



Vlaanderen
is open ruimte

PLATTELAND EN MESTBELEID

Code goede bemestingsadviezen - aanvullende opdracht

VLM -2022

EINDRAPPORT

Code goede bemestingsadviezen - Aanvullende opdracht

Datum rapport: 07/02/2023

Opdrachtnemer:



Vakgroep Omgeving

Onderzoeksgroep SoFer

Opdrachtgever: Vlaamse Landmaatschappij

VLM bestek nr.: N.V.T.

Looptijd: 01/11/2022-31/01/2023

Te citeren als:

SLEUTEL S., MENDOZA O., KREKELBERGH N., DE NEVE S. (2023). CODE GOEDE BEMESTINGSADVIEZEN - AANVULLENDE OPDRACHT. STUDIE UITGEVOERD DOOR UNIVERSITEIT GENT - VAKGROEP OMGEVING - ONDERZOEKSGROEP SOFER. EINDRAPPORT, 07 FEBRUARI 2023.

INHOUD

Inleiding 6

Doel van de opdracht	6
1 Analyse en vergelijking van de geanalyseerde bodemparameters	8
1.1 Analyse van de basisbodemparameters te gebruiken in een bemestingsadvies	9
1.1.1 Bodem organische koolstofgehalten (BOC)	9
1.1.2 Beschikbare fosfor (P-AL)	12
1.1.3 Minerale N voorraad	12
1.2 Analyse van bijkomende bodemparameters mogelijks te gebruiken in een bemestingsadvies	12
2 Vergelijking van de berekende bemestingsadviezen.....	13
2.1 Vergelijking van de berekende N bemestingsadviezen	13
2.2 Interpretatie van de P bemestingsadviezen	25
2.2.1 Vergelijking van de P beschikbaarheidsklassen	25
2.2.2 Interpretatie van de P bemestingsadviezen	26
3 factoren die de minerale N voorraad in het voorjaar bepalen	30
3.1 aard van de factoren	30
3.2 begroting van de N _{min} bepalende factoren voor 2020-2021 en inschatting van N _{min}	31
3.2.1 N _{min} bepalende factoren	32
3.2.2 Inschatting van de N _{min} in het voorjaar	33
4 Interpretatie van de formulieren	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
4.1 Kwalitatieve analyse	38
4.1.1 Responsgraad	38
4.1.2 Andere bemerkingen	38
4.2 Kwantitatieve analyse	39
4.2.1 Tijdsverloop van het proces	39
4.2.2 Opvragen van bijkomende gegevens	41
4.3 Gebruik van de gegevens in het advies	43
4.3.1 Gebruik van de opgevraagde gegevens in het advies	43
4.3.2 Gebruik van de bodemanalyses in het advies	44
5 Landbouwkundige en milieukundige implicaties.....	44
5.1 Landbouwkundige implicaties	44
5.1.1 P bemestingsadviezen	44
5.1.2 N bemestingsadviezen	45
5.2 Milieukundige implicaties	45
5.2.1 P bemestingsadviezen	45
5.2.2 N bemestingsadviezen	46
6 Algemene conclusies.....	47
7 Referenties.....	50



FIGUREN

Figuur 1: samenvatting analyses bodemparementers voor alle VLM percelen, met aanduiding van individuele metingen (gekleurde cirkels) en gemiddelden (-). Enkel parameter-perceel combinaties waar 3 of meer metingen voorhanden waren zijn hierin opgenomen.....11

TABELLEN

Tabel 1: systematische gepaarde vergelijking van de N adviezen van de verschillende labo's met het de N adviezen berekend met de Demetertool. Voor elk perceel en elk labo werd een afzonderlijk advies met Demeter berekend, om de verschillen in geanalyseerde bodemparementers tussen de labo's expliciet in rekening te brengen bij de vergelijkingen (Lab: N advies door adviesinstantie/labo in kwestie; De: N advies gegenereerd door Demeter; Δ : N advies labo - N advies Demeter; Gem. Δ : gemiddelde van de verschillen in N advies; vetgedrukt: Demeter advies lager dan dat van het betreffende labo; schuingedrukt onderlijnd: Demeter advies hoger dan dat van het betreffende labo).....24

Tabel 2: Overzicht van de streefzones voor P gehanteerd door de verschillende adviesinstanties (labo's)25

Tabel 3: Gerapporteerde P-AL gehalten, beoordeling van de P beschikbaarheidklassen, de door het betreffende labo geadviseerde P bemesting voor de eerstvolgende teelt, en de P bemesting die normaal gezien zou verwacht worden.....28

Tabel 4: gemiddeld tijdsverloop tussen de verschillende stappen van het aanvragen en verkrijgen van een bemestingsadvies40

Tabel 5: frequentie van opvragen van bijkomende gegevens door de verschillende adviesinstanties, uitgedrukt in % en in fractie (tussen haakjes) van het aantal gegeven adviezen.42

Tabel 6: Verschillen in gemiddelde P adviezen tussen de adviesinstanties en wat zou verwacht worden op basis van de nieuwe P klassen voorgesteld door VLM.46

BIJLAGEN

Bijlage 1_Overzicht bodemanalyses en N adviezen adviesinstanties finaal CGB2.docx

Bijlage 2_Samenvatting en analyse SNapp formulieren.xlsx



INLEIDING

Doel van de opdracht

In de studie 'Code goede bemestingsadviezen' werden principes vooropgesteld waar goede bemestingsadviezen aan voldoen. Via enquêtering, gesprekken in focusgroepen en praktijktoetsen op percelen werd nagegaan in welke mate de adviesverlening hier in praktijk effectief op aansluit.

Om de 'sense of urgency' voor een betere en meer gestroomlijnde aanpak van de adviesverlening beter te kunnen onderbouwen werd een aanvullende opdracht voorzien die bij het eerder onderzoek aansluit, voornamelijk gebaseerd op de ervaringen en inzichten die via de praktijktoets, met name de VLM-bemestingsadviezen, zijn opgedaan. Hiermee worden de signalen die bij de focusgroepen werden geuit rond tekortkomingen in de adviesverlening, concreet gemaakt, en cijfermatig onderbouwd. Mogelijke landbouw- en milieutechnische gevolgen van de gemaakte vaststellingen worden besproken, en in het licht geplaatst van de conclusies van de studie Code Goede Bemestingsadviezen.

GBLALE BESCHRIJVING VAN DE OPDRACHT

Deze opdracht, en dit rapport, zijn onderverdeeld in 3 delen:

Deel 1 heeft betrekking op de verdere analyse van de waarden zelf die via de praktijktoetsen werden ontvangen. Op basis van de N- en P-resultaten van zowel de bodemstalen als de uitgebrachte adviezen wordt onder meer nagegaan welke spreiding zich voordoet op de onderlinge resultaten van de verschillende labo's (die voor dezelfde percelen werden ontvangen), en hoe deze resultaten zich verhouden tot de advieswaarden die via de N-balansmethode van de Demetertool en via de voorstellen vanuit de P-studie werden gegenereerd. Om openheid te creëren worden de berekeningen van de N-balansmethode van de Demetertool expliciet vermeld.

Omwille van o.a. praktische en financiële aspecten worden bodemstaalnames en hieraan verbonden bemestingsadviezen meestal slechts op een deel van de percelen van een landbouwbedrijf uitgevoerd. Het gebruik van een nutriëntentool kan voor percelen zonder staalnames (en labo-bemestingsadviezen) de landbouwer toch een zeker inzicht geven in de bodem N-dynamiek en hem helpen de bemestingsbehoefte in te schatten. In **Deel 2** van de opdracht wordt, voor een VLM perceel van de praktijktoets en door gebruik te maken van een gedetailleerde bodem N balans, berekend hoe de bemestingsbehoefte berekend op basis van ingeschatte (niet-gemeten) bodem-N waarden, zich verhoudt tot de waarden van het bemestingsadvies (indien deze wél gebaseerd is op staalname).

In **Deel 3** wordt dieper ingegaan op het proces van de adviesverlening, van de vraagstelling van de landbouwer tot de adviesverlening (ev. nazorg) zelf, op basis van de gegevens bijgehouden door de VLM medewerkers bij de adviesvragen voor de VLM percelen. Zo wordt over alle betrokken percelen en adviesvragen heen volgende opgelijst:



- welke parameters de labo's (al dan niet) inventariseren
- welke vragen ze hiervoor stellen aan de landbouwers
- wanneer en op welke manier deze vraagstelling gebeurt
- binnen welk tijdsbestek vragen tot advies integraal worden afgehandeld
- wanneer en op welke manier de resultaten vormelijk en inhoudelijk worden ontsloten



Deel 1

Deel 1 omvat een verder doorgedreven analyse van de gerapporteerde bodemeigenschappen van alle percelen die in opdracht van de VLM werden geadviseerd, en een verder doorgedreven vergelijking van de uitgebrachte bemestingsadviezen. De bodemeigenschappen worden per perceel voor de verschillende adviesinstanties vergeleken, en er worden beschrijvende statistieken berekend voor die gevallen waar voldoende gegevens ter beschikking waren. De bedoeling was ook om een inventaris te maken van eventuele analyses van bijkomende bodemeigenschappen, te onderzoeken of die mogelijk ook in het bemestingsadvies werden gebruikt, en of ze een logische overeenstemming vertoonden met elkaar en met de basisbodemeigenschappen. De uitgebrachte N bemestingsadviezen worden per perceel vergeleken zowel tussen de verschillende labo's als met de adviezen berekend met de Demeter tool, met een bespreking en mogelijke oorzaken van de verschillen. Ook de P adviezen worden per perceel vergeleken tussen de adviesinstanties, en worden beoordeeld in het licht van de P adviezen uit de VLM studie "Milieukundig en economisch verantwoord fosforgebruik"¹.

1 ANALYSE EN VERGELIJKING VAN DE GEANALYSEERDE BODEMPARAMETERS

Voor deze vergelijking werden de analyses uit alle rapporten die ter beschikking waren uit Deel 1 van de studie Code Goede Bemestingsadviezen samengevat per perceel en werden beschrijvende statistieken berekend voor die gevallen waar voldoende gegevens ter beschikking waren. In vervolg op Deel 1 van de studie Code Goede Bemestingsadviezen hebben we eerst verder een uitgebreide analyse gemaakt van zowel de analyseformulieren als de bemestingsadviezen, naar inhoud en vooral naar vorm. Deze uitgebreide analyse wordt weergegeven in Bijlage 1, en geeft duidelijk aan dat er naast een aantal goede praktijken, ook heel wat verbeterpunten zijn, wat de conclusies van Deel 1 van deze studie bevestigt en versterkt.

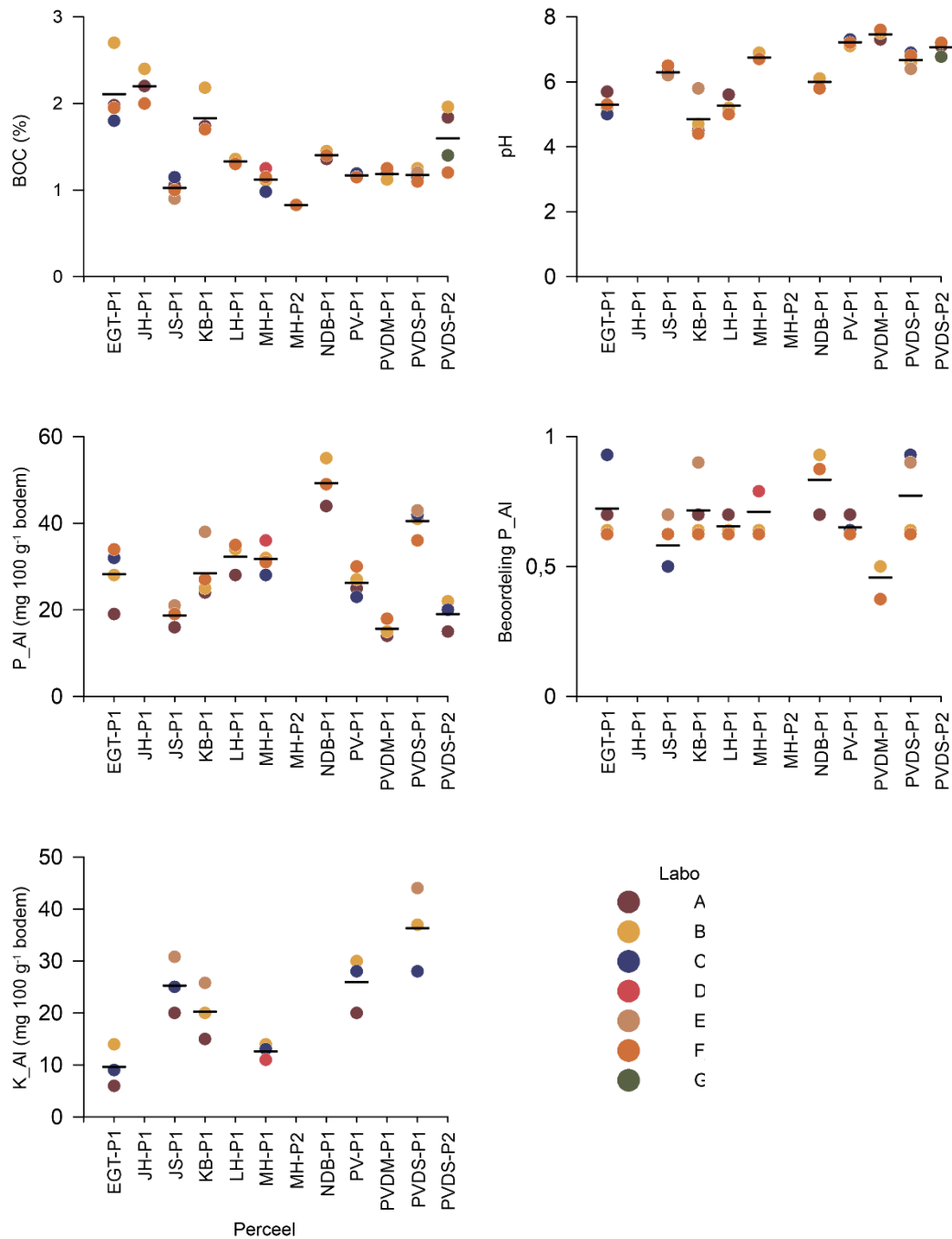
Wat de rapportering van de analyse van bodemparameters betreft kunnen samenvattend volgende conclusies geformuleerd worden, die verder uitgebreid toegelicht worden per adviesinstantie in Bijlage 1:

- Inhoudsklassen voor verschillende bodemparameters: deze vertonen een zeer grote variatie voor de verschillende parameters, gaande van minimaal 3 tot maximaal 7 klassen. Doordat iedere instantie verschillende indelingen in klassen gebruikt is het moeilijk om de beschikbaarheid consistent in beeld te brengen/krijgen. Men zou kunnen streven naar een meer eenduidige indeling, ten einde verwarring bij de landbouwer te voorkomen.
- De indeling in klassen is meestal niet expliciet gelinkt aan eigenlijke concentraties in de bodem, maar er worden over het algemeen enkel kwalitatieve termen gebruikt, die bovendien verschillen tussen de adviesinstanties. Dit gaat ten koste van de transparantie van de adviezen.

¹ Eindrapport "Milieukundig en economisch verantwoord fosforgebruik" APLM/2014/3 in opdracht van VLM /29.01.2019

verschillende labo's varieerde van 0 tot 22% (voor respectievelijk MH_P2 en PVDS_P2), en de gemiddelde variatiecoëfficiënt over alle percelen heen was 8%, wat overeenkomt met typische onzekerheden van rond de 10% op BOC metingen





Figuur 1: samenvatting analyses bodemparameters voor alle VLM percelen, met aanduiding van individuele metingen (gekleurde cirkels) en gemiddelden (-). Enkel parameter-perceel combinaties waar 3 of meer metingen



voorhanden waren zijn hierin opgenomen. 'Beoordeling P_{Al}' slaat op de klasse waarin de meting wordt gerapporteerd, genormaliseerd tussen 0 en 1.

Er zijn nochtans een paar situaties waar de verschillen groter zijn dan kan verwacht worden bij zorgvuldige staalname en daaropvolgende analyse van eenzelfde perceel, bv. in het geval van EGT_P1 en PVDS_P2, waar de relatieve verschillen oplopen tot respectievelijk 36 en 63%. Dergelijke afwijkingen kunnen enkel te wijten zijn aan systematische fouten in monstername, monstervoorbereiding, en/of analyse, maar vermoedelijk speelt de monstername en monstervoorbereiding (homogenisering) hier de belangrijkste rol.

1.1.2 Beschikbare fosfor (P-AL)

Voor P-AL zijn de verschillen in metingen iets groter dan voor BOC, met variatiecoëfficiënten op de P-AL metingen tussen de verschillende labo's variërend van 8 tot 23% (voor respectievelijk PVDS_P1 en KB_P1), en de gemiddelde variatiecoëfficiënt over alle percelen heen was 13%, wat nog steeds overeenkomt met wat men kan verwachten bij herhaalde metingen op eenzelfde perceel rekening houdend met onvermijdbare variabiliteit geïnduceerd door monstername en analyse (Figuur 1). Gegeven de aard van de analyse kan verwacht worden dat de relatieve afwijkingen iets groter zijn dan voor BOC, wat enigszins het geval lijkt. Opvallend is dat de afwijking opnieuw groter is voor de percelen EGT_P1 en PVDS_P2 met maximale relatieve verschillen die oplopen tot respectievelijk 79 en 47%. Dit bevestigt het vermoeden dat deze grote afwijkingen wellicht te maken hebben met monstername en monstervoorbereiding.

1.1.3 Minerale N voorraad

Het minerale N gehalte werd meestal bepaald tot een diepte van 60 of 90 cm in lagen van 30 cm. Zoals hierboven reeds aangegeven is een vergelijking hier vaak moeilijk of onmogelijk, met name indien de monsternames niet op dezelfde dag gebeurd zijn. Een gedetailleerde vergelijking is hier dan ook niet aan de orde, en het vergelijken van de metingen in een figuur zou een verkeerd beeld kunnen geven, gezien bv. de verschillen in tijdstip van monstername.

1.2 ANALYSE VAN BIJKOMENDE BODEMPARAMETERS MOGELIJK TE GEBRUIKEN IN EEN BEMESTINGSADVIES

Er werd een verdere vergelijking beoogd van mogelijke bijkomende bodemparameters die in principe ook in een N bemestingsadvies kunnen gebruikt worden. Voorbeelden hiervan zijn de totale N inhoud van de bodem, die een betere voorspeller is dan BOC voor de te verwachten N mineralisatie uit BOS (gegeven de variatie in C/N verhouding tussen verschillende percelen), maar niet routinematig gemeten wordt, of de bodemtextuur, met eveneens een belangrijke invloed op de grootte van de te verwachten N mineralisatie (en waar bv. in het Demeter model rekening mee gehouden wordt bij de berekening van N mineralisatie). Daarnaast was het ook de bedoeling om bijkomende gemeten bodemparameters te gebruiken als een soort kwaliteitsanalyse van de gerapporteerde analyses. Zo wordt bv. de kationuitwisselingscapaciteit (CEC) sterk bepaald door het kleigehalte (naast ook het kleitype) en het BOS gehalte, en moeten deze parameters in principe dus sterk gecorreleerd zijn. Een ander voorbeeld is de basenverzadigingsgraad, die zeer sterk gecorreleerd is met de bodem pH (basenverzadigingsgraad is ongeveer 0% bij een pH(water) ≤ 4, en ongeveer 100% bij een pH ≥ 7.5).



Hoewel een aantal bijkomende bodemparameters effectief ter beschikking waren (dit kwam meestal neer op enkel de textuur) was er te weinig inzicht in de berekening van de bemestingsadviezen voorhanden om te kunnen inschatten of die bijkomende bodemparameters ook effectief gebruikt werden in de berekening van de N adviezen. Helaas werden bijna geen parameters gerapporteerd in de beschikbare analyseverslagen (bv. CEC, basenverzadigingsgraad) die toelieten om een indirecte kwaliteitscontrole door te voeren op de data via het berekenen van verbanden tussen de parameters, waardoor deze controle niet kon doorgevoerd worden.

2 VERGELIJKING VAN DE BEREKENDE BEMESTINGSADVIEZEN

2.1 VERGELIJKING VAN DE BEREKENDE N BEMESTINGSADVIEZEN

Hier werden eerst N bemestingsadviezen berekend via de Demeter tool (<https://eloket.vlm.be/Demeter/>) voor de VLM percelen, voor deze situaties waar ook N bemestingsadviezen voorhanden waren van adviesinstanties. Dit betekent dat voor de meeste percelen meerdere Demeter adviezen werden berekend, met name één voor elk beschikbaar advies voor dat perceel. Voor het berekenen van de adviezen werd gebruik gemaakt van data ter beschikking gesteld door de VLM medewerkers (samenvatting van gegevens in aangeleverde Word documenten, 1 document per perceel). Concreet werden gegevens aangereikt i.v.m. het bedrijfstype (akkerbouw, groenten, ...), globaal mestgebruik op het bedrijf (beperkt / hoger gebruik aan mengmest, stalmest, ...), eerdere staalnameresultaten (organisch stofgehalte, pH, P, ...) op het perceel, teelten, bemesting (hoeveelheid, data van toediening, tijdstip onderwerken groenbedekkers, ...) in jaar x-1 en x op het perceel, ...

De simulaties met de Demeter tool moeten geïnterpreteerd worden in het licht van een aantal beperkingen. Meestal was enkel de vorige hoofdteelt en/of groenbemester (jaar x-1) opgegeven, en ook enkel de andere beheersgegevens van (enkel) het jaar vóór de te bemesten hoofdteelt (jaar x). Daardoor werden geen volledige rotaties doorgerekend (gegevens hiervoor ontbraken), maar enkel dat deel van de rotaties waarvoor gegevens voorhanden waren, wat meestal 2 seizoenen/jaren was, maar soms slechts 1 jaar. Er werd wel een kwaliteitscontrole doorgevoerd van de aangeleverde gegevens door deze te confronteren met de beschikbare analyseverslagen, en er werden een beperkt aantal correcties doorgevoerd. Voor de berekening van een N bemestingsadvies via de Demetertool voor de te bemesten teelten is de informatie van enkele maanden voor de teelt normaal voldoende om tot een goed advies te komen, en dit advies kan dus als betrouwbaar worden beschouwd. De Demetertool is destijds zeer uitgebreid gekalibreerd en gevalideerd in tal van praktijksituaties en heeft bewezen zeer betrouwbare adviezen te genereren in een verscheidenheid aan situaties. Niet alle hoofdteelten, groenbemesters/vanggewassen en mestsoorten zijn beschikbaar in de tool, maar indien een bepaalde situatie niet voorhanden is kan meestal een zeer vergelijkbaar alternatief geselecteerd worden. Op die manier konden alle situaties effectief gesimuleerd worden met de Demeter tool, met uitzondering van het perceel MH_P2, omdat Demeter niet kan simuleren op basis van Nmin metingen in een latere fase van de teelt.

Omwillen van het feit dat geen volledige rotaties konden gesimuleerd worden kan ook de P balans (die berekend wordt op rotatieniveau) niet zinvol geïnterpreteerd worden, en deze werd wel berekend maar wordt niet weergegeven.

In de tabellen hieronder worden de N bemestingsadviezen per perceel, en binnen ieder perceel voor de verschillende adviesinstanties weergegeven. Er werden dus meerdere Demetersimulaties uitgevoerd voor elk



perceel, gezien de gerapporteerde bodemparameters voor een bepaald perceel soms sterk afwijken tussen labo's (vooral voor Nmin - zowel waarde als monsternametijdstip, maar ook soms SOC). Voor elk van deze situaties moet dus een nieuwe simulatie worden uitgevoerd, en werd dan ook telkens een nieuw (denkbeeldig) perceel gedefinieerd (met name perceelscode gevolgd door de labocode). Voor de Demetertool wordt hier niet alleen het N advies, maar ook het detail van de N balans weergegeven, om inzicht te geven in het relatief belang van de verschillende parameters bij de berekening van het advies. Een vergelijking van de gedetailleerde N balans met die van de andere adviezen was helaas niet mogelijk omdat in de andere adviezen geen dergelijke balans werd gerapporteerd, of slechts zeer fragmentarisch. De enige uitzondering hierop vormt de gedetailleerde en duidelijke N balans van Labo G (perceel PVDS_P2), en daar wordt dan ook de volledige vergelijking weergegeven.

Perceel EGT P1

Labo A: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 118

Balans voor MAÏS, SNIJMAÏS	in kg N/ha
N opname gewas*	210
Buffer N	25
Totaal behoefte N	235
- Nmin voor de teelt	31
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	0
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	40
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	49
- Mineralisatie uit organische bemesting	137
- N Depositie	6
- Totaal levering N	263
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	-28

Labo B: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 142

Balans voor MAÏS, SNIJMAÏS	in kg N/ha
N opname gewas*	210
Buffer N	25
Totaal behoefte N	235
- Nmin voor de teelt	36
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	0
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	40
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	74
- Mineralisatie uit organische bemesting	137
- N Depositie	8
- Totaal levering N	295
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	-60

Labo C: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 130

Balans voor MAÏS, SNIJMAÏS	in kg N/ha
N opname gewas*	210
Buffer N	25
Totaal behoefte N	235
- Nmin voor de teelt	49
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	0
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	40
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	46
- Mineralisatie uit organische bemesting	137
- N Depositie	8
- Totaal levering N	280
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	-45

Perceel JH P1

Labo A: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 30

Balans voor TARWE, WINTERTARWE	in kg N/ha
N opname gewas*	200
Buffer N	30
Totaal behoefte N	230
- Nmin voor de teelt	162
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	0
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	94
- Mineralisatie uit organische bemesting	0
- N Depositie	9
- Totaal levering N	265
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	-35

Labo B: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 180

Balans voor TARWE, WINTERTARWE	in kg N/ha
N opname gewas*	200
Buffer N	30
Totaal behoefte N	230
- Nmin voor de teelt	98
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	0



- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	67
- Mineralisatie uit organische bemesting	0
- N Depositie	6
- Totaal levering N	171
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	59

Perceel JS P1

Labo A: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 71

Balans voor AARDAPPELEN	in kg N/ha
N opname gewas*	200
Buffer N	60
Totaal behoefte N	260
- Nmin voor de teelt	57
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	10
- Mineralisatie uit groenbemester	0
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	33
- Mineralisatie uit organische bemesting	23
- N Depositie	7
- Totaal levering N	131
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	129

Labo C: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 58

Balans voor AARDAPPELEN	in kg N/ha
N opname gewas*	200
Buffer N	60
Totaal behoefte N	260
- Nmin voor de teelt	152
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	5
- Mineralisatie uit groenbemester	0
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	31
- Mineralisatie uit organische bemesting	21
- N Depositie	6
- Totaal levering N	216
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	44

Labo E: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 0

Balans voor AARDAPPELEN	in kg N/ha
--------------------------------	-------------------

N opname gewas*	200
Buffer N	60
Totaal behoefte N	260
- Nmin voor de teelt	229
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	5
- Mineralisatie uit groenbemester	0
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	22
- Mineralisatie uit organische bemesting	19
- N Depositie	5
- Totaal levering N	280
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	-20

Perceel LH_P1:

Labo B: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 114

Balans voor WORTELEN	in kg N/ha
N opname gewas*	200
Buffer N	10
Totaal behoefte N	210
- Nmin voor de teelt	34
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	30
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	76
- Mineralisatie uit organische bemesting	78
- N Depositie	16
- Totaal levering N	234
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	-24

Perceel MH_P1

Labo B: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 220

Balans voor BLOEMKOLEN	in kg N/ha
N opname gewas*	240
Buffer N	80
Totaal behoefte N	320
- Nmin voor de teelt	32
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0



- Mineralisatie uit groenbemester	30
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	40
- Mineralisatie uit organische bemesting	55
- N Depositie	8
- Totaal levering N	164
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	156

Labo C: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 185

Balans voor BLOEMKOLEN	in kg N/ha
N opname gewas *	240
Buffer N	80
Totaal behoefte N	320
- Nmin voor de teelt	48
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	30
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	28
- Mineralisatie uit organische bemesting	22
- N Depositie	7
- Totaal levering N	135
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	185

Labo D: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 170 (+ eventueel nog bijkomende giften)

Balans voor BLOEMKOLEN	in kg N/ha
N opname gewas *	240
Buffer N	80
Totaal behoefte N	320
- Nmin voor de teelt	10
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	30
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	46
- Mineralisatie uit organische bemesting	55
- N Depositie	9
- Totaal levering N	149
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	171

Perceel NDB P1

Labo A: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 30



Balans voor MAÏS, SNIJMAÏS	in kg N/ha
N opname gewas*	210
Buffer N	25
Totaal behoefte N	235
- Nmin voor de teelt	181
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	0
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	42
- Mineralisatie uit organische bemesting	26
- N Depositie	10
- Totaal levering N	259
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	-24

Labo B: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 156

Balans voor MAÏS, SNIJMAÏS	in kg N/ha
N opname gewas*	210
Buffer N	25
Totaal behoefte N	235
- Nmin voor de teelt	83
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	0
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	47
- Mineralisatie uit organische bemesting	26
- N Depositie	10
- Totaal levering N	166
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	69

Perceel PV P1

Labo A: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 30

Balans voor VLAS, VEZELVLAS	in kg N/ha
N opname gewas*	70
Buffer N	30
Totaal behoefte N	100
- Nmin voor de teelt	146
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	0
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0



- Mineralisatie uit bodemorganische stof	9
- Mineralisatie uit organische bemesting	0
- N Depositie	2
- Totaal levering N	158
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	-58

Labo B: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 50

Balans voor VLAS, VEZELVLAS	in kg N/ha
N opname gewas*	70
Buffer N	30
Totaal behoefte N	100
- Nmin voor de teelt	33
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	0
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	25
- Mineralisatie uit organische bemesting	0
- N Depositie	8
- Totaal levering N	66
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	34

Labo C: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 0

Balans voor VLAS, VEZELVLAS	in kg N/ha
N opname gewas*	70
Buffer N	30
Totaal behoefte N	100
- Nmin voor de teelt	61
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	0
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	25
- Mineralisatie uit organische bemesting	0
- N Depositie	7
- Totaal levering N	93
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	7

Perceel PVDM P1

Labo A: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 82

Balans voor TARWE, WINTERTARWE	in kg N/ha
--------------------------------	------------



N opname gewas*	200
Buffer N	30
Totaal behoefte N	230
- Nmin voor de teelt	65
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	8
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	29
- Mineralisatie uit organische bemesting	0
- N Depositie	6
- Totaal levering N	108
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	122

Labo B: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 140

Balans voor GERST, WINTERGERST	in kg N/ha
N opname gewas*	155
Buffer N	30
Totaal behoefte N	185
- Nmin voor de teelt	113
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	8
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	19
- Mineralisatie uit organische bemesting	0
- N Depositie	5
- Totaal levering N	145
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	40

Perceel PVDS P1

Labo B: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 33

Balans voor AARDAPPELEN	in kg N/ha
N opname gewas*	200
Buffer N	60
Totaal behoefte N	260
- Nmin voor de teelt	203
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	15
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	41

- Mineralisatie uit organische bemesting	19
- N Depositie	7
- Totaal levering N	284
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	-24

Labo C: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 172

Balans voor AARDAPPELEN	in kg N/ha
N opname gewas*	200
Buffer N	60
Totaal behoefte N	260
- Nmin voor de teelt	80
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	15
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	49
- Mineralisatie uit organische bemesting	53
- N Depositie	10
- Totaal levering N	207
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	53

Labo E: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): 0

Balans voor AARDAPPELEN	in kg N/ha
N opname gewas*	200
Buffer N	60
Totaal behoefte N	260
- Nmin voor de teelt	303
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	0
- Mineralisatie uit groenbemester	15
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	47
- Mineralisatie uit organische bemesting	22
- N Depositie	9
- Totaal levering N	395
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	-135

Perceel PVDS P2

Labo G: bemestingsadvies (kg N ha⁻¹): -114 (0)

Balans voor SUIKERBIETEN	in kg N/ha	in kg N/ha
---------------------------------	-------------------	-------------------



N opname gewas*	255	240
Buffer N	10	20
Totaal behoefte N	265	260
- Nmin voor de teelt	193	193
- Mineralisatie uit oogstresten (vorige teelt)	3	0
- Mineralisatie uit groenbemester	15	0
- Mineralisatie uit gescheurd grasland	0	0
- Mineralisatie uit bodemorganische stof	73	120
- Mineralisatie uit organische bemesting	38	61
- N Depositie	12	0
- Totaal levering N	333	374
Resterende stikstofbehoefte (in werkzame N)	-68	-114

De samenvatting van de verschillen in N adviezen tussen de verschillende labo's enerzijds en de Demetertool anderzijds (Tabel 1) geven duidelijk aan dat over het algemeen de adviezen gegenereerd met de Demetertool een stuk lager liggen dan die van de verschillende labo's. Zoals boven reeds opgemerkt kunnen deze verschillen niet echt geduid worden omwille van het gebrek aan informatie omtrent hoe de adviezen van de verschillende labo's berekend worden.

Algemeen lijkt het erop dat in een aantal gevallen waar het Demeter advies veel lager ligt dan dat van de labo's, deze laatsten geen rekening hielden met de informatie omtrent de reeds toegediende (of nog toe te dienen) organische bemesting. Dit is wellicht te wijten aan het feit dat de labo's deze informatie niet in het aanvraagformulier hadden, en daar ook geen navraag naar deden. Dit legt de taak van het in rekening brengen van de organische bemesting volledig bij de landbouwer, wat in veel gevallen suboptimaal is, gezien landbouwers vaak niet de nodige cijfers hebben om deze bemesting correct in rekening te brengen. Bovendien zullen landbouwers in een aantal gevallen niet weten of in het ontvangen advies al dan niet reeds rekening werd gehouden met toegediende (of toe te dienen) organische bemesting, wat correcte bemesting onmogelijk maakt.

Er moet ook opgemerkt worden dat deze berekeningen zeer gevoelig kunnen zijn aan kleine afwijkingen in bv. de datum van toediening van organische bemesting. Indien de monsternamen de dag (of enkele dagen) voor de bemesting plaatsgreep, of enkele dagen erna, kan een fout van één of enkele dagen in het ingeven van de datum van bemesting ervoor zorgen dat deze bemesting verkeerdelijk al of niet al in de meting van de minerale N opgenomen wordt. Dit kan ook een mogelijke verklaring zijn voor een aantal verschillen tussen de Demeter adviezen en deze gegenereerd door de labo's.

De N mineralisatie uit de bodem organische stof wordt door Demeter over het algemeen vrij conservatief ingeschat, en dit is mee een verklaring voor de paar gevallen waar het Demeter advies hoger ligt dan het advies van een aantal labo's.



Tabel 1: systematische gepaarde vergelijking van de N adviezen van de verschillende labo's met het de N adviezen berekend met de Demetertool. Voor elk perceel en elk labo werd een afzonderlijk advies met Demeter berekend, om de verschillen in geanalyseerde bodemparameters tussen de labo's expliciet in rekening te brengen bij de vergelijkingen (Lab: N advies door adviesinstantie/labo in kwestie; De: N advies gegenereerd door Demeter; Δ: N advies labo - N advies Demeter; Gem. Δ: gemiddelde van de verschillen in N advies; vetgedrukt: Demeter advies lager dan dat van het betreffende labo; schuingedrukt onderlijnd: Demeter advies hoger dan dat van het betreffende labo).

Perceel	EGT_P1			JH_P1			JS_P1			LH_P1			MH_P1			NDB_P1			PV_P1			PVDM_P1			PVDS_P1			PVDS_P2			Gem.
	Labo	Lab	De	Δ	Lab	De	Δ	Lab	De	Δ	Lab	De	Δ	Lab	De	Δ	Lab	De	Δ	Lab	De	Δ	Lab	De	Δ	Lab	De	Δ			
A	118	-28	146		30	-40	70	71	129	<u>-58</u>							30	-24	54	30	-58	88	82	122	<u>-40</u>						43
B	142	-60	202		100	59	41				114	-24	138	220	156	64	156	69	87	50	34	16	80	40	40	33	-24	57			81
C	130	-45	175					58	44	14				185	185	0				0	7	<u>-7</u>				172	53	119			56
D														170	171	<u>-1</u>															
E								0	-20	20															0	-135	135				82
G																											-114	-68	<u>-46</u>	<u>-46</u>	



2.2 INTERPRETATIE VAN DE P BEMESTINGSADVIEZEN

2.2.1 Vergelijking van de P beschikbaarheidsklassen

De P bemestingsadviezen werden geconfronteerd met de beschikbaarheidsklassen en de daarmee samenhangende P adviezen uit de VLM studie "Milieukundig en economisch verantwoord fosforgebruik". Eerst werden de gehanteerde P beschikbaarheidsklassen (voor zover voorhanden, Tabel 2) onderling vergeleken, en daarna vergeleken met de klassen voorgesteld in die VLM studie.

Tabel 2: Overzicht van de streefzones voor P gehanteerd door de verschillende adviesinstanties (labo's)

Labo	Streefzone voor P	Opmerkingen
A	Niet gespecificeerd	5 klassen voor P beschikbaarheid, verdere onderverdeling in klassen niet gespecificeerd
B	P-AL: 12 - 20 mg P 100 g ⁻¹ bodem	verdere onderverdeling in klassen (7) niet gespecificeerd
C	P-AL: 10 - 18 mg P 100 g ⁻¹ bodem	verdere onderverdeling in klassen (7) niet gespecificeerd. Er wordt verder vermeld dat "De streefzone is gebaseerd op eigen ervaringen"
D	P-AL: 10 - 20 mg P 100 g ⁻¹ bodem	verdere onderverdeling in klassen (7) niet gespecificeerd
E	P-AL: 12 - 20 mg P 100 g ⁻¹ bodem	verdere onderverdeling in klassen (onduidelijk hoeveel klassen, vermoedelijk 5) niet gespecificeerd
F	Niet gespecificeerd	streefzone is uitgedrukt in kg P ha ⁻¹

De streefzones voor P liggen bij elkaar in de buurt, maar er is toch een verschil, met de grootste gemene deler tussen 12 - 18 mg P 100 g⁻¹ bodem voor een totaal bereik van 10 - 20 mg P 100 g⁻¹ bodem. Bij labo F is de streefzone uitgedrukt in kg P ha⁻¹ en kan dus niet eenduidig geïnterpreteerd worden. Dit gaat in tegen de goede praktijk en maakt vergelijking met andere standaarden (nationaal en internationaal) onmogelijk. De andere niveau's van beschikbaarheid kunnen niet geïnterpreteerd worden gezien geen enkel labo hiervoor kwantitatieve grenzen definieert.

De onderbouwing van de streefzones gehanteerd door de adviesinstanties wordt niet verduidelijkt, dus het is niet duidelijk op wat deze zones gebaseerd zijn. De streefzone voor P in de VLM studie "Milieukundig en economisch verantwoord fosforgebruik" is 11 - 16 mg P 100 g⁻¹ bodem, wat dus afwijkt van alle streefzones in Tabel 2. Hoewel deze streefzone al een bijstelling naar beneden is van de eerder vaak gehanteerde streefzone is het merkwaardig dat ze nog steeds veel hoger ligt dan de streefzone in andere Europese landen die P



beschikbaarheid bepalen op basis van P-AL (Jordan-Meille et al. 2014). Hier vinden we geen duidelijke verklaring voor, en het valt te vrezen dat ook de nieuw gedefinieerde streefzone nog steeds te hoog is.

2.2.2 Interpretatie van de P bemestingsadviezen

In de VLM studie "Milieukundig en economisch verantwoord fosforgebruik" wordt niet eenduidig aangegeven welke bemesting moet toegediend worden voor welke teelt bij een bepaalde P-AL toestand van de bodem, maar gaat het eerder om zeer nuttige maar algemene aanbevelingen. Voor de interpretatie van de P bemestingsadviezen baseren we ons ook op ons eerder uitgevoerde onderzoek naar het effect van P bemesting op de gewasopbrengst voor een groot aantal representatieve bodems in Vlaanderen (Vandermoere et al. 2020). Hieruit bleek dat bij een P beschikbaarheid die hoger was dan de toen algemeen gehanteerde bovengrens van de P streefzone (20 mg P 100 g⁻¹ bodem) er geen enkel effect meer was van P toediening op de P opbrengst.

Samengevat:

- de P beschikbaarheidsklassen momenteel gehanteerd door de adviesinstanties zijn erg hoog
- de P beschikbaarheidsklassen voorgesteld in de VLM studie "Milieukundig en economisch verantwoord fosforgebruik" zijn eveneens nog erg hoog
- in eigen onderzoek stelden we vast dat P bemesting op percelen met een P-AL inhoud boven de bovengrens van deze streefzones geen enkel effect meer heeft op de gewasopbrengst

Deze elementen samen leiden tot volgende principes die kunnen gehanteerd worden voor de P bemesting:

- bij een P gehalte van de bodem binnen de streefzones: geef een evenwichtsbemesting (P aanvoer = P afvoer) indien het P gehalte zich in de onderste helft van de streefzone bevindt, en geef minder indien het P gehalte zich in de bovenste helft van de streefzone bevindt
- bij een P gehalte boven de streefzone moet er steeds P uitgemijnd worden, en zou het bemestingsadvies in principe 0 kg P ha⁻¹ moeten zijn, wat leidt tot de snelst mogelijke terugkeer naar de streefzone
- een wettelijke P norm is geen P bemestingsadvies: toedienen van bv. dierlijke mest op percelen met een P gehalte boven de streefzone heeft geen enkele impact op de gewasopbrengst, indien er geen andere limitaties zijn voor gewasgroei (N, K, andere elementen). In dergelijke situaties is het toedienen van dierlijke mest een economische eerder dan een landbouwkundige overweging.

In Tabel 3 worden de gerapporteerde P gehalten in de bodem (P-AL in alle gevallen) weergegeven, samen met de beoordeling van de P beschikbaarheidsklassen (die verschillen van labo tot labo), de door het betreffende labo geadviseerde P bemesting voor de eerstvolgende teelt, en de P bemesting die normaal gezien zou verwacht worden rekening houdend met de hierboven geformuleerde aanbevelingen. Indien het P gehalte zich in het bovenste deel van de nieuw voorgestelde streefzone bevindt (P-AL = 14-16 mg 100g⁻¹ bodem) wordt een P bemesting van tussen de 100 en de 50% van de P afvoer geadviseerd, terwijl een evenwichtsbemesting (100%



van de P afvoer) wordt geadviseerd wanneer het P gehalte zich in het onderste deel van de streefzone bevindt (P-AL = 11-13 mg 100g⁻¹ bodem) (wat evenwel in geen enkel perceel het geval was).

Indien men aanneemt dat de P adviezen representatief zijn voor een typische rotatie, en het gemiddelde jaarlijkse P advies voor die rotatie dan zou berekend worden, dan blijkt dit gemiddelde 53, 50, 70 en 37 kg P₂O₅ ha⁻¹ te bedragen voor respectievelijk de labo's A, B, C en F, tegenover een jaarlijks gemiddeld verwacht P advies (op basis van de hierboven vernoemde principes) van 9, 3, 0 en 0 kg P₂O₅ ha⁻¹ voor diezelfde labo's. Deze P adviezen zullen onvermijdelijk leiden tot verdere P ophoping in de bodem met ongewenste milieu-effecten.



Tabel 3: Gerapporteerde P-AL gehalten, beoordeling van de P beschikbaarheidsklassen, de door het betreffende labo geadviseerde P bemesting voor de eerstvolgende teelt, en de P bemesting die normaal gezien zou verwacht worden (alles in kg P₂O₅ ha⁻¹).

Labo	A				B				C			
	Perceel	P-AL	klasse	P advies	verwacht P advies	P-AL	klasse	P advies	verwacht P advies	P-AL	klasse	P advies
EGT_P1	19	hoog	30	0	28	tamelijk hoog	50	0	32	7	60	0
JH_P1					45	tamelijk hoog	30	0				
JS_P1	16	optimaal	96	20					19	4	100	0
KB_P1	24	hoog	30	0	25	tamelijk hoog	*60	0				
LH_P1	28	hoog	40	0	34	tamelijk hoog	40	0				
MH_P1					32	tamelijk hoog	60	0	28	6	70	0
NDB_P1	44	hoog	48	0	55	zeer hoog	0	0				
PV_P1	25	hoog	30	0	27	tamelijk hoog	50	0	23	5	70	0
PVDM_P1	14	optimaal	100	45	15	normaal	110	30				
PVDS_P1					41	tamelijk hoog	30	0	42	7	50	0
PVDS_P2	15	optimaal	NB	?	22	tamelijk hoog	70	0	20	4	NB	0

*: +30 per bijkomende snede



Tabel 3 Vervolg

Labo Perceel	D				E				F			
	P-AL	klasse	P advies	verwacht P advies	P-AL	klasse	P advies	verwacht P advies	P-AL	klasse	P advies	verwacht P advies
EGT_P1									34	matig hoog	30	0
JH_P1									42	hoog	0	0
JS_P1					21	+	0	0	19	matig hoog	55	0
KB_P1					38	++	0	0	27	matig hoog	15	0
LH_P1									35	matig hoog	0	0
MH_P1	36	6	40	0					31	matig hoog	20	0
NDB_P1									49	hoog	NB	0
PV_P1									30	matig hoog	45	0
PVDM_P1									18	streefzone	110	0
PVDS_P1					43	++	0	0	36	matig hoog	0	0
PVDS_P2									NB	vrij laag	90	?



Deel 2

De hoeveelheid minerale N in de bodem op het einde van de winter/start van de lente/voor de start van het groeiseizoen is een van de belangrijkste parameters voor het opstellen van een correct N bemestingsadvies. Nochtans worden omwille van o.a. praktische en financiële aspecten bodemstaalnames en hieraan verbonden bemestingsadviezen meestal slechts op een deel van de percelen van een landbouwbedrijf uitgevoerd. In dit deel wordt onderzocht op welke manier toch een inschatting kan gemaakt worden van de Nmin voorraad op basis van informatie omtrent de factoren die deze Nmin voorraad bepalen, in het geval geen staalnames gebeurd zijn in het voorjaar. Hier wordt dus, voor percelen van de praktijktoets en door gebruik te maken van een gedetailleerde bodem N balans, berekend hoe de bemestingsbehoefte op basis van ingeschatte (niet-gemeten) bodem-N waarden, zich verhoudt tot de waarden van het bemestingsadvies (indien deze wél gebaseerd is op staalname). Deze methodiek wordt zeer gedetailleerd uitgewerkt voor een perceel waar (in vergelijking met andere percelen) vrij veel informatie beschikbaar is, en kan op dezelfde manier gebruikt worden voor andere situaties.

3 FACTOREN DIE DE MINERALE N VOORRAAD IN HET VOORJAAR BEPALEN

3.1 AARD VAN DE FACTOREN

Het minerale N gehalte van een bodem wordt bepaald door een complexe combinatie van een groot aantal factoren, die mogelijk ook met elkaar interageren. Een volledig overzicht geven van deze factoren valt buiten het bestek van deze studie, en we geven hier de belangrijkste weer, waarvoor ook kwantitatieve informatie beschikbaar is om de grootte van de invloed op de Nmin voorraad te berekenen of op zijn minst in te schatten. Verder verwijzen we, voor een meer diepgaande analyse hiervan, naar bv. de VLM studie "Analyse van Nitraatstikstofresidumetingen in de tuinbouw" uit 2008.

De factoren die de grootste invloed hebben op dit minerale N gehalte zijn met name: de voorgaande teelt (zomer - najaars - winterteelt), de aanwezigheid van vanggewassen, de bemestingsgeschiedenis van het perceel, de bodemeigenschappen (textuur, bodem organische stofgehalte), en de weersomstandigheden tijdens het najaar en de winter. Volgende subfactoren kunnen hierbij verder in rekening worden gebracht:

- voorgaande teelt: oogstdatum van het gewas, hoeveelheid en aard van de oogstresten, beheer van oogstresten (inwerken versus niet inwerken, afvoer)
- vanggewassen: aard, inzaaitijdstip, ontwikkeling, datum van inwerken
- bemestingsgeschiedenis: aard en hoeveelheid van de bemesting van voorgaande teelt, bemesting van de stoppel



- bodemeigenschappen: bodemtextuur (bepalend voor drainage en mineralisatie), hoeveelheid bodem organische stof (bepalend voor mineralisatie tijdens najaar/winter), bodemvochtgehalte op einde vorige teelt (bepalend voor op gang komen van neerwaartse waterbeweging)
- weersomstandigheden: neerslag, temperatuur (bepalend voor de mineralisatie)

Hoe ver moet worden teruggedaan in de tijd (inschatting starten vanaf het najaar, of vroeger) hangt volledig af van het voorhanden zijn van minerale N residu metingen, liefst op het einde van de voorgaande teelt (bv. gemeten in het kader van de nitraatstikstofresidu campagne). Indien dergelijke meting voorhanden is starten de berekeningen op het moment van deze N residu meting. Indien geen dergelijke meting voorhanden is, kan men zich mogelijks baseren op een Nmin meting uitgevoerd in de loop van de voorgaande teelt, hetzij bij de start van de teelt, hetzij (bij voorkeur) later in de teelt bv. ter gelegenheid van een geplande bijbemesting. Maar dergelijke Nmin metingen in de loop van de teelt zijn slechts echt waardevol indien ook een volledige N balans kan opgesteld worden tot einde teelt. Indien geen of onvoldoende gegevens ter beschikking zijn voor het opstellen van dergelijke N balans kan men uit de Nmin metingen gedaan tijdens de voorgaande teelt geen betrouwbare inschatting maken van het te verwachten Nmin residu. Het is dus duidelijk dat bij afwezigheid van een Nmin meting bij de start van de huidige teelt, een Nmin meting uit een voorafgaand seizoen/jaar een betrouwbaarder basis zal vormen naarmate deze zich dichterbij de huidige teelt bevindt.

In het volgende gaan we ervan uit dat er een Nmin meting voorhanden is op het einde van de voorgaande teelt, of dat deze kan ingeschat worden. Deze minerale N in het bodemprofiel op het einde van de teelt zal dus wijzigen onder invloed van alle bovengenoemde factoren, en het komt er op aan deze wijzigingen te berekenen of in te schatten op basis van de kennis van deze factoren. Hoe meer gegevens hieromtrent beschikbaar zijn, hoe betrouwbaarder deze berekening of inschatting zal zijn. Gezien het feit dat voor het berekenen van het eigenlijke bemestingsadvies vaak zeer weinig gegevens voorhanden zijn (onvoldoende gegevens aangeleverd door de landbouwer, of niet voldoende gedetailleerd opgevraagd door de adviesinstanties) zal deze berekening of inschatting in de meeste gevallen slechts een zeer ruwe benadering kunnen opleveren, die mogelijks een grootte-orde geeft van de te verwachten Nmin voorraad.

3.2 BEGROTING VAN DE NMIN BEPALENDE FACTOREN VOOR 2020-2021 EN INSCHATTING VAN NMIN

Om de redeneringen concreet te maken nemen we het voorbeeld van de periode zomer 2020 - voorjaar 2021, met name de periode voorafgaand aan die waarvoor de bemestingsadviezen van de VLM percelen opgesteld zijn, en dit voor het perceel PVDS_P1, omdat voor dat perceel vrij veel gegevens voorhanden zijn omtrent beheer tussen voorgaande en te bemesten teelt.

Naast de totale hoeveelheid is ook de verdeling van de minerale N over het bodemprofiel belangrijk. Indien op het einde van de voorgaande teelt al een groot deel van de minerale N zich in de 60-90 cm laag bevindt zal een veel groter deel uitspoelen dan wanneer er slechts weinig minerale N in deze laag aanwezig is. Om de berekeningen behapbaar te houden kan men veronderstellen dat de verdeling van de minerale N na de voorgaande teelt als volgt is: 50% 0-30 cm laag; 30% 30-60 cm laag; 20% 60-90 cm laag.



3.2.1 Nmin bepalende factoren

Voorgaande teelt

- wintertarwe; einde in juli, oogstresten afgevoerd.
- We veronderstellen dat de oogst heeft plaatsgegrepen op 31/07/2020, dat stro is afgevoerd, en dat er een korte stoppel overblijft. Deze stoppel zal in de eerste maanden zorgen voor immobilisatie van toegediende N. Op basis van eerder onderzoek veronderstellen we een N immobilisatie van 25 kg N over de periode augustus - oktober 2020. Hierna wordt een deel van de geïmmobiliseerde N opnieuw vrijgesteld, met name 60% van de geïmmobiliseerde hoeveelheid of dus 15 kg N.

Vanggewassen

- gele mosterd/facelia, ingewerkt op 15/02/2021, normale ontwikkeling.
- We veronderstellen dat het vanggewas is ingezaaid op 1 augustus. Bij normale ontwikkeling en dergelijke vroege inzaai veronderstellen we een totale bovengrondse N opname van 100 kg N ha⁻¹, die loopt tot half november. Nadien wordt geen extra N opname meer verondersteld.

Bemestingsgeschiedenis

- 19 ton zeugenmest (3.2% N) toegediend in augustus 2020
- Dit komt overeen met een toediening van 61 kg N ha⁻¹, waarvan de helft wordt verondersteld in minerale vorm te zijn (NH₄⁺/NH₃), wat dus het deel is dat onmiddellijk beschikbaar is. De mineralisatie uit de organische N fractie wordt 40% verondersteld, vrijkomend in de periode augustus - november 2020.

Bodemeigenschappen

- textuur: leem; BOC = 1.2%
- bij een leemtextuur wordt verondersteld dat bij een normaal neerslagoverschot, en een normale verdeling hiervan, de helft van alle minerale N aanwezig in het bodemprofiel begin oktober zal uitgespoeld zijn tot een diepte van > 90 cm tegen eind maart.
- we gaan uit van een mineralisatiecoëfficiënt van 2% op jaarbasis, en we veronderstellen een C/N verhouding van 11.

Weersomstandigheden

- Neerslag: 01/10-30/11: 90 mm (-35mm); 01/12-28/02: 250 mm (+35mm); 01/03 - 01/04: 45mm (-20mm): globaal qua neerslag dus iets droger dan normaal



- Temperatuur: zeer warm tweede helft oktober, november; gemiddelde winter normaal (warm midden december, zeer warm tweede helft februari); zeer warme eind maart; over het algemeen globale temperatuur in die periode niet veel hoger dan normaal.
- Samengevat zijn de weersomstandigheden niet van die aard dat het standaard verloop van N opname of N mineralisatie zou moeten aangepast worden.

3.2.2 Inschatting van de N_{min} in het voorjaar

Hier worden alle N_{min} bepalende factoren samengebracht en wordt via een balansbenadering een inschatting gemaakt van de N_{min} in het voorjaar (01/04/2021).

➤ N_{min} residu

Het N_{min} residu na de oogst wintertarwe is niet beschikbaar, noch op een ander moment in de zomer of het najaar, en daarom gaan we uit van een verondersteld N_{min} residu als volgt. Gezien de inzaai van een vanggewas en de bemesting ervan na de oogst van de wintertarwe voor een vrij complexe situatie zorgen, kiezen we voor een N_{min} residu dat we met enige betrouwbaarheid kunnen inschatten, met name bij de oogst van de wintertarwe. We nemen aan dat het gewas bemest is op basis van goede landbouwpraktijken, en dat bij oogst op 31/07/2020 een minerale N residu aanwezig is van 35 kg N ha⁻¹ in de 0-90 cm laag.

➤ Immobilisatie en mineralisatie tarwestoppel

De immobilisatie door de tarwestoppel tot 01/10 bedraagt 25 kg N ha⁻¹. Van deze 25 kg zal 15 kg opnieuw geleidelijk vrijgesteld worden tussen 01/10 en 01/04, en deze vrijstelling wordt gelijkmatig verondersteld.

➤ Mineralisatie uit bodem organische stof

We gaan uit van een mineralisatiecoëfficiënt van 2% op jaarbasis, waarbij 30% van de jaarlijkse mineralisatie plaatsgrijpt in de periode 01/08-01/10, en 25% in de periode 01/10-01/04, gegeven de vrij normale weerstandigheden. Bij een C/N verhouding van 11 en een bodemlaag van 0-30 cm met een standaarddichtheid van 1.5 Mg m⁻³ is de jaarlijkse N mineralisatie 98 kg N ha⁻¹. Dit geeft een N mineralisatie van 29 en 25 kg N ha⁻¹ voor respectievelijk de periodes 01/08-01/10 en 01/10-01/04, en deze wordt gelijkmatig verondersteld in die periode.

➤ N vrijstelling uit de dierlijke mest

We veronderstellen 50% minerale N, of dus 31 kg direct beschikbare minerale N, en nog 12 kg N mineralisatie uit de organische fractie t.e.m. november, waarvan 9 kg reeds gemineraliseerd is tegen 01/10.

➤ N opname door het vanggewas

De totale N opname van 100 kg gebeurt voor 75% of dus 75 kg in de periode 01/08-01/10, en voor 25% of dus 25 kg in de resterende periode tot midden november.



➤ N mineralisatie uit het vanggewas

We veronderstellen een netto N mineralisatie van 50% van de N in het vanggewas na het inwerken op 15/02, waarvan 20% of dus 20 kg in de periode 15/02-01/04. Deze hoeveelheid zal volledig in het bodemprofiel blijven gedurende deze periode.

De periode waarin neerwaartse waterbeweging plaatsvindt in het profiel wordt verondersteld te lopen van 01/10/20 tot 31/01/21. Tot 01/10 kan het minerale N gehalte enkel toe- of afnemen als gevolg van biologische processen (N opname, N mineralisatie), en pas vanaf 01/10 kan de uitspoeling op gang komen. De berekeningen gebeuren dan ook in twee delen: een balans van de biologische processen tot 01/10, en een balans van de biologische processen plus het verdwijnen van N uit het bodemprofiel tussen 01/10 en 31/03.

In de periode 01/08/20-01/10/21 grijpen volgende processen plaats:

- N mineralisatie uit BOS: 29 kg N ha⁻¹
- N vrijstelling uit dierlijke mest: 40 kg N ha⁻¹
- N immobilisatie tarwestoppel: 25 kg N ha⁻¹
- N opname vanggewas: 75 kg N ha⁻¹
- Balans: 35 + 29 + 40 - 25 - 75 = 4 kg Nmin aanwezig in het bodemprofiel op 01/10

In de periode 01/10/20-01/04/21 grijpen volgende processen plaats:

- 50% van de minerale N aanwezig op 01/10 spoelt uit, nog 2 kg blijft over
- N mineralisatie uit BOS: 25 kg, de helft van de helft hiervan spoelt uit (geleidelijke N mineralisatie over de hele periode): nog 19 kg blijft over
- N mineralisatie uit dierlijke mest: 3 kg, de helft van de helft hiervan spoelt uit (geleidelijke N mineralisatie over de hele periode): nog 2 kg blijft over
- N mineralisatie tarwestoppel: 15 kg, de helft van de helft hiervan spoelt uit (geleidelijke N mineralisatie over de hele periode): nog 11 kg blijft over
- N opname vanggewas: 25 kg
- Mineralisatie uit vanggewas na inwerken op 15/02: 20 kg (geen uitspoeling hiervan in de periode 15/02-01/04)

Resultaat: 2 + 19 + 2 + 11 - 25 + 20 = 29 kg N ha⁻¹

Deze methodiek is hier uitgewerkt en toegepast op één perceel waar een diversiteit aan beheersmaatregelen werd genomen (vroeg inzaaien van een vanggewas dat lang kon doorgroeien, bemesting met dierlijke mest op de stoppel in hoeveelheden die compatibel zijn met de mestwetgeving), en waar deze beheersinformatie ook voorhanden was. De methodiek kan in dezelfde vorm ook toegepast worden op andere percelen, op voorwaarde dat voldoende beheersinformatie beschikbaar is.

Bij de vergelijking van de (op gedetailleerde wijze) ingeschatte Nmin op dit perceel met de effectieve metingen uitgevoerd door de verschillende labo's eind maart begin april, blijkt evenwel een zeer grote onderschatting van de gemeten waarden. De Nmin waarden waren 173, 303, 80 en 267 kg N, gemeten op respectievelijk 31/03, 31/03, 03/04 en 03/04. De metingen vertonen dus onderling ook erg grote verschillen, maar zijn globaal genomen vrij hoog tot zeer hoog. Een verklaring voor de zeer grote verschillen met de inschatting van de Nmin is niet voorhanden op basis van de aangeleverde informatie over dit perceel. Beperkte verschillen zouden in principe enkel verklaard kunnen worden door een hoger Nmin residu na de wintertarwe of een grotere N mineralisatie uit BOS. Het vanggewas speelt in principe geen rol van betekenis, gezien de N opname en de daaropvolgende N vrijstelling betrekking hebben op dezelfde N die reeds in de bodem aanwezig was als minerale N. Een abnormaal hoog Nmin residu bij de wintertarwe (in de orde van honderden kg N) zou de enige verklaring kunnen geven, maar dat lijkt dus bijzonder onwaarschijnlijk. Mogelijks zijn er toch nog andere handelingen gebeurd op dit perceel die niet gerapporteerd werden, maar die het Nmin gehalte in het voorjaar sterk beïnvloed hebben.

Het besluit uit deze analyse is dat een inschatting van de Nmin in het voorjaar, zonder een meting van de Nmin in het voorafgaande najaar, bijzonder moeilijk is, zelfs bij het zeer gedetailleerd in rekening brengen van alle belangrijke processen. Nog meer gedetailleerde informatie omtrent alle handelingen uitgevoerd op het perceel zou kunnen leiden tot een verbetering van de inschatting, maar gezien de moeilijkheid om zelfs basisgegevens te verkrijgen bij het opstellen van een bemestingsadvies lijkt het weinig waarschijnlijk dat dit in de praktijk mogelijk zal zijn.

De gevolgen voor de onzekerheid van een bemestingsadvies zijn duidelijk. Bij een ingeschatte Nmin voorraad in het voorjaar van 29 kg N ha⁻¹ zou de Demeter tool voor deze aardappelteelt 104 kg werkzame N per ha adviseren. Bij een werkelijke Nmin voorraad vanaf 133 kg N ha⁻¹ daarentegen (en 3 van de 4 effectief uitgevoerde Nmin metingen zijn effectief > 133 kg N ha⁻¹) zou de Demeter tool voor diezelfde aardappelteelt een nuladvies geven. Hieruit blijkt duidelijk dat het meten van de Nmin voorraad voor het begin van de teelt, of toch voor het berekenen van een bemestingsadvies, essentieel is, en dat bij afwezigheid van dergelijke meting de onzekerheid enorm is en tot foutieve (en dus meestal te hoge) N bemestingsadviezen zal leiden. Besparen op dergelijke Nmin meting is dus geen goed idee.

Eén mogelijkheid om bij afwezigheid van een Nmin meting op een bepaald perceel de zeer grote onzekerheid van een Nmin inschatting te verkleinen is gebruik te maken van Nmin metingen op naburige percelen. Dit kan echter enkel op een zinvolle manier indien deze naburige percelen voldoende gelijkenis vertonen met het perceel in kwestie met betrekking tot bodemeigenschappen en landbouwbeheer (rotatie, bemesting en bemestingsgeschiedenis). Maar ook in geval een Nmin meting beschikbaar is van naburige percelen zal deze Nmin meting met de grootste omzichtigheid moeten geïnterpreteerd worden, en zal voor die percelen net dezelfde oefening moeten gedaan worden als hier, met name het in rekening brengen van alle factoren die dit



Nmin gehalte in het voorjaar mee bepaald hebben. Dit zal opnieuw een zeer gedetailleerde kennis van het beheer op dergelijke naburige percelen vereisen, en de nodige expertise om de berekeningen uit te voeren. Dergelijke inschatting van de Nmin / een Vlaams gemiddelde / een reeks Vlaamse gemiddelden kan dan wel nuttig zijn in het kader van bijbemesting (om een voldoende lage basisbemesting in te schatten ifv een bijbemesting met N-profielanalyse).



Deel 3

In dit derde deel wordt dieper ingegaan op het proces van de adviesverlening, van de vraagstelling van de landbouwer tot de adviesverlening. Hiervoor werden geen verdere bevestigingen meer uitgevoerd bij de adviesinstanties zelf, maar werd gebruik gemaakt van de ervaringen van de VLM medewerkers die betrokken waren bij het opvragen van de bemestingsadviezen in het project "Code Goede Bemestingsadviezen 1".

Algemene werkwijze en beperkingen

Hieronder wordt in grote lijnen het verloop van het uitbrengen van een bemestingsadvies (met nadruk op N advies) weergegeven, voor alle percelen waarvoor VLM medewerkers een analyse en bemestingsadvies hadden aangevraagd. In totaal waren 6 adviesinstanties betrokken in deze bevestiging. Gezamenlijk vertegenwoordigen deze de allergrootste meerderheid van de bemestingsadviezen die in Vlaanderen worden uitgebracht.

Op basis van de informatie die voorhanden was in de uitgebrachte analyseverslagen en bemestingsadviezen, en de informatie genoteerd door de VLM medewerkers en aangebracht in de SNapp aanvragen, werden over alle betrokken percelen en adviesvragen volgende vragen behandeld:

1. welke parameters de labo's (al dan niet) inventariseren
2. welke vragen ze hiervoor stellen aan de landbouwers
3. wanneer en op welke manier deze vraagstelling gebeurt
4. binnen welk tijdsbestek vragen tot advies integraal worden afgehandeld
5. wanneer en op welke manier de resultaten vormelijk en inhoudelijk worden ontsloten

De eerste vraag is eigenlijk behandeld in Deel 1 van deze opdracht. Hier wordt verder nagegaan in welke mate de opgemeten parameters (en aan de landbouwer gestelde vragen) relevant zijn voor het formuleren van het advies en welke ook effectief gebruikt worden.

De formulieren die door de VLM medewerkers voor elk van hun percelen werden opgesteld met de vermelding van de belangrijkste elementen in het proces van de adviesaanvraag werden ter beschikking gesteld en werden systematisch gescreend naar alle mogelijke punten die de kwaliteit van een bemestingsadvies bepalen, met name:

- de timing, d.w.z. het tijdsverloop tussen de verschillende stappen in het advies: aanvraag - bevestiging van acceptatie van de aanvraag in SNapp - mogelijke contactering door de adviesinstantie - monsternamen - afleveren van het eigenlijke advies.
- de manier waarop contacten worden gelegd en het advies wordt afgeleverd: telefonisch, per email, per post

omdat in een aantal gevallen de bemesting niet zo lang kan uitgesteld worden. Anderzijds moeten landbouwers ook zoveel mogelijk adviesaanvragen op voorhand inplannen en ruim op tijd stellen aan de adviesinstanties, gezien dit voor heel wat teelten effectief ruim op tijd kan voorzien worden. Het reduceren van de tijd tussen aanvraag en staalname is in die zin ook een gedeelde verantwoordelijkheid.

- Tijd tussen staalname door de adviesinstantie en aflevering advies

Dit kon opnieuw slechts zinvol geanalyseerd worden voor 4 van de 6 adviesinstanties (Tabel 4), gezien voor 2 instanties het aantal adviesaanvragen te laag was om zinvolle statistieken te berekenen. De gemiddelde tijd tussen staalname en advies varieert van 10 tot 16 dagen voor deze 4 adviesinstanties, wat ook redelijk hoog lijkt, met een uitschieter van 31 dagen. Ook deze periode kan wellicht ingekort worden door een betere planning bij de landbouwer, en het tijdig aanvragen van staalnames en adviezen.

- Tijd tussen aanvraag en aflevering advies (tijdsduur volledige proces)

Dit kon opnieuw slechts zinvol geanalyseerd worden voor 4 van de 6 adviesinstanties (Tabel 4), gezien voor 2 instanties het aantal adviesaanvragen te laag was om zinvolle statistieken te berekenen. De gemiddelde tijd voor het volledig proces vanaf aanvraag in SNapp tot en met aflevering van het advies varieert van 22 tot 48 dagen voor deze 4 adviesinstanties, wat dus opnieuw erg hoog lijkt. In een aantal gevallen werd het advies pas afgeleverd nadat de landbouwer de bemesting al toegediend had. Deze periode moet in ieder geval verkort worden om landbouwers gemotiveerd en betrokken te houden. Een discussie ten gronde tussen landbouworganisaties, adviesinstanties en de overheidsadministratie dringt zich dus op.

Tabel 4: gemiddeld tijdsverloop tussen de verschillende stappen van het aanvragen en verkrijgen van een bemestingsadvies

Labo	#dagen aanvraag - contact		#dagen aanvraag - staalname		#dagen staalname - advies		#dagen aanvraag - advies	
	Gem	St. afw.	Gem	St. afw.	Gem	St. afw.	Gem	St. afw.
A	33.0	64.1	21.7	21.8	15.0	7.5	38.4	24.5
B	16.6	18.5	16.3	16.9	16.3	6.1	28.7	8.1
C	24.8	21.4	29.5	21.9	13.8	5.5	47.6	17.9
F	3.5	4.4	11.2	7.9	10.2	3.7	22.0	6.5
Globaal*	19.5	10.9	19.7	6.8	13.8	2.3	34.2	9.7

*Globaal: gemiddelde en st. afw. van de gemiddelden van de 4 adviesinstanties



4.2.2 Opvragen van bijkomende gegevens

In het project Code Goed Bemestingsadviezen - Deel 1 werd een uitgebreid overzicht opgesteld van mogelijke vragen die kunnen gesteld worden om een N bemestingsadvies te verfijnen en dus de kwaliteit ervan te verbeteren. Omwille van het belang hiervan geven we hieronder deze mogelijke vragen weer:

Voorgeschiedenis (bepalend voor mineralisatiepotentieel)
gemiddelde organische bemesting in de voorbije 10 jaren (+type), grasland (>1 jaar) in de voorbije 15 jaren?, mineralisatiepotentieel (op basis van NO_3^- residu, opbrengst bij nulbemesting, proeven, ...
Algemene bodemeigenschappen
organisch koolstof gehalte, totale N gehalte, textuur, pH
Reeds toegediende organische bemesting (jaar x)
datum toediening, soort bemesting, dosis, N inhoud, P inhoud
Reeds toegediende minerale bemesting voor huidige teelt (jaar x)
dosis, datum toediening, soort bemesting
Opbrengstpotentieel van het perceel
Geplande/huidige teelt
teelt, variëteit, bestemming (verse markt, industrie, bewaring, ...), geplande zaai/plantdatum, geplande oogstdatum, verwachte opbrengst, huidige ontwikkeling teelt
Vorige teelten
hoofddeelt dit jaar geoogst? oogstdatum, opbrengst, oogstresten ingewerkt +datum
groenbemester/vanggewas ingezaaid jaar x-1: zaai/plantdatum, ontwikkeling, ingewerkt op
hoofddeelt vorig jaar geoogst (jaar x-1): zaai/plantdatum, opbrengst; oogstresten ingewerkt +datum
Bodembewerking



kerende - niet kerende bodembewerking - directe inzaai

Nitraatresiduen uit het verleden (of geef de waarden op indien gekend)

Bij het overlopen van alle gestelde vragen in de inlichtingsformulieren blijkt dat over het algemeen slechts beperkt bijkomende gegevens worden opgevraagd, zeker in vergelijking met de lijst hierboven, met een sterke variabiliteit tussen de labo's. Over alle formulieren en labo's heen gaat het om volgende gegevens:

- teelt huidig jaar
- teelten volgende twee jaren
- reeds toegediende bemesting
- bemesting vorig jaar
- voorteelt vorig jaar
- nateelt vorig jaar
- inzaai- en oogstdatum (niet gespecificeerd, wellicht van voorteelt vorig jaar)
- eerste N-gift voor tarwe

De verdeling van het aantal keren dat dergelijke gegevens werden opgevraagd is gegeven in Tabel 5.

Tabel 5: frekwentie van opvragen van bijkomende gegevens door de verschillende adviesinstanties, uitgedrukt in % en in fractie (tussen haakjes) van het aantal gegeven adviezen.

Labo	A	B	C	D	E	F
teelt huidig jaar	22 (2/9)	55 (6/11)	33 (1/6)	50 (1/2)		18 (2/11)
teelten volgende twee jaren	11 (1/9)	55 (6/11)	50 (3/6)			27 (3/11)
reeds toegediende bemesting		36 (4/11)	50 (3/6)	50 (1/2)		
bemesting vorig jaar			17 (1/6)			
voorteelt vorig jaar		18 (2/11)	17 (1/6)			
nateelt vorig jaar		9 (1/11)	17 (1/6)			

inzaai- en oogstdatum	17 (1/6)
eerste N-gift voor tarwe	1

Het is wel erg merkwaardig dat adviesinstanties vrij frekvent opvragen welke de teelt in het huidige jaar (dus de te bemesten teelt) zal zijn. Dit is immers informatie die sowieso beschikbaar zou moeten zijn uit het aanvraagformulier, en dit duidt op een probleem met informatiedoorstroming.

Een ander merkwaardig element is het opvragen van de teelten in de komende twee jaren. Dit heeft wellicht betrekking op de P en K adviezen die ook gegeven worden, want dit heeft geen enkele relevantie voor het opstellen van een klassiek N advies, waarbij enkel naar de te bemesten teelt gekeken wordt.

Ook erg verrassend is de lage frekventie waarmee de reeds toegediende bemesting wordt opgevraagd. Dit kan wellicht verklaard worden door het feit dat heel wat van de afgeleverde N adviezen zeer generisch zijn. Bij dergelijke adviezen is het dan de landbouwer zelf die verondersteld wordt het eigenlijke advies te berekenen, door in de verklarende tekst bij het advies te vermelden dat de reeds gegeven bemesting nog moet worden verrekend. Men zou verwachten dat dit in een N advies reeds verrekend wordt, via het opstellen van een echte N balans.

Er worden bijna geen vragen gesteld omtrent de voorteelten en nateelten in het vorige jaar, ondanks het potentiële belang hiervan bij het formuleren van een N advies. Vooral de aanwezigheid van een groenbemester kan een grote impact hebben op het N advies. Daarbij zouden in principe vragen moeten gesteld worden over het type groenbemester, het zaaitijdstip, de ontwikkeling, het tijdstip van inwerken, en we verwijzen voor deze en andere mogelijke belangrijke vragen naar de tabel hierboven uit het eerste deel van de studie Code Goede Bemestingsadviezen. Uiteraard betekent het opvragen van meer informatie ook het verrekenen van deze informatie in het N advies, en dus de nood aan meer verfijnde N adviessystemen (zoals de Demeter tool). Dit vereist echter een gedegen kennis en het in rekening brengen van alle N processen in de bodem, en dus wellicht een significant duurder advies.

4.3 GEBRUIK VAN DE GEGEVENS IN HET ADVIES

4.3.1 Gebruik van de opgevraagde gegevens in het advies

Gezien de beperkte hoeveelheid bijkomende gegevens die worden opgevraagd is een diepgaande analyse hier niet aan de orde. Twee van de meest opgevraagde gegevens (met name teelt in het huidige jaar en reeds uitgevoerde bemesting) worden beide gebruikt in de formulering van het advies. De derde meest gestelde vraag (teelten in de komende twee jaar) wordt uiteraard niet gebruikt in een N bemestingsadvies, gezien dit geen element kan zijn in de berekening van een klassiek advies. De andere opgevraagde gegevens zijn te sporadisch om hier te bespreken. Uiteraard zal de reeds uitgevoerde bemesting voor wintertarwe opgevraagd door één adviesinstantie effectief in het berekenen van het advies gebruikt worden.



4.3.2 Gebruik van de bodemanalyses in het advies

Standaardbodemparemeters die zouden kunnen (eigenlijk moeten) gebruikt worden bij het berekenen van een N advies zijn bv. bodem organische C, totale N, textuur. Organische C wordt standaard bepaald door de adviesinstanties, net als een meting (of meestal een inschatting) van de bodemtextuur. Totale N wordt meestal niet bepaald. Het is nochtans onduidelijk in welke mate deze parameters dan ook effectief gebruikt worden voor het formuleren van het N advies, bv. voor het berekenen van de bijdrage van N mineralisatie uit bodem organische stof aan de totale N voorziening. Om inzicht te krijgen in de mate waarin parameters effectief in een advies gebruikt worden zou er een inzicht moeten zijn in hoe het advies wordt berekend, maar dat inzicht bestaat momenteel niet gezien de berekeningsmethoden niet vrij beschikbaar zijn.

Bij één labo worden in principe een hele reeks factoren gebruikt in het berekenen van het N advies, en enkele van die factoren zijn wellicht gelinkt met een aantal bodemparemeters die effectief worden opgemeten of ingeschat, maar zekerheid bestaat hier niet over. Zo is één van de factoren gelinkt met bodemzuurheid, en kan men er dus van uit gaan dat de bodem pH gebruikt wordt om bv. mineralisatie aan te passen. Maar er zou meer duidelijkheid moeten zijn omtrent hoe deze berekeningen precies gebeuren om dit beter te kunnen appreciëren.

Er is slechts één labo dat een gedetailleerde bodemanalyse geeft met parameters zoals totale N analyse, C/N verhouding, gedetailleerde textuuranalyse (percentages zand, leem, klei), CEC, basenverzadigingsgraad, microbiële activiteit. Het is echter precies dit labo dat zeer generieke N adviezen aflevert, waarbij met geen enkel bodemproces of reeds toegediende input rekening wordt gehouden. Dit labo houdt dus helemaal geen rekening met deze bijkomende geanalyseerde bodemparemeters in het formuleren van het N advies. Bij de andere labo's worden geen gedetailleerde analyses gedaan die zouden toelaten het advies verder te verfijnen (nu, of in de toekomst wanneer meer kennis ter beschikking komt).

Samenvattend kunnen we dus stellen dat de adviesinstanties globaal genomen weinig bijkomende bodemparemeters gebruiken voor het formuleren van het N advies, of, indien dat in enkele gevallen toch zou gebeuren, dat dit op een manier gebeurt die niet transparant is voor buitenstaanders en dus niet kan beoordeeld worden.

5 LANDBOUWKUNDIGE EN MILIEUKUNDIGE IMPLICATIES

5.1 LANDBOUWKUNDIGE IMPLICATIES

5.1.1 P bemestingsadviezen

Met betrekking tot P adviezen zijn de resultaten van deze studie duidelijk, en bevestigen de resultaten van het eerste deel van de studie Code Goede Bemestingsadviezen. Uit eerdere studies (bv. Vandermoere et al. 2020) was al gebleken dat het bijzonder moeilijk, indien niet onmogelijk is om professionele landbouwbodems te vinden in Vlaanderen met een P-gehalte dat beneden de streefzone ligt. Ook in deze studie hadden alle onderzochte percelen een P-AL gehalte dat in, maar meestal (ver) boven, de streefzone lag. Bovendien liggen de streefzones, ook de recent voorgestelde nieuwe streefzone van 11-16 mg P 100g⁻¹ bodem, ver boven de



De verschillen in P adviezen tussen de adviesinstanties en wat kan verwacht worden op basis van de nieuwe P klassen voorgesteld door de VLM is nog eens samengevat in Tabel 6. Slechts één van de adviesinstanties heeft overal een nul P bemestingsadvies geformuleerd. Het gemiddelde van de verschillen tussen de gegeven adviezen en de verwachte adviezen bedraagt 40 kg P₂O₅ ha⁻¹ jaar⁻¹. Vanuit milieukundig perspectief betekent dit het volgende. Indien de verwachte adviezen zouden gebruikt worden, dan kan de P uitmijning op een gemiddeld landbouwperceel versneld worden met 40 kg P₂O₅ ha⁻¹ jaar⁻¹. In een P verzadigde bodem betekent een uitmijning van 40 kg een verlaging van de P verzadigingsgraad met 10% (in een bodemlaag van 30 cm) binnen een periode van 25 jaar. Dergelijke verlaging met 10% maakt een enorm verschil naar P aanrijking van de diepere bodemlagen en naar uitspoeling van P naar het grond- en oppervlaktewater.

Tabel 6: Verschillen in gemiddelde P adviezen tussen de adviesinstanties en wat zou verwacht worden op basis van de nieuwe P klassen voorgesteld door VLM.

Labo	A	B	C	D	E	F
Gegeven advies (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	53	50	70	40	0	37
Verwacht advies (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	9	3	0	0	0	0
Gegeven - Verwacht (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	44	47	70	40	0	37

5.2.2 N bemestingsadviezen

De soms grote verschillen in N adviezen tussen de adviesinstanties en Demeter hebben niet alleen landbouwkundige maar ook milieukundige gevolgen. De hogere N bemesting zal finaal resulteren in een toename van de N verliezen, hetzij op zeer korte termijn (bv. door toenemende gasvormige verliezen ten gevolge van een sterkere denitrificatie en nitrificatie activiteit), hetzij op iets langere termijn (hogere N_{min} residuen bij oogst/in het najaar). Uitgaande van geen sterke toename in gasvormige N verliezen, zullen de grotere N bemestingsdosissen zich dus vooral vertalen in een hoger N_{min} residu, en dus een risico op hogere N verliezen door nitraatuitspoeling.

Wanneer we terug uitgaan van een globaal hogere N bemesting van 57 kg ha⁻¹ over alle percelen en situaties heen, dan kunnen we een inschatting maken van het lange termijneffect op de nitraatconcentraties in het oppervlaktewater. Er kan verondersteld worden dat over bodemtypes heen, er gemiddeld 60% van deze 57 kg N ha⁻¹ zal uitspoelen tijdens het winterhalfjaar, buiten de bewortelingszone, en uiteindelijk (deels) in het grondwater zal terechtkomen, bij gemiddelde neerslaghoeveelheden. Uitgaande van een gemiddelde drainage (uit de wortelzone) van 250 mm per jaar, resulteert deze (bijkomende) uitspoeling van 34 (57 × 0.6) kg N ha⁻¹ in een toename van de nitraatconcentratie met 13.6 mg NO₃⁻-N L⁻¹ in het water dat wegdraineert beneden de wortelzone.

Uit de studie van D'Haene et al. (2022) omtrent de attenuatiefactoren van de Vlaamse stroomgebieden kan een mediane attenuatiefactor tussen de nitraatconcentratie van het water dat uit de wortelzone wegspoelt en van



het oppervlaktewater afgeleid worden van 5.3. Gebruik makend van deze mediane attenuatiefactor zou een bijkomende jaarlijkse uitspoeling van 34 kg N ha⁻¹ resulteren in een toename van de gemiddelde nitraatconcentratie van het oppervlaktewater van 2.6 mg NO₃⁻-N L⁻¹, of 11.4 mg NO₃⁻ L⁻¹,

6 ALGEMENE CONCLUSIES

Volgende conclusies kunnen uit deze studie getrokken worden.

Deel 1

- Bij de rapportering van bodemparameters worden de inhoudsklassen niet duidelijk gedefinieerd, en er zijn verschillen in indelingen in klassen bij adviesinstanties, leidend tot verwarring bij gebruikers.
- Op een paar opmerkelijke uitzonderingen na vertonen de gerapporteerde bodemparameters die hier werden vergeleken een beperkte variatie die valt binnen de variatie die kan verwacht worden bij herbemonstering en analyse van eenzelfde perceel. Voor minerale N zijn de verschillen soms onverklaarbaar groot, en hier moeten fouten of misverstanden aan de basis liggen, bv. bemonstering van een foutief perceel, bemonstering net na een bemesting, ... Soms lagen de tijdstippen van monsternamen voor minerale N te ver uit elkaar om een zinvolle vergelijking toe te laten.
- Er worden bijkomende bodemparameters opgemeten die kunnen gebruikt worden voor een verdere verfijning van het N advies, maar het is onduidelijk of die ook effectief worden gebruikt
- De door Demeter gegenereerde N bemestingsadviezen waren in bijna alle gevallen lager dan de adviezen van de diverse adviesinstanties, en soms liepen de verschillen hoog op. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat in een aantal gevallen een reeds uitgevoerde dierlijke bemesting niet in rekening werd gebracht door de adviesinstanties. Een vergelijking van de uitgebreide N balans van Demeter met een N balans in de door de adviesinstanties uitgebrachte adviezen was niet mogelijk omdat dergelijke balans niet gerapporteerd werd, op één enkele uitzondering na.
- De door de adviesinstanties gebruikte streefzones verschilden onderling enigszins, en waren hoger dan de door de VLM voorgestelde streefzone van 11-16 mg P 100g⁻¹ bodem (allemaal hoger).
- In bijna alle gevallen zou op basis van de door VLM voorgestelde streefzones een nuladvies worden verwacht voor P. De meeste P adviezen waren echter een stuk hoger, soms zelfs bij zeer hoge P-AL waarden. De door de VLM voorgestelde streefzone is evenwel ook nog veel hoger dan die in andere Europese landen die ook P-AL gebruiken, en hiervoor is geen verklaring. Deze streefzone zou dus wellicht sterk naar beneden moeten worden bijgesteld.

Deel 2

- Er werd een zeer gedetailleerde berekening gemaakt om de minerale N voorraad bij het begin van een te bemesten teelt in te schatten in geval een effectieve meting niet voorhanden zou zijn. De ingeschatte

Nmin voorraad was zeer veel lager dan de effectief opgemeten Nmin voorraden door 4 adviesinstanties, en hiervoor kon geen verklaring gegeven worden. Dit benadrukt het belang van een Nmin analyse voor het berekenen van een bemestingsadvies. Het gebruik van een Nmin voorraad meting in een naburig perceel kan mogelijks een betere inschatting mogelijk maken, maar dit hangt volledig af van hoe gelijkend beide percelen zijn, en zal ook een zeer gedetailleerde berekening vereisen.

Deel 3

- De vergelijking van de responsgraad en de timing (van aanvraag tot en met aflevering advies) legde duidelijk een aantal pijnpunten bloot in het hele proces van adviesaanvraag en -verlening. Opvallend is de verwarring die naar voren kwam rond bv. het gewas waarvoor een advies moest worden berekend of naar het type analyses dat moest uitgevoerd worden. Er bleek ook een grote variatie te bestaan qua betrokkenheid van de adviesinstantie (of wellicht: de staalnemers) bij het hele proces van bemestingsadviezen.
- Het tijdsverloop van het volledige proces van aanvraag tot afleveren van het advies bedroeg gemiddeld 34 dagen over alle adviezen heen (met een variatie van gemiddeld 22 tot 48 dagen bij de verschillende adviesinstanties). Dit is duidelijk problematisch gezien in sommige gevallen het advies pas werd afgeleverd nadat de bemesting al was uitgevoerd. Deze periode moet in ieder geval verkort worden om landbouwers gemotiveerd en betrokken te houden. Een discussie ten gronde tussen landbouworganisaties, adviesinstanties en de overheidsadministratie dringt zich dus op.
- Er worden slechts in (vaak zeer) beperkte mate bijkomende gegevens opgevraagd door de adviesinstanties, ondanks het soms erg grote belang van deze bijkomende informatie. Ook erg verrassend is de lage frekwentie waarmee de reeds toegediende bemesting wordt opgevraagd. Dit kan wellicht verklaard worden door het feit dat heel wat van de afgeleverde N adviezen zeer generisch zijn, en bij dergelijke adviezen is het eigenlijk de landbouwer zelf die verondersteld wordt het advies door te rekenen.
- Door een gebrek aan inzicht in hoe de verschillende adviezen tot stand komen kon niet ingeschat worden in welke mate de adviesinstanties de opgevraagde bijkomende informatie, of de bodemanalyses effectief gebruiken in de adviesberekening.
- De landbouwkundige implicaties van de vaak te hoge N en P adviezen zijn vooral een nodeloos gebruik van nutriënten, maar zonder negatieve gevolgen voor de gewasprestaties. Anderzijds zouden lagere N en P adviezen leiden tot minder toediening van dierlijke mest, wat dan vooral grote economische eerder dan landbouwkundige gevolgen zou hebben.
- De milieukundige implicaties van te hoge N en P adviezen zijn groot. De te hoge P adviezen vormen een belemmering voor een (versnelde) uitmijning van bodems met een te hoog P gehalte, met risico's voor een verdere P aanrijking van grond- en oppervlaktewater. Indien we de Demeter N adviezen als referentie nemen, dan blijkt dat als globaal gemiddelde 57 kg N ha^{-1} te veel wordt geadviseerd, wat leidt tot een bijkomende aanrijking van het oppervlaktewater met $2.6 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$ (weliswaar met zeer grote regionale variatie, afhankelijk van lokale attenuatiefactoren).

Algemeen kunnen de belangrijkste besluiten van Deel 1 van deze studie bevestigd worden, en in het bijzonder wijzen we op volgende twee punten:



- er is een mismatch tussen de gegevens die nodig zijn om een kwalitatief advies uit te brengen en de gegevens die aangeleverd worden door de landbouwers, hetzij omdat de vragen niet of onvoldoende gesteld werden door de labo's, niet de juiste vragen gesteld worden, maar ook omdat de landbouwer de gestelde vragen onvolledig beantwoordt. Omwille van het gebrek aan goede gegevens zijn adviezen vaak zeer generiek. Een kwalitatief bemestingsadvies vereist het aanleveren van kwalitatieve data omtrent perceel en teelten, en is een gedeelde verantwoordelijkheid van landbouwers en labo's.
- er is grote nood aan afstemming en uniformisering, en aan openheid in methodieken van berekening van adviezen. Er kan gepleit worden voor een systeem zoals in Nederland waar een commissie de basisprincipes en basisparameters voor een advies bepaalt, die dan door de adviesinstanties gebruikt worden. Dit zal leiden tot minder verschillen in, en beter onderbouwde adviezen en wellicht een groter vertrouwen bij de landbouwers.



7 REFERENTIES

D'Haene K, De Waele J, De Neve S & Hofman G. 2022. Spatial Distribution of the Relationship between Nitrate Residues in Soil and Surface Water Quality Revealed through Attenuation Factors. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 330. doi:10.1016/j.agee.2022.107889.

Jordan-Meille L, Rubæk GH, Ehlert PAI, Genot V, Hofman G, Goulding K, Recknagel J, Provolo G & Barraclough P. 2014. An overview of fertilizer-P recommendations in Europe: soil testing, calibration and fertilizer recommendations. *Soil Use and Management* 28, 419-435.

Vandermoere S, Van De Sande T, Tavernier G, Lauwers L, Goovaerts E, De Nies J & De Neve S. 2020. Soil phosphorus testing for intensive vegetable cropping. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 183, 345-354.



