was bij deze omstandigheden een van de meest aanwezige soorten gevolgd door de niet-vlinderbloemige phacelia en Japanse haver. De rest van de voornamelijk vlinderbloemige soorten waren slechts matig aanwezig. Alle soorten bleken vorstgevoelig. Niger ondervond bij de minste koude zelfs al schade.

Op de evolutie van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem leek de keuze van groenbedekker geen invloed te hebben. De N-inhoud van het soortenrijk mengsel was door de aanwezigheid van vlinderbloemigen zoals verwacht hoger dan van het eenvoudige. Het nitraatstikstofresidu was met gemiddeld 14 kg nitraatstikstof ha⁻¹ in de volledige 0-90 cm bodemlaag onder de groenbedekkers echter gelijk.

De biomassa opbrengst van de pompoenplanten eind juli leek ook onafhankelijk van de voortelt. De stikstofinhoud was echter wel hoger na het soortenrijk mengsel. Het is niet duidelijk of dit het gevolg is van een grotere N-mineralisatie vanuit de gewasresten van de groenbedekker, de bodemorganische stof en bemesting of van een eventuele verschil in bodemconditie tussen de proefstroken.





Figuur 177: Het soortenrijk mengsel (links) en het eenvoudig mengsel (rechts) op 18 februari. De vorst van begin februari heeft de mengsels grotendeels afgedood.



9.1.10 Bemesting grasklaver

Bemesting grasklaver

Bij de bemesting van grasklaver zou de doelstelling steeds moeten zijn dat een voldoende klaveraandeel wordt nagestreefd. De vlinderbloemigen zoals klaver in de teeltrotatie op biologische bedrijven zijn immers de stikstofmotor die het bedrijf draaiende houden en zorgen voor een belangrijke eiwitaanvoer op de veebedrijven. Voldoende klaver in een grasklaverperceel zorgt voor een goede groei waardoor niet alleen veel stikstof gebonden wordt maar ook een belangrijke koolstofopslag kan gebeuren met het verhogen van de bodemkwaliteit en -vruchtbaarheid tot gevolg. Bij biologische veebedrijven is de bemesting uit dierlijke mest beperkt tot 170 kg N per ha per jaar. Dit maakt een bemesting met 45 ton runderdrijfmest per ha per jaar mogelijk (Tabel 181).

Tabel 181: Gemiddelde samenstelling rundermest op basis van mestanalyses van de BDB (Vanrespaille *et al.*, 2018)

	N _{tot}	P ₂ O ₅	K ₂ O
	kg/ton	kg/ton	kg/ton
runderdrijfmest	3,8	1,3	4,1
Runderstalmest	6,2	2,9	7,7

pH

Vlinderbloemigen doen het beter bij een hogere pH. Klaver kan ook bij een lage pH groeien, maar de specifieke *Rhizobium* bacteriën die met klaver de meest efficiënte stikstofbinding geven zijn gevoelig voor een lage pH. Voor een goede stikstofbinding zou de pH hoger moeten zijn dan 5,2 à 5,5 (de Wit *et al.*, 2004).

Stikstof

Het stikstofbemestingsadvies is in grote mate afhankelijk van het klaveraandeel. De stikstoffixatie van klaver in grasland kan sterk variëren maar wordt doorgaans ingeschat op 50 kg N per ton droge stof klaver per hectare. In een productief grasklaver maaiperceel streven we een klaveraandeel van minstens 40% na met een droge stofopbrengst per jaar van 12 ton kan zo theoretisch 240 kg N per jaar gefixeerd worden. De aanwezigheid van klaver maar ook de stikstoffixatie door de *Rhizobium* symbiose wordt negatief beïnvloed door de aanwezigheid minerale N in de bouwvoor. Het proces van stikstoffixatie is vooral interessant tot een bemestingsniveau van 250-300 kg N per ha per jaar. Bij een hoger bemestingsniveau haalt klaver de stikstof uit de bodem en wordt er minder stikstof uit de lucht gebonden (de Wit *et al.*, 2004). In de biologische landbouw is de bemesting uit dierlijke mest beperkt tot 170kg N per jaar, op basis hiervan zou een basisbemesting op basis van dierlijke mest geen negatieve invloed op de stikstoffixatie mogen hebben. Het tijdstip waarop deze mest wordt toegediend zou wel een invloed kunnen hebben op de ontwikkeling van de klaver. Zeer veel bemesten voor de eerste snede geeft een concurrentievoordeel aan het gras waardoor de klavergroei die pas later in het seizoen tot volle ontwikkeling komt gehinderd kan worden. Door een bemesting van 25 à 30 ton drijfmest toe te dienen voor de eerste snede kan de droge stof- en eiwitopbrengst van de eerste snede verhoogd worden, de invloed op het klaveraandeel blijft hierbij beperkt (de Wit *et al.*, 2004).



Kalium

Kalium (K) helpt bij het transport en opslag van eiwitten in de plant. Daarnaast is kalium essentieel voor de verzorging van de waterhuishouding in de plant. Dat gebeurt bijvoorbeeld door het openen en sluiten van huidmondjes, die de verdamping van de plant regelen. Bij een kaliumgebrek verdroogt klaver dan ook sneller (de Wit *et al.*, 2004). De gebruiksnormen voor dierlijke mest in de biologische melkveehouderij zetten de kaliaanvoer uit mest sterk onder druk. Hierbij kunnen veel biologische melkveebedrijven de kalivoorziening van het grasland in principe niet meer rondzetten uit organische bemesting. Problemen met kaliumtekorten zullen zich theoretisch het eerst voordoen op maaipercelen. Bij grasklaver komt het effect van een te beperkte kalivoorziening vooral tot uiting in een verlaging van de klaveropbrengst en dus indirect in de stikstofvoorziening van het gewas en het bedrijf. Verder is gebleken dat klaver bij een te laag kaliniveau simpelweg weg kan vallen, vooral bij extreme weersomstandigheden. Bij grasklaver op een biologisch bedrijf is het effect van een te beperkte kalivoorziening op het bedrijf dus ingrijpender dan bij met stikstof bemest gras op een gangbaar bedrijf (Van Eekeren *et al.*, 2005).

Tabel 182 geeft aan dat bij enkel gebruik van runderdrijfmest in een biologisch bedrijf de kalium voorziening onvoldoende is om de afvoer via grasklaver te compenseren. Uiteraard moet hier rekening gehouden worden met de kalium inhoud van de mest en de afvoer via grasklaver die afhankelijk is van de bodemvoorraad.

Tabel 182: K-balans bij maximale toepassing van runderdrijfmest en afvoer van 11 ton/ha grasklaver

	N _{tot}	K ₂ O	K ₂ O tekort
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
Aanvoer 45 ton runderdrijfmest/ha	170	185	
Afvoer grasklaver			
Bij 30g K/kg ds		398	-213
Bij 35g K/kg ds		464	-279

Om de nood aan bijbemesting in te schatten kan de bodemanalyse (Tabel 183; Tabel 184) richtinggevend zijn. Analyseresultaten onder de streefzone zullen wellicht een kalibemesting van 300 tot 350 kg K₂O vereisen (Van Eekeren *et al.*, 2005). Bij resultaten in de streefzone kan bijbemesting met een kaliummeststof ter compensatie van het verschil tussen aanvoer en afvoer volstaan.



Tabel 183: Beoordeling van het kaliumgehalte voor akkerland in functie van de textuurklasse (Boon *et al.*, 2009⁰)

beoordeling	K mg/100g droge grond : zand	K mg/100g droge grond : zandleem	K mg/100g droge grond : polders
Zeer laag	<5	<6	<8
Laag	5-8	6-10	8-12
Tamelijk laag	9-11	11-13	13-15
Streefzone	12-18	14-20	16-25
Tamelijk hoog	19-30	21-35	26-40
Hoog	31-50	36-60	41-70
Zeer hoog	>50	<60	>70

Tabel 184: Beoordeling van het kaliumgehalte voor weiland in functie van de textuurklasse (Boon *et al.*, 2009)

beoordeling	K mg/100g droge grond (elk type bodem behalve polders)	K mg/100g droge grond : polders
Zeer laag	<4	<7
Laag	4-6	7-11
Tamelijk laag	7-11	12-19
Streefzone	12-20	20-28
Tamelijk hoog	21-28	29-36
Hoog	29-45	37-50
Zeer hoog	>45	>50

Zwavel

Voor een lange tijd was de atmosferische SO₂ en H₂S vervuiling als gevolg van het verbranden van zwavelrijke fossiele brandstoffen de oorzaak van beperkte S-deficiënties in de bodem. Afvoer van zwavel via de oogst werd op die manier ruim gecompenseerd. Door de toegenomen aandacht voor de S-uitstoot en de maatregelen die genomen zijn om die te beperken worden er steeds meer S-tekorten vastgesteld. Zwavel is van groot belang in de planten als bestanddeel van plantaardige eiwitten en aminozuren. De stikstof/zwavel verhouding in eiwitten is redelijk constant. Dit betekent dat planten met een hoog eiwitgehalte ook veel zwavel nodig hebben. Bij zwaveltekort ontstaat er een eiwittekort waardoor het blad een lichtere kleur krijgt. Uit literatuur blijkt dat voor een optimale gewasgroei het zwavelgehalte in gras(klaver) tussen de 2 en 4 g per kg droge stof ligt. Bij een zwavelgehalte lager dan 2 g per kg droge stof, of een verhouding van stikstof tot zwavel boven de 14, is er een tekort voor de groei van grasklaver. Duits onderzoek toont aan dat zwavelbemesting mogelijk van groter belang is dan een standaard bemesting met drijfmest die in de eerste plaats gericht is op stikstofvoorziening. Uit onderzoek van Böhm (2017) blijkt dat bemesting met zwavel tot 30% meer opbrengst levert.



Op basis van de bodemanalyse kan de nood aan zwavelbemesting worden ingeschat (Tabel 185)

Tabel 185: beoordeling van zwavel in bodemanalyses voor totaal S en ammoniumlactaat extraheerbaar S in functie van textuur (normen Inagro bodemanalyses)

beoordeling	S mg/100g droge grond zand en zandleem	S mg/100g droge grond klei
Zeer laag	<0,75	<2
Laag	0,75 - 1,5	2 - 3,3
Tamelijk laag	1,5 - 2,3	3,3 - 4,5
Streefzone	2,3 - 3	4,5 - 5,8
Tamelijk hoog	3 - 3,8	5,8 - 7
Hoog	3,8 - 4,5	7 - 8,5
Zeer hoog	>4,5	>8,5

Mogelijkheden voor bijbemesting

Voor een optimale bemesting van grasklaver is op de meeste bedrijven een bijbemesting met een kaliumrijke meststof noodzakelijk. De keuze zal voor een groot stuk door de beschikbaarheid en de prijs in de handel bepaald worden. Het verdient echter de aanbeveling dat bij de keuze rekening gehouden wordt met andere elementen van de bodem- of gewasanalyse naast K. In Tabel 86 worden verschillende handelsmeststoffen opgelijst die toegelaten zijn in de biologische landbouw met verschillende verhoudingen aan K, Mg, Ca en S.

Tabel 186: samenstelling in % van gewicht van handelsmeststoffen beschikbaar voor de biologische landbouw

	K ₂ O	MgO	CaO	SO ₃
Patentkali	30	10		42
Haspargit	25		10	30
Kieseriet		24		48
Kainiet/ruw kalizout	11	5	27	10
Kaliumsulfaat	50			45



Percelen grasklaver

Op 2 biologische bedrijven met herkauwers werden in 2020 problemen aangegeven met het klaveraandeel op de grasklaverpercelen. Een laag klaveraandeel kan het gevolg zijn van klaverziekten en -plagen maar het verdient de aanbeveling om in eerste instantie de voedingstoestand van de bodem in beeld te krijgen en de bemesting hierop aan te passen.

Melkveebedrijf Diksmuide

Percelen 1 en 2 liggen op enige afstand van het bedrijf en worden niet gebruikt als weide. Deze percelen lagen in 2020 onder mais, in 2021 stond er een mengteelt triticale/veldboon en zijn eind 2021 ingezaaid met een grasklaver mengsel met kruiden. Deze percelen vormen in feite 1 blok maar hebben wellicht een verschillende voorgeschiedenis. De ervaring uit het verleden was dat op perceel 2 meestal minder vlinderbloemigen aanwezig zijn.

Percelen 3-5 zijn kleigronden en liggen in de huiskavel van het bedrijf, perceel 3 is een permanente weide, percelen 4 en 5 liggen in een rotatie van grasklaver, mais of voederbieten en graan/veldbonen. In 2020 stond op deze percelen grasklaver waar het aandeel klaver na de inzaai sterk achteruit gegaan was.



Figuur 178: Percelen 1 en 2 in Lo-Reninge en percelen 3, 4 en 5 in Diksmuide waar problemen met vlinderbloemigen optraden.

In juni 2020 werden de percelen bekeken en werden bodemstalen genomen. Na omschakeling naar de biologische landbouw in 2016 werd hier enkel dierlijke mest gebruikt. Op dat moment was er een vermoeden van een K-tekort en werd een bemesting met een kaliummeststof aanbevolen.

De veehouder heeft vervolgens beslist om in 2020 en in 2021 een bemesting van 2x 300 kg kainiet uit te voeren. Met een 11% K₂O in kainiet zorgt dit voor een aanbreng van aanvoer 66 kg K₂O per hectare per jaar. In principe was dit niet genoeg om de afvoer te compenseren.



Tabel 187: Theoretische kaliumbalans maaiperceel grasklaver bij bemesting met kaïniet

	N _{tot}	K ₂ O	K ₂ O tekort
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
Aanvoer			
45 ton runderdrijfmest/ha	170	185	
2 x 300 kg kaïniet/ha		66	
Afvoer			
Grasklaver (11 ton ds/ha)		398	-147

Uit de bodemanalyse blijkt dat enkel perceel 2 een tamelijk laag kaliumgehalte heeft. Voor perceel 1 ligt het kaliumgehalte in de streefzone, voor het weideperceel 3 is het tamelijk hoog, voor percelen 4 en 5 is het hoog. Het zwavelgehalte is op alle percelen voldoende hoog.

Tabel 188: Bodemanalyse grasklaver percelen Diksmuide (onderlijnd = te laag)

2020	pH	Textuur	Organisch e koolstof	Ca	Mg	Na	K	P	Mo	S
<i>perceel</i>			% C op droge grond	mg/100 g droge grond	mg/100g droge grond	mg/100 g droge grond	mg/100 g droge grond	mg/100 g droge grond	mg/100g droge grond	mg/100 g droge grond
1	6,8	Zandleem	1,37	240,09	18,97	2,43	16,50	38,73	0,02	2,75
2	7,3	Zandleem	1,34	280,93	9,02	<u>1,61</u>	<u>10,85</u>	20,78	0,02	3,23
3	7,2	Klei	3,55	866,95	50,44	9,70	23,35	16,84	0,03	7,35
4	7,2	Klei	1,87	3121,94	54,62	11,80	61,06	34,45	0,03	23,16
5	7,3	Klei	1,77	2551,98	47,59	9,48	50,13	29,94	0,02	16,09
2021	pH	Textuur	Organisch e koolstof	Ca	Mg	Na	K	P	Mo	S
1	6,5	Zandleem	1,34	233,96	21,00	3,41	18,64	40,90	0,03	6,66
2	7,0	Zandleem	1,24	264,39	9,84	3,54	<u>12,92</u>	24,71	0,03	6,52
3	7,1	Klei	3,48	1035,50	63,48	23,72	25,53	17,38	0,07	12,93
4	7,3	Klei	1,88	3843,18	61,15	15,64	42,66	27,05	0,08	21,42
5	7,2	Klei	1,85	2716,93	56,48	12,15	58,35	34,44	0,08	20,36

In oktober 2021 werden op dezelfde percelen nogmaals bodemstalen genomen om de K-toestand te evalueren. Op perceel 2 is het K-gehalte weliswaar gestegen maar nog steeds onder de streefzone. Op dat perceel mag wellicht de kaliumbemesting opgedreven worden op de andere percelen blijft de kaliumtoestand ruim voldoende en is kaliumbemesting niet noodzakelijk. De veehouder gaf aan dat het klaveraandeel op zijn percelen wel verbeterd is.



Gemengd bedrijf te Aartselaar

Op dit gemengd bedrijf met vleesvee en groenten liggen de percelen in een gewasrotatie van pompoen/suikermais gevolgd door triticale en dan 2 jaar grasklaver. Op het moment van monsternamen in maart 2021 lagen de percelen onder grasklaver maar de landbouwer was niet tevreden over het aandeel klaver in de percelen. De grasklaver wordt bemest met 20 ton runderdrijfmest per ha per jaar en wordt ook beweid door de runderen.
wordt ingevuld door beweiding.

Tabel

Figuur 179: Situering percelen op gemengd bedrijf te Aartselaar

Tabel 189 geeft een theoretische kaliumbalans weer voor de grasklaverpercelen. De mestaanvoer via beweiding is hierbij moeilijk in te schatten waardoor we voor deze benadering ervan uitgaan dat de bemestingsruimte van 170kg N/ha/jaar naast met de drijfmestgift wordt ingevuld door beweiding.

Tabel 189: Theoretische kaliumbalans perceel grasklaver

	N _{tot}	K ₂ O	K ₂ O tekort
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
Aanvoer			
20 ton runderdrijfmest/ha	76	82	
Beweiding	94	101	
Afvoer			
Grasklaver (9 ton ds/ha)		325	-141

Tabel 190 geeft de resultaten weer van de bodemanalyse op de 3 percelen. Voor een goede klaverontwikkeling is de pH van perceel 1 en 3 te laag.

Tabel 190: Bodemanalyse grasklaver percelen Aartselaar (onderlijnd = te laag)



	pH	Textuur	Organische koolstof	Calcium	Magnesium	Natrium	Kalium	Fosfor	Molybdeen	Zwavel
			% C op droge grond	mg/100g droge grond	mg/100g droge grond	mg/100g droge grond	mg/100g droge grond	mg/100g droge grond	mg/100g droge grond	mg/100g droge grond
1	<u>5,1</u> <u>5</u>	Zand	<u>1,59</u>	<u>56,81</u>	13,64	<u>1,79</u>	<u>10,98</u>	18,49	0,01	<u>1,30</u>
2	6,0 7	Zand	1,80	84,68	15,04	2,60	17,84	14,15	0,01	<u>1,25</u>
3	<u>4,8</u> <u>6</u>	Zand	<u>1,72</u>	<u>46,08</u>	9,19	3,41	<u>11,62</u>	18,73	0,02	<u>1,59</u>

Op deze percelen zie je ook een laag calciumgehalte. Met een bekalking met landbouwkalk kan eventueel de pH met 1 eenheid worden verhoogd, hiervoor is een zuurbindende waarde van 2000kg zbw/ha vereist ofwel 3636 kg kalk/ha.

Het kaliumgehalte van percelen 1 en 3 is licht onder de streefzone, bij perceel 2 bevindt het zich in de streefzone. Op alle percelen is het zwavelgehalte te laag. Het magnesiumgehalte van de bodem is in orde.

Om het kaliumgehalte van de bodem op peil te krijgen en de hoge afvoer van kalium door grasklaver te compenseren kan gekozen worden voor een kalium meststof die voldoende zwavel bevat. In Tabel 191 zijn een aantal mogelijkheden van kaliumbemesting met handelsmeststoffen vermeld om de afvoer van kalium door grasklaver te compenseren. Deze dosis kan best verdeeld worden over meerdere giften na de eerste snede. Om uitspoeling van S te vermijden wordt de S gift best beperkt tot maximum 50 kg S/ha per jaar (Van Eekeren *et al.*, 2005).

Tabel 191: Mogelijkheden van kaliumbemesting bij 140 kg K₂O/ha en de overeenkomstige zwavelbemesting

	K ₂ O	MgO	CaO	SO ₃	Dosis in kg/ha voor 140 kg K ₂ O/ha	Aanvoer kg S /ha bij deze dosis
Samenstelling (%)						
Patentkali	30	10		42	476	78
Haspargit	25		10	30	560	67
Kainiet/ruw kalizout	11	5	27	10	1273	51
Kaliumsulfaat	50			45	280	50

9.2 VALIDATIEPROEVEN GANGBARE GROENTETEELT EN VOEDERBOUW

9.2.1 Eén versus twee werkgangen bij suikerbiet

Het betreft een akkerbouwmatig bedrijf in de West-Vlaamse zandleemstreek met klassieke teelten suikerbieten, hakselmais, aardappelen en tarwe. Voordien werden er ook ajuinen en bonen verbouwd, maar die teelten werden afgebouwd omdat ze economisch en technisch moeilijk haalbaar zijn. De landbouwer is al enkele jaren voorstander van niet-kerende bodembewerking en heeft zijn eigen machines ter beschikking: een diepgronder met 6 Micheltanden op 3 m die 30 tot 40 cm diep de grond in gaan.

Voorgeschiedenis perceel (teelten, groenbedekkers, bemesting, droogte, etc.)

Dit perceel werd voor het laatst geploegd in 2015 en is dus al 5 jaar niet-kerend bewerkt, gebruik makend van een diepgronder uitgerust met "Micheltanden". De werkdiepte bedroeg 30-35 cm.

Afgelopen jaar (2019) werd silomais geteeld en geogst in oktober. De zomer en het najaar van 2019 waren droog, zodat de bodem goed begaanbaar was met dorsmachines. Er volgde geen groenbedekker en de stoppel is tijdens de winter blijven staan. De winter van 2019 op 2020 was zeer zacht, met weinig vorst en veel regen.

Algemene bodemkarakterisering

Het lemige perceel heeft een goed organische-koolstofgehalte, een goede zuurtegraad en een hoog gehalte aan nutriënten (Tabel192). Ook de bodemdichtheid werd gemeten om nadien het effect van twee keer niet-kerend of één keer niet-kerend beter te kunnen evalueren.



Tabel 192: Bodemkarakteristieken proefperceel validatieproef suikerbieten op 9 maart 2019

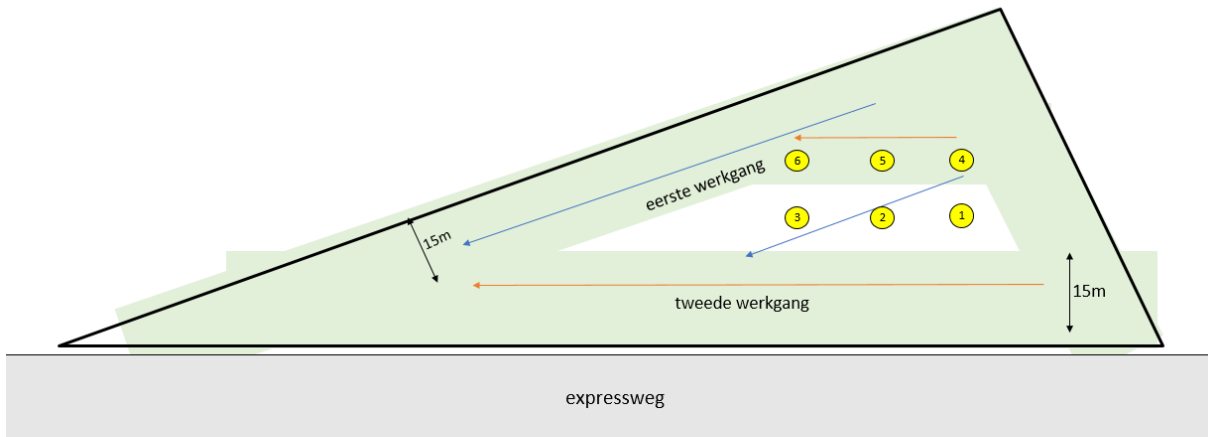
Parameter	Eenheid	Resultaat	Situatie t.o.v. streefzone	Beoordeling
Grondsoort		40 Leem		
pH-KCl		6.9		Gunstig
Totaal organische koolstof (TOC)	%	1.36		Normaal
Fosfor (P-AL)	mg/100 g	29		Tamelijk hoog
Kalium (K-AL)	mg/100 g	41		Hoog
Magnesium (Mg-AL)	mg/100 g	27.0		Hoog
Calcium (Ca-AL)	mg/100 g	282		Normaal
Natrium (Na-AL)	mg/100 g	1.7		Laag
Boor (B) wateroplosbaar		-		
Zwavel (S) totaal		-		

De streefzone is specifiek voor uw perceel berekend en houdt rekening met verschillende parameters zoals de grondsoort, het organische koolstofgehalte en het gebruik van het perceel.

Proefopzet

Voor de proef hebben we beslist om gebruik te maken van het perceel "Driehoek" langs de Expresweg. Het doel van deze proef is om na te gaan of 2 werkgangen nodig zijn om de maximale beworteling en/of opbrengst te bekomen. Zijn er na 5 jaar niet-kerende bodembewerkingen verdichte lagen aanwezig? Is het tenslotte nodig om de bodem twee keer (kruislings) te bewerken om voldoende doorwortelbaar te zijn voor de (jonge) bietenplantjes of kan één niet-kerende bewerking volstaan?





groen twee werkgangen
 wit één werkgang

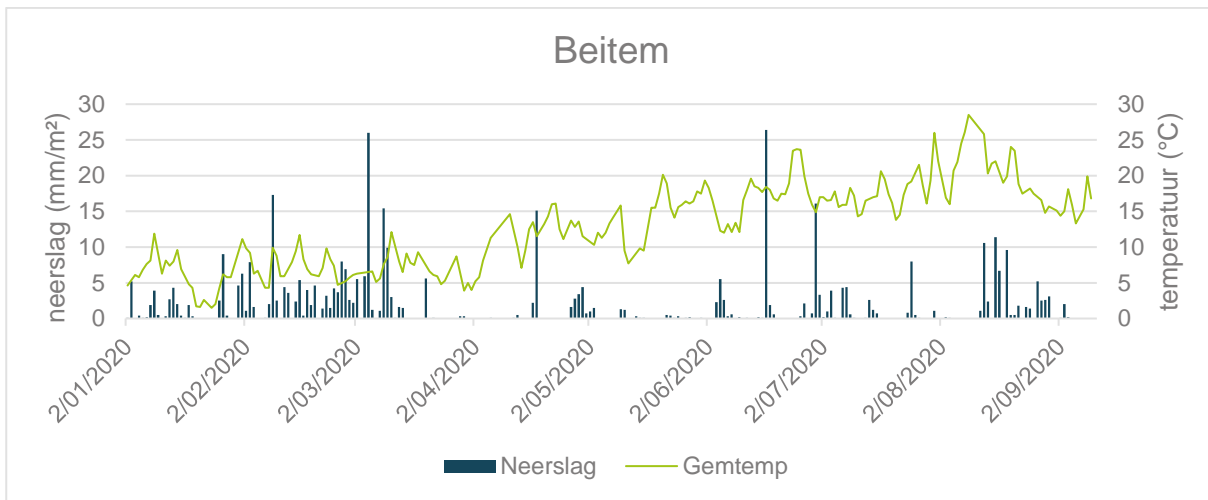
Figuur 180: Proefopzet voor de validatieproef suikerbieten in 2020 met staalname punten 1 tot 3 waar maar een werkgang gebeurde en staalnamepunten 4 tot 6 met twee werkgangen

Teeltverloop

- April 2020: bemesting met 150 kg N/ha en 100 kg K₂O/ha
- 10 april: bodembewerking in tweede werkgang volgens plan. De tweede werkgang was de diepgronder dieper afgesteld
- 11 april: inzaaien suikerbieten
- 27 april: onkruidbehandeling: (fenmedifan (Dianal 0,8 l/ha), ethofumesaat (ethomat 0,2 l/ha), metamitron 0,8 l/ha, minerale olie (vegetop 0,5 l/ha)
- 3 mei: onkruidbehandeling + bladluizen: (Fenmedifan (dianal 1 l/ha), ethofumesaat (ethomat 0,25 l/ha), metamitron 1 l/ha, minerale olie (vegetop 0,5 l/ha), Fonicamid (Teppeki 85 g/ha, tegen bladluizen)
- 10 mei: bladluisbehandeling (Movento)
- 16 mei: Fenmedifan (Dianal 1,5 l/ha), ethofumesaat (ethomat 0,4 l/ha), dimethanamide (frontier 0,2/ha), minerale olie (vegetop 0,5 l/ha)
- 25 mei: Fenmidifan (Dianal, 2 l/ha), ethofumesaat (ethomat 0,4 l/ha), frontier (0,4 l/ha), metamitron (2l/ha), minerale olie (Vegetop 1,1 l/ha), ammoniumsulfaat voor lagere pH en Fonicamid (Teppeki 150 g/ha)

Het voorjaar van 2020 was droog, in april, mei en juni viel weinig regen, al kreeg het westen van het land nu en dan een buitje. Door deze droge omstandigheden in het voorjaar kon het diepgronden voldoende vroeg en onder goede omstandigheden gebeuren. Vanaf eind juni regende het enkele dagen na elkaar goed door.





Figuur 181: De regenval en gemiddelde temperatuur in Beitem, het dichtst bijzijnde weerstation.

Penetratieweerstand bodem

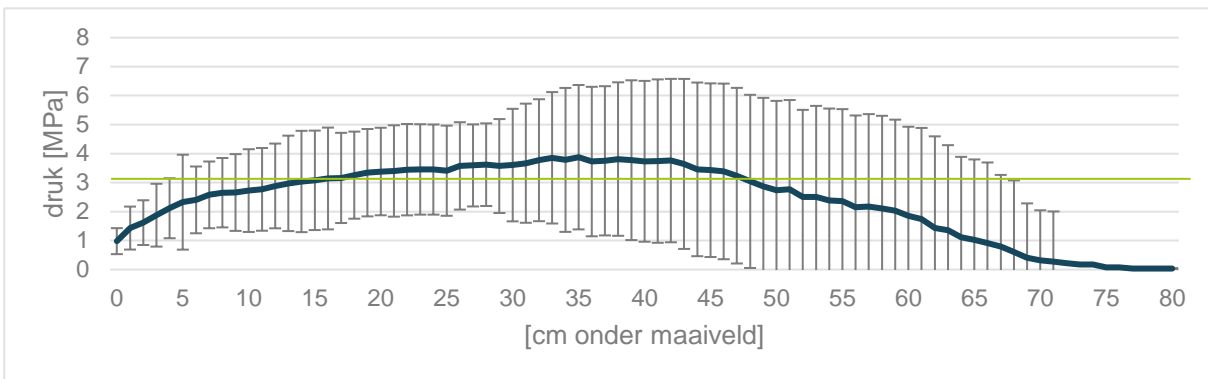
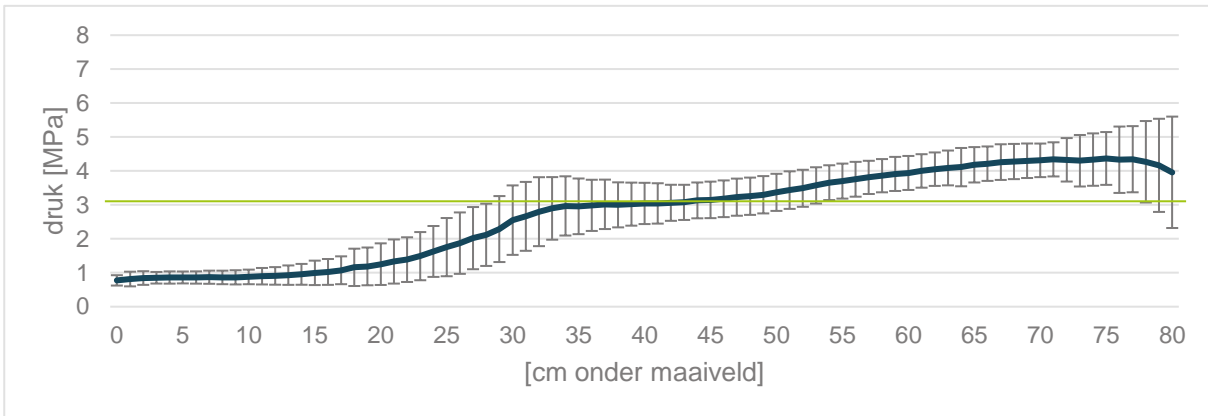
Op verschillende plots in de strook met 1 werkgang en in de strook met 2 kruislingse werkgangen, werd de penetratieweerstand gemeten als maat voor verdichting. Deze meting gebeurde voorafgaand aan bodembewerking als uitgangssituatie en na bodembewerking om het effect van het aantal werkgangen na te gaan. Door het droge weer van maart, april en mei, kon de tweede meting pas gebeuren in juni wanneer de bodem weer wat natter geregend was. De penetratieweerstand is immers ook sterk afhankelijk van het vochtgehalte in de bodem.

De aan de bodembewerking voorafgaande metingen met de penetrologger gebeurden op 23 maart. Figuur 182 toont de gemiddelde toestand op het perceel, gedetailleerde resultaten per plot zijn onderin weergegeven (Figuur 186). Er werden geen verdichtingen vastgesteld in de 0-30 cm laag. Voorbij 30 cm verdicht de grond geleidelijk aan, maar pas vanaf ongeveer 40 cm is de penetratiedruk groter dan 3 MPa. Vanaf een druk van 3 MPa kunnen planten moeilijk wortelen, tenzij er preferentiële wegen zijn zoals wormengangen waardoor plantenwortels in de ondergrond kunnen dringen. De spreiding op de gemeten druk duidt aan dat er nog voldoende lage drukken gemeten werden, waardoor plantenwortels nog preferentieel kunnen wortelen. Er is op dit perceel dus geen probleem met verdichting in de uitgangssituatie.

Na bodembewerking werd opnieuw de penetratieweerstand in de bodem gemeten op 25 juni 2020. Voor en na de bodembewerking op 10 april was het voorjaar immers zeer droog en werd gewacht tot regen in juni de bovenste bodemlaag terug verzadigd had. Over het algemeen was de penetratie-weerstand hoger in juni dan in maart, met meer variatie. Dit ligt waarschijnlijk aan een lager vocht-gehalte in de bodem. De penetratieweerstand is relatief laag in de 0-10 cm bodemlaag, maar neemt toe in diepere bodemlagen tot gemiddeld 4 MPa en neemt dieper, vanaf 50- 60 cm, weer af tot minder dan 1 MPa. De schijnbaar verdichte bodemlaag tussen 0 en 50-60 cm reflecteert waarschijnlijk de nog droge bodemlagen, waar het regenwater van juni nog niet ingedrongen was. Door de hoge variatie in penetratieweerstand, kunnen wortels nog steeds een preferentiële route volgen.



Tussen de stroken met 1 werkgang met een diepgronder en 2 kruislingse werkgangen met een diep-gronder, zijn er geen opvallende verschillen. In beide stroken was wel te zien dat de derde plot achterin het perceel algemeen een hogere weerstand gemeten werd. Onderin het rapport is de penetratie-weerstand per plot weergegeven.



Figuur 182: gemiddelde penetratieweerstand van het perceel op 23 maart (boven) en op 25 juni (onder)

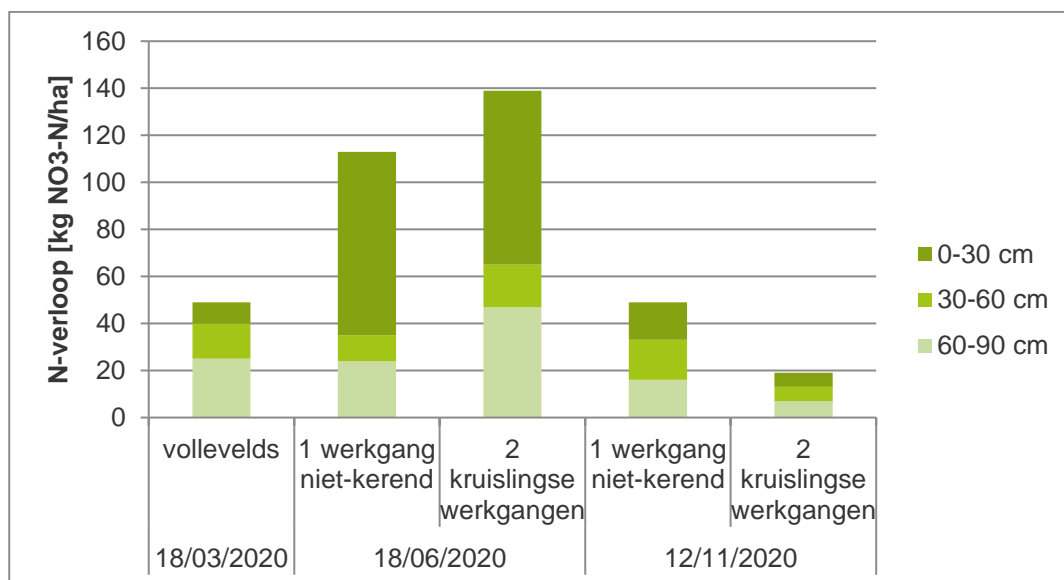
Stikstofverloop

Het stikstofgehalte in het voorjaar is laag, door de natte winter is de stikstof uit de bovenste laag uitgespoeld naar de tweede en derde laag. In juni 2020 was de stikstofvoorraad zeer hoog, voornamelijk in de 0-30 cm laag, als gevolg van de bemesting die nog niet was opgenomen. De minerale stikstofvoorraad in de 60-90 cm hield nog verband met stikstof die zich al voor bemesting in de bodem bevond. Bij de oogst op 12 november was het leeuwendeel van de stikstof opgenomen wat leidde tot een laag nitraatstikstofresidu. De grootte van het nitraatstikstofresidu bevestigt een goede benutting van de minerale stikstof in het bodemprofiel door suikerbieten.

N-kjeldahl: 0.13%

C:N-verhouding : 10,7





Figuur 183: De nitraatstikstofvoorraad op 18 maart, 18 juni en 12 november (bij de oogst). 1 analyse per behandeling, een mengmonster in de strook.

Tabel 193: Hoeveelheid nitraatstikstof in het bodemprofiel (0-30, 30-60, 60-90 cm) in de loop van 2020.

	18/3/2020	18/06/2020		12/11/2020	
NO ₃ -N kg N/ha	volleields	1 werkgang niet-kerend	2 kruislingse werkgangen	1 werkgang niet-kerend	2 kruislingse werkgangen
0-30 cm	9	78	74	16	6
30-60 cm	15	11	18	17	6
60-90 cm	25	24	47	16	7
Totaal	49	112	139	49	19

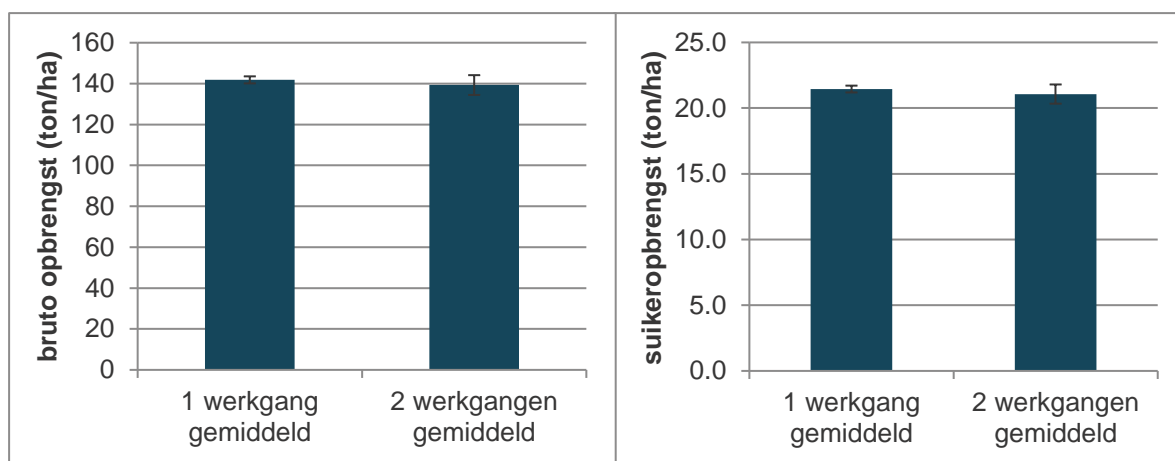
Opbrengst en kwaliteit

De opbrengst van de suikerbieten was zeer goed, met verse opbrengsten van gemiddeld 140 ton/ha (Figuur184) en bieten van 1,4-1,5 kg. Het suikergehalte was 16 tot 17%, wat eerder aan de lage kant is. De totaalopbrengst aan suiker blijft met gemiddeld 21 ton/ha echter uitstekend. Er werden geen significante verschillen vastgesteld tussen de behandelingen met 1 werkgang of 2 kruislingse werkgangen met de diepgronder. In geen van beide stroken werden er substantiële problemen met doorworteling waargenomen, wat een indicatie is van een goede bodemstructuur.



Tabel 194: De kwaliteit van de suikerbieten: de verhouding tussen netto en brutogewicht, het suikergehalte van de bieten en de alfa-amino-stikstof. Waarden lager dan 5 mmol/100 g alfa-amino-stikstof wijzen op een goede suikerextraheerbaarheid.

	netto/bruto	Suikergehalte (%)	α N (mmol/100 g biet)
1 werkgang	94%	16%	1,35
2 werkgangen	94%	17%	1,01



Figuur 184 Links: de bruto-opbrengst en rechts: de suikeropbrengst in de strook met 1 werkgang en met 2 werkgangen

Microbiële koolstof en HWC

Tabel 195: Hoeveelheden microbiële koolstof en heet water extraheerbare koolstof bij oogst in november

	12/11/2020 Driehoek 1 werkgang	12/11/2020 Driehoek 2 werkgangen
Cmic μg C/g droge grond	95	100
HWC μg C/g droge grond	440	500
TOC %	1,28	1,45
pH-KCl	7,39	7,52
DS %	81,6	81,6



Logistieke aspecten

In dit geval heeft de landbouwer zelf een diepgronder met Micheltand ter beschikking, daarom zijn er voor de landbouwer geen extra kosten meer aan een extra werkgang, ook sommige loonwerkers stellen dit materiaal ter beschikking.

Extra handelingen/arbeid

Op een uur kan de landbouwer ongeveer 1 ha niet-kerend bewerken. Een extra werkgang op een perceel van 1 ha vraagt dus een uur extra tijd.

Economische aspecten: investeringen, kosten, inkomsten

In dit geval heeft de landbouwer zelf een diepgronder met Micheltand ter beschikking, daarom zijn er voor de landbouwer geen extra kosten meer aan een extra werkgang, ook sommige loonwerkers stellen dit materiaal ter beschikking. Op een uur kan de landbouwer ongeveer 1 ha niet-kerend bewerken. Een extra werkgang op een perceel van 1 ha vraagt dus een uur extra tijd. Indien we het loon van een loonwerker of landbouwer rekenen aan €35 per uur, kost een extra werkgang dus €35/ha. In realiteit zullen veel landbouwers minder verdienen voor hun gepresteerde werktijd.

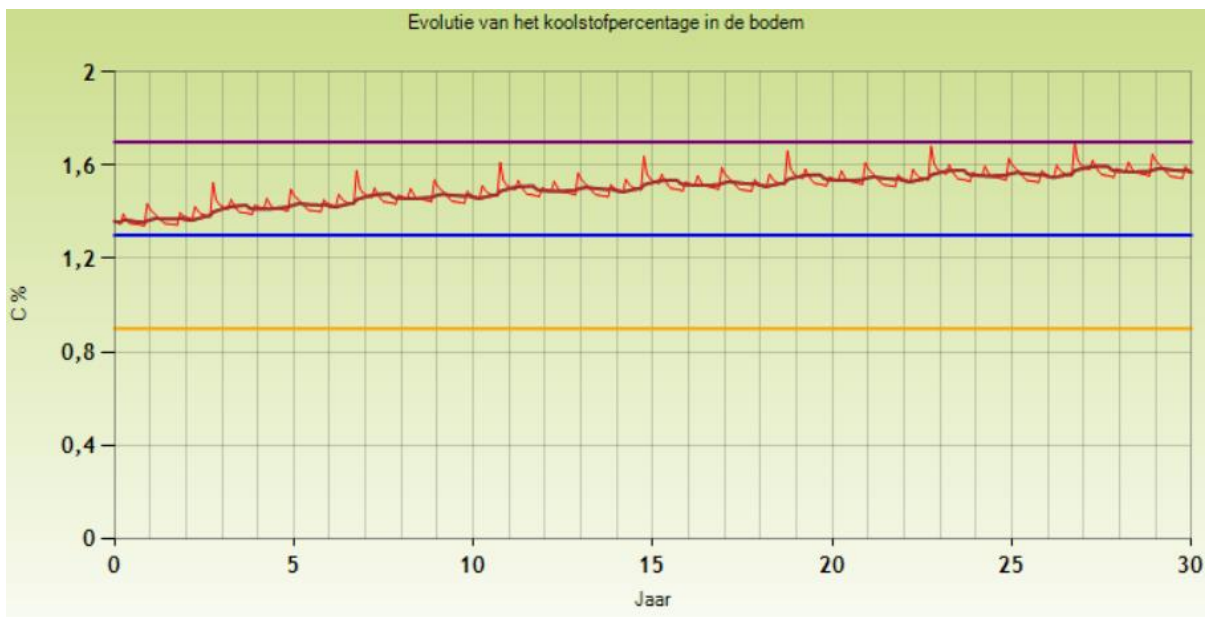
Indien de diepgronder moet worden aangekocht is dit een investering van € 4450 excl. BTW voor een diepgronder met 6 kromme tanden (bron: Smekant BV), met een afschrijftermijn van 10 jaar aan een tarief van €445/jaar.

Effect op de bodem organische stof op lange termijn- simulatie met Demetertool

Uitgaande van een optimaal organisch-stofgehalte van 1,4% als uitgangssituatie, een 4-jarig rotatie met suikerbieten, aardappelen, wintertarwe + gele mosterd en snijmais en bemesting met 35 m³ runderdrijfmest voor de suikerbieten en snijmais, zou volgens de Demetertool het koolstofgehalte van 1,4% naar 1,6% stijgen op ongeveer 20 jaar, uitgaande van dezelfde rotatie en twee keer bemesting met drijfmest tijdens de vierjarige rotatie.

Eerder gebeurde deze simulatie in CSLIM (zie bijlage) en zou het organische koolstofgehalte langzaamaan dalen en na 30 jaar tot op 1,2% de ondergrens van de streefzone zakken. Het is dus aangewezen om het goede koolstofpercentage op dit perceel te onderhouden met vb. stalmest die meer effectieve organische stof aanlevert dan drijfmest, maar de landbouwer geeft aan dat het laatste MAP (zijn perceel ligt in gebiedstype 3) ertoe leidt dat hij waarschijnlijk geen stalmest meer zal gebruiken en het organische-stofgehalte niet op peil kan blijven.





Figuur 185: Evolutie van het koolstofpercentage in de bodem.

Besluit

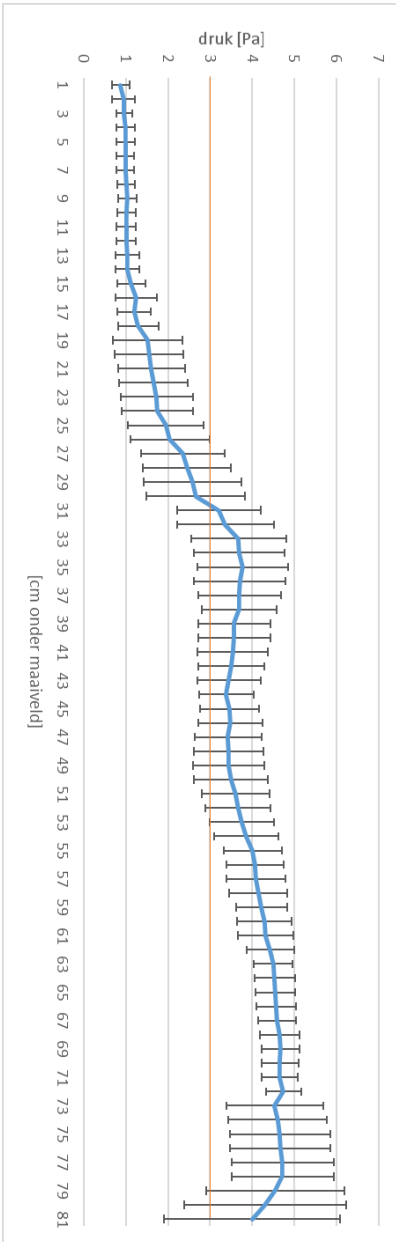
De landbouwer werkt al enkele jaren met niet-kerende grondbewerking met een diepgronder met kromme tanden (Micheltand) die tot 40 cm diep de grond verluchten zonder te keren. In de validatie-proef werd getest of twee werkgangen kruiselings, beter was dan een enkele werkgang om de bodem te verluchten. Na een eerste meting van de penetratieweerstand op het perceel, voorafgaand aan bodembewerking, bleek er geen sprake van verdichting te zijn. Enkel in meer dieperliggende lagen (vanaf > 30 cm diep) begon de bodem te verdichten, maar niet zorgwekkend. De lage penetratieweerstand in de bewerkbare zone, duidt erop dat het gebruik van de diepgronder in de voorafgaande jaren voor effectieve decompactie van de bodem zorgde. Na de grondbewerkingen werden er geen verschillen gemeten tussen een éénmalige grondbewerking met diepe tanden of tweemaal kruiselings bewerken. De oogst van de suikerbieten was uitstekend, zelfs al werd er in maart een lichte verdichting gemeten van gemiddeld meer dan 3 MPa vanaf een diepte vanaf 40 cm. Er waren geen oogstverschillen tussen beide stroken en er werden geen opvallende problemen met doorworteling vastgesteld. Eén enkele bewerking met de diepgronder lijkt daarom zeker voldoende als bodembewerking. De tweede diepere bewerking bleek op dit perceel niet nodig te zijn.

De landbouwer ziet wel andere redenen die maken dat niet-kerende bodembewerking niet evident is om toe te passen. Bij een nat najaar en een late oogst, kan de bodemstructuur zo onvermijdelijk kapotgereden zijn dat ploegen de enige optie is om de structuurschade op te heffen. Ook het behoud van efficiënte onkruidverdelgers zoals glyfosaat is voor de landbouwer een voorwaarde om niet-kerende bodembewerking mogelijk te maken. En ten slotte, moet je als landbouwer genoeg geduld en gemoedsrust hebben om te wachten tot de bodem voldoende uitdroogt om de bodem niet-kerend te bewerken en vervolgens te kunnen zaaien. De bieten werden in deze proef pas op 11 april ingezaaid, maar haalden schitterende opbrengsten. In het droge voorjaar van 2020 was niet-kerende bodembewerking waarschijnlijk een goede keuze, mede om ervoor te zorgen dat de grond niet te sterk uitdroogt. Dit kan naarmate klimaatverandering zich doorzet een belangrijke factor zijn voor andere landbouwers om de techniek waar mogelijk te introduceren in de bedrijfsvoering.

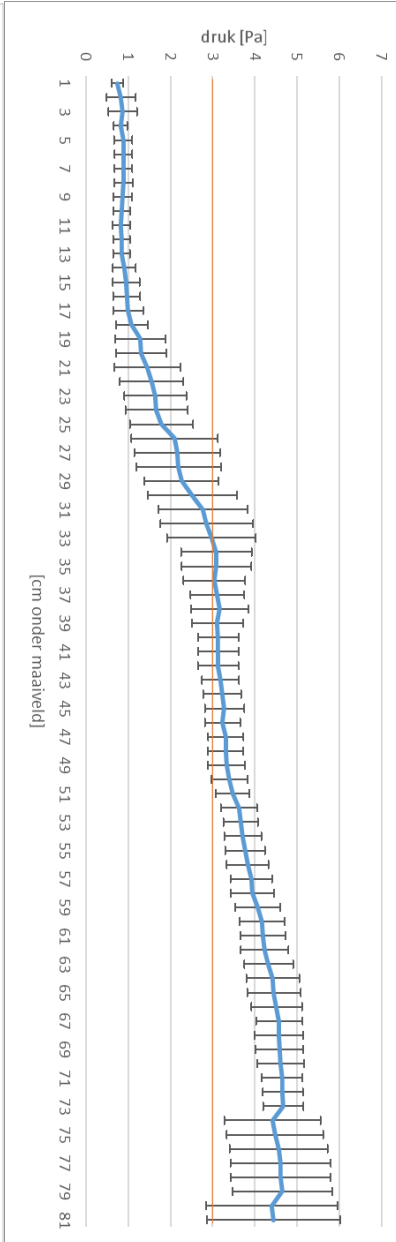


Strook 1 voorafgaand aan bodembewerkingen: 1 werkgang met diepgronder (23 maart)

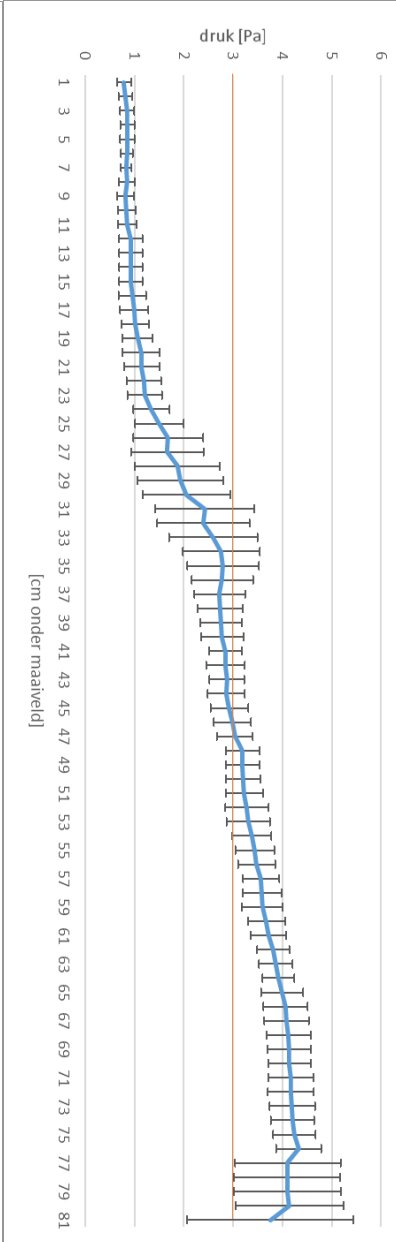
Herhaling 1



Herhaling 2

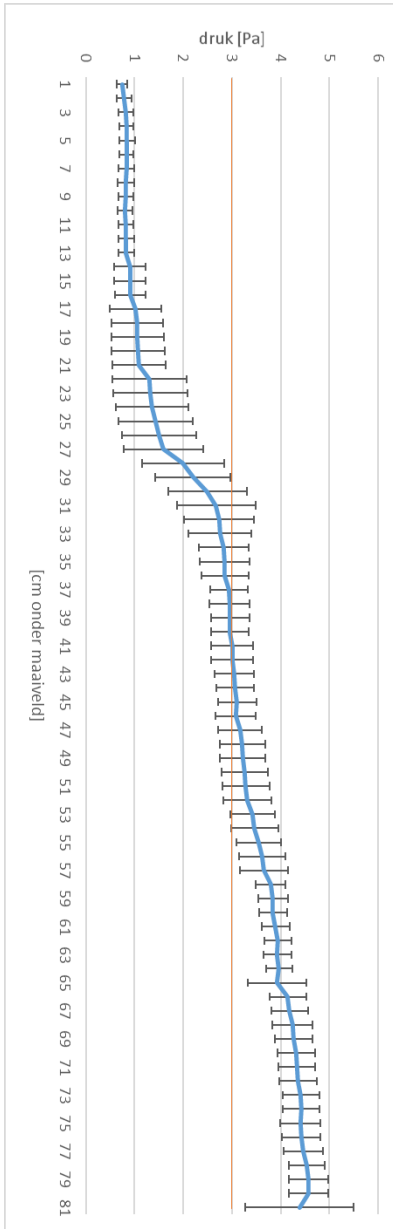


Herhaling 3

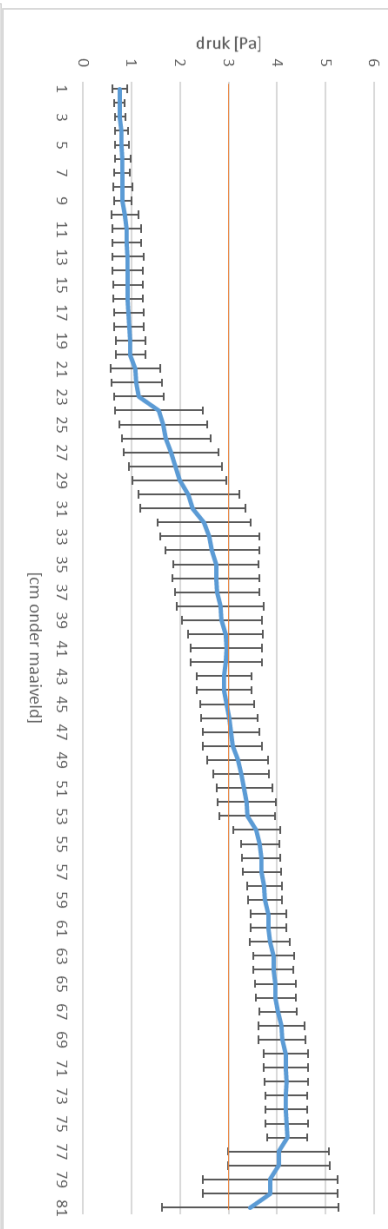


Strook 2 voorafgaand aan bodembewerkingen: 2 kruislingse werkgangen met diepgronder (23 maart)

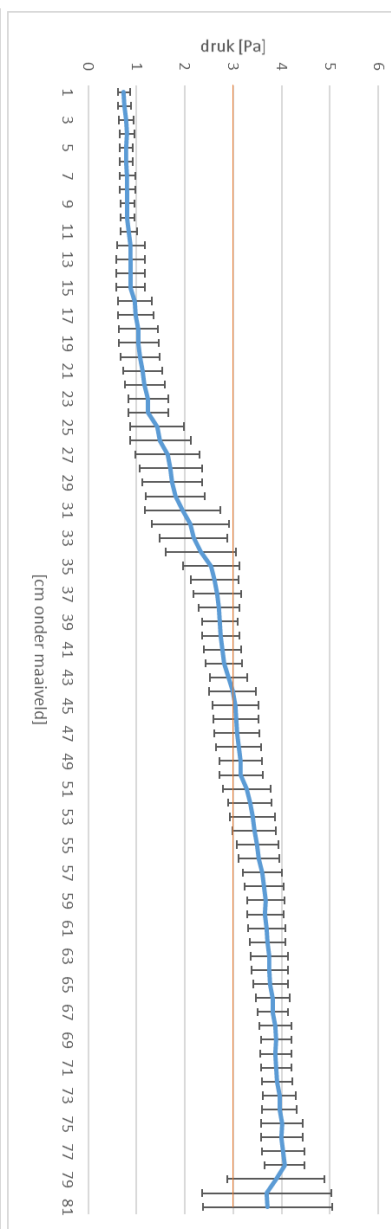
Herhaling 1



Herhaling 2

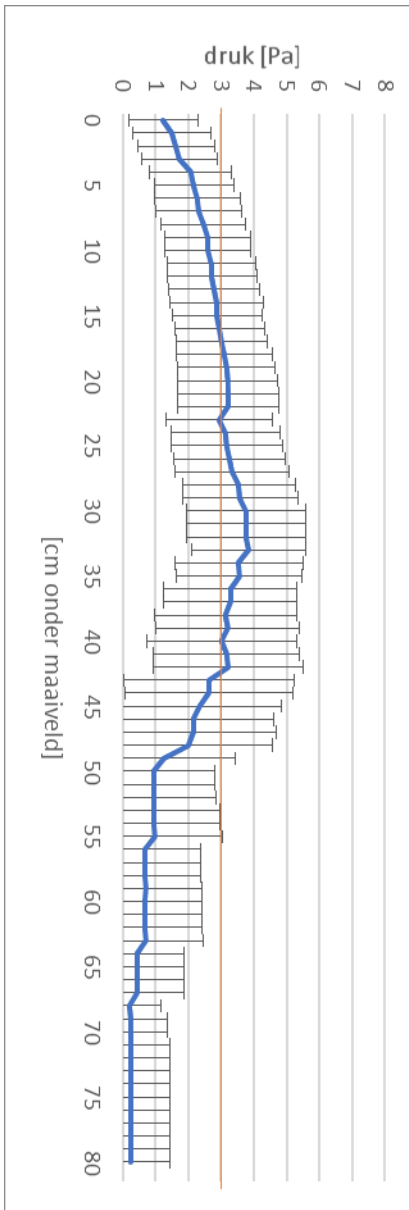


Herhaling 3

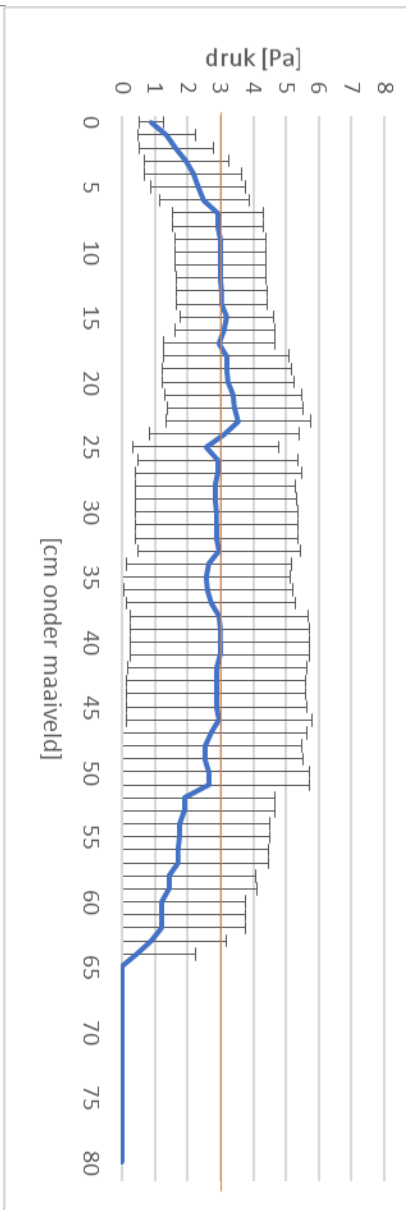


Strook 1 na bodembewerking: 1 werkgang met diepgronder (25 juni)

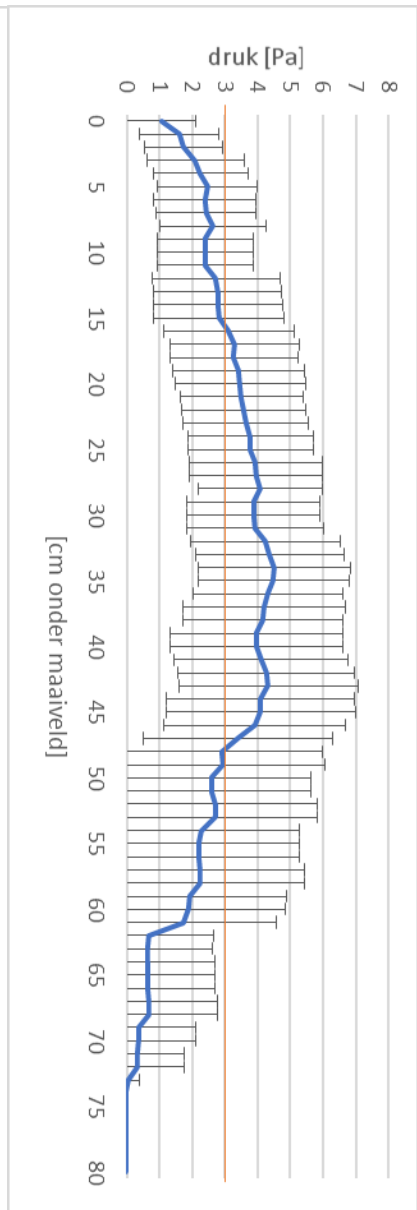
Herhaling 1



Herhaling 2



Herhaling 3

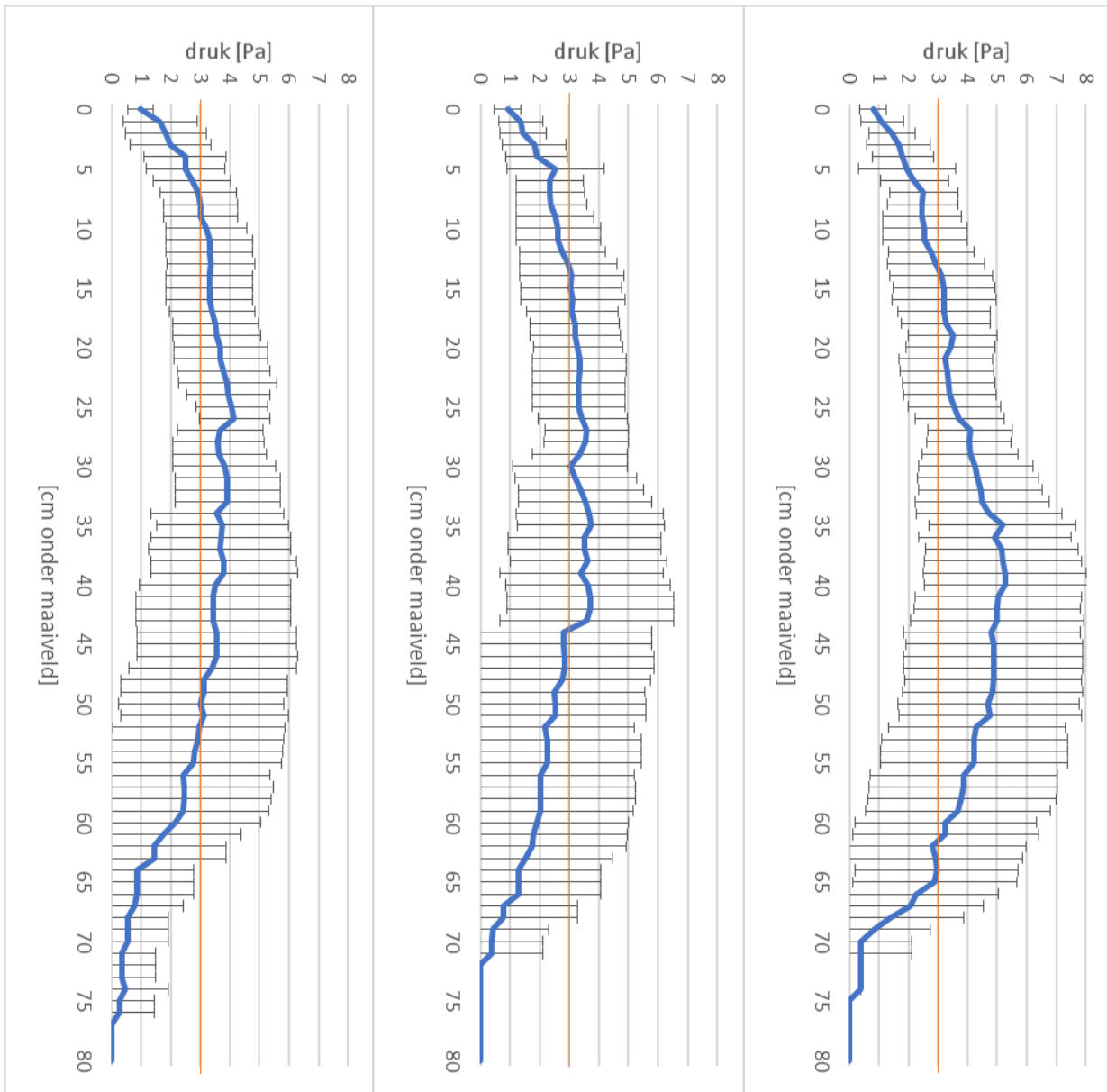


Strook 2 na bodembewerking: 2 kruislingse werkgangen met diepgronder (25 juni)

Herhaling 1

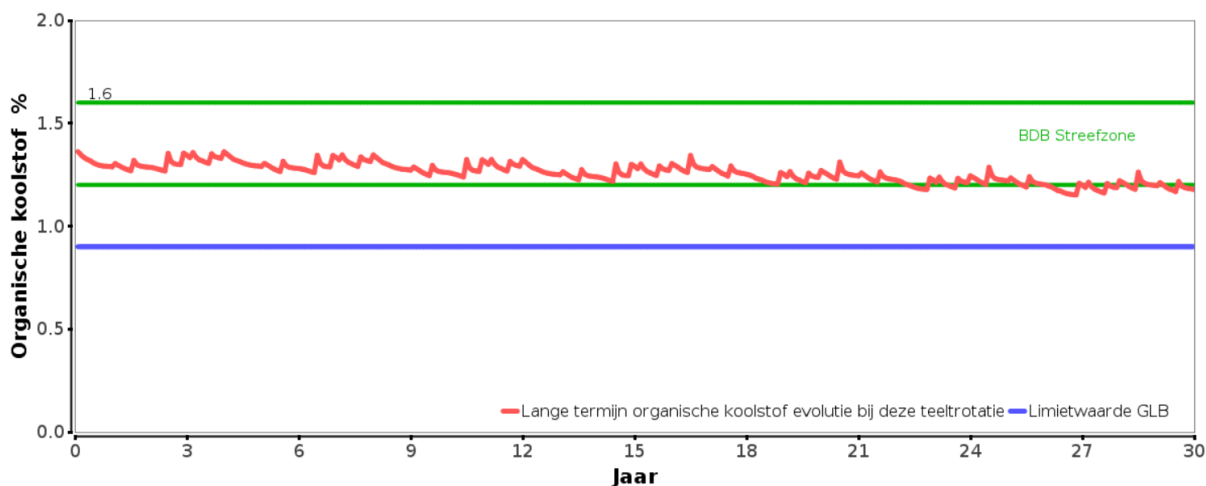
Herhaling 2

Herhaling 3



Figuur 186: Gedetailleerde resultaten penetrologgermetingen perceel validatieproef één versus twee werkgangen bij suikerbiet





Figuur 187: Simulatie met de CSLIM, uitgaande van een optimaal organisch-stofgehalte van 1,4% als uitgangssituatie, een 4-jarig rotatie met suikerbieten, aardappelen, wintertarwe + gele mosterd en snijmais en bemesting met 35 m³ runderdrijfmest voor de suikerbieten en snijmais.

9.2.2 Veldbonen als voedergewas, inzaai met maïszaaier vs. graanzaaier

Het bedrijf is een gemengd vleesvarkensbedrijf met 180 zeugen en eigen voederproductie. Gewoonlijk houdt de landbouwer een vijfjarige rotatie aan van: aardappel - triticale + mosterd -wintergerst - winterkoolzaad - korrelmais. Omdat hij meer koolzaad teelt dan nodig, wil hij een deel van zijn koolzaad vervangen door veldbonen als voedergewas. Vlinderbloemigen zoals veldbonen brengen stikstof aan in de rotatie, waardoor minder bemesting nodig is en minder fosfor aangevoerd wordt.

Voorgeschiedenis perceel (teelten, groenbedekkers, bemesting, droogte, etc.)

Het perceel is overgenomen van een andere landbouwer en kende daarom een andere 2-jarige rotatie als voorgeschiedenis, nl. wintergerst (2018) - snijmais (2019).

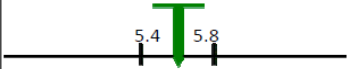
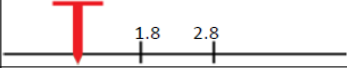
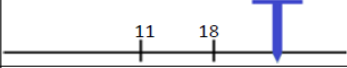
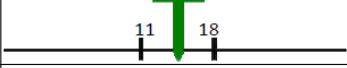
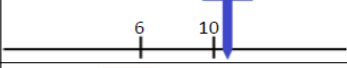
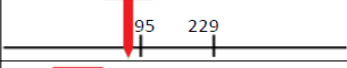
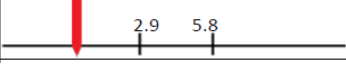
Algemene bodemkarakterisering

Het perceel heeft een lemige zandbodem en is eerder droog. Uit een ontledingsverslag van 27 maart 2019 blijkt het organische-koolstofgehalte 1,34% te zijn, wat voor zand te laag is. Het fosforgehalte is hoog en het kaliumgehalte gunstig (Tabel196).



Tabel 196: Bodemkarakteristieken proefperceel validatieproef veldbonen in 27 maart 2020

ONTLEDINGSUITSLAGEN EN BEOORDELING

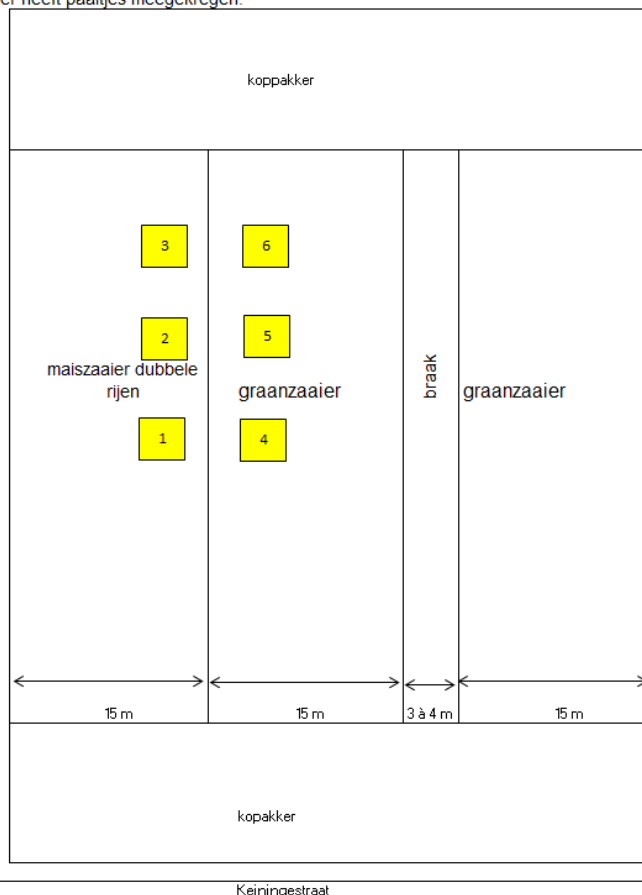
Parameter	Eenheid	Resultaat	Situatie t.o.v. streefzone	Beoordeling
Grondsoort		20 Lemig zand		
pH-KCl		5.4		Gunstig
Totaal organische koolstof (TOC)	%	1.34		Laag
Fosfor (P-AL)	mg/100 g	32		Hoog
Kalium (K-AL)	mg/100 g	17.0		Normaal
Magnesium (Mg-AL)	mg/100 g	13.0		Tamelijk hoog
Calcium (Ca-AL)	mg/100 g	84		Tamelijk laag
Natrium (Na-AL)	mg/100 g	1.50		Laag

Proefopzet

De landbouwer is op zoek naar een geschikte manier om de veldbonen dicht en diep genoeg (min. 7 cm) in te zaaien. Het proefperceel zal op twee manieren ingezaaid worden. Op de ene helft van het perceel wordt ingezaaid met een maisplanter die rijen op 37,5 cm van elkaar zaait. Op de andere helft van het perceel zal de landbouwer de veldbonen inzaaien met een graanzaaimachine. In iedere helft van het veld worden metingen en een proefoogst in drie herhalingen gedaan. Het perceel is in totaal slechts 77 are groot (Figuur 188).



Landbouwer heeft paaltjes meegekregen.



Figuur 188: Proefopzet voor de validatieproef veldbonen in 2020

Logistieke aspecten

De grootste uitdaging bij winterveldbonen is de bonen voldoende diep (7 cm) te zaaien opdat de kiemplanten de winterkou doorkomen. Daartoe werden twee technieken vergeleken: inzaaien met een graanzaaiër van een naburige loonwerker of inzaaien met een maiszaaiër met halve rijafstand: met een afstand tussen de ingezaaide rijen van 37,5 cm, de helft van de gebruikelijk 75 cm plantafstand tussen de (mais)rijen. Deze maiszaaiër met halve rijafstand werd aan loonwerktafief ter beschikking gesteld door de Hooibeekhoeve.

Op 28 oktober 2019 werd het veld geploegd. Op 31 oktober werd er ingezaaid met de maiszaaiër en op 1 november met de graanzaaiër. Er werd ingezaaid aan ongeveer 156 kg/ha ofwel 235.000 zaden per ha.

Omdat bonenzaad dikker is dan maiszaad, moesten de afstrijkers op de zaaischijven van de maiszaaiër volledig worden opengezet. Er werd gezaaid op een afstand van 11,4 cm in de rij en 37,5 cm tussen de rijen. Om voldoende diep te zaaien, vooral in de verdichte rijsporen, was het nodig om extra gewicht op de zaai-elementen te plaatsen. De landbouwer heeft hiervoor zijn eigen gewicht gebruikt door erop te gaan zitten. Op die manier werd een zaaidiepte van 7 cm gehaald.



Bij de klassieke graanzaaiër werd de zaaihoeveelheid vooraf ingesteld met een afdraaioproef. Met de graanzaaiër werd getracht om op 7 cm diep te zaaien met de afstelling van de machine, maar in praktijk bleek maximaal een zaaidiepte van 5 cm haalbaar te zijn.



Figuur 189: links: maiszaaiër op halve rijen, rechts: graanzaaiër

Teeltverloop

De teelt werd opgevolgd van najaar 2019 tot najaar 2020.

Vorbereidingen in het najaar:

- 14 oktober 2019 bekalking met borgakal 53% + 7% MgO aan 928 zbw/ha
 en inwerken met de rotoreg
- 28 oktober ploegen
- 31 oktober inzaaien met de maiszaaiër op halve rijen aan 235.000 zaden per ha.
- 1 november inzaaien met de graanzaaiër
 Zaaigoed: Tundra veldbonen
- 6 november onkruidbestrijding in vooropkomst
 met 125 ml/ha centium, 1.8 l/ha Stomp Aqua en 0.6 l/ha Frontier

Tijdens de zaai was de bodem relatief droog. Daags nadien is het beginnen regenen. De winter van 2019-2020 was zeer nat en zacht met weinig vorst aan de grond. Dit is gunstig voor de opkomst van de winterveldbonen, zeker voor de bonen die onvoldoende diep gezaaid konden worden.

Het vroege voorjaar van 2020 was zeer nat, vooral in februari. Pas vanaf maart is het gestopt met regenen en nadien volgde een lange droogteperiode in maart, april en mei met zelden een spatje regen (Figuur 190). In juni volgde wel regen.

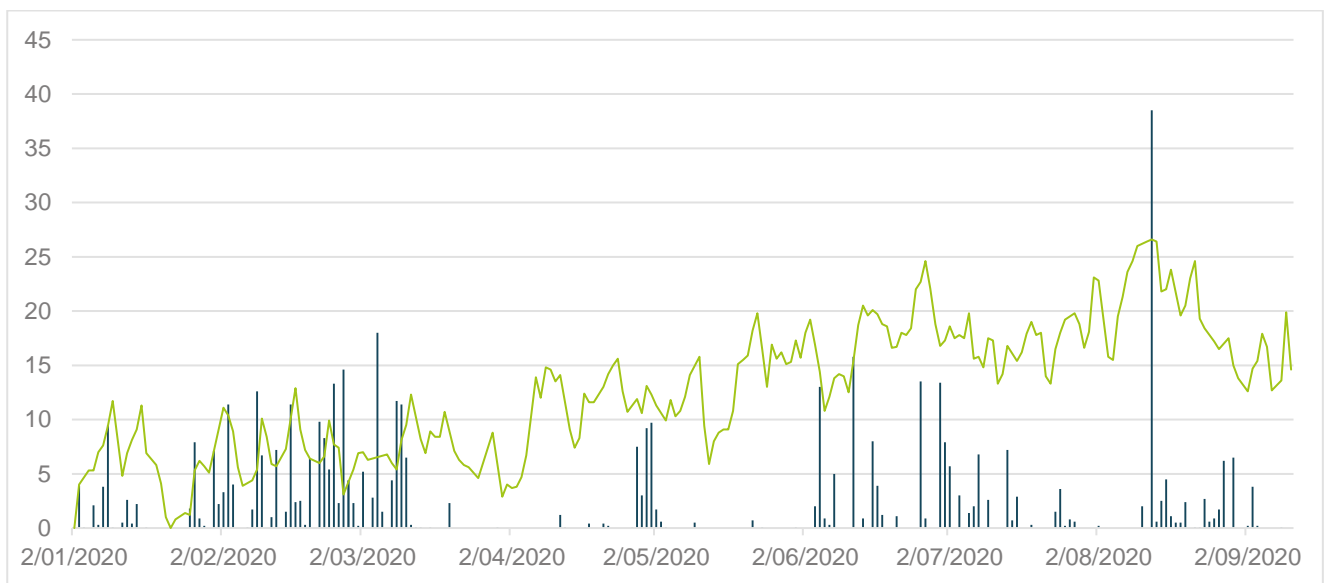
- 4 maart 2020: kaliumbemesting met kaliumsulfaat 50% aan 160 kg K₂O/ha
- 18 maart 2020 13 ton/ha zeugendrijfmest van eigen bedrijf met injectie



Na een lange droogteperiode werden in mei de veldbonen getroffen door roest die de bladeren en de stengels aantastte (Figuur 191). Zeker op bepaalde plekken in het perceel werden de planten zo drastisch aangetast dat de bovenste helft van de stengel afstierf en de bonen opnieuw uitschoten.

De bonen waren rijp tegen eind juli en de oogst gebeurde half augustus (proefoogst op 28 oktober)

- 28 juli proefoogst
- half augustus oogst
- tweede helft augustus grasmengsel als vanggewas



Figuur 190: Neerslag (blauwe balken) en temperatuur (oranje lijn) in Retie, het dichtstbijzijnde weerstation, tonen drie zeer droge maanden van half maart tot eind mei.





Figuur 191: Roestaantasting trof de veldbonen in mei. Op bepaalde plekken stierf het bovenste deel van de stengel af, waardoor de bonen opnieuw uitschoten.

Opkomst

Op 3 maart werd een opkomsttelling gedaan. Dit was niet voorzien in de begroting van de validatieproeven, maar was wel relevant gezien de aard van de proefopzet.

De opkomst van de veldbonen was eerder ongelijk, sommige plantjes hadden al verschillende bladeren gevormd, terwijl anderen nog net opkwamen en enkelen nog in een ondergronds kiemstadium. Zelden was er een kiemplant afgepikt door vogels. De opkomst met de maiszaaier was gelijkmatig verdeeld in rijen, terwijl er met de graanzaaier duidelijk kale plekken werden afgewisseld met plekken waar verschillende planten dicht bij elkaar stonden.

Er was een significant verschil ($p=0,020$ met een paarsgewijze T-test) in de plantentelling tussen beide zaaitechnieken met gemiddeld 77 plantjes per 4 m^2 met de maiszaaier ofwel 193.000 plantjes per hectare (naar schatting 82% van de ingezaaide bonen), terwijl bij de graanzaaier opmerkelijk minder plantjes uitgekomen waren: 69 plantjes per 4 m^2 ofwel 171.000 plantjes per hectare (naar schatting 73% van de ingezaaide bonen). De kiemplantjes die nog niet bovengronds kwamen, werden in geen van beide zaaitechnieken meegeteld, omdat ze te moeilijk terug te vinden waren in de strook met de graanzaaier. De werkelijke opkomst kan daardoor nog 1 tot 2 plantjes per 4 m^2 hoger zijn.





Figuur 192: De opkomst van veldbonen op 3 maart. Links bij maiszaaiër op halve rijen, rechts bij de klassieke graanzaaiër.

Opbrengst en kwaliteit

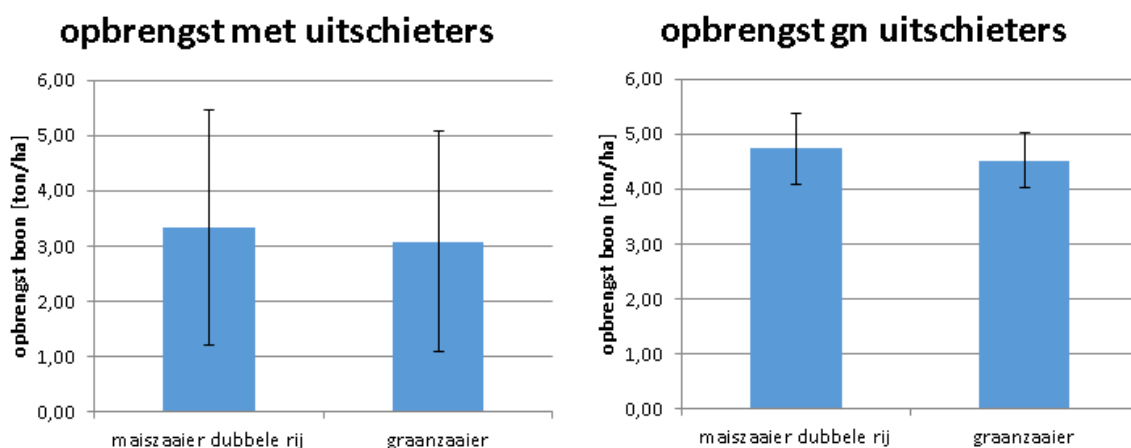
De proefoogst gebeurde op 28 juli 2020. De peulen van een plot van 4 m² werden van de planten geplukt en gewogen. Bij een plot werden de bonen uit de peul gehaald en de bonen apart gewogen, daaruit volgde dat de bonen 81% van het gewicht van de peulen met bonen uitmaakte. Om de opbrengst te berekenen werd in alle plots uitgegaan van een verhouding 81% bonen op de hele peul.

De bonen waren ongelijk afgerijpt, waardoor sommige bonen al uit de peul vielen terwijl anderen nog onvolledig afgerijpt waren. De opbrengst van de peulen varieerde sterk naargelang de locatie in het perceel door de pleksgewijze roestaantasting. Daarom werd besloten een extra plot te oogsten met minder roestaantasting. Hieronder wordt de opbrengst weergegeven met en zonder outliers. In de strook met de maiszaaiër was de opbrengst gemiddeld 1,89 kg/4 m² of 4,73 ton/ha zonder outliers. Met outliers was de opbrengst met de



maiszaaier slechts 3,34 ton/ha. In de strook met de graanzaaier was de opbrengst gemiddeld 1,80 kg/4 m² of 4,51 ton/ha zonder outliers en met de outliers was het 3,08 ton/ha. Door de sterke variatie waren de verschillen in opbrengst, 0,26 ton/ha met de outliers en 0,22 ton/ha zonder de outliers niet significant.

De landbouwer oogstte de bonen nadien met een dorser, maar merkte daarbij dat veel bonen uit de peulen op de grond vielen en zo verloren gingen. De bonen werden gebruikt als varkensvoeder. De landbouwer heeft ze zelf droog tussen het graan gemalen met een inmengpercentage van 5% in een voeder met triticale, wintergerst, koolzaad, sojaschroot en lijnzaad.



Figuur 193: Opbrengst van de bonen in ton/ha met en zonder outliers (uitschieters) door schimmelaantasting. Het verschil van tussen de graanzaaier en de maaisaaier is niet significant

Tabel 197: Samenstelling bonen

	Maiszaaier	Graanzaaier
Droge stof	88,2 %	88,3 %
Ruw eiwit	21,4 %	23,5 %
Ruwe celstof	10,4 %	12,8 %
Ruw vet	<1,0 %	<1,0 %
Ruwe as	2,71 %	2,77 %



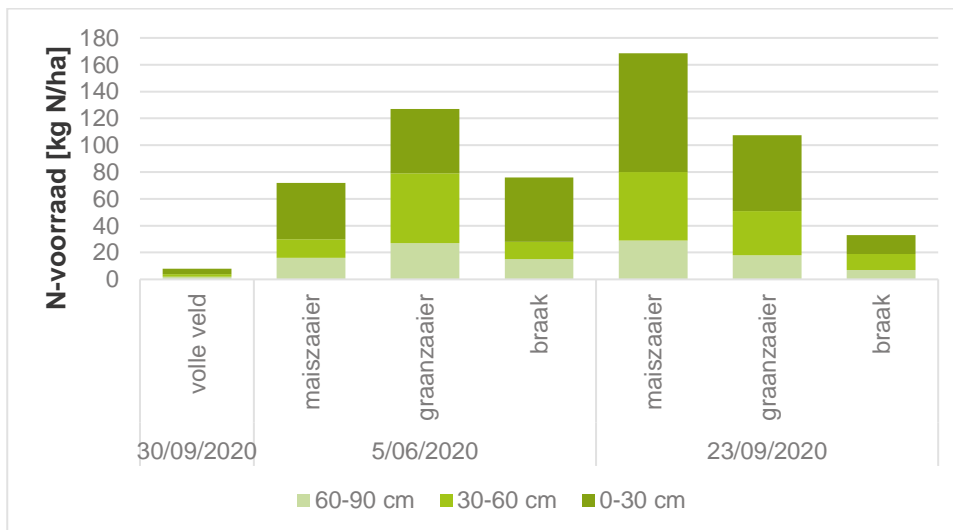
Figuur 194: Proefoogst bonen



Stikstofverloop

Op 30 september, een maand voor het inzaaien, werd een eerste meting van de minerale stikstof gedaan. Toen was er nauwelijks minerale stikstof beschikbaar, waardoor - aangezien er geen najaarsbemesting werd toegepast - bijkomende stikstof enkel uit de organische stof kon vrijkomen. De totale stikstof in de bouwvoor was 0,122 % op DS. De voorteelt was snijmais. De stikstofvoorraad in de bodem werden opgevolgd in de strook met de maiszaaiër en die met de graanzaaiër, en in een braakstrook waarin geen bonen werden ingezaaid maar die tegen het einde van het seizoen begroeid was met onkruiden. Alle stroken waren gelijk zeer licht bemest (40 kg totale N/ha) en na de oogst van de bonen half augustus werd een grasmengsel ingezaaid als vanggewas

De minerale stikstofvoorraden lagen vooral in september hoger in de stroken waar bonen hadden gestaan ten opzichte van de braakstrook, maar waren zeer variabel. De hoeveelheid nitraatstikstof in de 0-90 cm bodemlaag varieerde van 100 kg/ha in de strook met de graanzaaiër tot 160 kg/ha in de strook met de maiszaaiër, ten opzichte van 25 kg /ha in de braakstrook. Dit wijst op een aanzienlijke (na)levering van stikstof door de bonen die door de grasgroenbedekker moet worden opgenomen.



Figuur 195: Stikstofvoorraad doorheen het seizoen



Tabel 198: Hoeveelheid nitraatstikstof in het bodemprofiel (0-30, 30-60, 60-90 cm) in het najaar van 2019, mei 2020 en september 2020.

30/9/2019		NO ₃ -N kg N/ha	
0-30 cm		4	
30-60 cm		<4	
60-90 cm		<4	
Totaal		<12	

5/6/2020	Maiszaaier NO ₃ -N kg N/ha	Maiszaaier NH ₄ -N kg N/ha	Graanzaaier NO ₃ -N kg N/ha	Graanzaaier NH ₄ -N kg N/ha	Braak NO ₃ -N kg N/ha	Braak NH ₄ -N kg N/ha
0-30 cm	34	8	41	7	44	4
30-60 cm	10	4	39	13	11	<4
60-90 cm	10	6	23	4	13	<4
Totaal	54	18	103	24	68	<12

23/9/2020	Maiszaaier NO ₃ -N kg N/ha		Graanzaaier NO ₃ -N kg N/ha		braak NO ₃ -N kg N/ha
0-30 cm	87		55		12
30-60 cm	46		29		8
60-90 cm	27		16		5
Totaal	160		100		25

Microbiële koolstof en HWC

De stalen werden na een lange droogteperiode genomen, waardoor lage hoeveelheden microbiële biomassa verwacht worden.



Tabel 199: Hoeveelheden microbiële koolstof en heet water extraheerbare koolstof.

	23/9/2020 maiszaaier	23/9/2020 graanzaaier	23/9/2020 braak
Cmic µg C/g droge grond	100	130	140
HWC µg C/g droge grond	690	670	610
TOC %	1,47	1,65	1,61
pH-KCl	5,0	5,3	5,3
DS %	93	94	94

Extra handelingen/arbeid

Binnen de proefopzet werd op twee halve dagen gezaaid. In praktijkomstandigheden verwacht men geen extra handelingen of arbeid tussen zaaien met maiszaaier met dubbele rijen of zaaien met een graanzaaier.

Economische aspecten: investeringen, kosten, inkomsten

Hier werden twee zaken vergeleken, nl. de kosten en inkomsten van de teelt van 1) koolzaad, 2) winterveldbonen. Daarnaast werd ook rekening gehouden met extra kosten en opbrengsten als de winterveldbonen worden ingezaaid met een maiszaaier op halve rijen.

De teelt van winterveldbonen was binnen deze validatieproef verlieslatend (-€75/ton), zonder de arbeidsuren van de landbouwer mee te rekenen. De totale kosten waren ongeveer even hoog in vergelijking met het winterkoolzaad dat vervangen werd, maar vooral de opbrengst en economische waardering van de veldbonen lag lager.

De voornaamste kostenposten voor veldbonen waren de aankoop van zaaigoed, onkruidbestrijding en bemesting. Het zaaigoed was relatief duur, zeker in vergelijking met zaaigoed voor koolzaad, terwijl de bemesting juist goedkoper was door de lagere stikstofbehoefte van het gewas. Indien de winter-veldbonen door een loonwerker met een maiszaaier op halve rijen ingezaaid worden, komt daar nog een kost van €200/halve dag bij, waardoor de kosten duurder uitkomen dan met zelf inzaaien.

De voederwaarde van de bonen werden op basis van de analyse als voedergewas ingeschat op €250 per ton, wat iets lager is dan in vergelijking met vb. koolzaad (€360/ton) of soja (aankoopprijs €303/ton op 6 november 2019). Daarnaast was de opbrengst ondermaats vanwege een schimmelinfectie in combinatie met droogte. De landbouwer oogstte half augustus en merkte op dat hierbij veel bonen al afgerijpt waren en er verliezen tijdens het dorsen optraden, waardoor hij uiteindelijk een beperkte opbrengst van 2150 kg/ha had. Mogelijk waren de opbrengsten beter geweest indien er op tijd tegen de schimmel behandeld werd.



Tabel 200: Kosten en opbrengsten van veldbonen als voedergewas, inzaai met maïszaai vs. graanzaai

Kosten	Koolzaad	€ 661,97	- winterveldbonen	€ 610,71
			- met maïszaai	€ 810,71
Inzaaien	Zaaigoed Loonwerk	€ 65,56/ha € 65,56/ha	Zaaigoed 156 kg/ha maïszaai	€ 273/ha € 273/ha € 200/halve dag
Onkruidbestrijding	Butisan Gold 1,7 l/ha	€ 70,49 /ha € 70,49 /ha	Vooropkomst Centium 0,13 l/ha Stomp aqua 0,6 l/ha Frontier 1,8 l/ha	€53,26/ha €16,66 €12,80 €23,80
Insectenbestrijding	Karathe Zeon 0,0625 l/ha	€ 6,56/ha € 6,56 /ha		
Halmversteviger	Tebusip 0,5 l/ha Flordimex 0,3 l/ha	€ 11,57/ha € 14,80 /ha € 5,10 /ha		
Bemesting	Zeugendrijfmest KAS KSO ₃ Kainiet	€ 276,61/ha € 0 eigen bedrijf € 106,75/ha € 117,99/ha €28,4/ha	zeugendrijfmest 13 ton/ha KSO ₃ 210 kg/ha	€ 114,45/ha €0 eigen bedrijf € 114,45/ha
Dorsen		€170		€170
Opbrengst	Koolzaad	€ 1 222,84	winterveldbonen	€ 535,71/ha
<u>Opbrengst voedergewas</u> Oogst Waarde verkoop Vervanging voeder		€ 1 222,84 3360 kg/ha € 360/ton		€535,71/ha 2143 kg/ha €250/ton
Balans	Koolzaad	€628,62/ha	Winterveldbonen	-€75,00/ha

*Er werden op dit perceel ook kosten gemaakt aan een onderhoudsbekalking, maar omdat dat voornamelijk gerelateerd is aan de bodemtoestand en niet aan de specifieke teelt, is deze kost niet opgenomen in de tabel.



De stikstofnalevering van veldbonen kon in deze validatieproef duidelijk worden aangetoond, maar kwantificatie is binnen deze proefopzet niet mogelijk. De nitraatstikstofvoorraad varieerde op 23/9 van 100 tot 160 kg N/ha in de stroken met de maiszaaier en de graanzaaier, ten opzichte van 25 kg N/ha in de braakstrook

In principe kan de teelt van veldbonen vallen onder ecologisch aandachtsgebied (EAG) bij stikstofbindende gewassen, maar enkel indien het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen uitgesloten is en er nadien een groenbedekker ingezaaid wordt.

Veldbonen kunnen in principe gesubsidieerd als vlinderbloemige teelt gesubsidieerd worden aan **€600/ha**, maar hieraan zijn voorwaarden verbonden, zoals min. 5 jaar aanhouden van het gewas op de aangegeven oppervlakte (niet hetzelfde perceel) en het gebruik van gecertificeerd zaaigoed, onder meer.

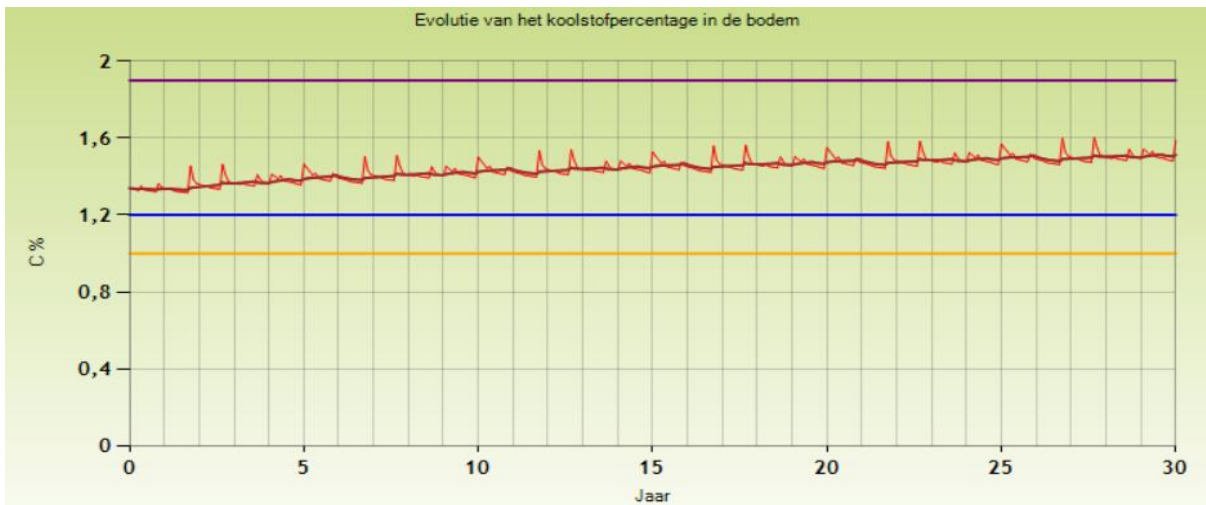
Effect op de bodem organische stof op lange termijn- simulatie met Demetertool

Hier zullen twee zaken vergeleken worden, nl. het effect van 1) koolzaad of 2) winterveldbonen op koolstofopbouw in de rotatie (aardappel – triticale – wintergerst – winterkoolzaad/winterveldbonen + mosterd – korrelmais). Er werd uitgegaan van een jaarlijkse gift van 25 ton/ha varkensdrijfmest, met uitzondering van het jaar met veldbonen waar de gift verminderd werd tot 13 ton/ha zeugendrijfmest.

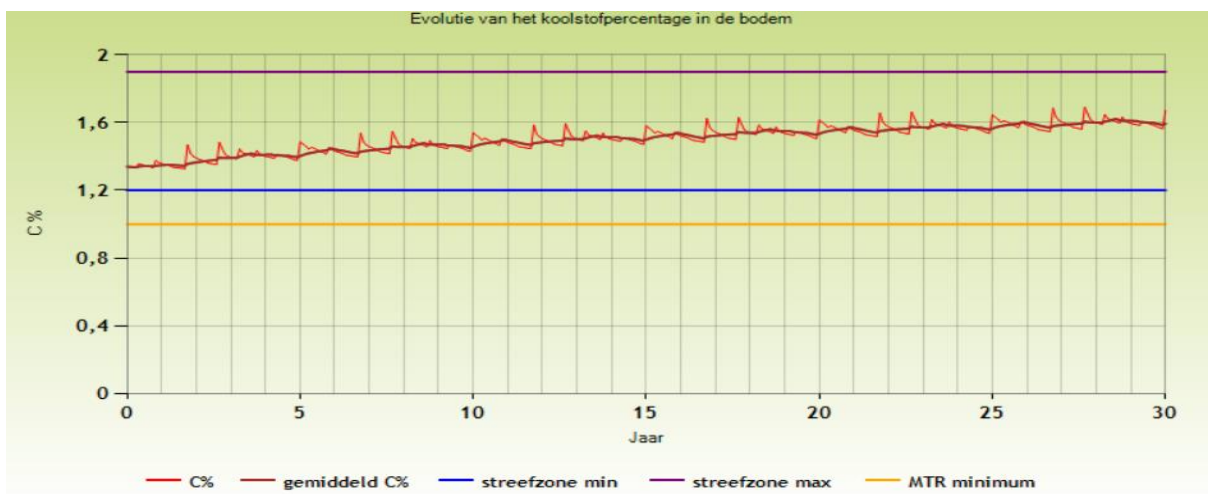
Voor veldbonen is dit naar schatting 460 kg EOC/ha afkomstig van gewasresten en voor winterkoolzaad is dit 700 kg EOC/ha (cijfers afkomstig van code goede praktijk bodembescherming, 2015). Geen van beide teelten voeren voldoende organische-koolstof aan om voor de natuurlijke afbraak van naar schatting 1220 kg OC/ha te compenseren.

Een vergelijking van beide rotaties de Demetertool leidt tot de conclusie dat het organische-koolstofgehalte stijgt (Figuur 196 en Figuur 197). Met veldbonen is de stijging sterker gaande van 1,3 tot 1,6 % C op 30 jaar, terwijl met winterkoolzaad het koolstofgehalte minder sterk stijgt van 1,3% tot 1,5%. Deze uitkomst staat haaks op de cijfers van de code goede praktijk bodembescherming, waar veldbonen een lagere EOC-aanvoer hebben dan winterkoolzaad. Eerder werden deze simulaties in CSLIM gedaan, deze zijn opgenomen in bijlage. Volgens deze simulaties blijft het koolstofgehalte stabiel, in beide rotaties waar koolzaad al dan niet vervangen wordt door winterveldbonen.





Figuur 196: Opbouw van organische stof bij een 5-jarige rotatie met aardappel - triticale–wintergerst - winterkoolzaad + mosterd – korrelmais. Hierbij werd uitgegaan van een jaarlijkse gift van 25 ton/ha vleesvarkensdrijfmest.



Figuur 197: Opbouw van organische stof bij een 5-jarige rotatie met aardappel - triticale + mosterd –wintergerst - winterveldbonen – korrelmais. Hierbij werd uitgegaan van een jaarlijkse gift van 25 ton/ha vleesvarkensdrijfmest, met uitzondering van de jaren met veldbonen, daar werd de gift op 13 ton/ha zeugendrijfmest ingesteld.

Besluit

Winterveldbonen werden geteeld ter vervanging van koolzaad in de rotatie. Het inzaaien gebeurde op twee verschillende wijzen: eens met een maiszaaiër op halve rijafstand en eens met een graanzaaiër. De maiszaaiër op halve rijafstand zou de bonen dieper kunnen zaaien waardoor ook een betere opbrengst verwacht wordt. In deze validatieproef werden zowel de opkomst, opbrengst, voederwaarde en stikstofvoorraad in de bodem



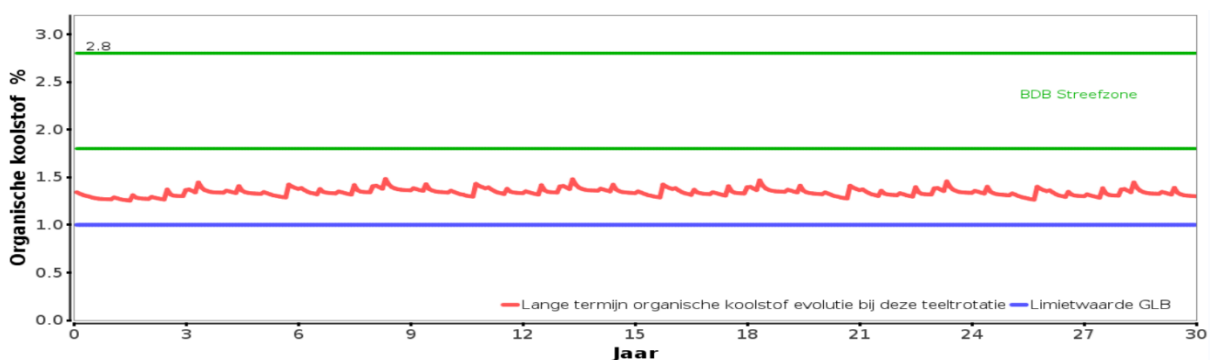
opgevolgd. Er gebeurde eveneens een economische doorrekening en de effecten op de koolstofvoorraad werden voorspeld.

Na opkomsttelling bleek de opkomst bij de veldbonen die waren ingezaaid met de maiszaaiër, 12% hoger dan met de graanzaaiër (significant). Door een hevige schimmelinfectie in combinatie met droogte tijdens het groeiseizoen, lagen de opbrengsten zeer laag en vertaalde de hogere opkomst met de maïszaaiër zich niet in een meeropbrengst. De extra kosten die de landbouwer binnen zijn eigen context dient te maken aan het betalen van een loonwerker (€200/halve dag) in plaats van zelf in te zaaien, betalen zich niet terug.

Uit de economische afweging bleek dat de teelt van veldbonen in deze validatieproef verlieslatend was, zelfs zonder rekening te houden met de verloning van de landbouwer. Vooral de opbrengsten lagen laag vanwege ziekte en droogte en daarnaast was ook de afrijping ongelijk (door een ongelijke opkomst), waardoor bij het dorsen nog verliezen optraden van bonen die uit hun peul vielen.

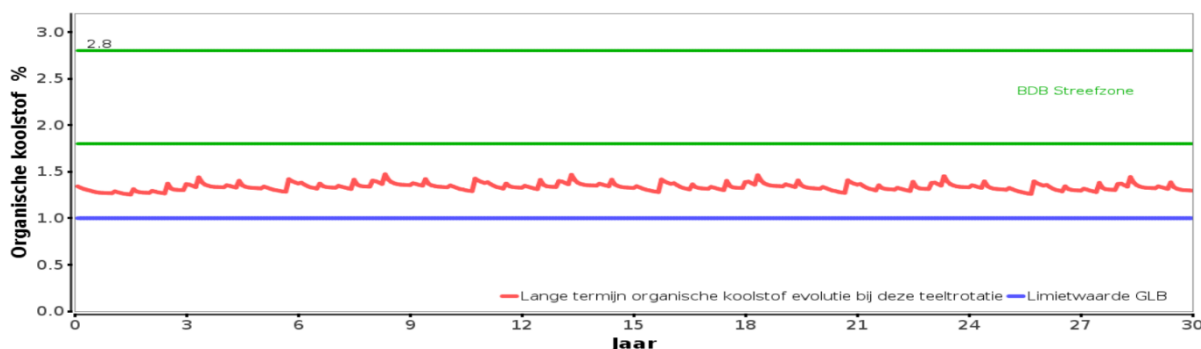
Zonder steun uit subsidies is de teelt van veldbonen momenteel verlieslatend. Wat niet wegneemt dat de teelt van veldbonen technisch nog kan verbeteren. Veldbonen zijn een vergeten teelt die een veredelingsachterstand hebben opgelopen. Vooral de prijzen van het zaaigoed, gelijke opkomst en afrijping en ziekteresistentie/-tolerantie zijn aandachtspunten. Ook beter advies voor gewas-bescherming kan de teelt nog een duwtje in de rug geven.

De landbouwer gaf echter aan dat men momenteel qua subsidievoorwaarden te veeleisend is om de teelt ingang te laten vinden. Één subsidievoorwaarde is dat het gewas minstens 5 jaar aangehouden wordt. Om de landbouwer die een nieuwe teelt wil proberen met alle risico's erbij, zou een korter engagement van 2 of 3 jaar laagdrempeliger zijn en toch voldoende om het effect van seizoensvariatie te zien. Ook de EAG-voorwaarde om geen gewasbeschermingsmiddelen toe te passen zou de introductie van veldbonen eerder remmen dan stimuleren, zo bleek uit deze éénjarige proef met ernstige opbrengstderving door schimmels.



Figuur 198: De opbouw van organische stof bij een 5-jarige rotatie met aardappel - triticale + mosterd –wintergerst - winterkoolzaad – korrelmais. Hierbij werd uitgegaan van een jaarlijkse gift van 25 ton/ha vleesvarkensdrijfmest. Het organisch koolstofgehalte blijft stabiel, maar stijgt niet tot binnen de streefzone.





Figuur 199: De opbouw van organische stof bij een 5-jarige rotatie met aardappel - triticale + mosterd –wintergerst - winterveldbonen – korrelmais. Hierbij werd uitgegaan van een jaarlijkse gift van 25 ton/ha vleesvarkensdrijfmest, met uitzondering van de jaren met veldbonen, daar werd de gift op 13 ton/ha zeugendrijfmest ingesteld. Het organisch koolstofgehalte blijft stabiel, maar stijgt niet tot binnen de streefzone.

9.2.3 Luzerneteelt als voedercomponent: luzerne ingezaaid zonder vs. met rode klaver

Het bedrijf is een grondgebonden vleesveebedrijf met 200 runderen. De dieren staan gedurende 7,5 maanden buiten op grasland. Het bedrijf heeft 53 ha in eigendom, waarvan ongeveer de helft weides. Op de andere gronden worden voedergewassen geteeld, voornamelijk snijmais, maar ook voederbieten, winterrogge en spelt. Daarnaast worden sojaschroot en lijnzaadschilfers aangekocht voor krachtvoeder. De landbouwer is geïnteresseerd in de teelt van luzerne, omdat het hoge gehalte aan bèta-caroteen in het gewas de vruchtbaarheid van zijn koeien die nog niet gekalfd hebben zou opkrikken. Luzerne is een gewas dat drie jaar lang aangehouden kan worden en de bodem permanent bedekt. Bovendien wortelt het zeer diep waardoor het tolerant is voor droogte en meer organische stof aanbrengt. Onderzoek in China toont aan dat na driejarige luzerneteelt meer koolstof in de bodem gemeten wordt in vergelijking met monocultuur snijmais, door de aanvoer van effectieve organische koolstof enerzijds en minder bodembewerking anderzijds. Gemiddeld gaat het om 570 kg C/ha per jaar die netto opgeslagen wordt in de bodem (Su, 2007). Omdat luzerne een vlinderbloemige is, is weinig organische bemesting die ook P aanvoert, nodig.

Algemene bodemkarakterisering

Het perceel is niet uniform. In Wuustwezel liggen grove zandgronden met een ondiepe kleilaag op 3,3 meter diepte (formatie van Weelde) (DOV-verkenner) waardoor het water op de kleilaag blijft staan en slecht draineert. Op de bodemkaart staat het perceel aangeduid als een natte lemig-zandbodem zonder profiel. Het linkerdeel van het perceel is kunstmatig gedraineerd, waar de luzerne met rode klaver is ingezaaid. Het perceel heeft een zeer lichte helling (<2 %) waardoor de achterkant door zijn hogere ligging gewoonlijk minder nat is dan de voorkant. Deze heterogeniteit is het meest uitgesproken in het rechterdeel. Achteraan het perceel staat een bos en aan de zijkant (linkerkant van de weg) een bomenrij die schaduw werpt.

De grondsoort van het perceel is grof zand, voor alle parameters zit het perceel in de streefzone, met uitzondering van het fosforgehalte dat tamelijk hoog zit en een laag natriumgehalte (Tabel Tabel201).



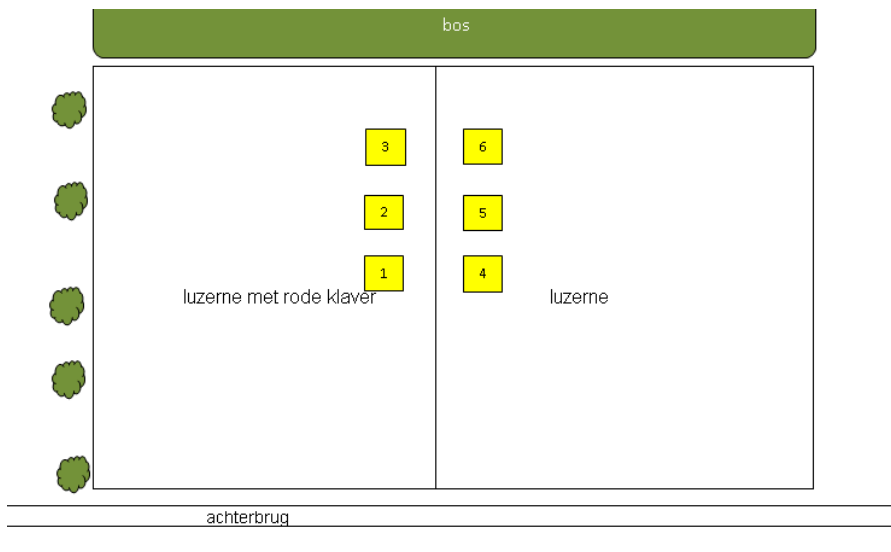
Tabel 201: Bodemkarakteristieken proefperceel validatieproef luzerne op 24 september 2019

Parameter	Eenheid	Resultaat	Situatie t.o.v. streefzone	Beoordeling
Grondsoort		10 Grof zand		
pH-KCl		5.5		Gunstig
Totaal organische koolstof (TOC)	%	1.91		Normaal
Fosfor (P-AL)	mg/100 g	26		Tamelijk hoog
Kalium (K-AL)	mg/100 g	14.0		Normaal
Magnesium (Mg-AL)	mg/100 g	8.0		Normaal
Calcium (Ca-AL)	mg/100 g	85		Normaal
Natrium (Na-AL)	mg/100 g	1.30		Laag
Plantbeschikbare koper		-		
Plantbeschikbare kobalt		-		
Zwavel (S) totaal		-		

Proefopzet

Op dit perceel is de rotatie gewoonlijk 2 jaar: snijmais – wintergerst + gele mosterd. Door in het najaar luzerne in te zaaien zou deze rotatie vervangen worden door een vijfjarige rotatie, waar de luzerne drie jaar wordt aangehouden: snijmais – wintergerst – luzerne – luzerne – luzerne. Om het effect op onkruidonderdrukking en productie na te gaan zal in een deel van het perceel rode klaver worden ingezaaid samen met de luzerne. Het succes van luzerne staat of valt bij de kieming van het zaad en de ontwikkeling van de jonge plantjes. Deze worden namelijk gemakkelijk overwoekerd door onkruiden. Door klaver mee in te zaaien zou de bodem sneller bedekt zijn en verliezen onkruiden de competitie voor licht.





Figuur 200: Proefopzet voor de validatieproef luzerne in 2020.

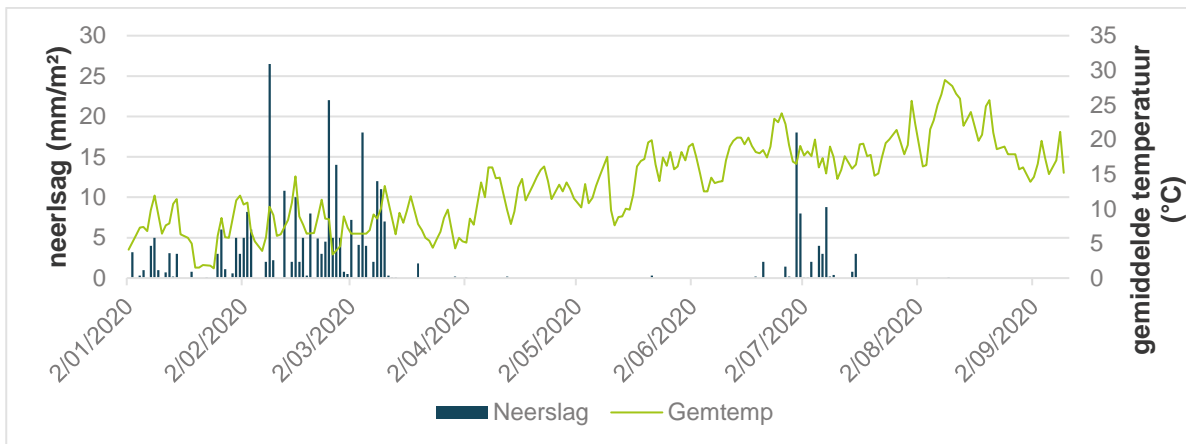
Teeltverloop

Dit perceel wordt opgevolgd van najaar 2019 tot najaar 2020 en het gewas kan in principe 3 jaar aangehouden worden.

Het najaar van 2019 was zeer droog waardoor de zaai van de luzerne werd uitgesteld tot oktober wanneer het voldoende geregend had voor inzaai. De landbouwer meldde dat na het zaaien in het najaar en het voorjaar houtduiven achteraan in het perceel in het gewas pikten.

- 4 oktober 2019 inzaaien luzerne aan 25 kg/ha (links) en luzerne + rode klaver (rechts) aan 25 + 5 kg/ha
- 6 november onkruidbestrijding met lentagran (pyridaat) 1,75 l/ha + bijgezaaid aan 12,5 kg/ha
- Maart 2020 bemesting met 96 kg K₂O/ha met kaliumchloride 60% en 26 kg N/ha en 12 kg SO₃/ha met ammonsulfaatsalpeter
- Maart 2020 onkruidbestrijding met lentagran (pyridaat)
- Mei 2020 eerste snede
- Juni 2020 onkruidbestrijding en bijgezaaid aan 12,5 kg /ha





Figuur 201: Gemiddelde temperatuur en neerslag van januari tot september 2020 in Deurne, het dichtstbijzijnde weerstation.

Opkomsttelling (3 maart)

Luzerne is een diepwortelende en droogtetolerante teelt die drie jaar aangehouden kan worden als eiwitrijk voedergewas. Een geslaagde inzaai met voldoende kieming en snelle opkomst is cruciaal. De kiemplantjes zijn erg gevoelig zijn aan droogte en competitie door onkruiden. Daarom werd in dit verband ook een opkomsttelling gedaan. De opkomsttelling gebeurde in vlakken van 0,25 m², 9 per strook. Belangrijk te vermelden is dat de luzerne laat in het najaar werd ingezaaid, vanwege droogte in 2019. Daardoor had het gewas een achterstand in het volgende jaar.

Bij de opkomsttelling op 3 maart waren er duidelijk invloeden van de ligging in het perceel. De opkomsttelling gaf een significant ($p=0.016$, gepaarde T-test) lagere opkomst aan in het deel met luzerne + rode klaver, ondanks de hogere zaaidichtheid met het combineren van luzerne en rode klaver. In het linkerdeel van het perceel stonden er gemiddeld 30 plantjes luzerne + rode klaver per 0,25 m² ofwel 1.200.000 plantjes/ha, rechts stonden er gemiddeld 52 plantjes per 0,25 m² of 2.071.100 plantjes luzerne per hectare. De opkomst was eveneens lager aan de achterkant van het perceel, deze trend was in beide delen zichtbaar.

Nochtans geeft de landbouwer aan dat de opkomst na zaaien wel goed was. Mogelijks heeft de drainage in het linkerdeel in het nadeel gespeeld van de combinatie luzerne + rode klaver. Achteraan bij het bos waren volgens buurtbewoners meer duiven aanwezig om van de kiemplantjes te eten, wat nadien resulteerde in een grotere onkruiddruk (grote muur). De landbouwer ziet de wildschade van duiven die kiemplantjes uitpikken als de grootste oorzaak van de variabele opkomst.





Figuur 202: slechte opkomst achteraan werd nog duidelijker later in het jaar (29/5/2020). Foto genomen van de achterkant.



Figuur 203: Opkomststeling in luzerne (links) en luzerne + rode klaver (rechts) op 3 maart 2020. Het onderscheid tussen luzerne en rode klaver is moeilijk te maken in een jong stadium.

Stikstofverloop

Een hoge minerale stikstofvoorraad in het voorjaar is niet ideaal voor de opkomst van luzerne.

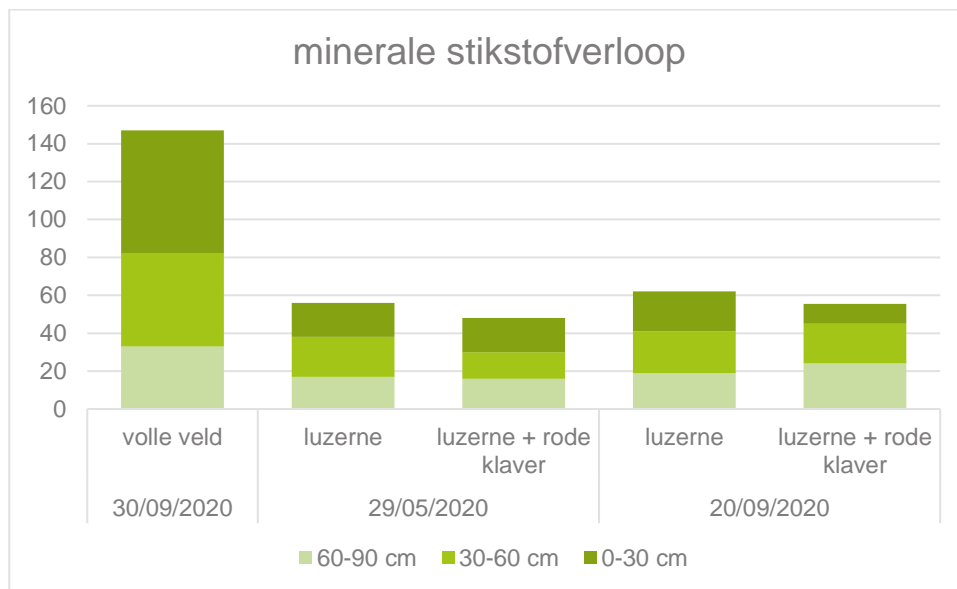
N-totaal : 0.127 % op DS in de bouwvoor (24/9/2019). De C/N verhouding is 15.

Figuur204 toont het minerale stikstofgehalte in de bodem in september voor het inzaaien van de luzerne, eind mei na de eerste snede en in september na de derde snede. De stikstof die aanwezig was in het profiel voor de winter is in het volgende jaar niet terug te vinden. Een deel ervan is uitgespoeld tijdens de natte winter van 2019-2020 en een ander deel is opgenomen door het gewas en onkruiden.

Gedurende het seizoen blijft het stikstofgehalte in de bodem eerder laag. Omdat luzerne een vlinderbloemige is, fixeert hij zelf stikstof in zijn plantenwortels met behulp van bacteriën en heeft hij een lage bemestingsbehoefte. De landbouwer bemeste daarom ook met slechts 26 kg N/ha in het voorjaar. Daarna



voorziet de plant zelf in zijn stikstof. De lage minerale stikstofvoorraad wijst erop dat de levende plant de gefixeerde stikstof vooral zelf benut en deze zolang niet vrijkomt in de bodem.



Figuur 204: de stikstofvoorraad voor inzaai en tijdens het seizoen.

Tabel 202: Hoeveelheid nitraatstikstof in het bodemprofiel (0-30, 30-60, 60-90 cm) in de loop van 2020.

24/9/2019	24/9/2019 NO ₃ -N kg N/ha
0-30 cm	65
30-60 cm	49
60-90 cm	33
Totaal	147

29/05/2020	Luzerne NO ₃ -N kg N/ha	Luzerne NH ₄ -N kg N/ha
0-30 cm	14	4
30-60 cm	17	4
60-90 cm	15	<4
Totaal	46	<12

29/05/2020	Luzerne + rode klaver NO ₃ -N kg N/ha	Luzerne + rode klaver NH ₄ -N kg N/ha
0-30 cm	11	7
30-60 cm	9	5
60-90 cm	10	6
Totaal	30	18



20/09/2020	Luzerne NO ₃ -N kg N/ha	Luzerne NH ₄ -N kg N/ha
0-30 cm	17	4
30-60 cm	15	7
60-90 cm	12	7
Totaal	44	18

20/09/2020	Luzerne + rode klaver NO ₃ -N kg N/ha	Luzerne + rode klaver NH ₄ -N kg N/ha
0-30 cm	9	<3
30-60 cm	13	8
60-90 cm	15	9
Totaal	37	<20

Opbrengst en kwaliteit

De luzerne werd 4 keer gemaaid, op 29 mei, 15 juli, 10 september en tenslotte 4 november. Van de eerste drie sneden werd de opbrengst bepaald. De eerste snede had een lage opbrengst, voornamelijk door de slechte gewasstand na de winter van 2019. Enkel vooraan stond er luzerne en zelfs daar was het aandeel onkruiden zeer hoog. De slechte stand van de luzerne lag niet enkel aan problemen met wildschade, door het voorgaande droge najaar werd de luzerne later ingezaaid en kreeg het gewas minder voorsprong. Ook het daaropvolgende droge voorjaar zorgde ervoor dat de gevoelige kiemplantjes de kans niet kregen om uit te groeien en op tijd te sluiten. Onkruiden zoals muur vonden hun weg naar daglicht en namen plekken in het perceel over.

Na de eerste snede werd de luzerne heringezaaid waardoor luzerne zich ook op de lege plekken kon vestigen. De tweede snede gebeurde halverwege juli, nadat er opnieuw behoorlijke hoeveelheden regen gevallen waren. Daardoor kreeg de luzerne wel de kans om voldoende uit te groeien en werd een behoorlijke tweede snede gehaald. De derde snede gebeurde de tweede helft van september, maar gaf opnieuw lage opbrengsten. Na juli viel er opnieuw geen regen en in augustus teisterde een hittegolf het land, wat de opbrengstcijfers beïnvloedde. De vierde snede gebeurde in november om de luzerne te beschermen tegen wintervorst, de opbrengst werd enkel geschat, niet gemeten.



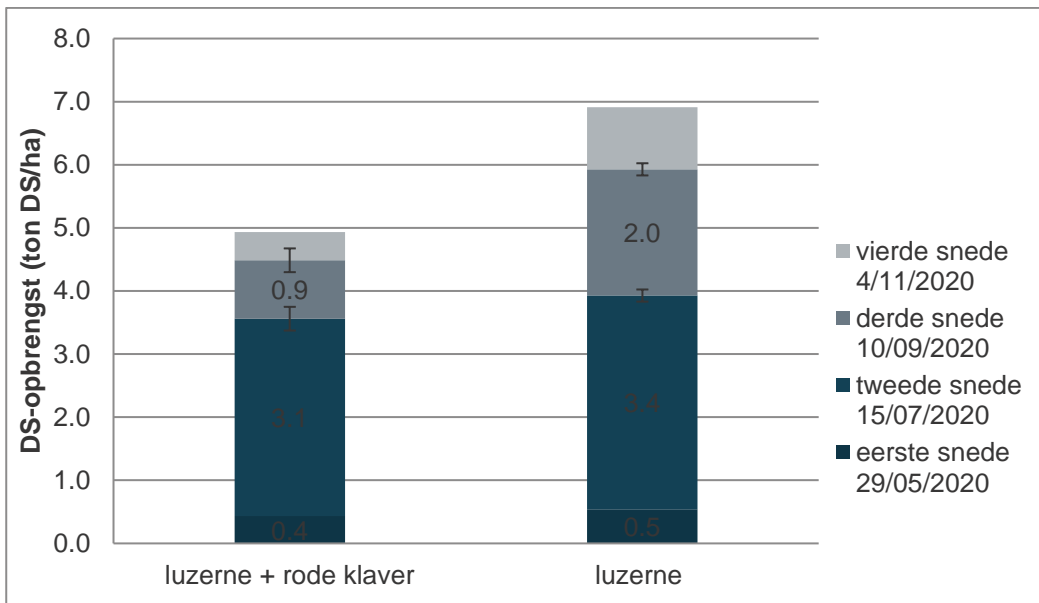


Figuur 205: De stand van de luzerne bij de eerste snede. Links staat luzerne met rode klaver, rechts enkel luzerne. Het linkerdeel van het perceel ligt iets lager en is gedraineerd. Achterin ligt het perceel hoger. In dat deel van het perceel is geen luzerne of rode klaver opgekomen en is het perceel enkel bedekt met onkruiden als grote muur. Twee verklaringen voor de slechte opkomst zijn duiven die vanuit het naastgelegen bos de kiemplantjes oppikten en droogte in zowel het najaar die vooral sterker speelde in de hoger gelegen en gedraineerde delen van het perceel.



Figuur 206: De luzerne bij de laatste snede in november. Het gewas bedekt het perceel goed, maar opbrengst bij de laatste onderhoudssnede is laag.





Figuur 207: De opbrengst van verschillende sneden luzerne. De eerste snede weerspiegelt enkel de opbrengst op de plekken in het perceel waar het gewas goed opgekomen was.

Tijdens de eerste snede stond de luzerne met klaver er schijnbaar beter bij. De rode klaver groeide goed uit en bedekte een groter deel van de oppervlakte. Na wegen bleek de biomassa hier echter iets kleiner te zijn. Bij de tweede snede werd er een significant meer opbrengst gemeten met luzerne (3,4 ton DS/ha) dan luzerne en rode klaver (3,1 ton DS/ha) ($p=0,039$). Resultaten in de derde snede gaven een hogere droge-stofopbrengst met enkel luzerne, maar het verschil was niet significant ($p=0,054$). Bij de 4^{de} snede werd de opbrengst niet gemeten, maar de landbouwer schatte de opbrengst van de luzerne als 20% van een gewone oogst en van luzerne met rode klaver als 10% van de opbrengst.

De cumulatieve opbrengst van drie sneden wordt berekend op 5,9 ton DS/ha met luzerne en op 4,5 ton DS/ha met het mengsel luzerne en rode klaver. Het verschil in cumulatieve opbrengst is significant ($p=0,024$). De lagere opbrengst met het mengsel van luzerne en rode klaver, kan op twee manieren verklaard worden. Enerzijds de rode klaver die meer bladbedekking heeft, maar minder biomassa maakt en in competitie treedt met de luzerne, maar dit opbrengstverschil kan ook verklaard worden door perceelsvariatie. Onder het linkerdeel van het perceel ligt een drainage die in het droge weer in het nadeel van het luzerneklavermengsel kan hebben gespeeld. Ook de bomen aan de rand van het perceel werpen een schaduw tijdens de koele delen van de dag.

In Tabel 203 wordt de voederwaarde van de luzerne met klaver en luzerne weergegeven. Er speelt duidelijk seizoensvariatie mee met grote verschillen tussen de sneden. Over het algemeen blijkt het droge-stofgehalte groter te zijn in de luzerne dan in de luzerne met klaver, terwijl de voederwaarde in voedereenheid melk (VEM) en de darmverteerbare eiwit (DVE) per kg droge stof algemeen iets hoger in de luzerne met klaver. Door de hoger droge-stofopbrengst bleef de totale voederwaarde van de luzerne die geoogst werd nog steeds het hoogst.

Ter vergelijking werd in tabel 204 de voederwaarde van snijmais weergegeven. Uit de vergelijking blijkt dat het gehalte aan darm verteerbaar eiwit van luzerne slechts een beetje hoger is dan dat van snijmais. Dit is



waarschijnlijk te verklaren door de moeilijkheden bij opkomst en droogte terwijl het gewas nog niet goed doorworteld was. Daarnaast nog mee te geven dat Tabel 203 cijfers van verse luzerne toont, bij inkuilen zullen nog kleine aandelen eiwitten verloren gaan.

Tabel 203: De kwaliteit van de luzerne met klaver en de luzerne zonder klaver bij de 1^{ste}, 2^{de} en 3^{de} snede

	Luzerne met klaver			Luzerne		
	1 ^{ste} snede	2 ^{de} snede	3 ^{de} snede	1 ^{ste} snede	2 ^{de} snede	3 ^{de} snede
	29/5/2020	15/7/2020	10/9/2020	29/5/2020	15/7/2020	10/9/2020
DS (g/kg)	204	157	316	215	190	423
ruw eiwit (g/kg DS)	195	169	222	194	204	231
ruwe celstof (g/kg DS)	195	242	167	199	251	273
ruwe as (g/kg DS)	131	112	98	105	110	103
VEM (g/kg DS)	873	834	967	901	801	771
VEVI (g/kg DS)	901	844	1016	932	800	756
DVE (g/kg DS)	59	100	71	62	53	52
OEB (g/kg DS)	51	8	62	47	63	86
FOS (g/kg DS)	585	523	640	607	547	524
VOS (g/kg DS)	666	637	728	688	630	614

Tabel 204: De voederwaarde van enkele voeders. Het energie-aanbod wordt uitgedrukt in VEM (Voedereenheid melk). Het eiwitaanbod wordt weergegeven als de hoeveelheid darm verteerbaar eiwit (DVE). Om in het rantsoen na te gaan of er voldoende onbestendig eiwit en energie in de pens beschikbaar is voor de microben, wordt de OEB (onbestendig eiwitbalans) berekend.

Product	Voederwaarde per kg ds		Aankoop-prijs (€/ton)	Droge stof (kg/ton) ¹⁾	VEM (kg/ton)	DVE (kg/ton)	Voeder-waarde (€/ton)	Aankoop-/Voederwaar-deprijs (%)
	VEM	DVE (g)						
Snijmaïskuil	937	52	60,00	324	303,6	16,8	64,00	94
Perspulp	1062	99	60,00	250	265,5	24,8	69,15	87
Bierbostel	947	137	62,00	210	198,9	28,8	65,20	95

¹⁾ Na aftrek van 4% bewaarverliezen



Microbiële koolstof en HWC

Tabel 205: Hoeveelheden microbiële koolstof en heet water extraheerbare koolstof.

22/09/2020	Luzerne	Luzerne + rode klaver
Cmic µg C/g droge grond	190	100
HWC µg C/g droge grond	720	630
TOC %	1,66	1,75
pH-KCl	5,9	5,4
DS %	97	97

Logistieke aspecten

Logistieke aspecten die bij de teelt van luzerne komen kijken, zijn gelijkaardig aan die van graslanden, voor het maaien, op rijen leggen en in balen persen of inkuilen van de luzerne. De maaier moet echter voldoende hoog afgesteld kunnen worden. Wanneer de luzerne te laag wordt afgemaaid (< 7 cm), worden de groeipunten beschadigd en kan de plant niet opnieuw uitschieten na een snede. Luzerne wordt gewoonlijk niet gedroogd, omdat de blaadjes anders makkelijk loskomen van de gedroogde plant en verloren gaan. Het is dus ook niet noodzakelijk of gewenst om de luzerne te keren of te schudden.

Economische aspecten: investeringen, kosten, inkomsten

De kosten van luzerne vallen voornamelijk in het eerste jaar en zijn weergegeven excl. BTW. Door de moeilijke opkomst van de luzerne in 2019-2020, liepen de kosten voor het zaaigoed en onkruidbestrijding op. In tabel 206 werden deze extra kosten opgenomen in het rood. Enkel het eerste jaar werden de kosten opgevolgd, terwijl het gewas zeker 3 jaar lang aangehouden kan worden. De jaren erna komen er weinig extra kosten bij komen. Zo zijn er geen kosten meer aan inzaaien, N-bemesting of een groenbedekker, enkel nog aan K-bemesting en arbeid en kosten die bij de oogst komen kijken.

In het eerste jaar heeft de landbouwer meer kosten gehad dan de waarde van de geoogste luzerne. De balans komt op € -422,95/ha. Hierbij is de kost van brandstofverbruik zelfs nog niet ingerekend en ook de arbeidstijd van de landbouwer werd nog niet aangerekend. Indien de kosten voor herinzaaien en een extra onkruidbestrijding niet gemaakt werden, was het verlies slechts € -179,70 /ha. En in een jaar met minder droogte, komt de balans misschien zelfs boven water. Het tweede en derde jaar worden minder kosten verwacht, omdat het gewas intussen wel goed gevestigd is. Zo komt de balans op € 326/ha in het tweede en derde jaar, uitgaande van eenzelfde opbrengst als het jaar 2020, die ondermaats was. Over alle jaren heen komt de balans op een schamele € 157/ha.



Met klaver was de opbrengst in 2020 algeheel lager (al is perceelsinvloed niet uit te sluiten), maar ook de kosten waren hoger omdat het zaaigoed met 5 kg/ha bovenop het zaaigoed van de luzerne werd gebruikt. In vergelijking met snijmais bracht de luzerne minder op.

Tabel 206: kosten en opbrengsten van luzerne en luzerne met klaver, vergeleken met een reguliere teelt van snijmais.

Kosten	- luzerne	€ 593,7	Snijmais	€ 698/ha
	- met klaver	€ 648,7		
	- met extra kosten	€ 836,95		
Inzaaien		€ 275/ha		€ 186/ha
	Zaaigoed 25 kg/ha	€ 275/ha	Zaaigoed	€ 186/ha
	met klaver	+ € 55/ha	Loonwerk	
	herzaai helft perceel	€ 140/ha		
Onkruidbestrijding		€206,5/ha		€142/ha (LCV, 2022)
	Lentagran 1,75l/ha	€ 103,25	1 l/ha Frontier Elite,	
	Lentagran 1,75l/ha	€ 103,25	1 l/ha Lumica,	
	Lentagran 1,75l/ha	€ 103,25	0,3 l/ha fornet,	
			0,4 l/ha diva	
Bemesting				€ 170/ha
	N-S meststof 26 EN en 12 ES aan 100 kg/ha	€ 25/ha	stalmest 25 ton/ha	
	160 kg KCl (60%) 60 EK	€ 87,20	525 kg KAS (140 EN) (40 kg P ₂ O ₅)	€ 131/ha
			232 kg K ₂ O	€40/ha
Oogst				€200/ha
	maaïen, op rijen leggen, inkuilen 4x		Dorsen en hakselen (loonwerk)	
Opbrengst	Luzerne	€414/ha	snijmais	€ 1 800/ha
	met klaver	€294/ha		
<u>Opbrengst voedergras</u>		€535,71/ha		€ 1 800/ha
Oogst	Luzerne	6,9 ton/ha	Oogst	30 ton/ha
	met klaver	4,9		
Waarde		€60/ton	Waarde	€ 60/ ton
verkoop			verkoop	



Vervanging voeder			Vervanging voeder	
Balans 1^{ste} jaar	Luzerne	€ -179,70/ha	snijmais	€1 102/ha
	met klaver	€ -354,70/ha		
	met extra kosten	€ -422,95/ha		
Raming 2^{de} en 3^{de} jaar	Luzerne	€ 326,00/ha		
	met klaver	€ 206,80/ha		
Gemiddeld	Luzerne	€ 157,97/ha		
	met klaver	€ 19,63/ha		
	met extra kosten	€ 76,88/ha		

Uit de stikstofopvolging blijkt dat de levende luzerne lage stikstofresidu's nalaat tijdens het seizoen en in het najaar. Over stikstofnalevering na de teelt kunnen we op basis van deze resultaten geen conclusies trekken.

In principe kan de teelt van meerjarige luzerne vallen onder ecologisch aandachtsgebied (EAG) bij stikstofbindende gewassen, maar enkel indien het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen uitgesloten is en er nadien een groenbedekker ingezaaid wordt.

Meerjarige luzerne kan als vlinderbloemige in principe gesubsidieerd worden aan € 450 per ha, maar hieraan zijn voorwaarden verbonden, zoals min. 5 jaar aanhouden van het gewas op de aangegeven oppervlakte (niet hetzelfde perceel) en het gebruik van gecertificeerd zaaigoed, onder meer.

Effect op de bodem organische stof op lange termijn- simulatie met Demeter-tool/CSLIM

Koolstofopbouw onder meerjarige luzerne kent gelijkaardige effecten als meerjarig grasland, waarbij de continue bedekking van de bodem en niet bewerken van de bodem zorgt voor meer opbouw en minder afbraak van organische stof. Bovendien is het een diep wortelend gewas, waardoor ook onder de bouwvoor beperkte hoeveelheden organische stof worden aangevoerd. De Demetertool en CSLIM hebben allebei echter geen optie met meerjarige luzerne. Wel blijkt uit Chinees onderzoek dat meerjarige luzerne in vergelijking met een monocultuur snijmais ongeveer 570 kg C/ha/jaar meer opslaat in de 0-30 cm bodemlaag (Su, 2007).

Besluit

In deze proef testte de landbouwer de teelt van luzerne om te gebruiken als diervoeder voor zijn eigen runderen. De voornaamste motivatie, nl. het hoge gehalte aan bèta-caroteen in luzerne, kon binnen deze proef niet nagegaan worden. Omdat de kieming en opkomst een gevoelige fase is in de luzerne-teelt, werd nagegaan of een mengsel van luzerne en rode klaver beter opkomt en meer opbrengst zou geven.



Hoewel luzerne bekend staat als een droogtetolerant gewas, speelde droogte toch parten in deze proef. Door droogte in 2019, was de bodem te droog om al in september in te zaaien en stelde de boer de zaaidatum uit tot oktober. Het voorjaar nadien werd opnieuw geplaagd door droogte. Vooraleer de luzerne goed en wel gevestigd was, heeft de landbouwer het gewas drie keer ingezaaid en onkruidbestrijding gedaan om het gewas een kans te geven, maar waardoor ook de kosten opliepen.

Financieel kwam de luzerne er dit jaar niet goed uit en was hij in het eerste jaar verlieslatend. Hierin speelden droogte en de gevoeligheid van de kiemplanten mee. De volgende jaren worden minder kosten verwacht, waardoor de balans positief wordt, maar onvoldoende tegenover andere gewassen. Indien de inmiddels goed gevestigde luzerne in de volgende jaren zijn naam als droogtetolerant gewas wel waarmaakt en betere opbrengsten oplevert, schuift de kostenbalans misschien naar boven. De subsidie voor vlinderbloemige gewassen kan wel helpen de teelt ingang te doen vinden, onder meer om de kosten tijdens het eerste jaar te helpen overbruggen.

Uit deze eenjarige validatieproef moeten echter niet te snel conclusies getrokken worden. Het droge najaar en voorjaar waren nefast voor vele gewassen. Misschien was de opkomst beter wanneer het gewas vroeger en in goede omstandigheden kon worden ingezaaid, waardoor de planten steviger waren en eveneens minder last hadden van duivenschade en droogte later in het seizoen. Duiven-schade bleef voor de landbouwer echter een grote zorg bij de inzaai van vlinderbloemigen, onder meer erwten bij erwten kwam hetzelfde probleem voor. Bij veldbonen met grote zaden die diep gezaaid worden, zou dit probleem minder spelen (zie validatieproef Veldbonen).

9.2.4 Vanggewassen na struikbonen

De landbouwer is deeltijds leerkracht, deeltijds landbouwer sinds hij het kleinschalig bedrijf van 25 ha overnam van zijn ouders. De percelen volgen een akkerbouwrotatie afgewisseld met seizoenspacht met naburige landbouwers die volgens contract met de diepvriesindustrie telen en voornamelijk struikbonen, wortelen en ook plantaardappelen zetten. Bijgevolg is de rotatie plantaardappelen, tarwe of gerst, suikerbieten, maïs, wortelen of struikbonen, waarbij de teelten minstens 1/4, praktisch altijd 1/5 jaar geteeld worden.

Proefopzet

De landbouwer moet meer vanggewassen zetten om zijn doelareaal te halen. Eén van de mogelijkheden was om vanggewassen op verpachte percelen met struikbonen te zaaien, maar administratief kon dit volgens de mestbank niet meer op de eigen naam van de landbouwer, wel op de pachter. Toch werd een proef aangelegd om twee types vanggewassen te vergelijken na een teelt van struikbonen. Een mengsel niet-vlinderbloemige groenbedekkers bestaande uit witte mosterd, bladrammenas en koolzaad, zaait de landbouwer gewoonlijk in. Daarnaast zal ook een mengsel van phacelia en Japanse haver worden ingezaaid om in te zetten op meer organische koolstofopbouw.

De landbouwer werkt graag met het mengsel met mosterd, bladrammenas en koolzaad, omdat de oliehoudende zaden ook bij droog weer kiemen en de planten snel veel biomassa vormen.

Algemene bodemkarakterisering

Het perceel is zandleem, maar er ligt een ondoorlaatbare kleilaag op 2m diepte, waardoor het perceel van nature slecht draineert. Daarom legde de landbouwer in 2014 een drainage aan op het perceel. Uit de bodemanalyse



blijkt het organische stofgehalte eerder laag te zijn, maar de voorraad nutriënten van zowel fosfor, kalium als magnesium is hoog (Tabel 207).

Tabel 207: Bodemkarakteristieken proefperceel validatieproef vanggewassen na struikbonen.

ONTLEDINGSUITSLAGEN EN BEOORDELING

Parameter	Eenheid	Resultaat	Situatie t.o.v. streefzone	Beoordeling
Grondsoort		25 Lichte zandleem		
pH-KCl		6.5		Tamelijk hoog
Totaal organische koolstof (TOC)	%	1.09		Tamelijk laag
Fosfor (P-AL)	mg/100 g	50		Hoog
Kalium (K-AL)	mg/100 g	36		Hoog
Magnesium (Mg-AL)	mg/100 g	25.0		Hoog
Calcium (Ca-AL)	mg/100 g	193		Normaal
Natrium (Na-AL)	mg/100 g	5.4		Normaal
Boor (B) wateroplosbaar		-		
Zwavel (S) totaal		-		

Voorgeschiedenis perceel (teelten, groenbemesters, bemesting, droogte, etc.)

Tarwe (2018) + (gele mosterd + bladrammenas), wortelen (2019), struikbonen (2020)

Teeltverloop

Bemesting gebeurde met 18 ton drijfmest van zeugenmengmest op 4 mei 2020, zo werd naar schatting 38 kg werkzame N aangevoerd. Een maand later, op 3 juni, werden de bonen ingezaaid. Door de droge zomer van 2020 werden de struiken minder groot en was de opbrengst lager.

Op 2 september werden de vanggewassen ingezaaid: het mengsel van gele mosterd, bladrammenas en koolzaad enerzijds en het mengsel van phacelia en Japanse haver anderzijds. De gele mosterd kwam goed en zeer gelijk op en de bladrammenas bezette vooral de rijsporen. Door de droogte in de zomer was de opkomst van de phacelia en Japanse haver wat ongelijk en met gaten. In het natte najaar en zachte winter haalde het mengsel deze achterstand echter in en stonden de phacelia en Japanse haver er bij veldbezoek in november goed bij.

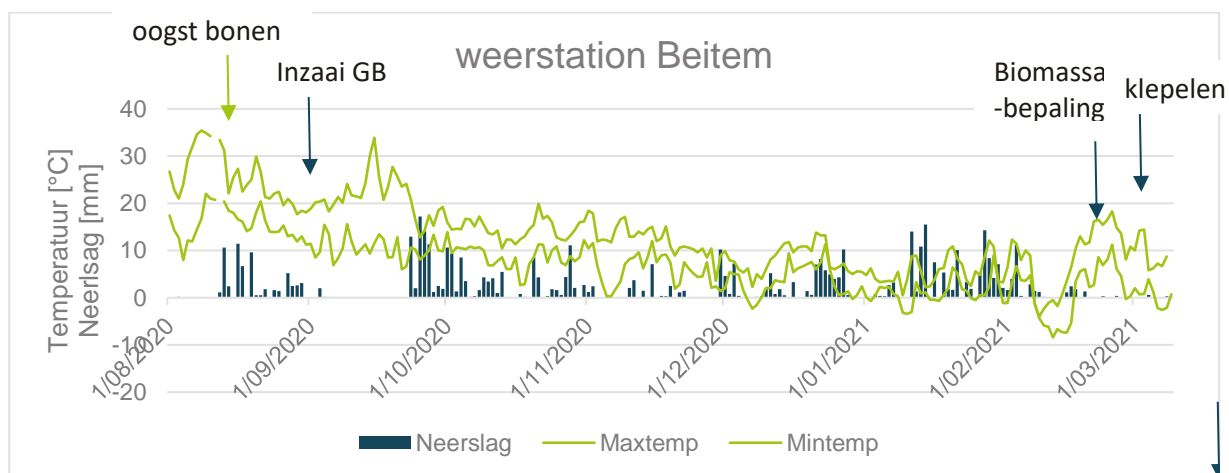
- Bemesting : 18 ton drijfmest (zeugen mengmest) op 4 mei 2020
- De bonen werden ingezaaid op 3 juni en geoogst op 14 augustus na de hittegolf in augustus.
- Zaaidichtheid bonen: 300 000 zaden / ha



- De groenbedekker werd ingezaaid op 2 september
- De groenbedekker stierf af na de vorst in de week van 7-15 februari
- Groenbedekker werd geklepeld op 5 en 6 maart



Figuur 208: De struikbonen op 12 augustus 2020, enkele dagen voor de oogst.



Figuur 209: weersverloop tijdens de inzaai en groei van de groenbedekkers (GB).

Stikstofverloop

Het stikstofverloop werd opgevolgd

- Na de oogst van de struikbonen (2020)
- in het najaar 2020 tijdens de nitraatresiduperiode

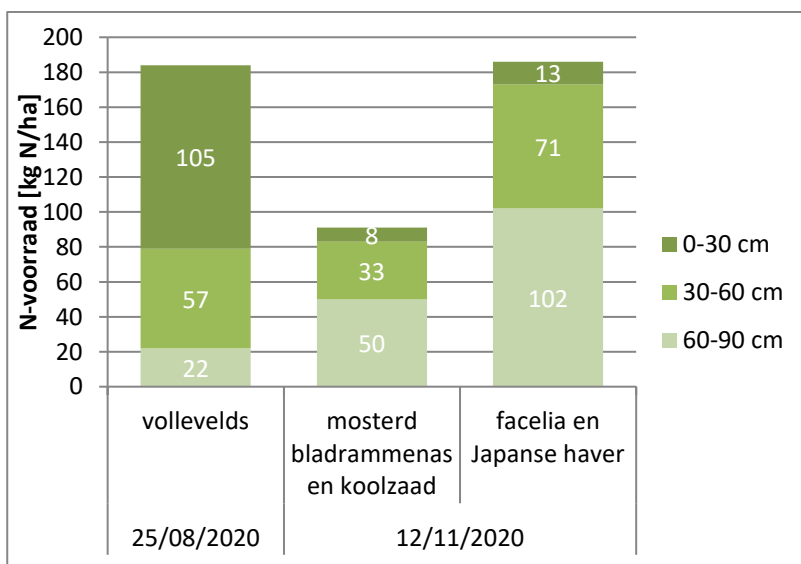


- in het voorjaar na het inwerken van de groenbedekker in 2021 Dit staal kon niet genomen worden, omdat een seizoenspachter het perceel bemest had vlak na het onderwerken van de groenbemester.

25 augustus, 11 dagen na de oogst, bleek er een hoog nitraatresidu van 180 kg N/ha achter te blijven in de bodem. De opname van stikstof was lager door de droogte en matige gewasgroei. Gezien er slechts licht bemest werd voor de vlinderbloemige teelt (38 kg werkzame N) speelt de bemesting hier slechts een kleine rol. Deze hoge hoeveelheid stikstof is voornamelijk afkomstig van gewasresten en mineralisatie van organische stof, waarbij ook stikstof vrijkomt.

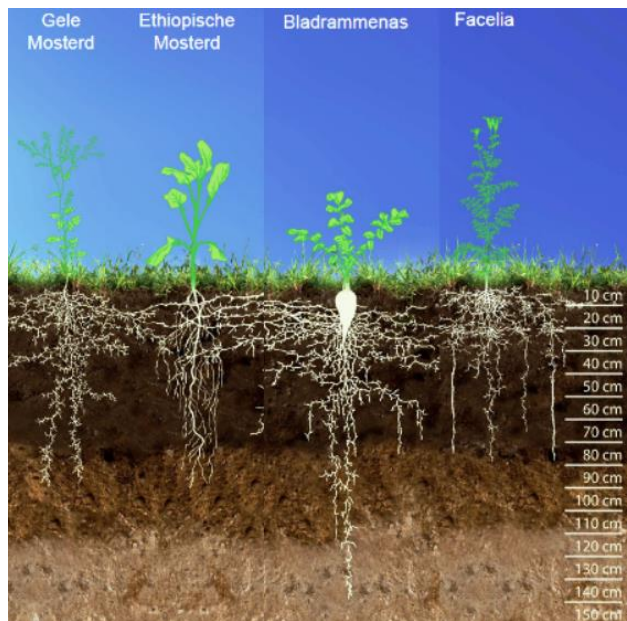
De groenbedekkers werden ingezaaid op 2 september in een droge bodem. Het mengsel van gele mosterd, bladrammenas en koolzaad enerzijds en het mengsel van phacelia en Japanse haver anderzijds. De gele mosterd kwam goed en zeer gelijk op. Door de droogte in de zomer was de opkomst van de phacelia en Japanse haver wat ongelijk en met gaten. Na het natte najaar en winter haalde het mengsel deze achterstand in en stonden de phacelia en Japanse haver er goed bij met enkele gaten.

Na bemonstering van drie bodemlagen op 12 november 2020, bleek de residuele stikstof gedeeltelijk te zijn uitgespoeld naar de 30-60 cm en 60-90 cm lagen. Dit viel vooral op in het groenbedekkersmengsel met phacelia en Japanse haver, waar in totaal 186 kg N/ha gemeten werd. Het stikstofgehalte was lager met in totaal 91 kg N/ha onder de gele mosterd, bladrammenas en koolzaad. In de 0-30 cm laag was de overblijvende (niet-uitgespoelde) stikstof en de stikstof die in het najaar nog vrijkwam door mineralisatie bijna volledig opgenomen onder beide behandelingen, nog 8 en 13 kg N/ha. In de 30-60 cm laag was het stikstofgehalte enkel lager onder het mengsel mosterd, bladrammenas en koolzaad. Dit kan een reflectie zijn van de snellere opkomst van dit mengsel dat waargenomen werd na het inzaaien. Daarnaast heeft bladrammenas een penwortel die dieper wortelt.



Figuur 210: Stikstofvoorraad. Op 25 augustus 2020, 11 dagen na de oogst van de struikbonen, bevatte de bodem 184 kg N/ha. Bij een tweede meting op 12 november bleek er onder de behandeling met het mengsel met o.a. mosterd minder nitraat-residu's te blijven, met 91 kg N/ha in de 0-90 cm laag t.o.v. 186 kg N/ha in het mengsel met phacelia en Japanse haver.





Figuur 211: Boven: de stand van de groenbedekkers op 12 november 2021, met links het mengsel van gele mosterd, bladrammenas en koolzaad, en rechts phacelia en Japanse haver. Links: de beworteling van bladrammenas en gele mosterd op het proefveld. Rechts: weergave van de beworteling bij enkele groenbedekkers (bron: LG-seeds)



Opbrengst en kwaliteit

De biomassa-opbrengst van beide groenbedekkers werd gemeten op 23 februari 2021. Dit was na een strenge vorstperiode van een week, waardoor de groenbedekkers al gedeeltelijk afgestorven waren. In beide behandelingen werd de groenbedekkers in drie herhalingen van 1 m² geoogst. Er werd een mengstaal van het gewas genomen voor gewasanalyse. Bij het mengsel van gele mosterd, bladrammenas en koolzaad werd een bovengrondse biomassa-opbrengst van 4,81 ton DS/ha gemeten, met een gemiddelde standaarddeviatie van 0,55 ton DS/ha. Bij het mengsel met phacelia en Japanse haver was dit gemiddeld 3,12 ton DS/ha en een standaarddeviatie van 0,79 ton DS/ha. Omdat de bovengrondse-biomassabepaling na de zware vorst is gebeurd, kunnen deze cijfers een onderschatting zijn. De DS-opbrengst is significant verschillend na een tweezijdige t-toets ($p=0,0391$).

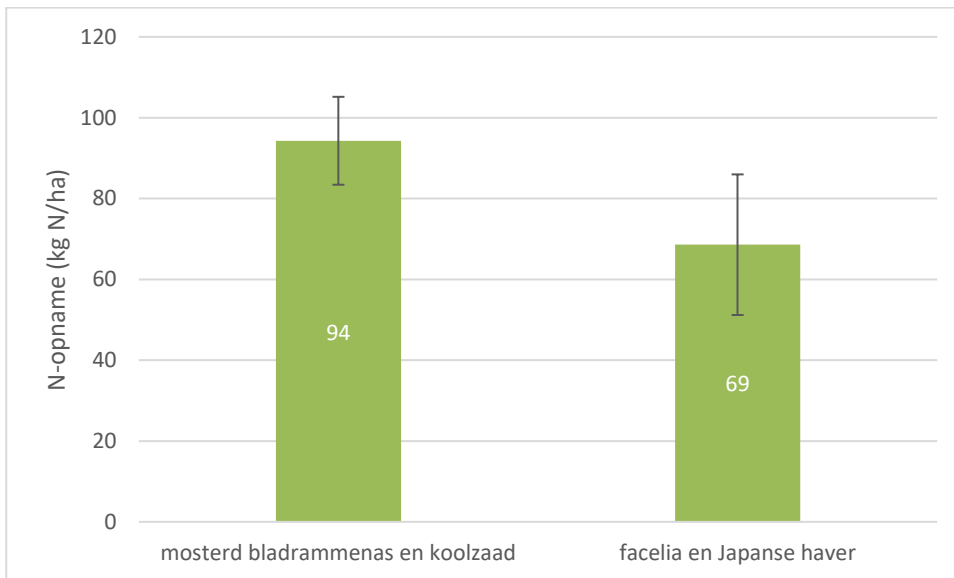


Figuur 212: Stand van de groenbedekkers bij de biomassabepaling op 23 februari 2021, na de strenge vorst. Links: gele mosterd, bladrammenas en koolzaad. Rechts: de stand van de phacelia en Japanse haver

Gebaseerd op een drogestofgehalte van resp. 41 en 36,6 % en een stikstofgehalte van resp. 1,96 en 2,45 % op DS voor het mengsel gele mosterd, bladrammenas en koolzaad enerzijds en phacelia en Japanse haver anderzijds, werd een gemiddelde stikstofopname van 94 kg N/ha en 69 kg N/ha berekend. De stikstofopname is niet significant verschillend na een tweezijdige t-toets ($p=0,0957$). Hoewel in november dus wel een groot verschil in stikstofvoorraad in de bodem gemeten werd, is de totale opname na de volledige groeiperiode niet



significant. Omdat de bovengrondse biomassa-bepaling na het afsterven is gebeurd, kunnen deze cijfers over stikstofopname een onderschatting zijn.



Figuur 213: De stikstofopname van beide groenbedekkermengsels

Tabel 208: De samenstelling van het mengsel met mosterd, bladrammenas en koolzaad en het mengsel met phacelia en Japanse haver.

	mosterd, bladrammenas, koolzaad (bovengronds)	Phacelia en Japanse haver (bovengronds)	
Droge stof	41	36,6	%
Stikstof totaal (N)	1,96	2,45	% op DS
Fosfor (P)	0,357	0,379	% op DS
Kalium (K)	2,78	2,18	% op DS
Magnesium (Mg)	0,192	0,164	% op DS
Calcium (Ca)	1,35	0,99	% op DS
Natrium (Na)	0,276	0,115	% op DS



Economische aspecten: investeringen, kosten, inkomsten

Het zaaigoed van het mengsel phacelia en japanse haver is iets duurder met €75/ha, terwijl het mengsel witte mosterd, bladrammenas en koolzaad €65/ha kost. Beide groenbedekkers waren al afgstorven door de vorst in februari en werden daarna geklepeld om ze in te werken.

Beide niet-vlinderbloemige groenbedekkers gelden voor zowel het ecologisch aandachtsgebied van het GLB als het doelareaal vangewassen binnen het mestactieplan.

Effect op de bodem organische stof op lange termijn

Het mengsel phacelia en Japanse haver werd aangeprezen vanwege zijn aanvoer van effectieve organische koolstof. Binnen deze proef zagen we echter minder droge stofproductie voor het mengsel phacelia en Japanse haver (0,31 kg DS/ha) dan het mengsel met mosterd, bladrammenas en koolzaad. Japanse haver staat erom bekend zeer veel effectieve organische koolstof aan te voeren (1,20 ton EOC/ha volgens de code goede praktijk bodembescherming), maar onder de omstandigheden waarin dit mengsel werd ingezaaid werd deze koolstofaanvoer niet gehaald.



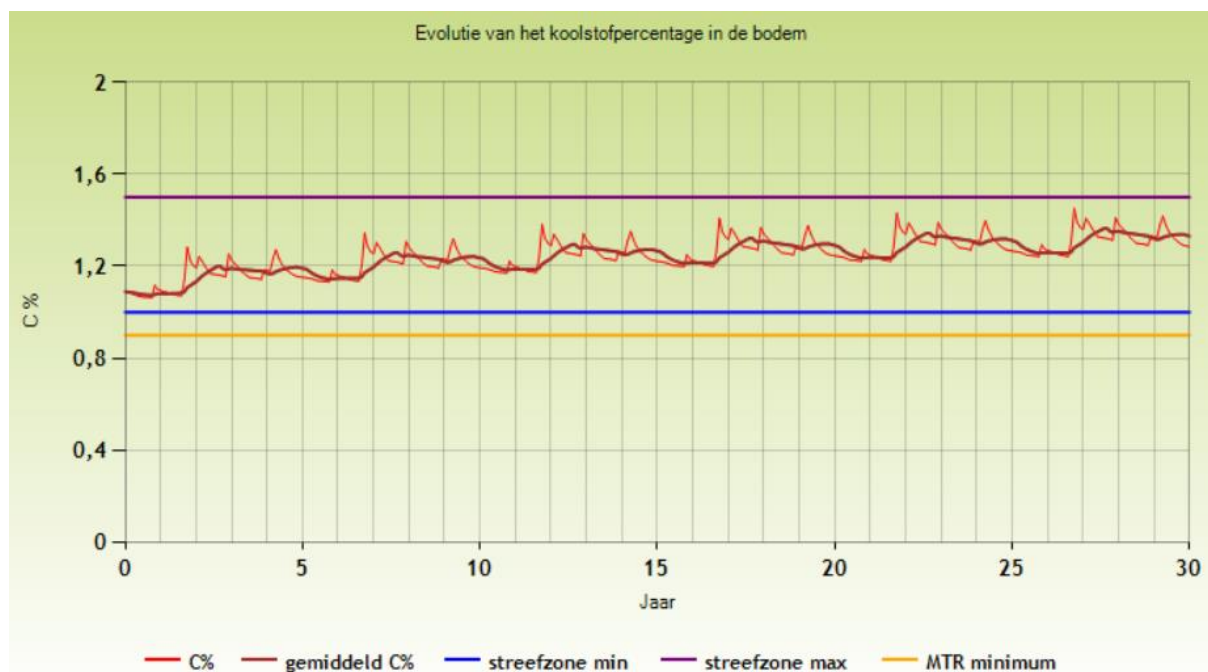
Figuur 214: Japanse haver bij teelt onder ideale omstandigheden brengt zeer veel biomassa op (1,51 ton/ha effectieve organische stof) . (bron: LG-seeds)

Evolutie van het koolstofgehalte volgens Demetertool

De evolutie van het koolstofgehalte werd berekend met de Demetertool. Er werd uitgegaan van een rotatie van aardappelen – wintertarwe + gele mosterd – suikerbieten – mais – struikbonen + gele mosterd/phacelia. Tussen de wintertarwe en gele mosterd werd een dosis stalmest van 20 ton/ha toegevoegd. Hierbij stijgt het

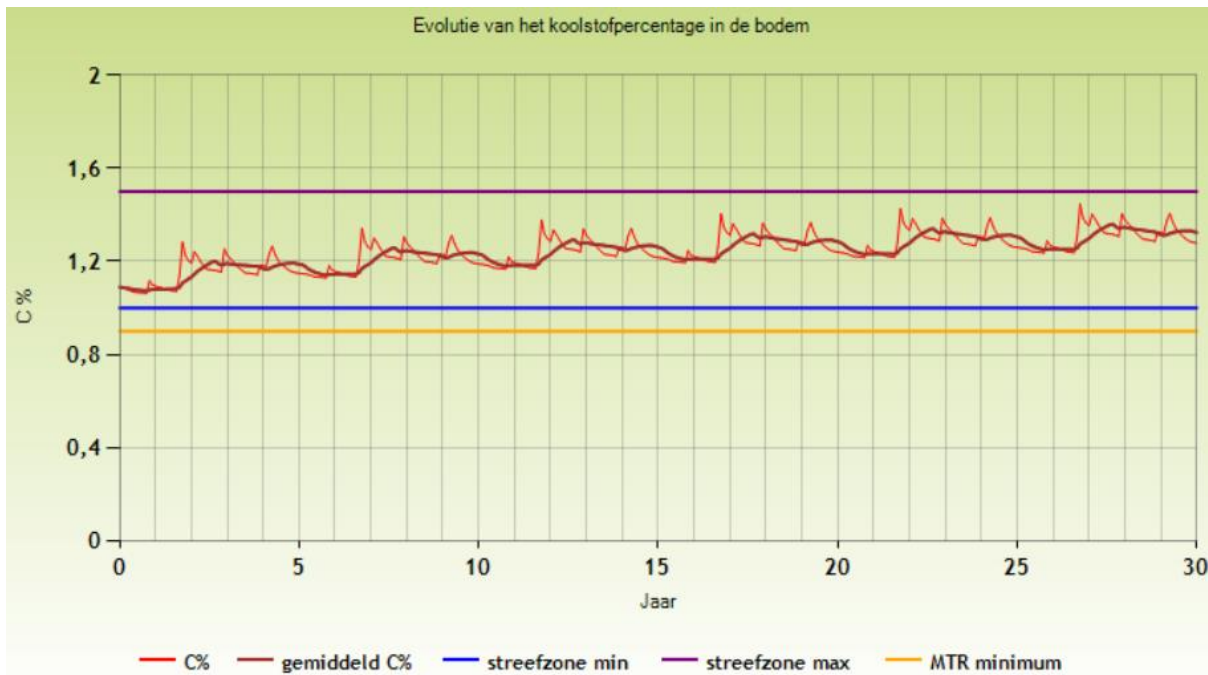


koolstofgehalte licht van 1.0%C naar 1.4%C op 30 jaar tijd, voornamelijk als gevolg van de stalmesttoediening. Er is geen verschil tussen een rotatie met gele mosterd of phacelia als groenbedekker.



Figuur 215: Evolutie van het koolstofgehalte volgens de Demetertool. Uitgaande van een rotatie van aardappelen – wintertarwe + gele mosterd – suikerbieten – mais – struikbonen + gele mosterd.





Figuur 216: Evolutie van het koolstofgehalte volgens de Demetertool. Uitgaande van een rotatie van aardappelen – wintertarwe + gele mosterd – suikerbieten – mais – struikbonen + phacelia.

Besluit

Er werd gekozen om een klassiek mengsel met niet-vlinderbloemigen gele mosterd, bladrammenas en koolzaad gedeeltelijk te vervangen door een groenbedekkersmengsel met phacelia en Japanse haver dat meer organische stof aanvoert. Deze groenbedekkers werden ingezaaid op 2 september onder droge bodemomstandigheden en met zeer veel reststikstof in de bodem (181 kg N/ha).

De opkomst van gele mosterd, bladrammenas en koolzaad was sneller en gelijkmatiger dan het nieuw ingezaaide mengsel. Hoewel de phacelia en Japanse haver deze groei nadien inhaalden, bleef de totale DS-opbrengst toch lager bij de biomassabepaling met maar 3,12 ton DS/ha t.o.v. 4,81 ton DS/ha met gele mosterd, bladrammenas en koolzaad. Japanse haver staat nochtans bekend om zijn zeer hoge biomassa-opbrengst, maar kwam in dit mengsel en de droge zaaiomstandigheden niet tot zijn recht.

Omdat de opkomst trager was, nam dit mengsel vooral initieel minder stikstof op. De stikstofopname was vooral lager in dieperliggende lagen (30-60 cm), omdat phacelia en Japanse haver in vergelijking met vnl. bladrammenas minder diep wortelen. Dit resulteerde in een hoog nitraatresidu tijdens een bemonstering op 12 november 2021 van 184 kg N/ha, terwijl onder het mengsel met gele mosterd, bladrammenas en koolzaad nog slechts 91 kg N/ha gemeten werd. Bij een biomassabepaling voor het klepelen was dit verschil in stikstofopname minder opvallend, met een geschatte opname van resp. 69 kg N/ha en 94 kg N/ha. Deze cijfers zijn wellicht een onderschatting door de biomassabepaling na afsterven van de groenbedekkers (gele mosterd verliest bladeren).



9.2.5 Toepassing van een combinatie van stro en (stal)mest in het najaar

De landbouwer heeft een kleinschalig gemengd bedrijf met Belgisch-witblauw, graas- en maaiweides, akkerbouw (wintertarwe, wintergerst, suikerbieten en mais) en grove groententeelt (knolselder, vroeger ook bloemkool). Zijn dieren staan op stro en hij gebruikt eigen mest op eigen gronden om de kringloop op zijn bedrijf te sluiten. Stro die hij niet gebruikt als stalbedekking, werkt hij ter plekke in om organische stof in de bodem op te bouwen.

De laatste tijd heeft hij het aantal dieren op zijn bedrijf moeten verminderen door het wegvallen van premies. Daardoor heeft hij minder stalmest ter beschikking en voert af en toe compost aan ter compensatie, ongeveer 120 ton voor het bedrijf met 20 ha oppervlakte.

Proefopzet

De landbouwer vraagt zich af of de combinatie van stro met (stal)mest opgebracht in het najaar, effectief is om het organische stofgehalte te verhogen zonder al te hoge nitraatstikstofresidu's in de bodem te krijgen. De hypothese is dat stro met een hoge C/N-verhouding minerale stikstof uit de bodem en stalmest opneemt, zodat het nitraatstikstofresidu niet zorgwekkend hoog ligt. Het stro zal sneller verteren door de verhoogde N-beschikbaarheid en in het volgende voorjaar geen stikstof meer immobiliseren. Op die manier blijft de stikstof die in het voorjaar wordt toegediend voldoende beschikbaar voor de stikstofbehoefte knolselder.

Voorafgaand aan het najaar, tijdens het najaar en in het daaropvolgende voorjaar zal de minerale stikstof in de bodem worden opgevolgd. Van de stalmest werd een staal genomen en de op te voeren dosis werd bepaald aan de hand van de gemeten minerale N-reserve voorafgaand aan de proef, de N-inhoud van de stalmest en beperkingen binnen de mestwetgeving.

De stikstofbemesting voor de knolselder zal worden afgestemd op het minerale N-reserve in het voorjaar en de opgevoerde dosis stalmest. Bij de oogst zal zowel de opbrengst als de kwaliteit van de knolselder bepaald worden.

Voorgeschiedenis perceel (teelten, groenbemesters, bemesting, droogte, etc.)

Het perceel heeft een akkerbouwmatige voorgeschiedenis met wintertarwe, -gerst, suikerbieten, mais en knolselder of bloemkool in de rotatie. Het perceel werd gewoonlijk voor het inzaaien van de wintergranen bemest met stalmest. Het perceel kan beregend worden.

Algemene bodemkarakterisering

De landbouwer heeft secuur de voorgeschiedenis (bodemanalyses) van zijn perceel bijgehouden. In het najaar 2020 werd een extra staal genomen voor het project. Het perceel heeft een hoog organische stofgehalte en is rijk aan nutriënten, o.a. fosfor waardoor het in fosforklasse 4 ligt.



Tabel 209: Algemene bodemkarakterisering

Achter de schuur		pH KCl	C	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL
Streefdoel		6.5-7	1.2-1.6	13-21	15-23	9-16	178-391	3.4-6.7
Jaar	grondsoort							
2003	Leem	6.9	1.5	51	42	18	235	2.3
2006	Lichte leem	6.9	2.3	51	47	20	297	2.8
2010	Lichte leem	7.2	1.55	51	47	24	294	2.7
2014	Lichte leem	6.9	2	49	42	33	324	1.7
2017	Lichte leem	6.3	1.3	37	26	23	208	1.3

Teeltverloop

- Gerst werd geoogst op 29 juni 2020.
- Het stro werd ingewerkt op 1 juli, nadat er 50 ton effluent per ha werd uitgereden. Stro inwerken gebeurde met een breker met ganzevoeten, gevolgd door een rotoreg voor betere vermenging met de bodem.
- Op 3 juli werd raaigras als groenbedekker ingezaaid. Tijdens de oogst bleken heel wat korrels uit de aren te zijn gevallen, waardoor enkele weken nadien gerst opnieuw opkwam en over het kiemende raaigras als groenbedekker heen groeide, zie overzichtsfoto van het perceel op 12 augustus 2020 (Figuur 217).
- De zomer van 2020 verliep zeer droog tot half augustus.
- 27 augustus werd 13 ton/ha stalmest uitgereden, waarbij één strook zonder stalmest. Om de stalmest emissiearm onder te werken werd besloten twee stroken van het perceel de groenbedekker na toepassing van de stalmest opnieuw in te zaaien. De dosering van de stalmest werd afgestemd op de gemeten minerale N-reserve, de veronderstelde N-werking van stalmest en de drempelwaarde van 70 kg residuele N/ha in het najaar in gebiedstype 3.
- Dezelfde dag werd opnieuw een EAG-groenbemester gras met gele mosterd ingezaaid aan 55 kg/ha.



Figuur 217: Algemeen zicht van het perceel op 12 augustus 2020 voor het opzetten van de proef. Gerst is terug sterk opgekomen uit gevallen graan, hier en daar ligt wat gerstestro van voorbije teelt nog bloot en moeilijker zichtbaar is het jonge raaigras in rijen.

- Voorjaar 2021: de landbouwer kiest ervoor om de bodem niet-kerend te bewerken. De raaigrasgroenbedekker werd in het voorjaar afgedood met glyfosaat (Round-up) en oppervlakkig ingewerkt. Gewoonlijk ploegt de landbouwer tijdens de vorst met een ondiepe stoppelploeg. Maar omdat hij de groenbedekker minstens tot 31 januari moet aanhouden en ploegen in het voorjaar de bodem uitdroogt, zeker indien er een droog voorjaar volgt, kiest hij voor niet-kerende landbouw.
- De knolselder werd aangeplant op 29 en 30 mei 2021.
- Er volgt een zeer nat voorjaar en natte zomer
- Door de hevige regens in juli was de bodem in de zomer zeer vochtig. Vanaf half augustus werd er irrigatie gestart, waarbij 2x 20 L/m² werd gegeven.
- De proefoogst van de knolselder gebeurde op 3 november 2021
- De herfst van 2021 was zeer zacht, waardoor de landbouwer de knolselder pas oogstte in de loop van december 2021

Tabel 210: Samenstelling van opgebrachte stalmest

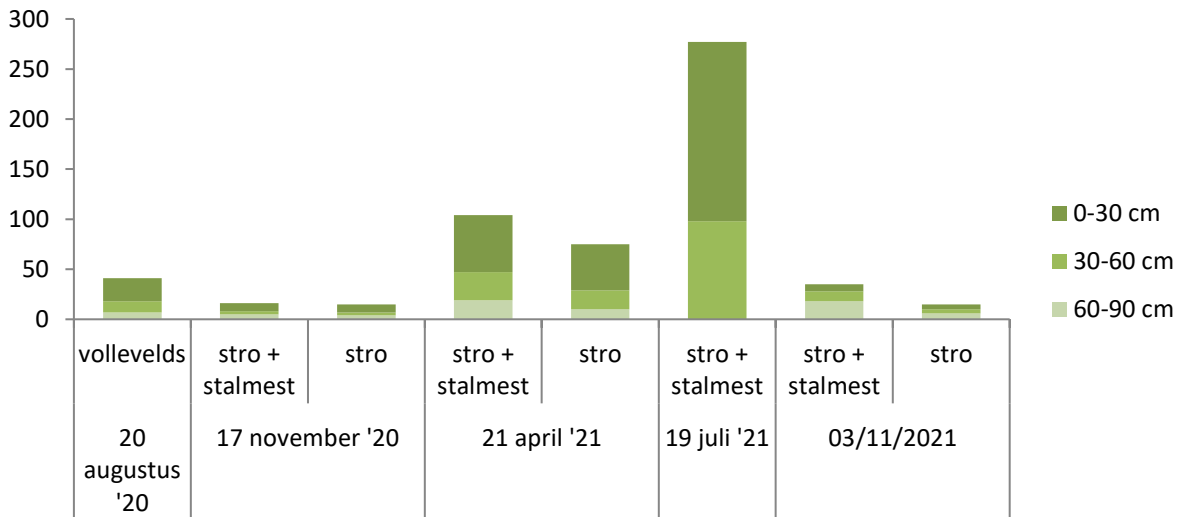
stalmest	OS	N _{tot}	N _{min}	P	K	Mg
kg/ton	175	7.7	0.77	4.6	18.2	1.73

Stikstofverloop

- 20 aug '20: Bij aanvang van de proef was de stikstofvoorraad eerder laag, met in totaal 41 kg NO₃-N/ha, gemeten in perceel met stro en groenbedekker. Daarom was het verantwoord om in de praktijkproef te proberen stalmest toe te voegen aan het ingewerkt stro.
- Op 27 augustus werd 13 ton/ha stalmest uitgereden op één deel van het perceel. Hierdoor werd 100 kg N/ha totaal toegevoegd en 10 kg N/ha minerale N. Nadien werd hier gras met gele mosterd ingezaaid als groenbedekker.
- 17 nov '20: de stikstofvoorraad in de bodem is gezakt tot 15 kg N/ha door een combinatie van opname van stikstof door de groenbedekker (raaigras met gele mosterd) en immobilisatie van stikstof door het stro en stalmest.
- 21 apr '21: de stikstofvoorraad voorafgaand aan het planten werd gemeten. In de strook zonder stalmest en met stro is 65 kg N/ha beschikbaar in de 0-60 cm laag. In de strook met stalmest is 20 kg N/ha meer beschikbaar.
- 29 en 30 mei werden de knolselders geplant. Voor het planten werd een kleine dosis van 50 kg N/ha kunstmeststof toegediend met rijenbemesting om voldoende stikstof voor de start te voorzien.
- Door de hevige regens in juli was de bodem in de zomer zeer vochtig. Vanaf half augustus werd er irrigatie gestart, waarbij 2x 20 L/m² werd gegeven.
- 19 juli '21 werd de stikstofvrijgave van de stalmest opnieuw gemeten. Door de warme en natte omstandigheden werd zeer veel stikstof vrijgezet met een voorraad van 277 kg N/ha. In de strook met enkel stro werd de voorraad niet gemeten.



- 3 nov '21: in de nitraatstikstofresidu periode werd een laag nitraatstikstofresidu van 15 kg N/ha en 35 kg N/ha gemeten in de strook met respectievelijk stro en stro met stalmest.



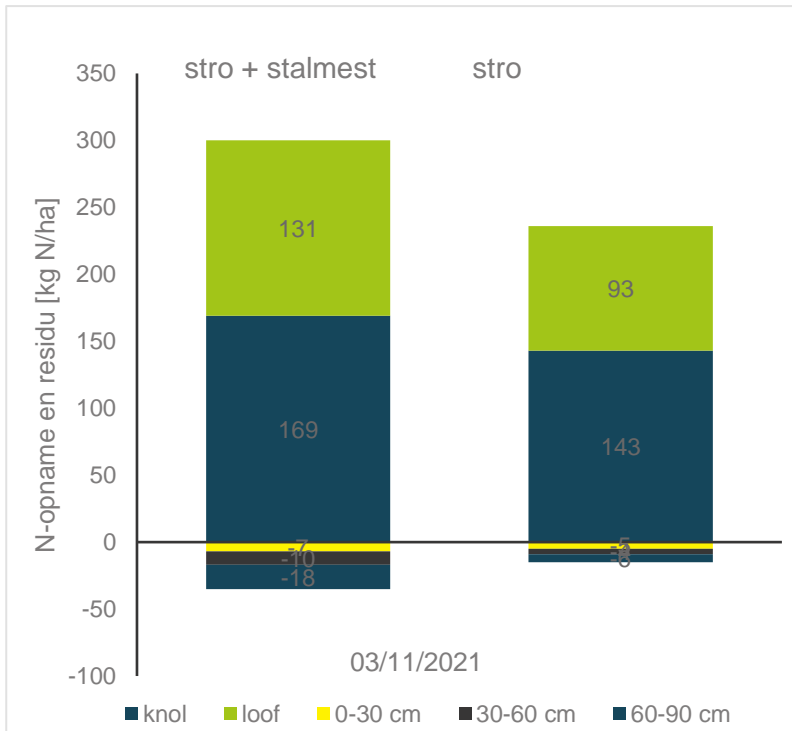
Figuur 218: Stikstofverloop

Opbrengst en kwaliteit

De proefoogst vond plaats op 3 november. In de strook waarop stro en stalmest is toegebracht, was er een opbrengst van 91,6 ton knolselder per hectare. De knollen waren groter en het waren er gemiddeld 35,5 per plot (42.200 per hectare). Dat is significant meer dan in de strook waar enkel stro is toegebracht. Daar was er een opbrengst van 81,7 ton/ha en gemiddeld 34,5 stuks per plot (41.100 per hectare). Het opbrengstverschil was resp. 12% (in ton/ha) en 2,7% (in stuk/ha). De landbouwer wordt vergoed per stuk.

De nutriëntensamenstelling werd in beide stroken bepaald voor zowel het loof als de knollen. En zowel de loof- als knolopbrengst werd gemeten om de totale stikstofopname te bepalen. De opname van stikstof was een pak hoger in de strook met stalmest en stro, met name 300 kg N/ha, terwijl de opname van stikstof in de strook met enkel stro lager was met 235 kg N/ha. Het merendeel van de surplus aan stikstof (40 kg N/ha) werd opgenomen in de bladeren. Deze komen terug op het veld na de oogst en zorgen na afbraak opnieuw voor een vrijzetting van stikstof.





Figuur 219: N-opname en minerale N residu

Tabel 211: Samenstelling knolselder op 3 november 2021

strook	deel	DS	N	P	K	Mg	Ca	Na
		%	% op DS	% op DS	% op DS	% op DS	% op DS	% op DS
Stro en stalmest	Knol	10.1	1.73	0.59	3.85	0.16	0.47	0.54
	Loof	13.8	2.32	0.219	2.37	0.31	3.51	0.66
stro	Knol	10.1	1.83	0.62	4	0.154	0.43	0.372
	Loof	13.2	3.01	0.334	3.14	0.313	3.37	0.75

Tabel 212: Opbrengst en opname van knolselder in beide behandelingen

strook	deel	Stuks	opbrengst	N	P	K	Mg	Ca	Na
		#/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Stro	Knol	41.100	81.690	143	49	318	13	39	45
	Loof		28.910	93	9	95	12	140	26
	Totaal	41.100		235	57	412	26	179	71
Stro en stalmest	Knol	42.200	91.610	169	57	370	14	40	34
	Loof		33.020	131	15	137	14	147	33
				300	72	507	28	187	67
t-test		0.0498	0.0151	0.001	0.001	0.001	0.060	0.311	0.213

Microbiële koolstof en HWC

De microbiële biomassa is gemeten na staalname op 3 november 2021. En was 233 mg C/kg DS in de strook met enkel stro en 157 mg C/kg DS in de strook met stro en stalmest.

Tabel 213: Hoeveelheden microbiële koolstof en heet water extraheerbare koolstof.

		object	
		Stro	Stro en stalmest
Microbiële biomassa	mg/kg droge bodem	233	157
HWC	mg/kg droge bodem		

Logistieke aspecten

Het stro bleef na de oogst staan en werd volledig ingewerkt zonder te hakselen. De stalmest is afkomstig van de veehouder zelf en werd gespreid door een loonwerker. Daartegenover staat dat er minder werk is voor het oogsten, in balen persen en afvoeren van het stro.



Economische aspecten: investeringen, kosten, inkomsten

Tabel 214: Investerings, kosten, inkomsten

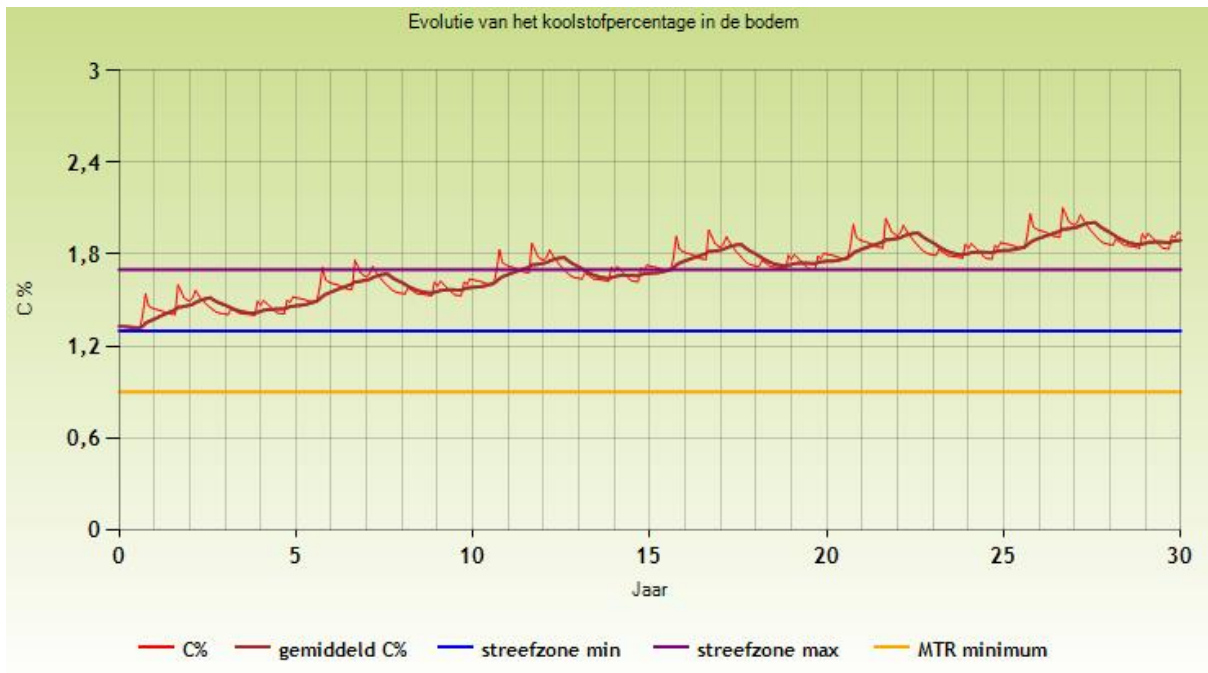
kosten		bespaard	
- Gemiste verkoop stro	€425, €85 per ton stro en 5 ton/ha	- Stro persen en afvoeren	€100
- Stalmest op stro spreiden en inwerken	€130		
Totaal	€555		€100

Het stro laten liggen kost ongeveer €325 per hectare vooral door de gemiste stro-opbrengst. Stalmest spreiden en inwerken kost nog €130 per hectare. Gerstestro brengt ongeveer 410 kg EOC/ha meer aan dan gerst waarbij stro wordt afgevoerd (gerst met stro ingewerkt 1500 kg EOC/ha – gerst met stro afgevoerd 1090 kg EOC/ha (code goede praktijk bodembescherming, 2015)). Zo kost een kg effectieve organische koolstof van **gerstestro ongeveer €0,79/kg EOC**. Tien ton stalmest bevat ongeveer 460 kg effectieve organische koolstof. Zo kost koolstofaanvoer **vanuit stalmest ongeveer €0,22/kg EOC**.

Effect op de bodem organische stof op lange termijn- simulatie met Demeter-tool

Voor de berekening van de evolutie van het organisch koolstofgehalte werd uitgegaan van een rotatie met wintertarwe, wintergerst + raaigras, knolselder, suikerbieten, mais. Bij wintertarwe werd het stro afgevoerd, bij wintergerst blijft ze op het veld. Verspreid over de volledige rotatie van 5 jaar wordt 40 ton/ha stalmest en 35 ton/ha GFT-compost opgevoerd. Met deze rotatie stijgt het koolstofgehalte lichtjes naar 1,9% op 30 jaar.





Figuur 220: Evolutie van het koolstofpercentage in de bodem.

Discussie

Uit bovenstaande proef bleek dat ingewerkt stro waarop stalmest toegediend werd, niet zorgt voor extra vrijzetting van stikstof in het najaar, tenminste in combinatie met een groenbedekker. Het daaropvolgende seizoen werd de extra vrijzetting van stikstof wel duidelijk. Vooral tijdens de natte zomer en druppelirrigatie kwam veel stikstof vrij uit organische stof. Tegen de oogst was de stikstof bijna volledig opgenomen door de knolselder. Het surplus aan stikstof kwam vooral in het loof terecht.

Ook in internationale literatuur werd het effect van stro en stalmest onderzocht. Garnier toonde aan dat stro in de eerste twee maanden 40 kg N/ha immobiliseerde en dat nadien langzaam weer vrijgaf tot een netto immobilisatie van 20 kg N/ha. Stalmest kan door zijn hoge C/N-verhouding ook stikstof immobiliseren. Lehrsch et al. (2016) zagen dat stalmest netto stikstof immobiliseerde in de winter en vroege lente na toediening. Stikstof werd pas in het seizoen vrijgezet en piekte in augustus-september.

In een VLM-project onderzochten onder andere Bodemkundige Dienst van België, ILVO en Inagro het effect van stikstof immobiliserende materialen zoals graanstro (Agneessens et al., 2014). Die optie bleek te kunnen werken. Door 12 ton/ha tarwestro in te werken, werd 30 kg minerale N/ha minder gemeten door de immobilisatie van stikstof. Dit werkt echter enkel als het stro voldoende vroeg kan worden ingewerkt, wanneer de bodem nog warm is (>10°C). Eén van de struikelblokken was toen de kostprijs van het aanvoeren van stro dat aangekocht moest worden. In de context van akkerbouw-matige groententeelt, teelt de landbouwer echter zowel eigen granen als groenten en is deze optie mogelijk wel haalbaar. Een kanttekening die hierbij gemaakt moet worden is dat de opbrengst van stro gemiddeld 4 ton/ha is, wat driemaal lager is dan wat in het VLM-project aangevoerd werd.



Besluit

- Stalmest in combinatie met stro zorgde niet voor extra vrijzetting van stikstof in het najaar. Extra vrijzetting stikstof werd daaropvolgende seizoen volledig opgenomen door knolselder, voornamelijk in het loof.
- Strook met stro en stalmest gaf meer knolselders zowel in aantal stuks, maatsortering en opbrengst in kg/ha.

9.2.6 Ploegen of spitten voor de inzaai van wintertarwe

Bedrijf

De landbouwer is deeltijds leerkracht, deeltijds landbouwer sinds hij het kleinschalig bedrijf van 25 ha overnam van zijn ouders. De percelen volgen een akkerbouwrotatie afgewisseld met seizoenpacht met naburige landbouwers die volgens contract met de diepvriesindustrie telen en voornamelijk struikbonen, wortelen en ook plantaardappelen zetten. Bijgevolg is de rotatie plantaardappelen, tarwe of gerst, suikerbieten, maïs, wortelen of struikbonen, waarbij de teelten minstens 1/4, praktisch altijd 1/5 jaar geteeld worden.

Proefopzet

De landbouwer is geïnteresseerd in gereduceerde bodembewerking, maar heeft er nog geen ervaring mee. Tot nog toe trok hij in het najaar de grond los met een diepe rechte tand (45 cm) en ploegde vervolgens om dan de grond zaaiklaar te leggen. Voor een zomerteelt gebeurt het ploegen in het daaropvolgende voorjaar. De landbouwer gebruikte de diepgronder in het najaar al, zodat de bodem opengebroken was en winterneerslag makkelijker de bodem binnendrong. De landbouwer is geïnteresseerd om de bodembewerking met ploegen te vervangen door spitten. Spitten gebeurt in de bovenste 10-15 cm. Dat is oppervlakkiger in vergelijking met ploegen dat gewoonlijk op 23 of zelfs 30 cm diepte gebeurt. Zo wordt de bodemlaag eronder niet verstoord.

Gereduceerde bodembewerking werd voor het eerst toegepast voor het inzaaien van wintertarwe, waarbij de diepgronder werd gebruikt om de bodem diep te beluchten en infiltratie in de winter te bevorderen, gevolgd door een spittrees om de bodem zaaiklaar te leggen. Dit gebeurde op een helft van het perceel, terwijl de andere helft volgens de gewoonte van de landbouwer (diepgronden + ploegen) gebeurde.





Figuur 221: diepgronder gebruikt om het perceel te beluchten.

Logistieke aspecten

De plantaardappelen op het perceel werden half september gerooid en het perceel werd nadien belucht met een diepgronder (Figuur 222). Één helft van het perceel werd op 23 oktober geploegd en ingezaaid met zaaicombinatie (schudeg met zaaimachine). De andere helft van het perceel werd bewerkt met een spitfrees in combinatie met een zaaimachine. Dit gebeurde door een loonwerker. Het inzaaien van de wintertarwe gebeurde op dezelfde dag.





Figuur 222: Na diepgronden half september werd het perceel in oktober zaaiklaar gelegd. boven: ploegen gevolgd door een zaai combinatie (schudeg met een zaaimachine). Onder: rechterhelft perceel spitten en inzaaien door loonwerker.



Algemene bodemkarakterisering

Het perceel heeft een tamelijk hoge pH, een zeer hoog fosfaatgehalte en is ook tamelijk hoog in kalium en magnesium. De grond is zandleem, maar er ligt een ondoorlaatbare kleilaag op 2 m diepte, waardoor het perceel slecht draineert en in de winter snel nat ligt. Daarom werd het perceel gedraineerd in 2015.

Tabel 215: Bodemkarakteristieken proefperceel validatieproef ploegen of spitten voor de inzaai van wintertarwe.

ONTLEDINGSUITSLAGEN EN BEOORDELING

Parameter	Eenheid	Resultaat	Situatie t.o.v. streefzone	Beoordeling
Grondsoort		25 Lichte zandleem		
pH-KCl		6.5		Tamelijk hoog
Totaal organische koolstof (TOC)	%	1.21		Normaal
Fosfor (P-AL)	mg/100 g	58		Zeer hoog
Kalium (K-AL)	mg/100 g	35		Tamelijk hoog
Magnesium (Mg-AL)	mg/100 g	27.0		Hoog
Calcium (Ca-AL)	mg/100 g	218		Normaal
Natrium (Na-AL)	mg/100 g	4.7		Normaal

Voorgeschiedenis perceel (teelten, groenbemesters, bemesting, droogte, etc.)

Het perceel volgde de rotatie tarwe (2017), bonen (2018), spruiten (2019), plantaardappelen (2020). Het perceel werd eveneens behandeld met PRP (een product dat bodemleven zou stimuleren en verdichting verminderen) aan 200 kg/ha en een zbw van 50%.

Teeltverloop

Het inzaaien van de wintertarwe gebeurde op 23 oktober 2020. De zaaioomstandigheden waren tamelijk nat zowel bij het ploegen als het spitten, maar er trad geen structuurschade op bij de bewerkingen. Het natste deel van het perceel (aan de weg) heeft de landbouwer niet ingezaaid, omdat het te nat was (0.15 are).

- Half september: diepgronden hele perceel
- oktober: ploegen gevolgd door zaaiklaar leggen met schudeg en inzaaien (23 oktober)
 - o Spitten en inzaaien (23 oktober)
 - o Inzaaien (ras Reform)



- Bemesting in drie fracties
 - o 26/02 : 100 EN (370 kg ammoniumnitraat 27 %N)
 - o 21/04 : 75 EN (280 kg ammoniumnitraat 27 %N)
 - o 07/06 : 4 EN (Folur S bladvoeding 20 L 20%v N, 15 % S)
 - o 14/06 : 4 EN (Folur S bladvoeding 20 L 20 %v N, 15 % S)
- 15 augustus: tarweoogst
- Na wintertarwe: lichte dosis 20 ton/ha stalmest en effluent. Nu groenbemester.

Het groeiseizoen dat volgde op de zaai was erg nat van mei tot en met augustus 2021. De wintertarwe werd algemeen later geoogst, omdat het vochtgehalte lang te hoog bleef om te kunnen oogsten. De proefoogst gebeurde op zondag 15 augustus.

Stikstofverloop

In het voorjaar (23 februari 2021) werd een stikstofstaal (0-90 cm) genomen in beide helften van het perceel. De minerale stikstofvoorraad was er eerder laag met 60 en 69 kg N/ha in respectievelijk het geploegde en gespitte deel en verschilde niet tussen beide bodembewerkingen. De bemesting gebeurde vollevelds, zonder onderscheid tussen de objecten.

Opbrengst en kwaliteit

De opbrengst en samenstelling van de tarwe werden bepaald op 15 augustus in samenwerking met LCG (landbouwcentrum granen). De gemiddelde opbrengst in de geploegde strook was $10,3 \pm 0,07$ ton/ha. In de gespitte strook was de opbrengst gemiddeld $9,5 \pm 0,18$ ton/ha. De opbrengst tussen de beide stroken was significant verschillend. Het drogestofgehalte en stikstofinhoud waren nagenoeg dezelfde met 87% droge stof en 1,94-1,95 % N op droge stof.

Tabel 216: Droge stof en nutriëntengehalten

	DS	N	P	K	Mg	Ca
	%	% op droge stof				
Ploegen	87	1.94	0.44	0.66	0.156	0.048
Spitten	87	1.95	0.41	0.66	0.151	0.052

Hoewel de proef in stroken gebeurde (niet-gerandomiseerd) zijn de opbrengstverschillen toch opvallend, want de stroken waren aangelegd dwars op de heterogeniteit van het perceel. Daardoor kan een deel van de variatie in het perceel uitgesloten worden. Een mogelijke verklaring voor de lagere opbrengst op het gespitte deel zijn de natte bodemomstandigheden bij zaai en het natte seizoen 2021. Ploegen verlucht de bodem en droogt hem uit, terwijl bij gereduceerde of niet-kerende bodembewerking het bodemprofiel vaak langer nat blijft. Daarnaast kan op korte termijn de infiltratiesnelheid afnemen in vergelijking met ploegen, waardoor regenwater minder snel doordringt naar diepere lagen. In het afgelopen natte jaar kan dit de opbrengst eerder negatief beïnvloed hebben.



Logistieke aspecten

De landbouwer heeft een eigen diepgronder die hij gebruikt voor het beluchten van de bodem. Ploegen doet hij eveneens met een eigen ploeg en kost ongeveer twee uur per hectare met een 3-scharige ploeg. Spitten gebeurde door een loonwerker.

Economische aspecten: investeringen, kosten, inkomsten

Ploegen kost de landbouwer naar schatting € 60-70 per hectare, waarbij afschrijving van de ploeg, diesel en eigen arbeid is meegerekend in de kosten. Het spitten gebeurde door een loonwerker. Op dit perceel van 0,6 ha kostte het loonwerk voor het spitten €66 excl. BTW. Rekening houdende met het feit dat het gaat om een klein perceel, zijn de kosten tussen zelf ploegen en spitten in loonwerk ongeveer dezelfde. Een diepgronder en spitmachine worden allebei 15% terugbetaald door VLIF.

Effect op de bodem organische stof op lange termijn

Uit literatuurstudie blijkt dat niet-kerende bodembewerking een geringe bijdrage heeft aan het behoud van organische stof in de bodem. Wat wel duidelijk is, is dat organische stof zich sterker in de bovenste bodemlagen gaat concentreren en minder in de bodemlagen daaronder. Meurer et al. (2018) vergeleken niet-kerende en kerende bodembewerkingen op dezelfde percelen in boreale en gematigde klimaten. Aan de hand van 27 vergelijkende proefvelden ziet men na 10 tot 50 jaar niet-kerende bodembewerking een verschil van gemiddeld 3,2 ton C/ha in de 0-30 cm laag. Dat gemiddelde verbergt grote verschillen. Op de meeste proefvelden is het effect neutraal tot licht positief, terwijl bij andere proefvelden lagere hoeveelheden koolstof werden gemeten onder niet-kerende bodembewerking. Van diepere bodemlagen (0-60 cm) is enkel data over directzaai bekend. Wanneer een groter deel (0-60 cm) van het bodemprofiel beschouwd wordt, verkleint het verschil naar 1,1 ton C/ha na 10 tot 50 jaar sinds de omschakeling. Omgerekend naar jaarlijkse koolstofopslag, gaat het om 0,21 ton C/ha/j en minder dan 0,1 ton C/ha/j, ofwel 0,77 ton CO₂/ha/j en minder dan 0,37 ton CO₂/ha/ja, in de 0-30cm en 0-60cm lagen respectievelijk.

Hierbij moeten we wel de opmerking maken dat spitten een ondiepe, maar weliswaar nog behoorlijk intensieve bodembewerking is. De bovenste 5 tot 15 cm wordt losgewoeld, waardoor hier de bovenste laag belucht wordt. Mogelijks leidt dit ook tot afbraak van koolstof in de bovenste lagen. Het effect van niet-kerende bodembewerking op perceelsniveau is zeer uiteenlopend en daarom niet opgenomen in digitale tools zoals de demetertool of de CSLIM.

Besluit

De landbouwer werkt al langer met een diepe tand om de bodem open te breken zodat neerslag in de winter makkelijker infiltreert en draineert. Het perceel is van nature nat door een ondoordringbare kleilaag op 2 meter diepte, maar werd sinds 2015 kunstmatig gedraineerd. Voor het zaaien ploegt hij gewoonlijk de bodem om hem zaaiklaar te leggen. Binnen deze proef werd gekozen om het ploegen te vervangen door een minder diepe bodembewerking, namelijk spitten. De helft van het perceel werd geploegd en de andere helft gespuit voor het inzaaien van de wintertarwe. 2021 was een erg nat jaar, met terugkerende hevige stortbuien, waardoor de oogst van de wintertarwe later viel. Na opbrengstbepaling bleek dat de opbrengst van de wintertarwe aanzienlijk lager was in de strook met een gereduceerde bodembewerking (spitten) dan in de strook die geploegd werd. Vermoedelijk draaide het natte jaar uit in het nadeel van spitten, omdat bij spitten de bodem minder verlucht wordt dan bij ploegen.



9.3 VALIDATIEPROEVEN PITFRUIT

9.3.1 Bevorderen van fosforvrijzetting en opname van mineralen bij Conference

Het geïntegreerd pitfruitbedrijf teelt peren en appels van verschillende rassen (hoofdras Conference, Jonagold, daarnaast ook wat Doyenné).

De teler werkt al jaren met varkensdrijfmest waardoor hij een hoog P-gehalte heeft in de bodem. Op 1 perceel had hij een 10-tal jaar geleden bomen die uitvielen. De kop van de boom viel stil met groeien waardoor de peren geel werden. De groeikracht was volledig weg. Dit gebeurde na een droge periode toen de bomen 3 of 4 jaar oud waren. Na een paar jaar herstelden de bomen niet en is hij bij de stilgevallen bomen de koppen gaan uitzagen. Er werden nieuwe scheuten gemaakt en de bomen zijn terug vertrokken. Op aanraden van een voorlichter van PCFruit werd er extra P gestrooid en hij vermoedt dat dit de groei in de bomen heeft gestimuleerd door de aanmaak van nieuwe wortels. Hierdoor denkt hij dat de P-bodemvoorraad gefixeerd is en onvoldoende ter beschikking komt van de bomen. De landbouwer is met andere woorden op zoek naar een manier om voldoende groeikrachtige bomen te hebben zonder teveel fosfor toe te dienen.

Voorgeschiedenis perceel

Het perceel is niet uniform in bodemtextuur en voorgeschiedenis. Onderaan het perceel is de bodem eerder lemig en groeien de bomen vrij sterk. De rest van het perceel is zandleem. Bovendien vermoedt de landbouwer dat er nog loopgraven van WOII in dit perceel hebben gelegen die nadien zijn opgevuld, deze hypothese kon echter worden ontkracht na overleg met een onderzoeker van het Vlaams Instituut voor Onroerend Erfgoed (VIOE).

Eén deel van het perceel werd voor aanleg ingezaaid met Tagetes om nematoden terug te dringen. De bomen die hier staan groeien goed en dit gedeelte is vrij homogeen. Andere delen werden ontsmet met DD deels vollevelds, deels enkel de zwartstrook. Bij de volleveldstoepassing is de groei van de bomen goed. Waar enkel de zwartstrook is behandeld is de groeikracht zwakker. Dit zou er kunnen op wijzen dat er vanuit de grasbaan opnieuw meer aaltjes naar de zwartstrook zijn gemigreerd waardoor dat de bomen geen ideale start hebben gemaakt.

De bemesting gebeurt jaarlijks in het voorjaar met varkensdrijfmest in de zwartstrook, dat was lang aan een dosis van 12 ton/ha. In 2019 werd de dosis teruggedrongen naar 8 ton/ha. De zwakke bomen kregen wel nog extra paardenmest (25 ton/ha). De stikstofbehoefte wordt verder nog aangevuld met minerale meststoffen (Vroeger KAS, nu 120 kg/ha $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 18 \text{ E N}$) in de zwartstrook. In totaal voegt de landbouwer ongeveer 70 tot 80 kg werkzame stikstof toe, wat eerder veel is voor pitfruit. Op de lemige grond resulteert dit in een vrij sterke groei (bomen werd in het verleden al gewortelsnoeid om de groei te remmen). Op de zandleemgrond zit de groei goed (uitgezonderd het perceel met uitval).

Uit eerdere proefveldstalen met de P-AL metingen, waaronder ook in de zwakke locatie, blijkt het fosfaatgehalte zeer hoog te zijn met 69 mg P/100 g DS vermoeden de onderzoekers geen gebrek aan fosforbeschikbaarheid. Er werd een vervroegde meting met P-CaCl₂ gedaan om dit te bevestigen of ontcrachten. Uit een metingen bleek dat op de locatie met de zwak groeiende bomen zowel de plantbeschikbare fosforvoorraad (P-AL: 42 mg/100 g) als de onmiddellijk beschikbare fosfor op 14/4/2020 (P-CaCl₂ 7,023 g/kg DS) hoog waren* . Hier is dus geen probleem met fosforbeschikbaarheid. Ook hogerop in het veld waar de bomen goed groeien, is de



fosforvoorraad (P-AL 67 mg/100 g DS) zeer hoog en de onmiddellijk beschikbare fosfor op 14/4/2020 (P-CaCl 17.96 mg/kg DS) zeer hoog*. Op deze locatie is dus eveneens geen probleem met fosforbeschikbaarheid. De hypothese van de teler, nl. dat er onvoldoende fosfor is die makkelijk beschikbaar is voor de bomen kan op deze manier ontkracht worden.

*uit vergelijking met het rapport P-bodemtest als maat voor fosforbeschikbaarheid:capaciteit en intensiteit? van de overheidsopdracht Milieukundig en economisch verantwoord fosforgebruik

Bladanalyses van 2018 en de jaren voordien tonen eveneens aan dat er geen sprake is van een te lage P-opname. Bij de bladstalen van 2019 zaten de waarden wel te laag, maar zowel op het goede als op het slechte gedeelte. Dit komt vermoedelijk door de droogte. Op basis van 1 jaar met slechtere bladstalen gaan we hier zeer nog niet besluiten dat er te weinig P wordt opgenomen.

Proefopzet 2020

Op een perceel Conference in de Kempen is er een groeigradiënt. Een aantal rijen groeien opvallend zwakker in vergelijking met de rest van het perceel. Volgens de teler zouden er 2 oorzaken kunnen zijn:

- Historisch gezien zouden er volgens de teler loopgrachten uit de 2^{de} WO door het perceel gaan. Maar na overleg met het Vlaams Instituut voor Onroerend Erfgoed (VIOE) kan deze theorie ontkracht worden.
- Verminderde P-opname door immobilisatie. Uit analyses van zowel de plantbeschikbare fosfor (P-AL) als de onmiddellijk beschikbare fosfor (P-CaCl) bleek de fosforbeschikbaarheid geen belangrijke rol te spelen.

Het perceel wordt opgesplitst in een gedeelte met een zwakke groei en een gedeelte met een sterkere groei. Op beide percelen werd eenzelfde schema aangelegd, waarbij het maaisel van de grasbaan naar de boomstrook werd gebracht. Bij de zwakgroeiende bomen werd dit nog gecombineerd met een bodembehandeling met Pt-mix (preparaat met fosfor vrijzettende bacteriën).

Op basis van de bodemanalyse werd geadviseerd om in 2020 geen drijfmest meer te gebruiken. Dit geeft voor 2020 volgend proefschema (Tabel 217).

Tabel 217: Proefschema 2020 validatieproef bevorderen van fosforvrijzetting en opname van mineralen bij Conference

Zwakker groeiende bomen	Klassiek bemest (54 E N via KAS 27%)	Maaisel 3x/jaar	Pt-mix (begin mei + begin juni)
Rij 21	x	x	x
Rij 21 (10 bomen)		x	x
Rij 20			x
Sterker groeiende bomen	Klassiek bemest (47 E N via KAS 27%)	Maaisel 3x/jaar	Pt-mix
Rij 10	x	x	-
Rij 10 (10 bomen)		x	-
Rij 9			-



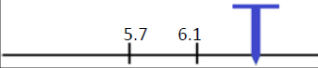
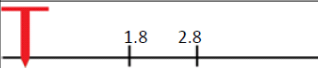
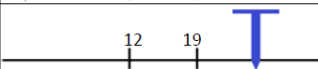
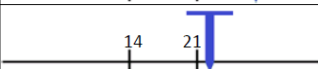
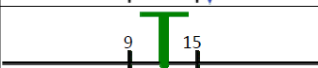
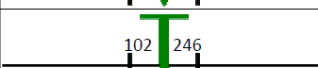
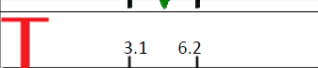
De groenstrook werd gemaaid half juni, waarbij het maaisel op de zwartstrook werd geworpen. Anderhalve maand nadien werd de stikstofvoorraad in het 0-60 cm bodemprofiel van de zwartstrook gemeten, om een effect van de afbraak van het maaisel te meten. Door het droge jaar was de biomassa-productie van het maaisel eerder laag (niet gemeten). Het maaisel werd niet ingewerkt, maar op de zwartstrook geworpen als mulch, waardoor de afbraak ervan langzamer verliep. Zelfs bij staalname op 30 juli bleek nog niet alle maaisel verteerd te zijn.

Resultaten 2020

Standaard bodemanalyse voorjaar 2020

- In het voorjaar van 2020 werd zowel van het zwakke perceel als van het goede perceel een grondstaal genomen:

Tabel 218: Standaard bodemanalyse van het zwakker groeiend perceel op 26 maart 2020

Parameter	Eenheid	Resultaat	Situatie t.o.v. streefzone	Beoordeling
Grondsoort		25 Lichte zandleem		
pH-KCl		6.7		Hoog
Totaal organische koolstof (TOC)	%	1.19		Zeer laag
Fosfor (P-AL)	mg/100 g	42		Hoog
Kalium (K-AL)	mg/100 g	28		Tamelijk hoog
Magnesium (Mg-AL)	mg/100 g	14.0		Normaal
Calcium (Ca-AL)	mg/100 g	198		Normaal
Natrium (Na-AL)	mg/100 g	<0.90		Zeer laag
Plantbeschikbare koper		-		
Plantbeschikbare kobalt		-		
Zwavel (S) totaal		-		



Tabel 219: Standaard bodemanalyse van het sterker groeiend perceel op 26 maart 2020

Parameter	Eenheid	Resultaat	Situatie t.o.v. streefzone	Beoordeling
Grondsoort		25 Lichte zandleem		
pH-KCl		6.4		Tamelijk hoog
Totaal organische koolstof (TOC)	%	1.23		Laag
Fosfor (P-AL)	mg/100 g	67		Zeer hoog
Kalium (K-AL)	mg/100 g	34		Tamelijk hoog
Magnesium (Mg-AL)	mg/100 g	14.0		Normaal
Calcium (Ca-AL)	mg/100 g	206		Normaal
Natrium (Na-AL)	mg/100 g	1.00		Laag
Plantbeschikbare koper		-		
Plantbeschikbare kobalt		-		
Zwavel (S) totaal		-		

Er gebeurde een vervroegde meting van de P-AL en P-CaCl₂ en uit deze metingen bleek dat op de locatie met de zwak groeiende bomen zowel de plantbeschikbare fosforvoorraad (P-AL: 42 mg/100 g) als de onmiddellijk beschikbare fosfor op 14/4/2020 (P-CaCl₂ 7,023 g/kg DS) hoog waren. Er is dus geen probleem met fosforbeschikbaarheid. Ook waar de bomen goed groeien, zijn zowel de fosforvoorraad (P-AL 67 mg/100 g DS) als de onmiddellijk beschikbare fosfor op 14/4/2020 (P-CaCl₂ 17.96 mg/kg DS) zeer hoog. Op deze locatie is dus eveneens geen probleem met fosforbeschikbaarheid.

Bladanalyses van 2018 en de jaren voordien tonen eveneens aan dat er geen sprake is van een te lage P-opname. Bij de bladstalen van 2019 zaten de waarden wel te laag, maar zowel op het goede als op het slechte gedeelte. Dit komt vermoedelijk door de droogte. Op basis van 1 jaar met slechtere bladstalen gaan we hier zeker nog niet besluiten dat er te weinig P wordt opgenomen.

De bodemanalyse laat wel zien dat beide percelen een te hoge pH en een laag koolstofgehalte hebben.



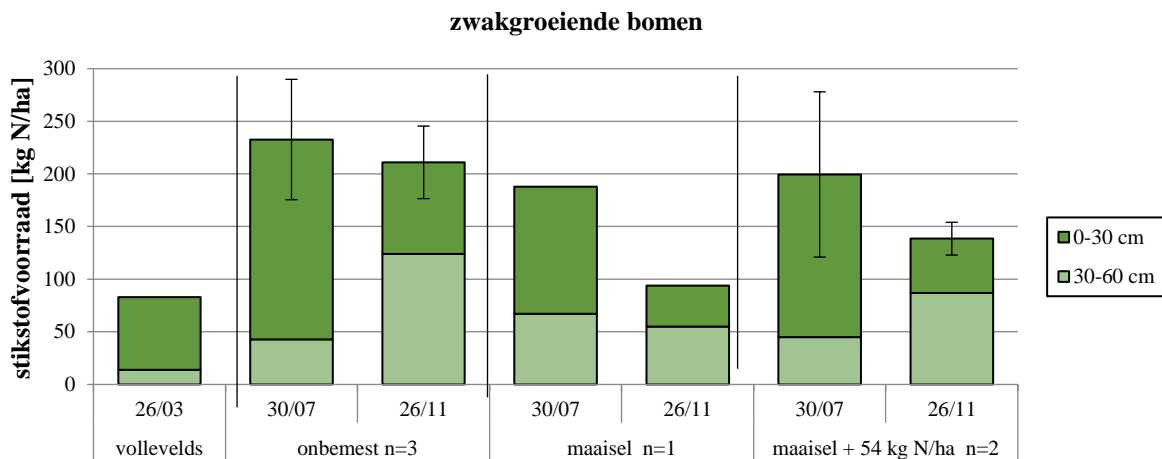
Verloop van de minerale stikstofvoorraad in 2020

In maart werd 54 kg N/ha bemest. Op 26 maart werd het 0-60 cm bodemprofiel vollelds bemonsterd. Hieruit bleken de percelen een stikstofvoorraad van ongeveer 83 kg N/ha (zwak groeiend) en 97 kg N/ha (sterk groeiend) te bevatten.

Zwak groeiende bomen

Opvallend zijn de hoge stikstofvoorraden gaande van 188 tot 233 kg N/ha in de zomer op 30 juli op het perceel met de zwak groeiende bomen, wat ook te zien in het najaar op 26 november. Tussen de zomer en het najaar zakt de stikstof duidelijk uit van de 0-30 cm naar de 30-60 cm laag. De 60-90 cm werd eveneens bemonsterd en bevatte 20 tot 40 kg N/ha (niet in figuur).

Tussen de behandelingen waren er op het zwak groeiende perceel geen significante verschillen door de hoge en variabele stikstofvoorraad die gemeten werd in de zomer en het najaar van 2020. Ook in de onbemeste behandeling is de stikstofvoorraad hoog met 233 kg N/ha en variabel (± 57 kg N/ha). Het bemestingseffect van 54 kg N/ha met $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ en van het maaisel uit de groenstrook komt niet naar voren uit deze resultaten. Er werd ook een behandeling (zonder herhaling) opgezet waar enkel maaisel op de zwartstrook gebracht werd, zonder bijbemesting. Deze volgt dezelfde trend als de rest van het perceel.

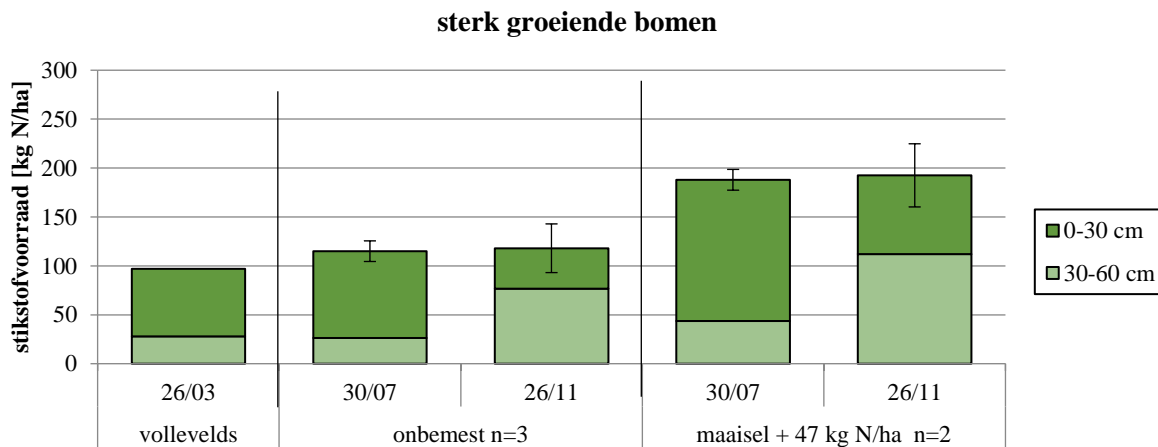


Figuur 223: Stikstofvoorraad in het zwak groeiend perceel. De stikstofvoorraad werd op 26 maart vollelds genomen (16 dagen na bemesting). Op 30 juli en 26 november werd per behandeling bemonsterd om het effect van het maaisel na te gaan vlak na vertering van het maaisel en op de stikstofresidu's in het najaar.

Sterk groeiende bomen

Op het deel met de sterk groeiende bomen was de stikstofvoorraad op 30 juli van het onbemeste deel lager met 115 kg N/ha en minder variabel (± 11 kg N/ha). Tussen het voorjaar en het najaar blijft deze stikstofvoorraad min of meer stabiel, maar zakt ze deels uit naar de 30-60 cm laag. In de behandeling met maaisel en bemesting is de stikstofvoorraad veel hoger met in het najaar 193 tot 201 kg N/ha in de 0-60 cm laag, waarbij een deel van de stikstof al is uitgezakt naar de 30-60 cm laag.

Er is een significant verschil met de behandeling met maaisel en 47 kg N/ha bemesting. Deze was in juli 188 kg N/ha (± 6 kg N/ha) met ongeveer 73 kg N/ha verschil tussen beide behandelingen. Tussen de zomer en het najaar bleef de stikstofvoorraad in beide behandelingen stabiel, maar zakte ze deels uit naar de 30-60 cm laag. Er werd ook een behandeling (zonder herhaling) opgezet waar enkel maaisel op de zwartstrook gebracht werd, zonder bijbemesting. De resultaten worden niet weergegeven, omdat bij de staalname mogelijk op een verkeerde locatie bemonsterd werd.



Figuur 224: Stikstofvoorraad in het sterk groeiend perceel. De stikstofvoorraad werd op 36 maart vollevels genomen (16 dagen na bemesting). Op 30 juli en 26 november werd per behandeling bemonsterd om het effect van het maaisel na te gaan vlak na vertering van het maaisel en op de stikstofresidu's in het najaar.

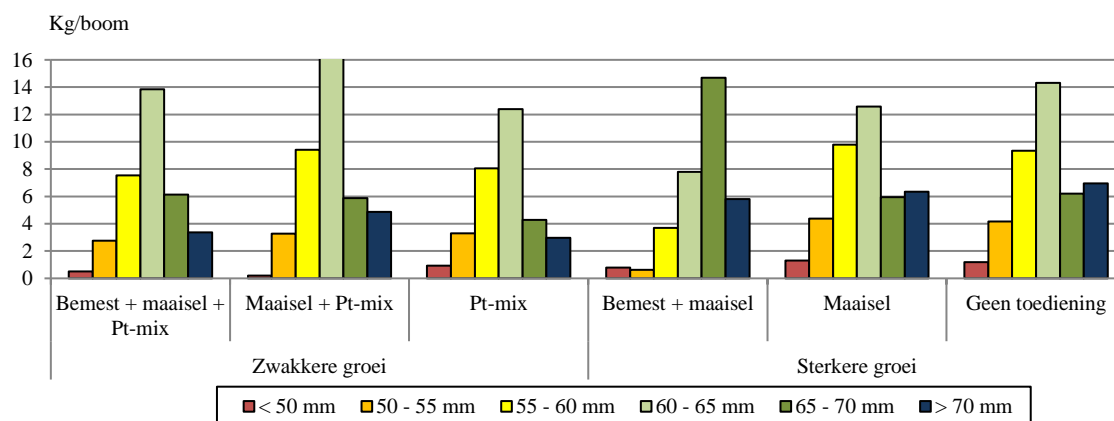
Opbrengstgegevens 2020

Bij de pluk werden van elk object een aantal bomen geplukt om de totale productie en de maatsortering te bepalen. Daar sommige plots te klein waren (slechts 10 bomen) werd er niet overal in herhalingen gewerkt en kan er geen statistische verwerking plaats vinden.



Tabel 220: Productie Conference 2020

Object		Kg/boom	Vruchtgew. (g)	Aantal peren
Zwakker groeiende bomen				
1	Bemest + maaisel + Pt-mix	34.1	163	210
2	Maaisel + Pt-mix	37.4	170	218
3	Pt-mix	31.9	156	204
Sterker groeiende bomen				
4	Bemest + maaisel	40.5	170	238
5	Maaisel	40.3	166	243
6	-	42.2	169	250



Figuur 225: Maatsortering Conference 2020

Vruchtkwaliteit bij de pluk

Bij de pluk en na ULO-bewaring tot begin januari 2021 werd de vruchtkwaliteit bepaald.



Tabel 221: Vruchtkwaliteit bij de pluk en na bewaring

<u>Object</u>	Bij de pluk		Na bewaring	
	Hardheid (kg/cm ²)	Suikergehalte (°Brix)	Hardheid (kg/cm ²)	
Zwakker groeiende bomen				
1	Bemest + maaisel + Pt-mix	6.1	11.6	5.6
2	Maaisel + Pt-mix	6.1	12.0	5.6
3	Pt-mix	6.2	11.9	5.8
Sterker groeiende bomen				
4	Bemest + maaisel	6.1	11.6	5.7
5	Maaisel	6.2	-	5.6
6	-	6.1	11.3	5.6

Blad- en vruchtanalyse

Bij de pluk werd de minerale samenstelling van zowel de vruchten als van de bladeren van de verschillende objecten bepaald.

Tabel 222: Vruchtanalyse bij de pluk

<u>Object</u>	% D.S.	mg/100 g vers gewicht						
		<u>N</u>	<u>P</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>K/Ca</u>	
Zwakker groeiende bomen								
1	Bemest + maaisel + Pt-mix	14.2	53.8	11.0	110	4.6	5.7	24.0
2	Maaisel + Pt-mix	13.8	55.1	10.1	102	4.1	5.5	24.7
Sterker groeiende bomen								
4	Bemest + maaisel	13.5	60.5	11.4	126	4.4	5.4	28.6
5	Maaisel	13.6	53.1	10.9	127	4.4	5.5	29.1
Streefwaarden		-	50-80	9-13	100-150	5.5-8	5.5-8	15-25



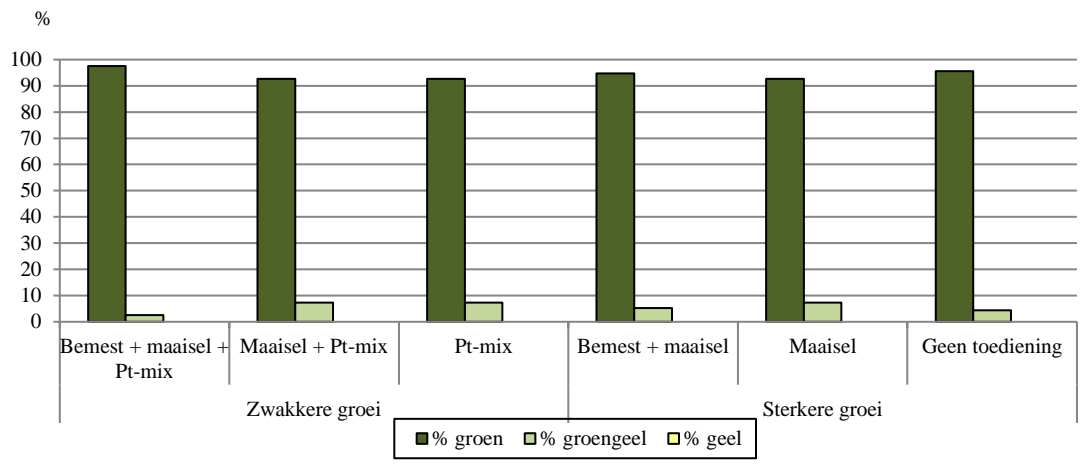
Tabel 223: Bladanalyse bij de pluk

Object	% droge stof					
	N	P	K	Ca	Mg	
Zwakker groeiende bomen						
1	Bemest + maaisel + Pt-mix	2.07	0.12	0.75	1.47	0.27
2	Maaisel + Pt-mix	2.06	0.12	0.72	1.42	0.26
Sterker groeiende bomen						
4	Bemest + maaisel	2.16	0.13	0.86	1.54	0.27
5	Maaisel	2.12	0.12	0.62	1.51	0.26
	Streefwaarden	2.0-2.5	> 0.14	> 0.90	> 1.50	> 0.23

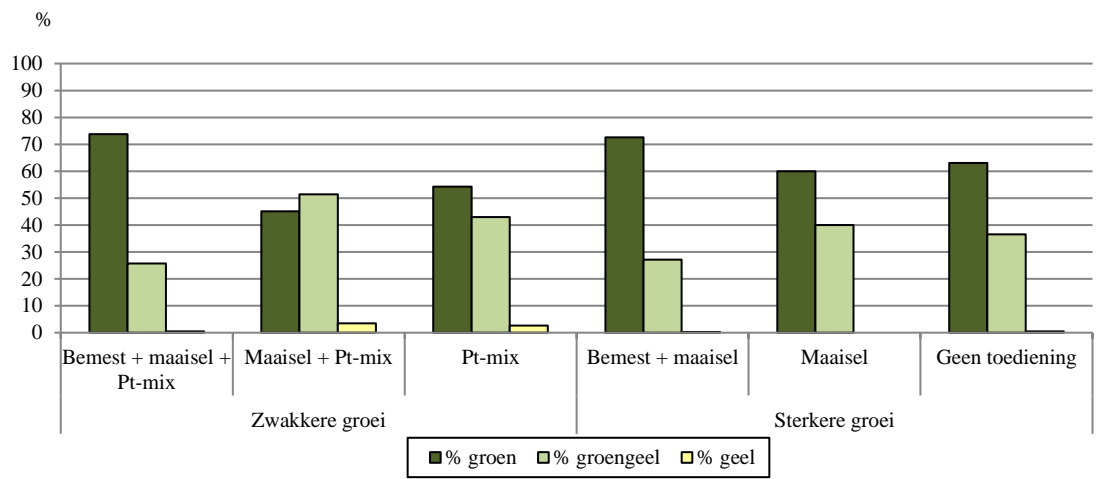
Achtergrondkleur na bewaring

Van elk objecten werden een aantal kisten in ULO bewaard tot begin januari 2021. Via kleursortering werd de achtergrondkleur van de vruchten bepaald. Vervolgens werden de stalen gedurende 8 dagen op kamertemperatuur gezet. Na 4 en na 8 dagen werd de achtergrondkleur opnieuw bepaald. De groene grondkleur staat immers in relatie met het N-gehalte van de vruchten.



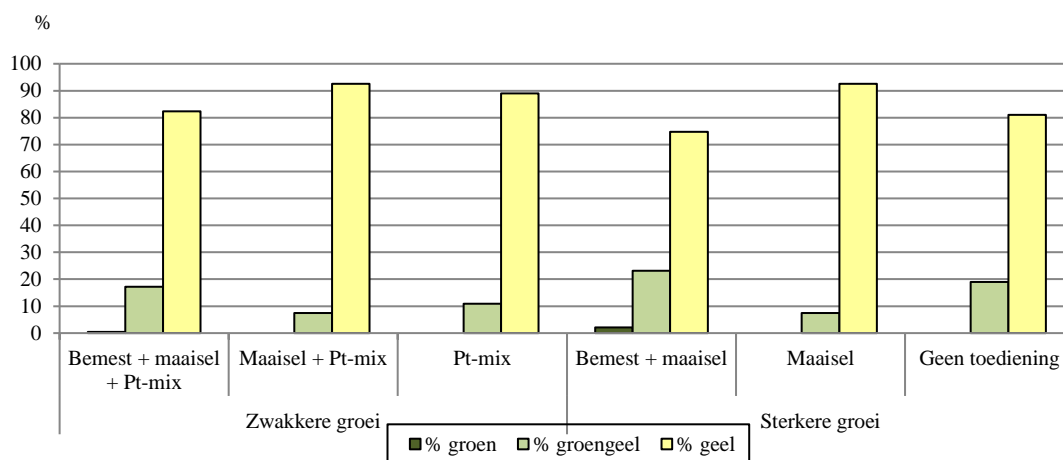


Figuur 226: Achtergrondkleur na ULO-bewaring



Figuur 227: Achtergrondkleur na 4 dagen uitstal





Figuur 228: Achtergrondkleur na 8 dagen uitstal

Proefopzet 2021

In 2021 werd de proefopzet licht gewijzigd tegenover 2020. Wel werden de rijen waarin geen maaisel op de zwartstrook terecht kwam behouden in de proef zoals het jaar voorheen.

Het perceel wordt opgesplitst in een gedeelte met een zwakke groei en een gedeelte met een sterkere groei. Op beide percelen werd eenzelfde schema aangelegd, waarbij het maaisel van de grasbaan naar de boomstrook werd gebracht. Op een deel van de strook met maaisel werd de minerale stikstofgift gereduceerd om te compenseren voor de toevoer van stikstof vanuit het grasmaaisel.

Binnen de proef werd in 2021 niet met drijfmest gewerkt. Dit geeft voor 2021 volgend proefschema.

Tabel 224: Proefschema 2021 validatieproef bevorderen van fosforvrijzetting en opname van mineralen bij Conference

Zwakker groeiende bomen	Maaisel 4x/jaar	adviesgift (60 E N via KAS 27%)	Verminderde gift (40 EN via KAS 27%)
Rij 21 (20 bomen)	x	x	
Rij 21 (20 bomen)	x		x
Rij 20		X	
Sterker groeiende bomen	Maaisel 4x/jaar	adviesgift (50 E N via KAS 27%)	Verminderde gift (30 EN via KAS 27%)
Rij 10 (25 bomen)	x	x	
Rij 10 (25 bomen)	x		x
Rij 9		X	



De zwartstrook werd met KAS27% N bemest op 5 maart. De groenstrook werd vier keer per jaar gemaaid, nl. op 10 juni 2021, 2 juli, 29 juli en 21 augustus en het gras op de zwartstrook geworpen. Op drie plaatsen werd na de eerste en de 3de snede het maaisel bijengeharkt om de biomassa- en nutriëntenaanvoer te bepalen. Dit gebeurde aan weerszijden van de bomenrij op 20 meter lengte. De aanvoer van de 2de en 4de snede werden geschat in vergelijking met de vorige sneden.

De stikstofvoorraad van dit perceel werd opgevolgd op 22 februari (voor bemesting), 29 juli (bij de derde snede) en 2 september (bij de oogst). Dit gebeurde met één mengstaal per behandeling, zonder herhalingen

Aanvoer maaisel uit groenstrook

De biomassa-aanvoer van het maaisel werd na de eerste en derde snede gemeten in drie herhalingen en de samenstelling (mengmonster) geanalyseerd. De biomassa-aanvoer in de tweede en vierde snede werd geschat in vergelijking met de voorgaande. Op het zwak- en sterkgroeiend gedeelte ging het in totaal over respectievelijk 2,6 en 2,2 ton DS per ha, waarbij vooral van de eerste twee sneden een grote biomassa van de groenstrook kwam. De bijdrage van de laatste maaibeurten was eerder beperkt.

Tabel 225: Biomassa-aanvoer van het maaisel van de verschillende snedes

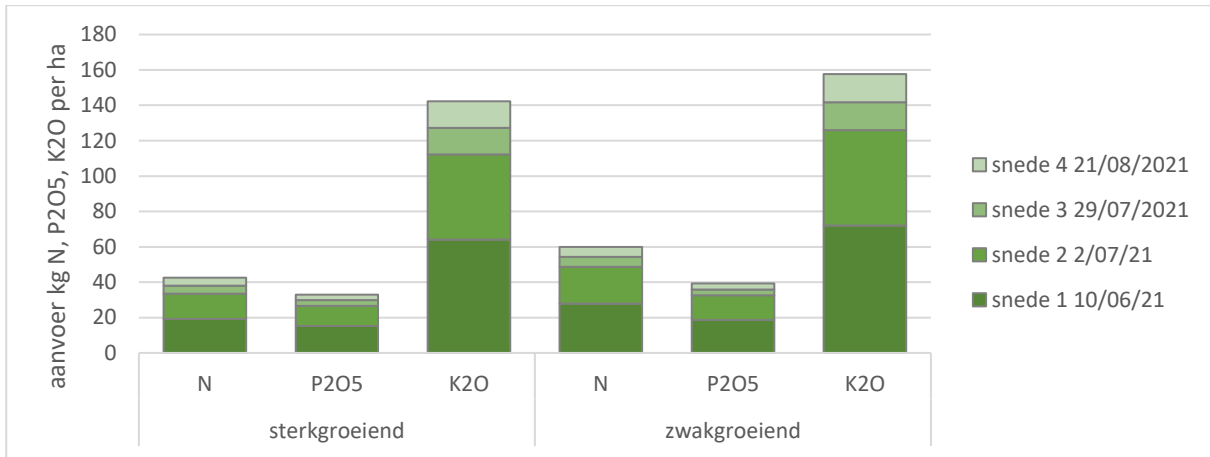
	totaal kg DS/ha	1 10/6/21 kg DS/ha	2 2/07/21 kg DS/ha	3 29/07/21 kg DS/ha	4 21/08/21 kg DS/ha
Zwakgroeiend	2620	1280 ± 22	75% snede 1	190 ± 17	≈ snede 3
Sterk groeiend	2200	1050 ± 66	75% snede 1	180 ± 17	≈ snede 3

De samenstelling van het maaisel werd bij de eerste en de derde snede bepaald en op basis daarvan de aanvoer van nutriënten berekend. Daarbij werden de elementen P, K, Mg en Ca omgerekend naar P₂O₅, K₂O, MgO en CaO om hun bijdrage aan de nutriëntenaanvoer te vergelijken met bemestingsadvies. Met het geheel aan maaibeurten wordt vooral veel kalium van de groenstrook naar de zwartstrook verplaatst, zo'n 140-160 kg K₂O/ha. De hoeveelheid stikstof die verplaatst wordt bedraagt 40 tot 60 kg/ha.

Tabel 226: Samenstelling van het maaisel

	snede	N % op DS	P % op DS	K % op DS	Mg % op DS	Ca % op DS
zwakgroeiend	1	2,17	0,317	2,33	0,201	0,73
	3	2,96	0,383	3,47	0,23	0,93
sterkgroeiend	1	1,82	0,316	2,53	0,216	0,7
	3	2,54	0,93	6,8	0,53	2,02





Figuur 229: Aanlevering van nutriënten met de verschillende maaibeurten in 2021.

Stikstofverloop 2021

N-index voorjaar 2021

OP 22 februari werd in de in 2020 beschouwde rijen een bodemstaal genomen om de N-index en de bemestingsgift voor 2021 te bepalen.



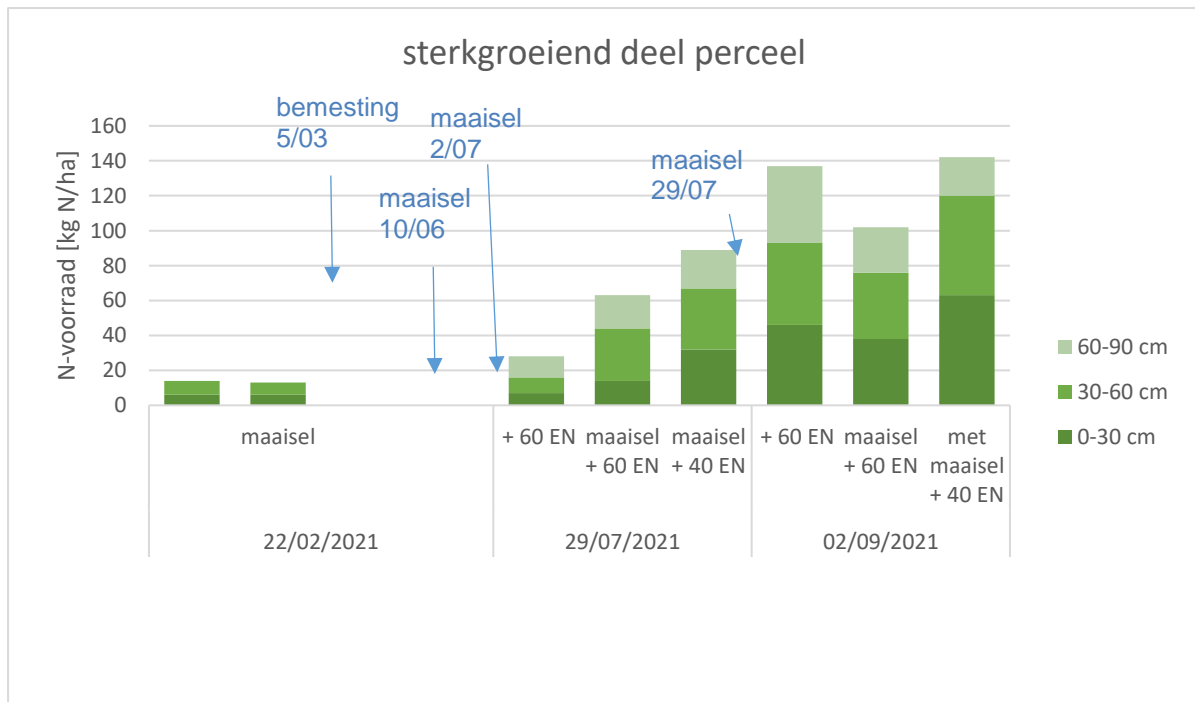
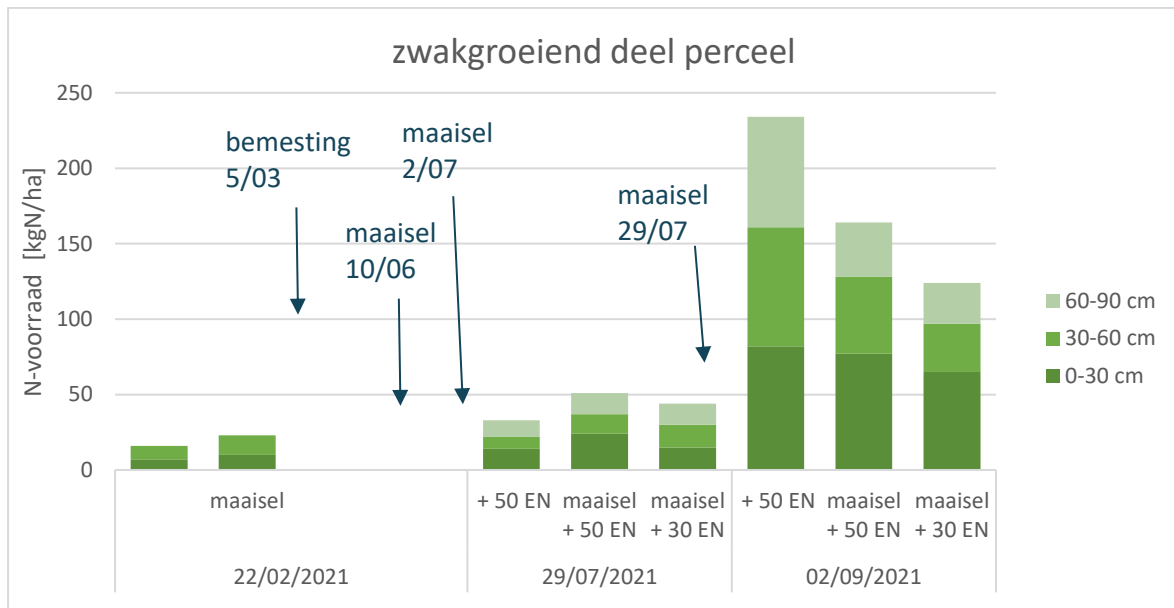
Tabel 227: N-index en bemestingsadvies voor 2021

Bodemlaag		Grondsoort	Nitraat -N (NO ₃ ⁻ -N) Kg N/ha	Ammonium N (NH ₄ ⁺ -N) Kg/ha	Zuurtegraad (ph-KCl)	Totaal organische koolstof (TOC) %	Bemestings- advies (kg/ha strook)
Zwak groeierend	0-30 cm	zandleem	10	<4	6.3	1.58	44
	30-60 cm		13	<4	N-index 122		
	Minerale N-reserve (0-60 cm)		23	<8	lager dan normaal		
Zwak groeierend + maaisel	0-30 cm	zandleem	7	<4	6.2	1.27	48
	30-60 cm		9	<4	N-index 114		
	Minerale N-reserve (0-60 cm)		16	<8	lager dan normaal		
Sterk groeierend	0-30 cm	zandleem	6	<4	6.3	1.11	52
	30-60 cm		8	<4	N-index 106		
	Minerale N-reserve (0-60 cm)				lager dan normaal		
Sterk groeierend + maasiel	0-30 cm	Lichte zandleem	6	<4	6.3	1.25	60
	30-60 cm		7	<4	N-index 89		
	Minerale N-reserve (0-60 cm)				Zeer laag		

Minerale N-voorraad tijdens het seizoen

Op 29 juli en 2 september werden de verschillende plots bemonsterd om het effect van de bemesting en de toevoer vanuit maaisel op de N-beschikbaarheid op te volgen. Stalen werden telkens in de zwartstrook genomen met één staal per behandeling. In het voorjaar werd een lage stikstofvoorraad teruggevonden. Bij de meting in de zomer was de stikstofvoorraad opnieuw eerder laag, maar bij de oogst begin september werden in alle behandelingen zeer hoge stikstofvoorraden teruggevonden.





Figuur 230: Minerale N-voorraad tijdens het seizoen voor het zwak en sterk groeiend deel van het perceel



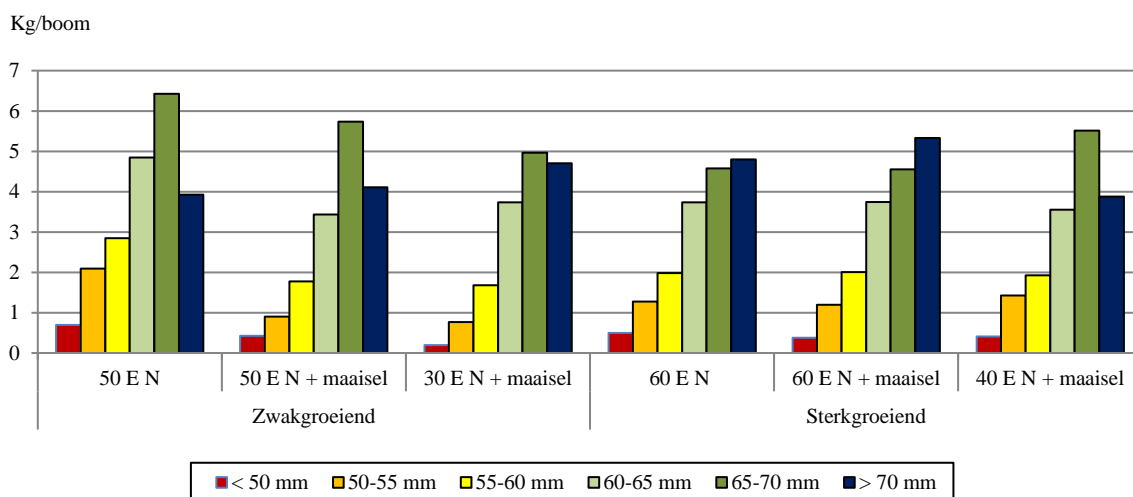
Opbrengstgegevens 2021

De peren werden geoogst op 2 september 2021.

Bij de pluk werden van elk object een aantal bomen geplukt om de totale productie en de maatsortering te bepalen. Daar sommige plots te klein waren (slechts 10 bomen) werd er niet overal in herhalingen gewerkt en kan er geen statistische verwerking plaats vinden.

Tabel 228: Productie Conference 2021

Object		Kg/boom	Vruchtgew. (g)	Aantal peren
Zwakker groeiende bomen				
1	50 kg N	20.8 a	184 b	114 a
2	50 kg N + maaisel	16.4 a	191 ab	86 a
3	30 kg N + maaisel	16.0 a	198 ab	81 a
Sterker groeiende bomen				
4	60 kg N	16.9 a	199 ab	84 a
5	60 kg N + maaisel	17.2 a	206 a	83 a
6	40 kg N + maaisel	16.7 a	200 ab	84 a



Figuur 231: Maatsortering Conference 2021

Vruchtkwaliteit bij de pluk

Bij de pluk en na ULO-bewaring tot begin januari 2021 werd de vruchtkwaliteit bepaald.



Tabel 229: Vruchtkwaliteit bij de pluk en na bewaring

<u>Object</u>	Bij de pluk		Na bewaring
	Hardheid (kg/cm ²)	Suikergehalte (°Brix)	Hardheid (kg/cm ²)
Zwakker groeiende bomen			
1 50 kg N	6.4	13.9	5.3 b
2 50 kg N + maaisel	6.3	13.8	5.1 b
3 30 kg N + maaisel	6.5	13.6	5.6 a
Sterker groeiende bomen			
4 60 kg N	6.2	14.1	5.9 a
5 60 kg N + maaisel	6.2	13.3	5.8 a
6 40 kg N + maaisel	6.5	13.5	5.8 a

Vruchtanalyse

Bij de pluk werd de minerale samenstelling van de vruchten bepaald.

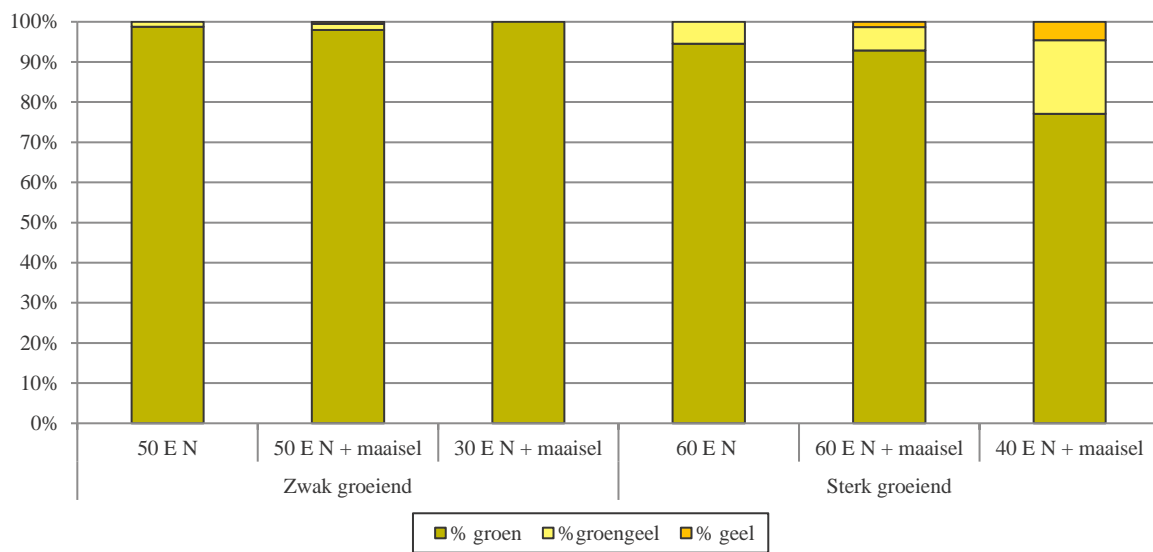
Tabel 230: Vruchtanalyse bij de pluk

<u>Object</u>	% D.S.	mg/100 g vers gewicht					
		<u>N</u>	P	K	Ca	Mg	K/Ca
Zwakker groeiende bomen							
1 50 kg N	15.2	49	11.2	127	6.2	6.1	20.5
2 50 kg N + maaisel	14.7	54	13.1	148	5.6	5.9	26.6
3 30 kg N + maaisel	15.0	57	12.9	150	5.7	6.0	26.3
Sterker groeiende bomen							
4 60 kg N	15.2	49	12.3	148	5.2	6.0	28.3
5 60 kg N + maaisel	14.7	52	13.8	154	5.1	5.9	30.6
6 40 kg N + maaisel	15.0	46	12.3	147	5.7	6.1	26.0
Streefwaarden	-	50-80	9-13	100-150	5.5-8	5.5-8	15-25



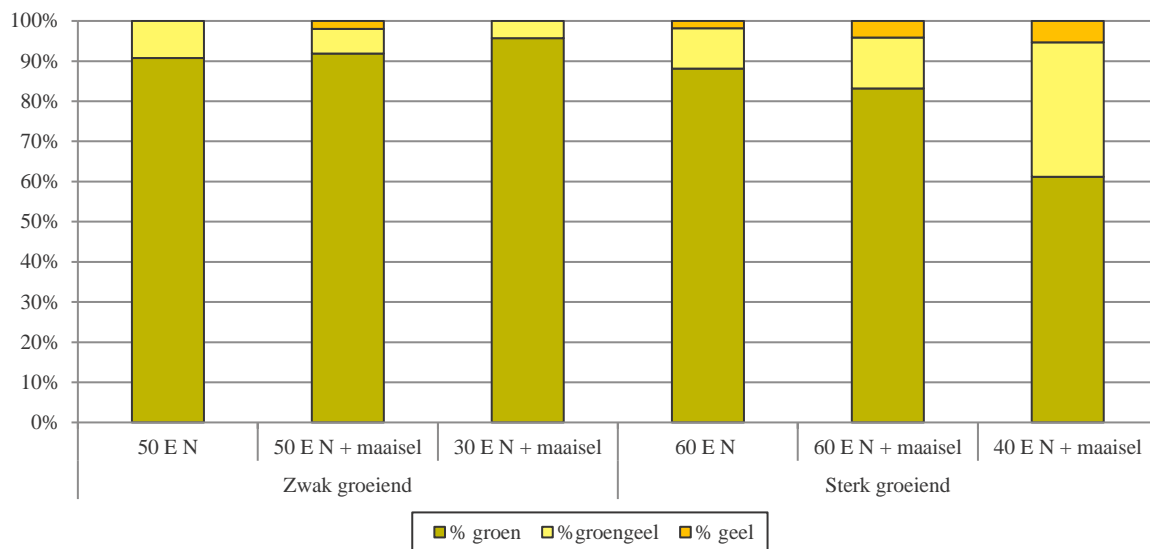
Achtergrondkleur na bewaring

Van elk objecten werden een aantal kisten in ULO bewaard tot begin januari 2021. Via kleursortering werd de achtergrondkleur van de vruchten bepaald. Vervolgens werden de stalen gedurende 8 dagen op kamertemperatuur gezet. Na 4 en na 8 dagen werd de achtergrondkleur opnieuw bepaald. De groene grondkleur staat immers in relatie met het N-gehalte van de vruchten.

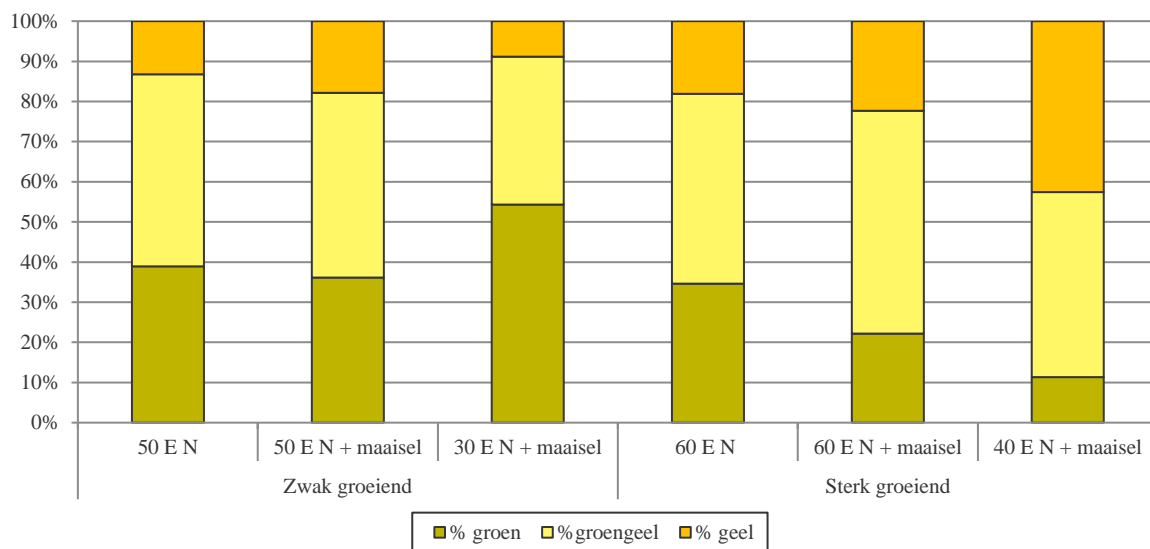


Figuur 232: Achtergrondkleur na ULO-bewaring





Figuur 233: Achtergrondkleur na 8 dagen uitstal



Figuur 234: Achtergrondkleur na 8 dagen uitstal



Bespreking

Fosforbeschikbaarheid

Hoewel er wel verschillen in opbrengst te zien zijn tussen het zwakke en het sterke deel van het perceel, bleek uit alle fosformetingen op zowel het zwakke als sterke deel van het perceel er geen tekort te zijn aan fosfor of fosforbeschikbaarheid. Zowel de plantbeschikbare fosfor als de onmiddellijk beschikbare fosfor zijn hoog en de fosforgehaltes in de vruchten zijn meer dan voldoende. In het blad lag het laag, maar door de aanhoudende droogte van 2020 lagen in alle percelen de nutriëntgehalten in de bladeren laag. Dit heeft niet meteen te maken met een tekort aan beschikbaarheid in de bodem. Het ziet ernaar uit dat fosforbeschikbaarheid geen probleem vormt op dit perceel en de verklaring voor de variatie in het perceel ergens anders zal moeten worden gezocht.

Stikstofgehalte en mineralisatie in de bodem

In het zwakke perceel waren de stikstofvoorraden in juli en het najaar zeer hoog en variabel. Zowel in de onbemeste als in de strook die maaisel en 54 kg N/ha kreeg. Deze hoge stikstofvoorraden zijn niet afkomstig van bemesting in het proefveldjaar 2020, maar zijn enkel te verklaren door de vrijzetting van stikstof uit de organische stof in de bodem en de dierlijke bemesting uit voorgaande jaren. In 2019 werd op dit deel van het perceel nog 8 ton/ha varkensdrijfmest en 25 ton/ha paardenmest gebruikt. De landbouwer gebruikte telkens iets meer op het deel van het perceel met zwakgroeiende bomen. Het herhaaldelijk gebruik van (traagwerkende) organische meststoffen en de lagere opname van stikstof door de zwakgroeiende bomen zorgen voor een hoge stikstofhoeveelheden in de bodem.

Door het droge voorjaar van 2020 (tussen maart en mei 2020 regende het nauwelijks) lag de mineralisatie tijdelijk stil en konden de bomen met moeite stikstof opnemen. Pas vanaf begin juni viel er regelmatig regen en kwam de mineralisatie van stikstof uit organische (mest)stof die in het verleden herhaaldelijk gebruikt is, op gang en werd dit zichtbaar in de resultaten van juli en november. Door de hoge en variabele stikstofvoorraad op het deel met de zwak groeiende bomen komen er geen duidelijke resultaten uit de proefopzet naar voor.

In het sterk groeiende deel van het perceel werd in de voorgaande 2-3 jaren enkel met varkensdrijfmest gewerkt, een snelwerkende organische meststof. Van varkensdrijfmest komt naar schatting 2/3 van de organische stikstof vrij in hetzelfde seizoen van toepassing. Daardoor was de vrijgave van stikstof in 2020 op dit deel lager en voorspelbaarder. In de onbemeste behandeling vonden we in juli 115 kg N/ha in de 0-60 cm bodemlaag terug, in de behandeling met maaisel en 47 kg N/ha bemesting was de voorraad 188 kg N/ha in de 0-60 cm laag. Het verschil was significant met ongeveer 73 kg N/ha of 26 kg N/ha meer dan wat met kunstmest werd toegediend. Door de beperkte afbraak van het maaisel tijdens bemonstering en proefopzet in stroken, kan echter niet met stelligheid geconcludeerd worden dat die afkomstig is door vrijgave uit het maaisel.

Bij de staalname op 29 juli 2021 zat het N-gehalte in de bodem voor alle objecten behoorlijk laag. De objecten met maaisel hadden op het sterk groeiende deelperceel wel een iets hogere bodemvoorraad.

Bij de meting op 2 september werden beduidend hogere hoeveelheden gemeten. Op dat ogenblik werd er meer beschikbare N gemeten op het zwakker groeiende deelperceel. Opvallend hierbij is de hoge waarde waar er



geen maaisel op de zwartstrook werd aangebracht. Bij dit object werd een totaal van 233 kg N/ha gemeten. Hierbij valt ook op dat deze hoeveelheid vrij gelijk verdeeld was over de 3 bodemdieptes.

Op het sterk groeiende deelperceel waren de verschillen tussen de 3 objecten beperkt.

Productie

Algemeen was de opbrengst in 2020 goed en was ook de vruchtkwaliteit en de opname van nutriënten goed. De opbrengsten varieerden van 31-37 kg/boom op het zwakke perceel en op het sterke perceel van 40-42 kg/boom. Het gemiddeld vruchtgewicht varieerde van 162 tot 170 gram op het zwakke perceel en de sortering was meer homogeen. Op het sterke perceel was er een gemiddeld vruchtgewicht van 166 à 170 gram. Vooral het aantal vruchten per boom ligt hoger (238-250 peren per boom) dan in het zwakke perceel (204-218 peren per boom). Dit is vooral een gevolg van een groter boomvolume op het sterk groeiend gedeelte. Tussen de behandelingen bemest met maaisel en onbemest, zagen we geen opvallende verschillen. Dit komt omdat de bloemknop voor 2020 aangemaakt werd in 2019 en de verschillen pas in 2020 werden aangebracht. Mogelijke productiever verschillen kunnen pas in de volgende jaren naar voor komen.

De productie voor 2021 lag beduidend lager in vergelijking met 2020. In 2021 zat de productie rond 16-17 kg/boom en de verschillen tussen de zwak groeiende en de sterk groeiende bomen waren beperkt. Als gevolg van de lagere producties en de natte zomer van 2021 was de vruchtmaat wel ± 30 gram zwaarder. De verschillende behandelingen en de verschillende N-bemestingstrappen die werden vergeleken hadden niet meteen een effect op de productie of de vruchtmaat.

Minerale analyse vruchten

Het N-gehalte in de vruchten zat bij een aantal objecten aan de ondergrens van de streefwaarden. De hogere N-bemesting leidde zeker niet altijd tot een hoger N-gehalte in de vruchten. Maar dit is iets wat we vaker tegenkomen in proeven.

Opvallend is vooral dat het N-gehalte in de vruchten van de zwak groeiende bomen zeker niet lager ligt in vergelijking met de sterker groeiende bomen. En ook voor de andere elementen kan er zeker niet gesteld worden dat de zwak groeiende bomen te weinig voeding opnemen.

De proef op dit perceel werd opgestart in het kader van een vermeende verlaagde P-opname door de bomen. Voor het 2^{de} jaar op rij zien we echter normale P-waarden dus hier is zeker geen probleem.

Verder is er na 2 jaar geen duidelijk effect zichtbaar van de maaimeststof. Voor N is dit er zeker nog niet. Voor K is er bij de zwak groeiende bomen wel een tendens dat deze een hogere K-opname hadden. Bij de sterker groeiende bomen komt dit echter niet naar voor.



Vruchtkwaliteit

Naar vruchtkwaliteit toe waren er geen opvallende onregelmatigheden. Het N-gehalte lag voor alle objecten binnen de streefwaarden, zelfs voor de niet bemeste objecten. Hier was er wel een tendens tot iets hogere waarden in de bladeren en de vruchten van de sterker groeiende bomen. Ook het K-gehalte in de vruchten zat hier hoger.

Zowel bij de pluk als na bewaring was er geen verschil in hardheid of suikergehalte. En na bewaring waren haast alle peren nog mooi groen. Na 4 dagen uitstal zien we wel dat de peren met bemesting, zowel bij de zwakkere als de sterkere bomen, groener bleven. Er was geen verschil tussen het wel of niet toedienen van het maaisel. Na 8 dagen uitstal vlakten de verschillen af omdat meer dan 80 % van de peren een gele achtergrond hadden.

Bij de pluk werden er geen grote verschillen gemeten tussen de verschillende objecten. Er was wel een tendens tot een lager suikergehalte bij de sterker groeiende bomen waar ook het maaisel onder de bomen werd aangebracht.

Na ULO-bewaring tot midden januari 2022 hadden de peren van het sterker groeiend perceel een hogere hardheid. En toch werden de peren van het object 'sterk groeiend + gereduceerde N-bemesting (40 E N)' sneller groengeel van achtergrond wat wijst op een sneller verlies aan kwaliteit.

Besluit

In hett eerste jaar werd er nog niet meteen een effect opgemerkt van het gebruik van de maaimeststof onder de bomen. We hopen hier in 2021 meer van te kunnen zien.

In het 2^{de} jaar werd er nog geen effect opgemerkt van het gebruik van de maaimeststoffen. Op basis van de analyses van de gewasresten van het maaisel kan er wel al aangehaald worden dat, wanneer men deze techniek blijft toepassen, men de jaarlijkse bemesting met K uit kunstmest moet verlagen of mogelijks zelfs weg kan laten om geen overdaad aan K in de bodem te krijgen.

Het reduceren van de N-bemesting lijkt niet meteen aan de orde (zie het verschil tijdens uitstal bij de sterk groeiende bomen) maar kan mogelijks wel na een aantal jaren wanneer men meer kan rekenen op een groter N-leverend vermogen vanuit de bodem. Op welke termijn dit kan gebeuren, kunnen we op basis van deze 2-jarige proef niet zeggen.

9.3.2 Grasklavermaaisel naar de zwartstrook vs. tussenzaai van klaver in de grasbaan vs. groenbedekkermengsel in de grasbaan

Het Bio-pitfruitbedrijf teelt peren en appels van verschillende rassen (Conference, Jonagold, Topaz, Santana...). Deze teler is in 2018 mee geweest op Benchmarkbezoek naar Duitsland en Zwitserland. Op dit bedrijf werd nadien ook een mineralenbalans opgesteld.



De teler is al jaren bezig met experimenteren met het inzaaien van de grasbaan met verschillende groenbedekkingmengsels. Hij zoekt hier ook veel info over op. Hij doet dit voor een stuk vanuit het oogpunt naar biodiversiteit, maar ook om te kijken of dit een meerwaarde kan zijn naar bodemstructuur, bodemleven,

Op slechts een van zijn percelen is de grasbaan ingezaaid met enkel gras. Op de meeste percelen staat er in de grasbaan grasklaver (10 % klaver, 90% gras). In 2018 werd de grasbaan van een perceel pas aangeplante bomen ingezaaid met een mengeling van luzerne + wikke + veldboon + velderwt + witte klaver + chicorei. De meeste zaden werden handmatig gezaaid en lichtjes ingewerkt nadien.

Wanneer hij maait komt het maaisel onder de bomen. Deze techniek wordt op dit bedrijf al toegepast sinds 1989. Dit kan wel een verklaring zijn voor het hoge K-gehalte dat in alle bodemanalyses naar voor komt. Er komt dan ook geregeld stip voor wat wijst op een calciumgebrek door een scheef getrokken Ca/K verhouding.

Proefopzet perceel Halen

In 2020 werd op een bio-perceel een validatieproef opgestart waarbij eveneens een mengsel werd ingezaaid in de grasbaan dat nadien als maaimeststof zou worden gebruikt. Maar als gevolg van de extreme droogte van 2020 was er een zeer slechte kieming. Om toch resultaten te bekomen in kader van dit project werd beslist om voor 2021 uit te wijken naar een ander perceel waar de teler zelf al een kruidenrijk mengsel had ingezaaid in het verleden. De teler gebruikt dit mengsel al meerdere jaren als maaimeststof

Het opzet van deze proef bestaat erin om de dosering van de klassieke N-bemesting die in het voorjaar wordt uitgevoerd, te verlagen.

In februari werd door BDB een bodemstaal genomen om de N-index te bepalen (Tabel 231). Op basis van deze staalname werd een bemestingsadvies geformuleerd van 37 kg N/ha (vollevelds). Voor een appelaanplant komt dit neer op de helft daar enkel de strook wordt bemest. In overleg met de teler werd daarom beslist om bij elk ras een controle te leggen (= geen bijkomende N-bemesting) en een behandeling van 40 E N/ha via Monterra Bio 13-0-0.

Op deze nieuwe locatie staan 3 rassen alternerend over het perceel: Elstar, Santana en Topaz. De proef werd bij alle 3 deze rassen aangelegd, telkens in 3 herhalingen.



Tabel 231: N-index bepaling voor proefperceel validatieproef grasklavermaaisel naar de zwartstrook vs. tussenzaai van klaver in de grasbaan vs. groenbedekkermengsel in de grasbaan (februari 2021 – Perceel Halen)

Bodemlaag	Grondsoort	Nitraat-N (NO ₃ ⁻ -N) kg N/ha	Ammonium-N (NH ₄ ⁺ -N) kg N/ha	Zuurtegraad (pH-KCl)	Totaal organische koolstof (TOC) %
0-30 cm	Lichte zandleem	25	6	4.8 Laag	1.84
30-60 cm	--	69	<5	N-INDEX* 173 Hoger dan normaal	
60-90 cm	--	--			
Minerale N-reserve (0-60 cm)		94	<11		

Maaimeststof

In het voorjaar werd het snoeihout geklepeld waardoor ook het kruidenmengsel werd gemaaid. Maar deze gewasresten bleven op de grasbaan. Nadien werd er gespreid over het seizoen 4x gemaaid. Telkens werd op een aantal stroken van 10 bomen de hoeveelheid kruidenmengsel bepaald dat op de boomstrook terecht kwam.

Tabel 232: Bepaling hoeveelheid organisch materiaal bij maaien (kg/m) 2021

Object	Kg maaisel per lopende meter			
	27 mei	8 juli	21 aug	20 sept
Grasmaaisel	3.9	2.1	1.1	0.8

Enkel van de maaibeurten in mei, juli en augustus werd een gewasanalyse bepaald. Tabel 233 geeft weer hoeveel nutriënten er vanuit het kruidenmengsel naar de bomen werd gebracht. Bij de eerste maaibeurt in mei stond het gewas zeer hoog en werd er een grote hoeveelheid aan vooral N en K aangebracht.

Tabel 233: Bepaling hoeveelheid organisch materiaal bij maaien (kg/m) 2021

Tijdstip maaien	N	P	K	Mg	Ca	Na
	% op DS					
27/mei	34,5	4,8	50,8	2,7	7,0	1,0
8/jul	18,7	2,6	27,6	1,5	3,8	0,6
21/aug	9,3	1,3	13,7	0,7	1,9	0,3
Totaal	62,6	8,7	92,1	4,9	12,7	1,9

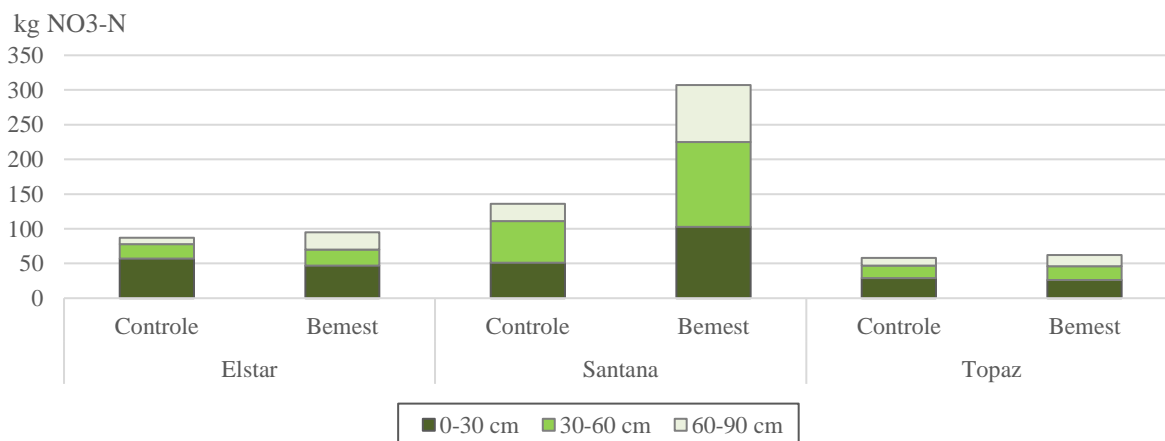


Tabel 234: Minerale samenstelling van de maaisels (kg/ha)

Object	Kg/ha			
	27 mei	8 juli	21 aug	Totaal
Droge stof (%)	15.4	20.3	19.9	
Droge stof (kg/ha)	1520	1088	531	3139
Stikstof (kg N/ha)	34.5	22.6	11.8	69.0
Fosfor (kg P ₂ O ₅ /ha)	22.0	5.4	6.4	33.8
Kalium (kg K ₂ O/ha)	122	27	29	179
Magnesium (kg MgO/ha)	4.5	1.6	2.2	8.3
Calcium (kg CaO/ha)	9.8	3.5	4.7	18.0
Natrium (kg Na/ha)	1	0.3	0.2	1.6

Mineralisatie 2021

In deze proef werden enkel nog bodemstalen genomen in het najaar om het nitraatstikstofresidu te bepalen. Deze stalen werden genomen op 7 december 2021. Deze stalen werden genomen in de zwartstrook.



Figuur 235: Nitraatstikstofresidu in de zwartstrook op 7 december 2021 (0-90 cm diepte)

Bespreking

- De bodemanalyse van februari toont aan dat dit perceel een sterk N-leverend vermogen heeft. Vandaar dat het bemestingsadvies beperkt bleef tot 37 kg N/ha vollevelds wat voor een fruitaanplant neer komt op 18.5 kg/ha strook.
- Vooral bij de maaibeurten van mei en juli werden er relevante hoeveelheden nutriënten op de zwartstrook aangebracht. Ook bij dit kruidig mengsel gaat het voornamelijk om N en K. Voor beide objecten werd ± 70 kg N/ha op de boomstroken aangebracht.
- Bij Santana werd beduidend meer nitraatstikstofresidu gemeten. Vooral bij het bemeste object werden zeer hoge waarden gemeten van 307 kg N/ha. Deze waarde is gemeten op de zwartstrook. In de grasbaan wordt meestal weinig nitraat gevonden waardoor we voor een berekening op perceelsniveau de zwartstrook/2. Dit maakt dat we voor het bemeste object bij Santana met 154 kg N nog steeds ver boven de wettelijke norm komen.
Een verklaring voor de hoge waarde bij Santana is er niet meteen daar dit ras op hetzelfde perceel staat en volledig gelijk werd behandeld.
- In dit eerste jaar werden er geen grote verschillen waargenomen tussen de bemeste en niet-bemeste plots. Zeker in de vruchten was het N-gehalte ruim voldoende. Bij Elstar zat het N-gehalte in de bladeren wel iets lager. Maar ook dan was er geen verschil tussen bemest en niet-bemest.
- Bij Elstar en Topaz was er geen verschil tussen bemest en controle in nitraatstikstofresidu in december. Bij Topaz werd wel zo'n 30 kg N minder teruggevonden in vergelijking met Elstar.



10 REFERENTIES

- Acosta-Martínez, V., Mikha, M.M., Vigil, M.F. (2007) Microbial communities and enzyme activities in soils under alternative crop rotations compared to wheat-fallow for the Central Great Plains. *Appl. Soil Ecol.*, 37, 41-52.
- Agbenin, J.O. & Igbokwe, S.O. (2006) Effect of soil-dung manure incubation on the solubility and retention of applied phosphate by a weathered tropical semi-arid soil. *Geoderma*, 133, 191–203.
- Agneessens, L., Vandecasteele, B., Van De Sande, T., Goovaerts, E., Crappé, S., Elsen, A., Willekens, K., De Neve S. (2014). 'Onderzoek naar het beheer van oogstresten bij vollegrondsgroenten en mogelijkheden van vanggewassen en teeltrotaties met het oog op de waterkwaliteitsdoelstellingen van het Actieprogramma 2011-2014 (MAP4): Hoofdrapport', studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij (VLM), 149p.
- Ameloot, N., Gellynck, X., Van Huylenbroeck, G., Viaene, J. (2003) *Integrale ketenprijsvorming in de biologische landbouw*.
- Amery, F. & Vandecasteele, B. (2015a) *Wat weten we over fosfor en landbouw? Beschikbaarheid van fosfor in bodem en bemesting*. ILVO.
- Amery, F. & Vandecasteele, B. (2015b) *Wat weten we over fosfor en landbouw? Mogelijke maatregelen om fosforconcentraties in water te verlagen*.
- Andersen, M.K., Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P., Jensen, E.S. (2005) Biomass production, symbiotic nitrogen fixation and inorganic N use in dual and tri-component annual intercrops. *Plant Soil*, 266, 273-287.
- Arvidsson, J. & Håkansson, I. (1996) Do effects of soil compaction persist after ploughing? Results from 21 long-term field experiments in Sweden. *Soil Tillage Res.*, 93, 175-197.
- Azeez, J.O. & van Averbeke, W. (2011) Effect of manure types and period of incubation on phosphorus-sorption indices of a weathered tropical soil. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 42, 2200-2218.
- Baraibar, B., Hunter, M.C., Schipanski, M.E., Hamilton, A., Mortensen, D.A. (2018) Weed suppression in cover crop monocultures and mixtures. *Weed Science*, 66, 121-133.
- Bardgett, R.D., Mawdsley, J.L., Edwards, S., Hobbs, P.J., Rodwell, J.S., Davies, W.J. (1999) Plant species and nitrogen effects on soil biological properties of temperate upland grasslands. *Funct. Ecol.*, 13, 650–660.
- BDB (n.d.) *Stikstofcyclus van prei*.
- Beeckman, A. (2014) *Slim inpassen van vlinderbloemige groenbemester in een (biologische) teeltrotatie*. <https://www.biokennis.org/nl/biokennis/shownieuws/Symposium-Teeltsystemen-Tuinbouwrelatiedagen-1.htm>
- Beeckman, A. & Delanote, L. (2010) *Groenbedekkers mengen biedt voordeel*.
- Beeckman, A. & Delanote, L. (2012) *Grasklaver onderwerken vóór een vroege voorjaarsteelt*. <http://www.ccbt.be/sites/default/files/grasklaver%20onderwerken.pdf>



- D'Hose, T., Cougnon, M., De Vliegheer, A., Haesaert, G., Derycke, V., Carlier, L., Van Bockstaele, E., Reheul, D. (2009). The influence of different agricultural management practices on earthworm abundance. In: *19th national soil science conference - book of abstracts.*, Iasi, Romania, 23/08/09.
- D'Hose, T., Cougnon, M., De Vliegheer, A., Vandecasteele, B., Willekens, K., Viaene, N., Derycke, V., Haesaert, G., Cornelis, W., Van Bockstaele, E., Reheul, D. (2014). De relatie tussen duurzaam bodembeheer, bodemkwaliteit en gewasopbrengst: het gebruik van boerderijcompost en gewasrotatie. https://pure.ilvo.be/portal/files/3114347/De_relatie_tussen_duurzaam_bodembeheer_bodemkwaliteit_en_gewasopbrengst_het_gebruik_van_boerderijcompost_en_gewasrotatie.pdf
- D'Hose, T. & Ruyschaert, G. (2017). Mogelijkheden voor koolstofopslag onder gras- en akkerland in Vlaanderen. ILVO Mededeling 231.
- de Lijster, E., van de Akker, J., Visser, A., Allema, B., van der Wal, A., Dijkman, W. (2016) *Waarderen van bodemwatermaatregelen*.
- De Ponti, T., Rijk, B., Van Ittersum, M.K. (2012) The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agric. Syst.*, 108, 1-9.
- De Vliegheer, A. (2014) Dossier - Proeven op grasland. *Boerenbond - Manag. Tech.*, 6.
- De Vliegheer, A. (2015) *Teelt van vlinderbloemigen in kader van GLB en PDPOIII*.
- De Vliegheer, A. (2017) *Jaarverslag - Grasklaver praktijk 2017 Moortsele*.
- De Vliegheer, A. & Beeckman, A. (2016) *Luzerne - Praktische teelthandleiding*.
- De Vliegheer, A., Van Gils, B., van den Pol-van Dasselaar, A. (2014) Roles and utility of grasslands in Europe. In: *Proceedings of the 25th General Meeting of the European Grassland Federation, 'EGF at 50: The future of European grasslands'*, Aberystwyth, Wales, 7-11 September 2014, 753-755.
- De Vliegheer, A., Schellekens, A., Rombouts, G. (2017). *Grasklaver - praktische teelthandleiding*.
- De Waele, J., De Vliegheer, A., Vandecasteele, B., Odeurs, W., Elsen, A., Haesaert, G., Derycke, V., Verlinden, G., Wittouck, D., De Neve, S. (2014). *Beste landbouwpraktijken van teelten in combinatie met nateelten/vanggewassen - Eindrapport*.
- Dekker, P.H.M., Radersma, S., van der Schoot, J.R., de Wolf, M. (2003) *Scenario studie - Maatregelen voor de akkerbouw op lössgrond om met inzet van dierlijke mest aan Minas-en nitraatnormen te voldoen*. Lelystad PPO, Business-unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente.
- Dekker, P.H.M., van Zeeland, M., Pauw, J.G.M. (2010) *Levenscyclus groencompost: grootschalig en zelf composteren*. Biokennis, Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)
- Delanote, L. (2002) Proefverslag BT01GRO_CJ01.PCBT.
- Delanote, L. (2007) Proefverslag BT07GRO_TTN01.PCBT.
- Deltour P (2019) Proefverslag BIOBPRMIX_BM02.
- Denef, K., Roobroeck, D., Wadu, M.C.W.M., Lootens, P., Boeckx, P. (2009) Microbial community composition and rhizodeposit-carbon assimilation in differently managed temperate grassland soils. *Soil Biol. Biochem.*,



http://aow.kuleuven.be/geografie/gebruikersinstrument_nkg/index.html.

- Groot, J.C.J., Oomen, G.J.M., Rossing, W.A.H. (2012) Multi-objective optimization and design of farming systems. *Agric. Syst.*, 110, 63-77.
- Handboek Bodem & Bemesting (n.d.) *Handboek Bodem & Bemesting*.
- Hanegraaf, M.C., Hoffland, E., Kuikman, P.J., Brussaard, L. (2009) Trends in soil organic matter contents in Dutch grasslands and maize fields on sandy soils. *Eur. J. Soil Sci.*, 60, 213-222.
- Hermans, I., Elsen, A., Bries, J. (2010) *Groenbemesters en nitraatstikstofresidu*.
- Hoek, H. (2017) *Groenbemesters: maak de juiste keuze*. *Akkerwijzer*, 6, 8–11.
- Inagro (2011) *Code van goede praktijk bodembescherming - Advies organische koolstofgehalte en zuurtegraad*.
- Inagro (2016) *Hoe scoort de biologische landbouw in restnitraat?*
- Justes, E., Beaudoin, N., Bertuzzi, P., Charles, R., Constantin, J., Dürr, C., Hermon, C., Joannon, A., Le Bas, C., Mary, B., Mignolet, C., Montfort, F., Ruiz, L., Sarthou, J.P., Souchère, V., Tournebize, J., Savini, I., Réchauchère, O. (2012) The use of cover crops to reduce nitrate leaching - Effect on the water and nitrogen balance and other ecosystem services. INRA, 70p.
- Kladivko, E.J. (2001) Tillage systems and soil ecology. *Soil Tillage Res.*, 61, 61-76.
- Kraker, de J., Bosch, H., Alblas, J., Titulaer H.H.H., Knaters, F.M., Jonkers, J., Ester, A., Schepers, H., Meier, R., Meeldijk, B.P., Kramer C.F.G. (1993) *Teelt van Prei*.
- Lamers, J.G., van Rozen, K., Hanse, B. (2016) *Het bodemschimmelschema*.
- Landschoot, S., Latré, J., Dewitte, K., Derycke, V., Haesaert, G., Van de Ven, G., Bries, J., Tits, M., Elsen, F. (2017) Doorbreken van maïsmonocultuur: hogere oogstzekerheid en besparing op kunstmest. *Landbouwleven*.
- Lampkin, N. (1998) *Organic Farming*. 2nd edn. Farming Press Miller Freeman UK Ltd, Ipswich.
- LCV (2005) *Demonstratie: "Mogelijkheden van klaver en luzerne in de moderne veehouderij."*
- Lettens, S., Van Orshoven, J., Van Wesemael, B., Muys, B., Perrin, D. (2005a) Soil organic carbon changes in landscape units of Belgium between 1960 and 2000 with reference to 1990. *Glob. Chang. Biol.*, 11, 2128-2140.
- Lettens, S., Van Orshoven, J., Van Wesemael, B., De Vos, B., Muys, B. (2005b) Stocks and fluxes of soil organic carbon for landscape units in Belgium derived from heterogeneous data sets for 1990 and 2000. *Geoderma*, 127, 11-23.
- Logsdon, S.D. & Malone, R.W. (2015) Surface compost effect on hydrology: in-situ and soil cores. *Compost Sci. Util.*, 23, 30-36.
- LTO (2013) *Groenbemesters: vriend of vijand?*
- Mäder, P. & Berner, A. (2012). Development of reduced tillage systems in organic farming in Europe. *Renew. Agric. Food Syst.*, 27, 7-11.
- Mazzoncini, M., Sapkota, T.B., Bàrberi, P., Antichi, D., Risaliti, R. (2011) Long-term effect of tillage, nitrogen



fertilization and cover crops on soil organic carbon and total nitrogen content. *Soil Tillage Res.*, 114, 165-174.

- Mestdagh, I., Lootens, I.P., Van Cleemput, O., Carlier, L. (2006) Variation in organic-carbon concentration and bulk density in Flemish grassland soils. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 169, 616-622.
- Mestdagh, I., Sleutel, S., Lootens, P., Van Cleemput, O., Beheydt, D., Boeckx, P., De Neve, S., Hofman, G., Van Camp, N., Vande Walle, I., Samson, R., Verheyen, K., Lemeur, R., Carlier, L. (2009). Soil organic carbon-stock changes in Flemish grassland soils from 1990 to 2000. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 172, 24-31.
- Miyazawa, K., Takeda, M., Murakami, T., Murayama, T. (2014) Dual and Triple Intercropping: Potential Benefits for Annual Green Manure Production. *Plant Production Science*, 17:2, 194-201
- Mondelaers, K., Aertsens, J., Van Huylenbroeck, G. (2009) A meta-analysis of the differences in environmental impacts between organic and conventional farming. *Br. Food J.*, 111, 1098-1119.
- Murrell, E.G., Schipanski, M.E., Finney, D.M., Hunter M.C., Burgess, M., La Chance, J.C., Baraibar, B., White, C.M., Mortensen, D.A., Kaye, J.P. (2017) Achieving Diverse Cover Crop Mixtures: Effects of Planting Date and Seeding Rate. *Agromony journal* 109: 259-271.
- Nelissen, V., Willekens, K., Beeckman, A., Delanote, L., Dewitte, J., Tsegaye Gebremikael, M., De Neve, S. (2017) *Stikstofwerking van maaimeststoffen in relatie tot toedieningswijze en bodemconditie*.
- Nmi, Stikstofinhoud groenbemesters, 14p.
- Nyfelner, D., Huguenin-Ellie, O., Suter, M., Frossard, E., Connolly, J., Lüscher, A. (2009) Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding. *J. Appl. Ecol.*, 46, 683-691.
- Nyfelner, D., Huguenin-Ellie, O., Suter, M., Frossard, E., Lüscher, A. (2011) Grass-legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 140, 155-163.
- Oades, J.M. (1984) Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. *Plant Soil*, 76, 319-337.
- OSCAR 'cover crop and living mulch toolbox', <https://web5.wzw.tum.de/oscar/toolbox/database/>
- Ponisio, L.C., M'Gonigle, L.K., Mace, K.C., Palomino, J., de Valpine, P., Kremen, C. (2014) Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.*, 282, 20141396-20141396.
- Prins, U., de Wit, J. , Heeres, E. (2004) Handboek Koppelbedrijven: Samen werken aan een zelfstandige, regionale, biologische landbouw. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 112 p.
- Qiu, Y.T., van Rozen, K., Raaijmakers, E., Everaarts, T. (2013) *Begeleidende rapportage Schema Bodemplagen*.
- Reubens, B., D'Haene, K., D'Hose, T., Ruyschaert, G. (2010) *Bodemkwaliteit en landbouw: een literatuurstudie. Bodembreed*.
- Reubens, B., Willekens, K., Beeckmant, A., Deneve, S., Vandecasteele, B., Delanote, L. (2013) *Optimale aanwending van biologische mest voor een gezond biologisch gewas: eindrapport*.



- Ritz, K., Harris, J., Murray, P. (2010) *The role of soil biota in soil fertility and quality, and approaches to influencing soil communities to enhance delivery of these functions.*
- Ruysschaert, G., Vandecasteele, B., Willekens, K., Van Waes, J., Van Laecke, K. (2014) *Bodem, nutriënten, compost: onderzoek voor duurzame landbouw.* ILVO Mededeling nr. 171.
- Ryschawy, J., Choisis, N., Choisis, J.P., Joannon, A., Gibon, A. (2012) Mixed crop-livestock systems: An economic and environmental-friendly way of farming? *Animal*, 6, 1722-1730.
- Salomez, J., De Bolle, S., Hofman, G., De Neve, S. (2007). *Afbakening van de fosfaatverzadigde gebieden in Vlaanderen op basis van een kritische fosfaatverzadigingsgraad van 35%.*
- Schils, R. L. M., de Haan, M. H. A., Hemmer, J. G. A., van den Pol-van Dasselaar, A., De Boer, J. A., Evers, A. G., Holshof, G., van Middelkoop, J. C., Zom, R. L. G. (2007) DairyWise, a whole-farm dairy model, *J. Dairy Sci.*, 90 (11) 5334-5346.
- Schlesinger, W.H. & Andrews, J.A. (2000) Soil respiration and the global carbon cycle. *Biogeochemistry*, 48, 7-20.
- Schrama, M., de Haan, J.J., Kroonen, M., Verstegen, H., Van der Putten, W.H. (2018) Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 256, 123-130.
- Schultz, F., Gattinger, A., Brock, C., Leithold, G. (2017) Innovative Research for Organic 3.0 (Proceedings of the Scientific Track) Volume-I Organic World Congress 2017. In: *Organic farming with livestock raising vs. stockless farming - Development of soil organic matter stocks and cash crop yields.* pp. 344–347.
- Scialabba, N.E.H. & Müller-Lindenlauf, M. (2010) Organic agriculture and climate change. *Renew. Agric. Food Syst.*, 25, 158-169.
- Sierra, C.A., Muller, M., Trumbore, S.E. (2012) Models of soil organic matter decomposition: the SoilR package, version 1.0. *Geoscientific Model Development* 5, 1045-1060, 10.5194/gmd-5-1045-2012.
- Senapati, N., Chabbi, A., Gastal, F., Smith, P., Mascher, N., Loubet, B., Cellier, P., Naisse, C. (2014) Net carbon storage measured in a mowed and grazed temperate sown grassland shows potential for carbon sequestration under grazed system. *Carbon Manag.*, 5, 131-144.
- Seufert, V., Ramankutty, N., Foley, J. (2012) Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485, 229–232.
- Sims, J.T. & Baker, T.A. (2004) Phosphorus solubility in soils: fundamental principles and innovations in management. *Agric. Nat. Resour. Univ. Delaware*, 11.
- Sleutel, S., De Neve, S., Hofman, G. (2007) Assessing causes of recent organic carbon losses from cropland soils by means of regional-scaled input balances for the case of Flanders (Belgium). *Nutr. Cycl. Agroecosystems*, 78, 265-278.
- Sleutel, S., De Neve, S., Hofman, G., Boeckx, P., Beheydt, D., Van Cleemput, O., Mestdagh, I., Lootens, P., Carlier, L., Van Camp, N., Verbeeck, H., Vande Walle, I., Samson, R., Lust, N., Lemeur, R. (2003) Carbon stock changes and carbon sequestration potential of Flemish cropland soils. *Glob. Chang. Biol.*, 9, 1193-1203.
- Sleutel, S., De Neve, S., Singier, B., Hofman, G. (2006) Organic C levels in intensively managed arable soils - Long-term regional trends and characterization of fractions. *Soil Use Manag.*, 22, 188-196.



- Smith, R.G., Atwood, L.W., Warren, N.D. (2014) Increased Productivity of a Cover Crop Mixture Is Not Associated with Enhanced Agroecosystem Services. *Plos One* 9(5).
- Smith, P., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O. (2007). Agriculture In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)]. *Cambridge Univ. Press*.
- Su, Yong Zhong. "Soil Carbon and Nitrogen Sequestration following the Conversion of Cropland to Alfalfa Forage Land in Northwest China." *Soil & Tillage Research* 92.1 (2007): 181-89. Web.
- Summers, C.F., Park, S., Dunna, A.M., Rong, X., Everts, K.L., Meyer, S.L.F., Rupprecht, S.M., Keinhenze, M.D., Gardener, B.M.S., Smart, C.D. (2014) Single season effects of mixed-species cover crops on tomato health (cultivar Celebrity) in multi-state field trials. *Applied Soil Ecology* 77: 51-58.
- Thorup-Kristensen, K., Dresbøll, D.B., Kristensen, H.L. (2012) Crop yield, root growth, and nutrient dynamics in a conventional and three organic cropping systems with different levels of external inputs and N re-cycling through fertility building crops. *Eur. J. Agron.*, 37, 66-82.
- Timmer, R.D., Korthals, G.W., Molendijk, L.P.G. (2003) *Groenbemesters - Van teelttechniek tot ziekten en plagen*. <https://docplayer.nl/18202541-Groenbemesters-van-teelttechniek-tot-ziekten-en-plagen.html>
- Timmermans, B. (2018) Symposium Planty Organic - Fosfaatonderzoek Zonnehoeve, 13/03/2018, Proefboerderij Kollumerwaard, Nederland.
- Treonis, A.M., Austin, E.E., Buyer, J.S., Maul, J.E., Spicer, L., Zasada, I.A. (2010) Effects of organic amendment and tillage on soil microorganisms and microfauna. *Appl. Soil Ecol.*, 46, 103-110.
- Tribouillois, H., Cohan, J.P., Justes, E. (2016) Cover crop mixtures including legume produce ecosystem services of nitrate capture and green manuring: assessment combining experimentation and modelling. *Plant Soil*, 401, 347-364.
- USDA (2011) *Carbon to Nitrogen Ratios in Cropping Systems*. USDA Nat. Resour. Conserv. Serv.
- Van De Vreken, P., Van Holm, L., Diels, J., Van Orshoven, J. (2009) *Bodemverdichting in Vlaanderen en afbakening van risicogebieden voor bodemverdichting: Eindrapport van een verkennende studie*.
- Van Den Bossche, A., De Neve, S., Hofman, G. (2005) Soil phosphorus status of organic farming in Flanders: an overview and comparison with the conventional management. *Soil Use Manag.*, 21, 415-421.
- Van den Pol-Van Dasselaar, A. & Lantinga, E.A. (1995). Modelling the carbon cycle of grassland in the Netherlands under various management strategies and environmental conditions.pdf. *Netherlands J. Agric. Sci.*, 43, 183-194.
- Van Der Burgt, G.J.H.M., Oomen, G.J.M., Habets, A.S.J., Rossing, W.A.H. (2006) The NDICEA model, a tool to improve nitrogen use efficiency in cropping systems. *Nutr. Cycl. Agroecosystems*, 74, 275-294.
- van der Weide, R.Y., van Alebeek, F.A.N., van den Broek, R.C.F.M. (2008) *En de boer, hij ploegde niet meer?* <https://www.wur.nl/en/Publication-details.htm?publicationId=publication-way-333737303235>
- van Dijk, W., Spruijt, J., Runia, W., Van Geel, W. (2012) *Verruiming vruchtwisseling in relatie tot*



mineralenbenutting, bodemkwaliteit en bedrijfseconomie op akkerbouwbedrijven.
<http://edepot.wur.nl/256035>

- van Eekeren, N., Heeres, E., Iepema, G., & van der Meer, H. (2005). Kalibemesting van grasklaver op biologische melkveebedrijven.
- van Eekeren Nick, Iepema Goaitske, & van Liere Marco. (2005). De kracht van klaver. Louis Bolk Instituut.
<https://www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/1481.pdf>
- van Eekeren, N. & Bokhorst, J. (2010) *Bodemkwaliteit en klimaatadaptatie onder grasland op het Utrechtse zand.*
<http://www.louisbolk.org/downloads/2418.pdf>
- van Eekeren, N., Bommelé, L., Bloem, J., Schouten, T., Rutgers, M., de Goede, R., Reheul, D., Brussaard, L. (2008) Soil biological quality after 36 years of ley-arable cropping, permanent grassland and permanent arable cropping. *Appl. Soil Ecol.*, 40, 432-446.
- van Eekeren, N., Iepema, G., Domhof, B. (2016) *Goud van Oud Grasland - Bodemkwaliteit onder jong en oud grasland op klei.* Louis Bolk Instituut.
- Van Geel, M., Ceustermans, A., Van Hemelrijck, W., Lievens, B., Honnay, O. (2015) Decrease in diversity and changes in community composition of arbuscular mycorrhizal fungi in roots of apple trees with increasing orchard management intensity across a regional scale. *Mol. Ecol.*, 24, 941-952.
- van Groeningen, K.J., Bloem, J., Baath, E., Boeckx, P., Rousk, J., Bodé, S., Forristal, D., Jones, M.B. (2010) Abundance, production and stabilization of microbial biomass under conventional and reduced tillage. *Soil Biol. Biochem.*, 42, 48-55.
- van Schooten, H. (2017) Ziekten, plagen en beschadigingen. In: *Handboek snijmaïs*. pp. 119-140.
- van Wijk, K. (2014) *Effect van groenbemesters op fosfaatvastlegging en volggewas.*
<http://edepot.wur.nl/325811>
- Vanden Nest, T., Ruyschaert, G., Vandecasteele, B., Coughon, M., Merckx, R., Reheul, D. (2015) P availability and P leaching after reducing the mineral P fertilization and the use of digestate products as new organic fertilizers in a 4-year field trial with high P status. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 202, 56-67.
- Vanden Nest, T., Ruyschaert, G., Vandecasteele, B., Houot, S., Baken, S., Smolders, E., Coughon, M., Reheul, D., Merckx, R. (2016) The long term use of farmyard manure and compost: Effects on P availability, orthophosphate sorption strength and P leaching. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 216, 23-33.
- Vanden Nest, T., Vandecasteele, B., Ruyschaert, G., Coughon, M., Merckx, R., Reheul, D. (2014) Effect of organic and mineral fertilizers on soil P and C levels, crop yield and P leaching in a long term trial on a silt loam soil. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 197, 309-317.
- Vandenberge, K., Temmerman, F., Beeckman, A., Delanote, L. (2010) *Wegwijzer organische handelsmeststoffen.*
- Vanrespaille, H., Smets, S., Verbeke, M., Gorissen, A., Hex, L., Elsen, A., & Bries, J. (2018). Organische bemesting Wat en hoe? Bodemkundige Dienst van België vzw.
- Vellinga, T. & van Eekeren, N. (2017) *Effect verandering landgebruik op emissies broeikasgassen. Wageningen UR - Onderz. Beleid.*

bodemmicrobiologie. Zoektocht naar een eenvoudige indicator voor bodemkwaliteit. Technisch verslag, CCBT, 24 p.

- Willekens, K., Nelissen, V., Van Gils, B., Lootens, P., De Swaef, T., Debode, J., Casteels, H., Witters, J., Wesemael, W., Viaene, N., Vandecasteele, B. (2017) Beheer gericht op bodemkwaliteit in een biologisch teeltsysteem met groenbedekkers en plantaardige bemestingsvormen. https://www.ilvo.vlaanderen.be/Portals/68/documents/Mediatheek/Presentaties/10_CriNgloop_Collectief_051017_bodemkwaliteit_biologische_teelt.pdf
- Willekens, K., Vandecasteele, B., Buchan, D., De Neve, S. (2014a) Soil quality is positively affected by reduced tillage and compost in an intensive vegetable cropping system. *Appl. Soil Ecol.*, 82, 61-71.
- Willekens, K., Vandecasteele, B., De Neve, S. (2014b) Limited short-term effect of compost and reduced tillage on N dynamics in a vegetable cropping system. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, 178, 79-86.
- WUR (2005) *Mest- en mineralenkennis voor de praktijk*. <http://edepot.wur.nl/27146>
- WUR (2013) *Basiskennis, Plantparasitaire aaltjes in Nederland, Pratylenchus spp. (wortelzieaaltjes), Pratylenchus penetrans*. [http://www.aaltjesschema.nl/Basiskennis/Soortenaaltjes/Pratylenchusspp\(wortelzieaaltjes\)/Pratylenchuspenetrans.aspx](http://www.aaltjesschema.nl/Basiskennis/Soortenaaltjes/Pratylenchusspp(wortelzieaaltjes)/Pratylenchuspenetrans.aspx).
- Yang, X.M., Drury, C.F., Reynolds, W.D., Tan, C.S. (2008) Impacts of long-term and recently imposed tillage practices on the vertical distribution of soil organic carbon. *Soil Tillage Res.*, 100, 120-124.
- Zwart, K., van den Akker, J.H., Bussink, D.W., de Haas, M.J.O.M., van der Weide, R., Paauw, J.G.M., Saathoff, W., Goense, D., Doornbos, A.J. (2011) *Waterkwaliteit bij de wortel aangepakt*. <https://www.wur.nl/nl/Publicatie-details.htm?publicationId=publication-way-343036303335>

