

Rapport Studiedag procesonderzoek

Mineralisatie en bemesting: lessen uit de stikstofkringloop

28 mei 2002, Meterik

Hans Langeveld & Janjo de Haan

ISBN 1718021

Telen met toekomst
maart 2004
Interne nota



Telen met toekomst

Colofon

Uitgever:

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : post@plant.wag-ur.nl
Internet : <http://www.plant.wageningen-ur.nl>

© 2004 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Telen met toekomst is een van de landelijke onderzoeksprojecten die uitgevoerd worden in het kader van het Actieplan Nitraatprojecten (2000-2003). Het project wordt gefinancierd door de Ministeries van LNV en van VROM.

In 'Telen met toekomst' werken agrarische ondernemers samen met Wageningen UR (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving en Plant Research International B.V.) en DLV Adviesgroep nv aan duurzame bedrijfssystemen voor akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt, bloembollen en boomteelt.

Informatie over Telen met toekomst

DLV Adviesgroep nv
Telefoon: (0317) 49 16 12
Fax: (0317) 46 04 00
Postbus 7001, 6700 CA WAGENINGEN
E-mail: info@telenmettoekomst.nl
Internet: www.telenmettoekomst.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Inhoudsopgave	1
1. Inleiding	1
Aanleiding en doel	1
Dagprogramma	1
2. Stikstofmineralisatie in relatie tot stikstofbemesting	3
Samenvatting voordracht	3
Discussie	3
3. Opzet en ervaringen van huidige bemestingsadviezen in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt	5
Samenvatting voordracht	5
Discussie	6
4. Stikstofbemestingsstrategieën Vredepeel en Meterik	7
Samenvatting voordracht	7
Discussie	7
5. Stikstofbemesting afstemmen op de mineralisatie: hoe goed is het proces te voorspellen	9
Samenvatting voordracht	9
Discussie	9
6. Procesonderzoek Alterra	11
Samenvatting voordracht	11
Discussie	11
7. Samenvatting groepsdiscussies	13
Algemeen	13
Aardappel	13
Prei	13
8. Conclusies n.a.v. studiedag	15
Bemestingsstrategieën Vredepeel en Meterik	15
Nader onderzoek gewenst naar	15
Bijlage I. Programma en aanwezigen studiedag	1 p.
Bijlage II. Plattegronden Vredepeel en Meterik	2 pp.
Bijlage III. Gegevens bemesting aardappel Vredepeel	3 pp.
Bijlage IV. Gegevens bemesting prei herfst laat Meterik	2 pp.
Bijlage V. Verslag evaluatie studiedag procesonderzoek	2 pp.

1. Inleiding

Hans Langeveld, Plant Research International, en Janjo de Haan, PPO-agv

Aanleiding en doel

Telen met toekomst is in 2000 gestart. 2001 was het eerste jaar van het procesonderzoek op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik. De meeste resultaten van dat jaar zijn in het voorjaar 2002 reeds verwerkt en dus was het mogelijk om deze resultaten in een breder verband te bespreken. Dit is 28 juni 2002 gebeurd in een bijeenkomst op Meterik. Het onderwerp van de studiedag was gericht op beïnvloeding van het belangrijkste probleem in Telen met toekomst: het beperken van de stikstofverliezen. Stikstofverliezen kunnen verder beperkt worden door beter in te spelen op aanbod van stikstof uit andere bronnen, met name mineralisatie. De vraag voor de studiedag was dan ook om een aanzet te geven voor de ontwikkeling van nieuwe praktijkgerichte bemestingsstrategieën waarmee beter ingespeeld kan worden op het vrijkomen van stikstof uit mineralisatie.

De stikstofkringloop is complex. Veel processen spelen er een rol; een rol die niet altijd goed bekend is. Condities tijdens het groeiseizoen zijn zeer variabel (in tijd en plaats), waardoor het niet eenvoudig is om er optimaal rekening mee te houden. Dit maakt het moeilijk om ambitieuze milieudoelen te realiseren bij gelijkblijvende opbrengsten, zoals het geval is bij het bedrijfssystemenonderzoek dat plaats vindt op de kernbedrijven van Telen met toekomst. Uit de eerste resultaten blijkt dat verliezen uit denitrificatie wellicht lager zijn dan werd aangenomen. Verder blijkt, dat ook bij een sterk verlaagde aanvoer van stikstof het bedrijfsoverschot nog aanzienlijk blijft. Hierbij komt een hoge aanvoer uit mineralisatie. Dit alles maakt het realiseren van ambitieuze normen voor waterkwaliteit (oppervlakte-, grond-, drainwater) een moeizame opgave. Met name is het belangrijk om grip te krijgen op de mineralisatie, en de manier waarop hier gebruik van kan worden gemaakt bij het opstellen van stikstofadviezen. Uitgangspunt hierbij is om mineralisatie beter te kunnen voorspellen, en flexibeler in te kunnen spelen op het klimaat tijdens het groeiseizoen.

Dagprogramma

Tijdens de studiedag is in een aantal presentaties enerzijds ingegaan op de processen in de stikstofkringloop met nadruk op mineralisatie en anderzijds op het formuleren van bemestingsadviezen. Hierbij worden theorie en ervaring uit het verleden gekoppeld aan de resultaten van de kernbedrijven Meterik (vollegrondsgroenten) en Vredepeel (akkerbouw; beide in het zuidoostelijk zandgebied). 's Middags is in groepjes gediscussieerd over mogelijkheden om bemestingsadviezen aan te passen. Hiervoor zijn twee concrete casestudies gepresenteerd. Dit zijn de stikstofbemesting van aardappelen en prei. Het programma van de dag is opgenomen in Bijlage I. In Bijlage II zijn de plattegronden van Vredepeel en Meterik met de vruchtwisseling uit 2001 weergegeven. Bijlage III en IV geven achtergronden bij de casestudies.

De studiedag is ook geëvalueerd door een evaluatieformulier onder de deelnemers te verspreiden. Een verslag van de evaluatie is opgenomen in Bijlage V.

2. Stikstofmineralisatie in relatie tot stikstofbemesting

Romke Postma, NMI

Samenvatting voordracht

Bij de stikstof (N)-mineralisatie wordt organische N omgezet in minerale N (ammonium (NH_4) en nitraat (NO_3)). Het belang van de N-mineralisatie is dat opneembare N beschikbaar komt voor het gewas. In het kader van een optimale N-bemesting, waarbij een goede N-voorziening van gewassen wordt gecombineerd met minimale N-verliezen naar het milieu, dient de N-bemesting afgestemd te worden op de N-mineralisatie. In de huidige bemestingsadviezen voor akker- en tuinbouw gebeurt dat nog onvoldoende. Aangezien er vrij grote verschillen voorkomen in de N-mineralisatie tussen percelen (50 tot 300 kg N per ha per jaar) is het voor de bemesting op een specifiek perceel zinvol een indicatie te hebben van de verwachte mineralisatie.

In het kader van Telen met toekomst wordt aandacht besteed aan de N-mineralisatie op percelen op de kernbedrijven. Daartoe worden door PRI en Alterra metingen verricht aan de actuele en de potentiële N-mineralisatie. Deze metingen worden o.a. gebruikt om berekeningen van de N-mineralisatie met het model MINIP te toetsen. Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van informatie over hoeveelheid en samenstelling van organisch materiaal dat in een periode van 10 jaar voorafgaand aan het beschouwde jaar, is aangevoerd naar het perceel. De berekende N-mineralisatie op een aantal percelen op Vredepeel en Meterik liep voor 2001 uiteen van 120 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ op perceel 22 op Meterik tot 287 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ op perceel 26.2 op Vredepeel. De berekende verschillen werden vooral veroorzaakt door verschillen in het organische stofgehalte op de percelen en verschillen in de aanvoer van organische mest en gewasresten. Uit een vergelijking met meetwaarden zal blijken of met het rekenmodel een goede schatting van de N-mineralisatie werd verkregen.

Als blijkt dat het rekenmodel een goede voorspelling van de N-mineralisatie geeft, kan het worden gebruikt als indicator voor de N-mineralisatie op percelen in de akker- en tuinbouw. Hiermee kunnen de bemestingsadviezen worden verfijnd.

Discussie

- Een indicatie voor de hoeveelheid mineralisatie uit de grond en uit gewasresten op Vredepeel en Meterik is dat ongeveer 100 kg/ha uit de grond komt en de rest uit gewasresten.
- Vooraf schatten van mineralisatie en daarmee rekening houden in de bemesting betekent wel dat je gedurende het seizoen moet blijven meten of er voldoende stikstofbeschikbaar is.
- In plaats van N-oplosbaar kan ook N-totaal en N-min gemeten worden. Hieruit kan N-organisch berekend worden. Voordeel is dat N-totaal en N-min makkelijk te meten zijn.
- Verteerbaarheid van broccoli en tarwestro is goed maar het C/N-quotiënt verschilt. Dit laatste veroorzaakt verschil in vrijkomen van stikstof.

3. Opzet en ervaringen van huidige bemestingsadviezen in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt

Peter Dekker, PPO-agv

Samenvatting voordracht

De bemestingsadviezen zijn gebaseerd op resultaten van veldproeven waarin stikstofdepositie, netto mineralisatie en N-nalevering uit gewasresten als aanvoerposten verdisconteerd zijn. In de adviesbasis wordt een onderscheid gemaakt naar bemesting op basis van N-min (waarbij de Nmin in het voorjaar de hoogte van de bemesting bepaalt) en bemesting gebaseerd op tussentijdse grond- of gewasbemonstering (NBS, bladsteeltjesmethode, Cropscan, chlorophylmeter). Bij de bemestingsstrategie op basis van Nmin moet rekening worden gehouden met de te verwachten extra mineralisatie uit oogstresten, groenbemesters en organische mestsoorten. Bij najaarstoepassing van mest en najaarsploegen wordt een gedeelte van de stikstof al via de N-min bepaling gemeten, hierop moet gecorrigeerd worden. Bij hanteren van een bijmeststelsel wordt de extra mineralisatie voor een groot gedeelte meegenomen in de meting(en). Bovendien moet rekening worden gehouden met perceelsspecifieke aspecten als organisch stofgehalte van de bodem, bodemfysische aspecten en teelt- en gewasaspecten. Tussen rassen bestaan soms grote verschillen in N-advies vanwege nagestreefde productkwaliteit en verschillen tussen rassen in marktbaar opbrengst, stevigheid en ziektegevoeligheid. In de rasspecifieke advisering bestaat lang niet altijd eenduidigheid tussen de adviezen van instellingen, organisaties en bedrijven.

In de discussie over bemestingsplannen moet een onderscheid gemaakt worden tussen strategische plannen en operationele plannen. Bij de laatste wordt ingespeeld op perceels- en jaarsinvloeden die tijdens de teelt naar voren komen. Bij het opstellen van een strategisch plan moeten doelen geformuleerd worden (o.a. bedrijfseconomie, milieu, bodemvruchtbaarheid).

Tussen gewassen bestaan grote verschillen in de behoefte om bij de start over voldoende stikstof te beschikken (aardappel 150 kg minerale N per ha). Dit bepaalt mede het perspectief om met gedeelde giften op bemesting te besparen. Er is veel belangstelling voor meststoffen en bemestingsmethoden waarbij de stikstof langer in de vorm van ammonium in de grond blijft. Het werkelijk perspectief om zo op stikstof te kunnen besparen (lagere N-gift), is nog onduidelijk.

Er is nog onduidelijkheid hoe omgegaan moet worden met begrippen als stikstofbehoefte, vraag naar stikstof en stikstofopname; het zijn geen synoniemen van elkaar. Bij vergelijking bij eenzelfde opbrengstniveau kunnen er bij het zelfde gewas verschillen bestaan in opname van 100 kg N per ha. Met de bemesting moet het gat tussen de onzekere N-behoefte van het gewas en het onzekere aanbod van stikstof vanuit de grond overbrugd worden, waarbij het N-overschot zo laag mogelijk blijft. Bij het werken met onzekerheden wordt in de praktijk de bemestingsbehoefte veelal naar boven afgerond. Dit komt mede omdat veel aspecten die een rol spelen nog onvoldoende kwantitatief gemaakt kunnen worden. Bovendien laten telers zich leiden door ervaring en niet door het resultaat van een berekening op de rekenmachine.

Om op maat te kunnen bemesten moet meer met kengetallen als noodzakelijke beginvoorraad N bij de start van de teelt, N-opname en N-aanbod in kg N per ha per dag gewerkt worden. Het werken met gewasstadia in plaats van aantal weken na planten en het werken met werkelijke bewortelingsdiepte kan

de bemesting nog verder optimaliseren. Ook stikstofvensters met lage N en/of hoge N-voorziening kunnen waardevolle informatie opleveren voor perceelsspecifieke bijmestsystemen.

Bestaande kennis in de praktijk over stikstofrijke en stikstofarme percelen moet beter benut worden en hulpmiddelen die de potentiële netto mineralisatie voorspellen moeten verder ontwikkeld worden.

Discussie

- Concentratie van stikstof in de bodem is cruciaal voor opname. Dit kan ook verschil geven tussen behoefte (hoeveelheid N aanwezig in de grond) en de opname. Dit is vooral het geval in de beginperiode wanneer het wortelgestel nog nauwelijks ontwikkeld is. Een betere plaatsing van de mest door plantbemesting, fertigatie of rijenbemesting kan de behoefte verminderen. Dit is niet altijd het geval zoals bij aardappel, maar hier is de opname in het begin hoog door de wens van een snelle loofontwikkeling.
- Verschil in opname bij zelfde opbrengst is te verklaren door luxeconsumpties: kritische stikstofgehalten zouden bepaald moeten worden (deze zijn in veel gevallen wel beschikbaar).

4. Stikstofbemestingsstrategieën Vredepeel en Meterik

Janjo de Haan, PPO-agv

Samenvatting voordracht

Vredepeel en Meterik fungeren als kernbedrijf binnen Telen met toekomst voor de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. Op de kernbedrijven wordt gepoogd bedrijfssystemen te ontwikkelen die voldoen aan de strengste milieunormen. De bedrijven zijn verdeeld in een synthesesedeel dat herkenbaar is voor de praktijk en een analysedeel waarin verregaande maatregelen worden getoetst. In het eerste jaar (2001) zijn reeds bemoedigende resultaten gehaald.

Op Vredepeel bedroeg het stikstofoverschot 118 kg/ha voor het synthesesedeel en 70 kg/ha voor het scherpste analysedeel. De N-min najaar bedroeg 53 kg/ha in het synthesesedeel en 37 kg in het analysedeel. Met deze resultaten wordt verwacht dat de norm van 50 mg NO₃/l in het analysedeel gehaald kan worden bij gelijkblijvende opbrengsten.

Op het prei-akkerbouwbedrijf in Meterik bedroeg het stikstofoverschot 135 kg/ha voor prei laat herfst in het synthesesedeel en -66 kg/ha voor dezelfde prei in het analysedeel. De N-min najaar was 94 kg/ha en 35 kg/ha. Ook hier wordt verwacht dat de norm van 50 mg NO₃/l in het analysedeel gehaald kan worden bij gelijkblijvende opbrengsten.

De bereikte balansen en N-min najaar zijn nog onvoldoende om de streefwaarde van 25 mg NO₃/l te kunnen halen. Daarom is gekeken hoe de bemesting en naoogst maatregelen kunnen worden verbeterd. Een belangrijke verbetering in de bemesting kan worden bereikt door stikstofmineralisatie expliciet op te nemen in de bemestingsadviezen. Daarnaast kan door het hanteren van lagere startgiften (in de vorm van rijenbemesting), kleinere buffers, het beter volgen van de gewasopname door stikstofvensters en cropscanmetingen en kleinere bijmest hoeveelheden de bemesting verder geoptimaliseerd worden. In late teelten kan door de inzet van ammoniummeststoffen (b.v. Entec) de uitspoeling in het najaar beperkt worden. Niet alle maatregelen zijn even zinvol. Uit onderzoek blijkt bijvoorbeeld dat fertigatie en rijenbemesting bij aardappel geen efficiëntiewinst oplevert. Ter verlaging van de bodemvoorraad in het najaar moeten waar mogelijk groenbemesters worden ingezet. Dit kan wel strijdig zijn met de aaltjesbeheersing. In een aantal gewassen stopt de stikstofopname enkele weken voor de oogst. De stikstof die dan nog in het profiel zit kan niet worden benut wanneer na de oogst geen groenbemester gezaaid kan worden.

De vraag is of bovengenoemde aanpassingen voldoende zijn om de waterkwaliteitsnormen wel te halen. Andere belangrijke vragen zijn wat de risico's zijn voor opbrengstderving en of de strategieën aan te passen zijn naar een systeem geschikt voor de praktijk.

Discussie

- De lage N-min na oogst in de aardappelen laat kan veroorzaakt zijn door de natte september maand.
- De totale aanvoer is inclusief depositie; deze bedraagt voor Vredepeel 52 kg/ha en voor Meterik 48 kg/ha over hele kalenderjaar.
- De aanvoer van 368 kg/ha in prei synthese is erg hoog, zeker omdat geen dierlijke mest is ingezet. Dit komt deels door een bemestingsfout (50 kg/ha), en verder de overige aanvoerposten als depositie, en irrigatiewater (11 kg/ha); de aanvoer uit kunstmest is 315 kg/ha.
- Keuze voor alleen kunstmest in analyse 2 is om fosfaatgehalten in grond te verlagen en efficiënt met stikstof te kunnen omspringen. Deze variant sluit niet aan bij het grote mestaanbod in de regio.

5. Stikstofbemesting afstemmen op de mineralisatie: hoe goed is het proces te voorspellen

Bert Smit, Plant Research International

Samenvatting voordracht

De huidige trend van bemesten gaat van 'in elk geval genoeg' naar 'op het scherp van de snede'. Doel is uiteraard om emissies van stikstof (tussentijds en gedurende het winterseizoen) te voorkomen door vraag en aanbod van N beter op elkaar af te laten stemmen. De trend brengt wel met zich mee dat de kans op tijdelijke tekorten groter wordt als sommige processen door omstandigheden langzamer of sneller lopen dan verwacht.

Mineralisatiesnelheid, opnamesnelheid, uitspoeling en beschikbaarheid zijn processen die worden gekenmerkt door onzekerheid. Door de mate van onzekerheid te analyseren (spreiding rond een gemiddelde) kan voor een bepaalde situatie (gewas en perceel) uitgemaakt worden welk proces in die situatie het meest bijdraagt aan een mogelijk risico op een tekort. Strategieën kunnen dan zodanig aangepast worden dat de kans op tekorten EN overschotten geminimaliseerd kan worden.

De afgelopen twee jaar is via verschillende manieren geprobeerd om op de Kernbedrijven Vredepeel en Meterik meer grip te krijgen op de mineralisatiesnelheid. Onderzoek richtte zich op de potentiële mineralisatie (incubatie van grond onder lab-omstandigheden), het aanleggen van 0N-veldjes en al dan niet bemeste braakveldjes.

Bij incubatie onder lab-omstandigheden worden vooral op Vredepeel verschillen gevonden die gerelateerd kunnen worden aan de voorvrucht. De mineralisatiesnelheid, bij de incubatie, in de lineaire fase bepaald, gaat naar ongeveer 1 kg N/ha/dag; dit zijn waarden die ook in de braakveldjes soms gevonden zijn (0,6 tot 1 kg N/ha/dag). Op onbemeste velden werd door maïs, aardappel en prei resp. 110, 60 en 100 kg N opgenomen. De mineralisatie op Vredepeel en Meterik lijkt in het seizoen in ieder geval 100 tot 150 kg N te bedragen, het is vooral de mineralisatie buiten de perioden van actieve gewasopname die voor ongewenste emissies lijkt te zorgen.

De 0N-velden toonden overigens ook aan dat de benutting van kunstmeststikstof niet boven de 75% komt (maïs); voor aardappelen en prei was dit 50%. Alleen al de niet benutte kunstmestgift ligt dus in de orde van grootte van 60–100 kg N, deze hoeveelheid moet dus al op de een of andere manier binnen het systeem gehouden worden.

Met behulp van de verzamelde gegevens zal voor een aantal specifieke situaties een analyse gemaakt worden van de mate van onzekerheid van de belangrijkste processen: mineralisatie, gewasopname, uitspoeling en beschikbaarheid. Op basis van deze analyse zal voor combinaties van gewas en perceel een uitspraak gedaan kunnen worden welk proces in die situatie doorslaggevend is en of 'telen op het scherp van de snede' gecombineerd kan worden met aanvaardbare risico's op tekorten.

Discussie

- Als de potentiële mineralisatie is vastgesteld en neerslag, vochtgegevens etc. bekend zijn, moet de mineralisatie en ook de opname en de N-min voorraad geschat kunnen worden. Probleem is dat regelmatig een onverklaarbaar hoge N-min gemeten wordt vooral in de maand mei. Vaak worden

zeer hoge N_{min} waarden een poosje later niet weer teruggevonden. Daarnaast kunnen meetfouten van invloed zijn op het resultaat.

- De potentiële mineralisatie is op prei percelen het hoogste maar op deze percelen zijn alle gewasresten afgevoerd. Dit is niet goed verklaarbaar: wel zijn waarschijnlijk verse prei wortels meegenomen in het monster maar daar zit over het algemeen weinig stikstof in.
- Geprobeerd moet worden om de belangrijkste processen (mineralisatie, gewasopname en uitspoeling) zoveel mogelijk uit te drukken in snelheden (kg/ha/dag) en de bijbehorende kansverdelingen (spreiding) te schatten. Op die manier wordt inzichtelijk gemaakt welk proces in een bepaalde situatie het belangrijkste is en ook hoe ver men 'op het scherp van de snede' kan bemesten zonder veel risico te lopen op een tekort aan stikstof.
- In de potentiële mineralisatie bepaling zie je duidelijk een gewasresten effect in eerste twee weken. Dat is ook logisch, in de laatste periode is het met name mineralisatie uit de bodem organische stof.
- Op basis van de opbrengsten van de onbemeste en braakvelden op Vredepeel kan geconcludeerd worden dat de stikstofkunstmest voor ca. 50-70% benut wordt voor resp. aardappel en maïs. Er lijkt in ieder geval minstens 100 kg N vrij te komen op de braakvelden. Dit geldt ook voor Meterik.

6. Procesonderzoek Alterra

Annemieke Smit, Alterra

Samenvatting voordracht

Een van de belangrijkste doelen van Telen met toekomst is het verlagen van de nitraatconcentraties in grondwater tot 25 mg per liter. Nitraatconcentraties in het grondwater dienen dan ook als controle op de meetstrategieën. In Vredepeel is te zien dat slechts in een enkel perceel de norm wordt gehaald. De analyse-2 percelen hebben echter wel beduidend lagere concentraties dan de synthese percelen. In Meterik valt vooral de temporele dynamiek erg op. Ook hier zijn de concentraties in de analyse percelen lager.

De bronnen van stikstof zijn niet alleen de bemesting en de bodemmineralisatie, maar vooral ook de ingewerkte gewasresten. Juist de gewasresten, die in het najaar worden ingewerkt, leveren vrij snel N_{min} op, terwijl dit niet wordt opgenomen en dus uitspoelt.

Er wordt veelal vanuit gegaan dat de uitspoeling gehalveerd wordt door denitrificatie in de bodem. Uit diverse metingen blijkt dat denitrificatie flink wordt overschat. In werkelijkheid zal het weinig effect op de uitspoeling hebben.

Bij het zoeken naar betere bemestingsstrategieën zou goed gebruik gemaakt kunnen worden van modellen, ook als je nog niet alles van ene systeem weet. Door scenario's door te rekenen kun je een idee krijgen van wat er nodig is om de milieudoelen te bereiken. De vraag zou wel eens kunnen worden: wat heb je ervoor over om de doelen te halen?

Discussie

- Statistische toetsing van de resultaten is erg moeilijk en alleen over hele bedrijf mogelijk, eventueel ook wanneer er een groot verschil is tussen de metingen in synthese en analyse.
- Vergelijk tussen synthese en analyse op Meterik is erg moeilijk vanwege het niet parallel lopen van de systemen.
- Uitspraken over het effect van afzonderlijke teeltmaatregelen is moeilijk door de opzet bedrijfs-systemenonderzoek.
- Groenbemesters blijken uit het vooronderzoek met het model Fussim van wezenlijk belang voor het beperken van de uitspoeling.

7. Samenvatting groepsdiscussies

Algemeen

- Cropscan kan gebruikt worden voor het bepalen van opname curven van gewassen. Vervolgens kan met cropscan bepaald worden of een gewas voor of achter loopt op opnamecurve.
- Mineralisatie is redelijk nauwkeurig te schatten. Door vooraf te schatten hoe hoog de mineralisatie (rekening houdend met bijv mineralisatie van gewasresten, groenbemester en bemesting uit voorgaande jaren) is op een perceel kan de bemesting daar op aangepast worden, ook bij enkelvoudige giften of giften vroeg in de teelt.
- Verlaagde bemesting geeft opbrengstreductie wat tot een verlaagde afvoer kan leiden waardoor overschot nauwelijks kleiner wordt. Dit is bij aardappel en prei niet zo zeer het geval omdat een grote reductie in bemesting (50%) slechts een kleine reductie (10-20%) in opbrengst geeft.
- Kloppen de werkingscoëfficiënten van dierlijke mest wel? Aannames mogelijk te hoog (zie verschil Synthese en analyse 1 (dierlijke mest) met analyse 2 (kunstmest) op Vredepeel).
- Hoge bijmestgiften aftoppen naar kleinere giften en vaker meten met cropscan, bladsteeltjes of NBS
- Rassenkeuze kan voor analyse percelen toch ook een oplossing zijn om laag behoeftige / beter wortelende rassen te telen.

Aardappel

- Bemesting in A2 wordt als zeer krap beschouwd, er valt weinig meer te besparen. De afvoer was 232 kg/ha, bij een efficiency van 75% is ongeveer 300 kg/ha nodig waarvan 120 kg/ha uit mineralisatie en depositie kan komen, dan moet 180 uit bemesting komen. Als je dan beschouwt dat nog 40 kg/ha in gewasresten zit is het overschot slechts 13 kg/ha. Conclusie: verlaging bemesting betekent verlaging van de opbrengst.
- Maatregelen na de teelt zijn niet mogelijk: groenbemesters niet vanwege aaltjes, stro of andere stikstofbinders als papiercellulose moeten worden ingewerkt wat strijdig is met de opslagbestrijding. Hooguit kunnen gewasresten worden afgevoerd maar de hoeveelheid stikstof in af te voeren gewasresten is naar schatting ongeveer 20 kg/ha.
- Enige oplossing is opbrengstreductie accepteren want vorig jaar was uitspoeling 50 mg nitraat per liter.
- De vraag is of de afvoer elk jaar ruim 230 kg/ha is in de A2. Dit is namelijk veel hoger dan in de synthese en de A1 (185-200 kg/ha). Dit kan resultaat dit jaar erg flatteren.
- Volgens een andere berekeningsmethodiek is toch 50 kg/ha van de kunstmest verloren gegaan.
- Opbrengstderving door vroege oogst kan beperkt zijn, na een vroege oogst kan toch nog een goede groenbemester groeien. Dit zou moeten uitgezocht worden. Ook laat poten kan een oplossing zijn omdat dan minder stikstof nodig is. Bij stop van opname (die later ligt) kan gewas geoogst worden. Dit zou mogelijk minder opbrengstderving geven dan bij vroeg poten en vroeg oogsten.
- De vraag is of de normlijnen bij bladsteeltjes wel goed kloppen gezien het verloop in de A2.
- In plaats van alleen kunstmest zou ook met N/(K)-concentraat uit dierlijke mest gewerkt kunnen worden.

Prei

- Buffer aan eind van teelt (oktober) kan omlaag of mogelijk zelfs weggelaten worden omdat de stikstof hieruit vorig jaar niet is opgenomen. Ook in begin kan buffer mogelijk omlaag omdat opname beperkt is. Een buffer is over het algemeen wel nodig vanwege enerzijds onzekerheid in opname/

mineralisatie, je kunt niet altijd het veld op en onzeker oogsttijdsp, en anderzijds dat een minimale hoeveelheid in bouwvoor aanwezig moet zijn. Hier zou nog verder naar gekeken moeten worden.

- Met de Nitracheck wordt momenteel alleen nitraat gemeten en niet N-min. Hiermee meet je niet alle minerale stikstof. In plaats van Nitracheck metingen zouden toch N-min metingen gedaan moeten worden.
- De eis van de consument/afnemer voor blauwe prei, die daarna weer afgesneden wordt moet veranderd worden. Dit spaart veel stikstof. Evt. kan kleur verbeterd worden met bladbemestingen in kleine hoeveelheden of rasverbeteringen (dit gebeurt al in laatste jaren) naar van nature blauwere rassen).
- Minder uitspoelingsgevoelige meststoffen gebruiken in najaar (Entec).
- Beter bepalen van de behoefte: flexibele opname curven met betrouwbaarheidsintervallen. Daarop streefniveaus aanpassen.

8. Conclusies n.a.v. studiedag

Janjo de Haan, PPO-agv en Hans Langeveld, Plant Research International

Bemestingsstrategieën Vredepeel en Meterik

- Bemesting kan verder gereduceerd en geoptimaliseerd worden door:
 - ook op Vredepeel expliciet rekening te houden met mineralisatie door op percelen met een hoge mineralisatie minder te bemesten,
 - bijmestgiften klein te houden en verdelen in meerdere giften (in aardappel maximaal 10 kg/ha N per keer, in prei maximaal 50 kg N/ha per gift),
 - op analysepercelen rassenkeuze aan te passen naar laagbehoefte efficiëntere rassen,
 - echte N-min bepaling laten doen in plaats van gebruik van Nitratecheck.
- Groenbemester zaaien waar mogelijk.
- In A2 gaan werken met N-concentraat in plaats van kunstmest.
- Om streefwaardes voor waterkwaliteit (25 mg NO₃⁻) te halen is suboptimaal bemesten van gewassen met lage opbrengstrespons (als prei en aardappel) op analysepercelen noodzakelijk. De vraag is of we volgend jaar hierop moeten gaan inzetten.

Nader onderzoek gewenst naar

- Optimalisatie huidig bemestingsadvies door nieuwe bepaling of beoordeling van :
 - werkingscoëfficiënten dierlijke mest,
 - totale opname en opname curven,
 - normlijnen bladsteeltjes.
- Eenvoudige methodes om betrouwbaar mineralisatie van een perceel vast te stellen.
- Uitzoeken wat opbrengstreductie en milieueffect is bij aardappel van:
 - vroeg oogsten (bij stop opname) met vervolgens groenbemester,
 - laat poten met gereduceerde bemesting.
- Uitzoeken van noodzaak en minimum hoogte buffer in prei in relatie tot opnamecurve:
- Buffer kan nodig zijn om twee redenen:
 1. als een zekerheid vooral in de perioden met een hoge opname (bijvoorbeeld i.v.m. oogsttijdstip spinazie of onverwacht hoge opname door snelle groei).
 2. omdat we er vanuit gaan dat een deel van de N niet voor het gewas beschikbaar is (bijvoorbeeld omdat de beworteling niet homogeen over het profiel verdeeld is of omdat er sprake is van een minimumconcentratie voor opname.

Het maakt nogal uit voor de bemestingsstrategie welke reden er voor de buffer is: indien bijvoorbeeld bij prei in de eerste weken na planten onderdeel twee geldt, kan een kleine buffer aan gehouden worden want de opname zal niet spectaculair zijn. Dit kan gecombineerd worden met een (geringe) plant- of rijenbemesting.
- Ontwikkelen nieuw bijmeststelsel op basis van flexibele opname curven met betrouwbaarheidsintervallen: streefwaarde in bijbemesting is mede afhankelijk van opname gewas tot bijbemesting, te bepalen aan de hand van cropscaan en/of andere methodes.

Bijlage I.

Programma en aanwezigen studiedag

Programma

9.30	Inleiding	Hans Langeveld (PRI, MT Tmt)
9:45	Stikstofmineralisatie in relatie tot stikstofbemesting	Romke Postma (NMI)
10:10	Opzet van en ervaringen met huidige bemestingsadviezen	Peter Dekker (PPO-agv)
10:35	<i>Koffiepaauze</i>	
10:55	Stikstofbemestingsstrategieën Vredepeel en Meterik	Janjo de Haan (PPO-agv)
11:20	Resultaten mineralisatiestudies Vredepeel en Meterik	Bert Smit (PRI)
11:45	Veldexcursie kernbedrijf Meterik vollegrondsgroenten	Pascal Wanten (PPO-agv)
12:45	<i>Lunch</i>	
13:30	Resultaten procesonderzoek Vredepeel en Meterik	Annemieke Smit (Alterra)
13:55	Introductie casestudies en verdeling in groepen	Hans Langeveld (PRI)
14:10	Groepsdiscussie verbeteren bemestingsadvies	
15:10	<i>Theepauze</i>	
15:30	Presentaties bemestingsadviezen en plenaire discussie	Hans Langeveld (PRI)
16:00	Afsluiting	

Aanwezigen

Annemieke Smit	Alterra	Riek Jan Pittens	PPO-bb
Kor Zwart	Alterra	Theo Guiking	PPO-bb
Harm Brinks	DLV	Annette Pronk	PRI
Brigitte Kroonen	PPO-agv	Bert Smit	PRI
Janjo de Haan	PPO-agv	Frank de Ruijter	PRI
Pascal Wanten	PPO-agv	Hans Langeveld	PRI
Peter Dekker	PPO-agv	Saskia Burger	PRI
Willem van Geel	PPO-agv	Mirjam Pulleman	RIVM
Frank Nouens	PPO-bb	Ellis Hoffland	WU-bodemkwaliteit
Maja Wondergem	PPO-bb	Jaap Nelemans	WU-bodemkwaliteit

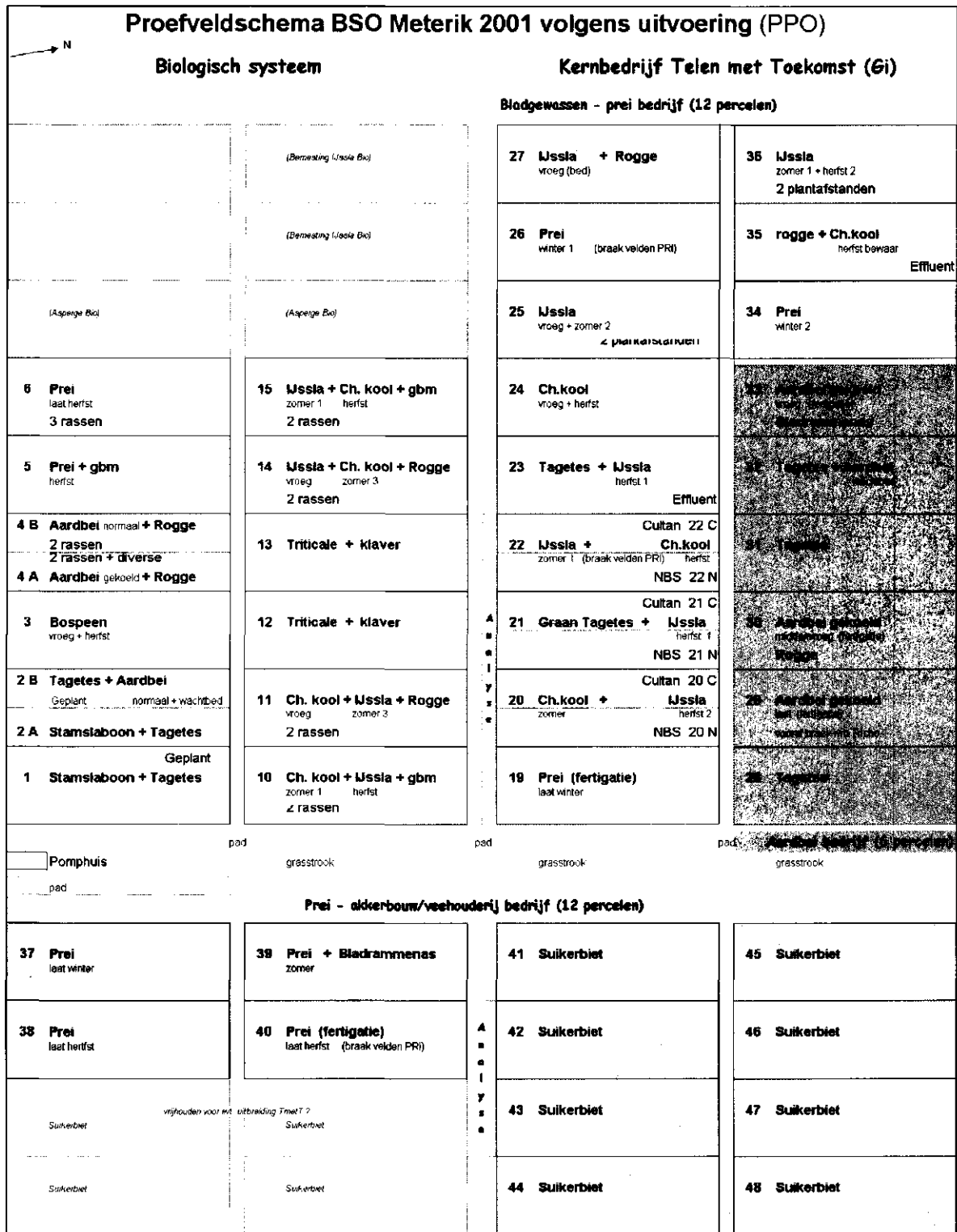
Bijlage II.

Plattegronden Vredepeel en Meterik

Plattegrond Vredepeel 2001

Telen met toekomst		Kernbedrijf locatie Vredepeel		2001
Synthese (S) en Analyse (A1 en A2)				
Peelkanaal				
pad		pad		
Zomergerst	19.2 A2	Aardappel vroeg (bladrammenas)	29.2 A2	
Zomergerst	19.2 A1	Aardappel vroeg	29.1 A1	
Zomergerst	19.1 S	Aardappel vroeg	29.1 S	
Snijmaïs (onderzaai zomergerst)	18.2 A2	Aardappel laat (inwerken stro)	28.2 A2	
Snijmaïs	18.2 A1	Aardappel laat (inwerken stro)	28.2 A1	
Snijmaïs	18.1 S	Aardappel laat	28.1 S	
Suikerbiet	17.2 A2	Suikerbiet	27.2 A2	
Suikerbiet	17.2 A1	Suikerbiet	27.2 A1	
Suikerbiet	17.1 S	Suikerbiet	27.1 S	
Triticale (gbm triticale)	16.2 A2	Erwt & tagetes	26.2 A2	
Triticale	16.2 A1	Erwt & tagetes	26.2 A1	
Triticale	16.1 S	Erwt & stamslaboon	26.1 S	
		Kavelpad		

Plattegrond Meterik 2001



Bijlage III.

Gegevens bemesting aardappel Vredepeel

Standaardadvies: 285 – 1,1 * N-min (0-60), standaard gift ongeveer 250 kg/ha

Bemestingsstrategie 2001 Vredepeel

	Synthese	Analyse 1	Analyse 2
advies	200 – N-min	200 – N-min	200 – N-min
N-min voorjaar	14	15	15
startgift	25 ton/ha MDM 148 kg/ha N	40 ton/ha ECO-boost 192 kg/ha N	120 kg/ha N KAS
2 ^e gift	104 kg/ha Nwz 81 kg/ha N KAS	163 kg/ha Nwz 32 kg/ha N KAS	65 kg/ha N KAS
bijbemesting	30 kg/ha N KAS bladsteeltjes	30 kg/ha N KAS bladsteeltjes	40 kg/ha N Urean cropsan
groenbemester	geen	inwerken stro	inwerken stro

Teeltmaatregelen

Voorvrucht	erwt/boon
Groenbemester	triticale (18 okt gezaaid)
Poten	23 april
Opkomst gewas	21 mei
Oogsten	3 oktober

Resultaten

	Streefwaarde (bedrijfsniveau)	Synthese	Analyse 1	Analyse 2
N-aanvoer meststoffen (kg/ha)	<225 kg/ha	259	254	225
N-aanvoer totaal (kg/ha) ¹		319	314	285
N-werkzaam (kg/ha)		215	225	225
N-afvoer (kg/ha)		184	197	232
N-overschot (kg/ha)	<60-90 kg/ha	135	117	53
N-min na oogst (kg/ha)		26	32	27
N-min najaar (kg/ha)	<45 kg/ha	43	43	46
Opbrengst (ton/ha)	<60	64	66	67
Onderwatergewicht	<400	389	381	374

¹ Inclusief meststoffen, depositie (50 kg/ha) en uitgangsmateriaal (10 kg/ha).

Grond

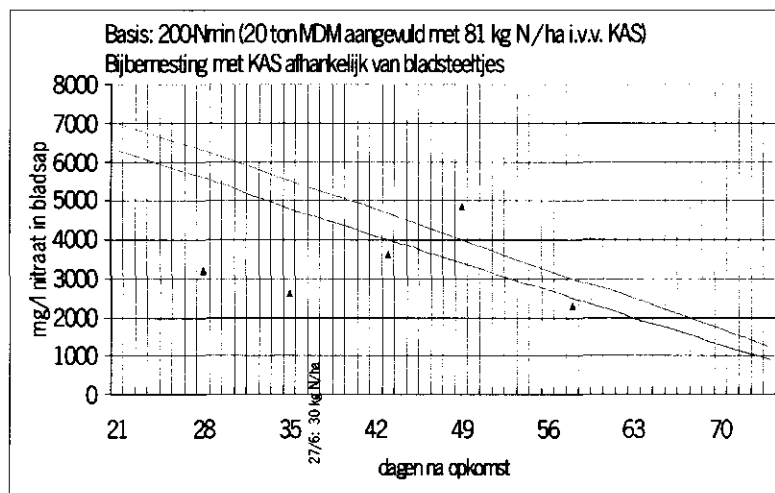
	Streefwaarde	Synthese	Analyse
<i>Organische stofgehalte</i>		4.2%	3.6%
<i>P_w</i>	20-30	51	53
<i>pH</i>		5.0	5.0
<i>K-getal</i>	11-19	11	9

Neerslag

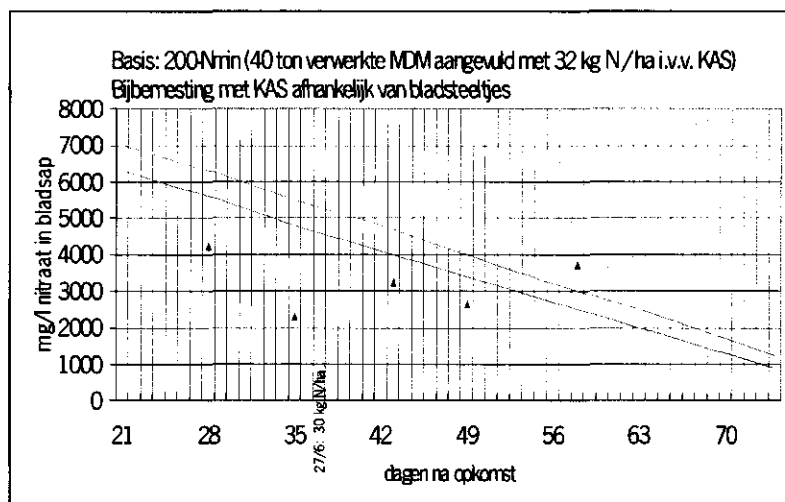
maand	mm	aantal dagen
<i>mei</i>	19.7	4
<i>juni</i>	37.8	12
<i>juli</i>	67.8	17
<i>augustus</i>	71.1	15
<i>september</i>	174.7	26

Bladsteeltjes

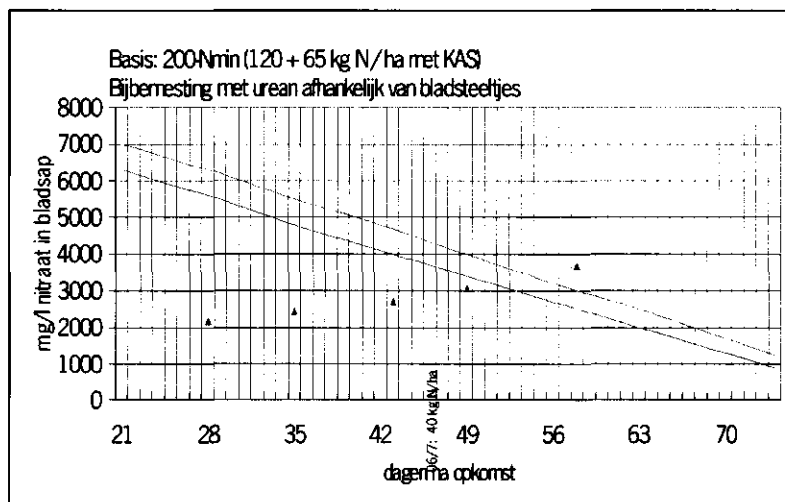
Synthese



Analyse 1



Analyse 2



Bijlage IV.

Gegevens bemesting prei herfst laat Meterik

Bemestingsstrategie

Synthese

	standaardadvies ¹	strategie Meterik ²	N-min (kg/ha)	gift (kg/ha)
<i>startgift</i>	85 – N-min (0-30)	85 – N-min (0-30)	35	50
<i>half aug</i>	105 – N-min (0-40)	125 – N-min (wortelzone)	10	115 + 50 ³
<i>eind sept</i>	100 – N-min (0-40)	125 – N-min (wortelzone)	29	50
<i>half okt</i>	75 – N-min (0-40)	75 – N-min (wortelzone)	0	50

¹ gebaseerd op opname van 160 kg/ha en buffer van 50 kg/ha en, buffer in okt 30 kg/ha.

² gebaseerd op opname van 220 kg/ha en buffer van 50 kg/ha en, buffer in okt 30 kg/ha.

³ door miscommunicatie op proefbedrijf is 50 kg N teveel gegeven.

Analyse

	Gepland kg/ha	gegeven kg/ha	N-min kg/ha	Neerslag mm	Neerslag aantal dagen
<i>juli</i>	15	21	38	94	15
<i>augustus</i>	50	43	21	93	17
<i>september</i>	45	48	4	185	28
<i>oktober</i>	20	22	11	49	16
<i>november</i>	10	5	23	84	19

Teeltmaatregelen

<i>Voorvrucht</i>	maïs
<i>Groenbemester</i>	geen
<i>Planten</i>	20/21 juni
<i>Oogsten</i>	1 – 19/11 en 10/12

Resultaten

	Streefwaarde (bedrijfsniveau)	Synthese	Analyse
<i>N-aanvoer kunstmest (kg/ha)</i>	<225 kg/ha	315	136
<i>N-aanvoer totaal (kg/ha)¹</i>		368	211
<i>N-afvoer (kg/ha)</i>		253	277
<i>N-overschot (kg/ha)</i>	<60-90 kg/ha	115	-66
<i>N-min najaar (kg/ha)</i>		94	35
<i>N-min na oogst (kg/ha)</i>	<45 kg/ha	76	34
<i>Opbrengst bruto (ton/ha)</i>		91	84
<i>Opbrengst netto (ton/ha)</i>	40	43	41
<i>Opbrengst kwaliteit (% klasse 1)</i>	80	64	67

¹ inclusief bemesting, depositie en beregeningswater.

Grond

	Streefwaarde	Synthese	Analyse
<i>Organische stofgehalte</i>		2.6%	2.6%
<i>P_w</i>	20-30	99	94
<i>pH¹</i>		5.2	5.1
<i>K-getal</i>	11-19	14	15

¹ in 2001 zijn de percelen met Dolokal bestrooid, de pH waarden zijn nog voor toepassing hiervan.

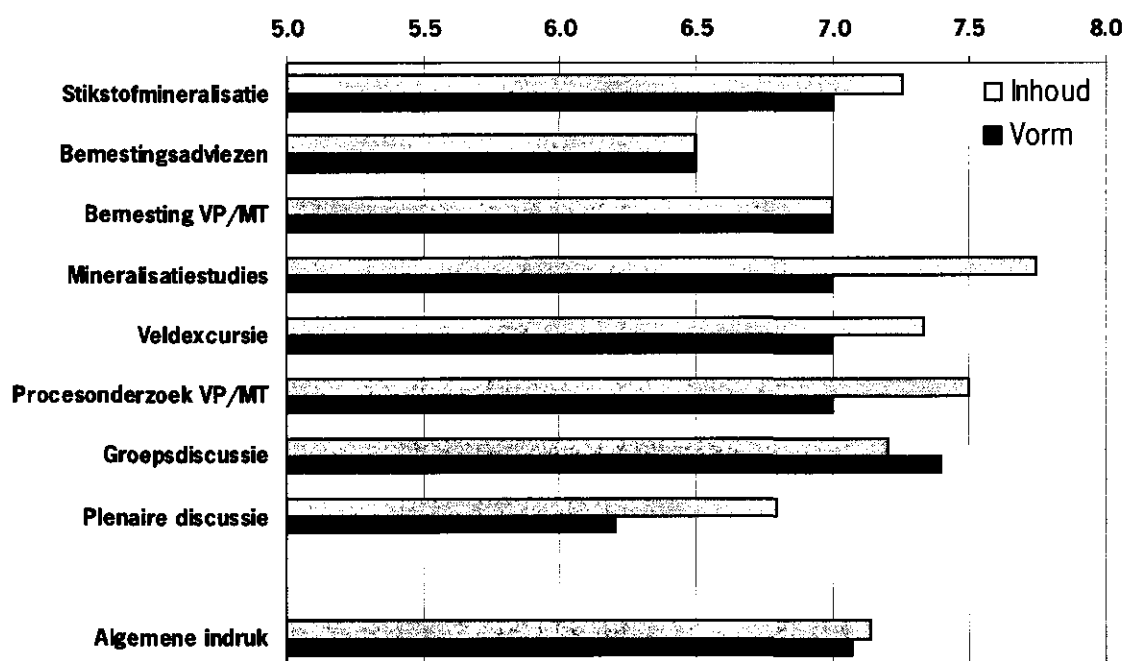
Bijlage V.

Verslag evaluatie studiedag procesonderzoek

Opzet

Na de studiedag is een evaluatieformulier aan alle deelnemers verstuurd met het verzoek de onderdelen van de studiedag te beoordelen op inhoud en vorm. Daarnaast werd gevraagd naar de algehele indruk van de dag en naar suggesties voor volgende studiedagen. Natuurlijk was er ook ruimte om commentaar te geven.

Kwantitatieve beoordeling presentaties en discussies



Opmerkingen

- Als het de bedoeling is om ook adviseurs te betrekken bij een dergelijke studiedag, is wat mij betreft lange tijd onduidelijk gebleven, dan een ander tijdstip in het jaar kiezen en datum vroegtijdig communiceren.
- Dit vind ik eigenlijk geen evaluatie, maar een beoordeling. Ik had liever vragen gehad over de samenhang van het geheel. Ik vind het niet leuk om andere presentaties zo te beoordelen. Daarvoor kan ik naar een presentatiecursus.
- Mijn indruk van de dag was erg positief. De inleidingen 's morgens hadden wat mij betreft wat korter gekund en ik had niet de indruk dat er veel mensen bij waren die niets van mineralisatie wisten. Ik had de indruk dat er 's middags meer gediscussieerd werd. Dat kan ook liggen aan het

feit dat mijn presentatie wat minder aansloot bij de dagelijkse praktijk van de groep en daardoor meer vragen oproep. Na de lunch vond ik de sfeer luchtiger en daardoor zeer geschikt voor de discussie. Ondanks de misschien wat voorspelbare resultaten van de groepsdiscussies, vond ik dit een leuk en nuttig onderdeel van de dag. Voor mij is het geen dagelijkse kost om op deze manier met de analyse cijfers om te gaan. Het is misschien ook goed te realiseren dat de op dit moment toegepaste maatregelen op dit moment de beste zijn.

- Teveel algemene zaken behandeld doordat er mensen bij waren die niet zo bekend waren met de Tmt-bedrijven Vredepeel en Meterik. Liever iets meer op de resultaten door gegaan welke verkregen waren door Alterra en PRI.
- Ik heb geen cijfertjes gegeven maar vond de dag geslaagd. Goed dat er aandacht aan was besteed om zaken af te stemmen om er één geheel van te maken. Ik vond het stuk van Bert wel goed omdat daarmee ook antwoord/reactie gegeven kan worden op veel vragen/ideeën die leven (bijv. snelheid van opname).
- De discussie in groepjes kwam niet uit de verf. De vraag die voorlag was te complex en vraagt teveel kijken naar de specifieke getallen om daar verder uit te komen. Dat vraagt studie en krijg je in zo'n groepje niet zomaar op een rijtje.
- Een aardige dag al met al, opkomst had misschien wat groter kunnen zijn.
- Voor mij was het een nuttige dag, omdat ik graag af en toe op de hoogte gehouden wil blijven van wat zich afspeelt binnen het meer praktijkgerichte onderzoek.

Onderwerpen nieuwe studiedag

- Vervolg resultaten procesonderzoek en de betekenis voor kernbedrijven en deelnemers.
- Daar heb ik nu geen idee voor. Ik vind ook dat we ons eerst moeten buigen over de vragen die tijdens de dag gerezen zijn. Op basis daarvan kunnen we besluiten op een deelaspect door te gaan of juist op een heel ander vlak een vergelijkbare dag te organiseren. Ik zou de volgende keer wel graag iets meer duidelijkheid over de doelstelling, dat was nu niet helder. Dat geldt ook voor de samenstelling van de groep genodigden.
- Opnamecurves en mineralisatie van de gronden specifiek.
- Zou graag een keer een studiedag willen organiseren op het gebied van 'ontwikkelen van bemestingsstrategieën en onzekerheden' (voortborduren op mijn verhaal en analyseren hoe risicomidend het landelijk bemestingsadvies is, voor zowel N als P).

Reeds verschenen externe rapporten

Telen met toekomst

24. Fosfaatkarakteristieken van de bodem van de kernbedrijven Meterik en Vredepeel. Een gedetailleerd beeld van het bodemprofiel. P. Ehlert & G. Koopmans. Rapport OV 0404, 2004.
23. Stikstofstromen op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik. De grondwaterkwaliteit gemeten. A. Smit, K.B. Zwart & J. van Kleef. Rapport OV 0403, 2004.
22. Stikstofstromen op het kernbedrijf Vredepeel. Modelberekeningen met FUSSIM2 en MOTOR. F.B.T. Assinck & P. Willigen. Rapport OV 0402, 2004.
21. Bemesting en Nmin op gewasniveau op de praktijkbedrijven van Telen met toekomst (2000-2002). F.J. de Ruijter & J. Groenwold. Rapport OV 0401, 2004.
20. Stikstofstromen op de kernbedrijven Meterik en Vredepeel. Mineralisatie van bodem en gewasresten. A. Smit & K.B. Zwart. Rapport OV 0304, 2003.
19. Grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit op de Telen met toekomst bedrijven in 2002. M. van den Berg & M.M. Pulleman. Rapport OV 0303, 2003.
18. AcTA: Accesdatabase Telen met toekomst – Alterra. A. Smit & K.B. Zwart. Rapport OV 0302, 2003.
17. Relaties tussen nitraat in het grondwater en potentiële indicatoren voor nitraatverlies op de voorloperbedrijven van Telen met toekomst. F.J. de Ruijter. Rapport OV 0301, 2003.
16. Telen met toekomst, voor telers met toekomst: Jaaroverzicht 2002. Anonymus, 2003.
15. Hoe staat het met de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater? B.M.A. Kroonen-Backbier & J.A.J.M. Rovers. Rapport WDNB03, 2003.
14. Hoe staat het met de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater? J.A.J.M. Rovers & B.M.A. Kroonen-Backbier, Rapport WDZHZ03, 2003.
13. Startgiften van de stikstofbemesting in tulp. Modelstudie naar de effecten van neerslag op de stikstofbeschikbaarheid in de wortelzone. F.J. de Ruijter. Rapport OV 0206, 2002.
12. De Telen met toekomst Energie- en klimaatmeetlat. Methodiek en rekenregels. H.F.M. Mombarg, A. Kool, W.J. Corré, J.W.A. Langeveld & W. Sukkel. Rapport OV 0205, 2003.
11. Waterretentie en waterdoorlatendheidskarakteristieken van 'Telen met toekomst' proefvelden Meterik en Vredepeel. J.A. de Vos, E.W.J. Hummelink & T.S. van Steenberg. Rapport OV 0204, 2002.
10. Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven; toetsing model Janssen. R. Postma. Rapport OV 0203, 2002.
9. Stikstofverliezen door denitrificatie in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt, Onderzoek op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik van het project 'Telen met toekomst'. Kor Zwart, Annemieke Smit & Kees Rappoldt. Rapport OV 0202, 2002.
8. Gebruik van Global Positioning System (GPS) binnen 'Telen met toekomst, Plaatsbepaling bij monsternamen op de Voorloperbedrijven'. A.L. Smit. Rapport OV 0201, 2002.
7. 'Telen met toekomst', kansen en knelpunten in zicht: Jaaroverzicht 2001. Anonymus, 2002.
6. Fosfaattoestanden op de praktijkbedrijven van 'Telen met toekomst', Een analyse van de situatie bij de start van het project. Philip Ehlert & Gerwin Koopmans, 2002.
5. Stikstof- en fosfaatverliezen in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt, Projectplan voor het bodemonderzoek op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik van het project 'Telen met toekomst'. Kor Zwart & Annemieke Smit, 2002.
4. 'Telen met toekomst', voor telers met toekomst: Jaaroverzicht 2000. Anonymus, 2001.
3. Detaillering projectplan 'Telen met toekomst'. Remmie Booij, Wim van Dijk, Bert Smit, Frank Wijnands, Hans Langeveld, Janjo de Haan, Annette Pronk, Jaap Schröder, Jet Proost, Harm Brinks, Peter Dekker & Philip Ehlert, 2001.

2. Projectplan 'Telen met toekomst'. Jacques Neeteson, Rennie Booi, Wim van Dijk, Jano de Haan, Annette Pronk, Harm Brinks, Peter Dekker & Hans Langeveld, 2001.
1. Voorwaarts met de milieuprestaties van de Nederlandse open-teelt sectoren: een verkenning naar 2020. A.J. de Buck, F.J. de Ruijter, F. Wijnands, P.L.A. van Enkevort, W. van Dijk, A.A. Pronk, J. de Haan & R. Booi, 2000.