Telen met toekomst

Projectplan Telen met toekomst

Kernbedrijf Vredepeel

J.W.A. Langeveld (ed.)

Telen met toekomst
mei 2002

Interne publicatie AKKBPP

PRAKTIJKONDERZOEK PLANT & OMGEVING

PLANT RESEARCH INTERNATIONAL

DLV

Inhoudsopgave

		Pagina
1.	Inleiding, *J.W.A. Langeveld & J.J. de Haan*	1
2.	Bedrijfssystemenonderzoek, *J.J. de Haan & B.A.M. Kroonen-Backbier*	3
	2.1 Inleiding	3
	2.2 Doel	4
	2.3 Opzet van het onderzoek	4
	2.4 Verwachte resultaten	6
3.	Aanvullende metingen, *A.L. Smit*	9
	3.1 Inleiding	9
	3.2 Doel	10
	3.3 Opzet van onderzoek	10
	3.4 Verwachte resultaten	11
4.	Procesonderzoek, *A. Smit & K.B. Zwart*	13
	4.1 Inleiding	13
	4.2 Doel	13
	4.3 Opzet van onderzoek	13
	4.4 Verwachte resultaten	21
5.	Metingen grondwater, *M. Pulleman*	23
	5.1 Inleiding	23
	5.2 Doel	23
	5.3 Opzet van onderzoek	23
	5.4 Verwachte resultaten	24
6.	Beheer organische stof, *R. Postma*	25
	6.1 Inleiding	25
	6.2 Doel	25
	6.3 Opzet van onderzoek	25
	Objecten	25
	Gegevens	26
	6.4 Verwachte resultaten	26
7.	Samenvatting en conclusie, *J.W.A. Langeveld*	27
Bijlage I.	Plattegrond	1 p.
Bijlage II.	Huidig en toekomstig bedrijfssysteem akkerbouw Vredepeel	5 pp.
Bijlage III.	Bemonsteringsschema	5 pp.

1. Inleiding

J.W.A. Langeveld [1] & J.J. de Haan [2],

[1]Plant Research International & [2]Praktijkonderzoek Plant en Omgeving

De samenleving vraagt om een landbouwproductie die schoon is en veilige producten oplevert. In de akkerbouw, de vollegrondsgroententeelt, de bloembollenteelt en de boomteelt is het terugdringen van de emissies van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen daarom het belangrijkste thema bij de ontwikkeling van maatschappelijk gewenste productiesystemen. Daarnaast wordt verwacht dat de landbouw, en dus ook de open teelten, rekening houdt met de andere functies van het landelijk gebied. Het inpassen van natuur-, landschap- en waterbeheer op het agrarisch bedrijf is daarmee een tweede belangrijk speerpunt van het Nederlandse overheidsbeleid. Het bedrijf van de toekomst moet voldoen aan deze door de maatschappij gestelde voorwaarden en wensen, maar tegelijk blijft het behalen van voldoende opbrengst van goede kwaliteit essentieel voor het bedrijfsinkomen. Daarbij moet het bedrijf voldoen aan de toenemende eisen die het handelskanaal stelt (zoals registratie, arbeids-, milieu- en kwaliteitszorg en de hygiënecode).

In de praktijk is het nog niet zo ver. Wel zijn er voorbeelden van bedrijven die zich in de gewenste richting ontwikkelen. Vanuit de politiek zijn extra fondsen vrijgemaakt voor het oplossen van bovenstaande problematiek, met een sterke nadruk op de nitraatproblematiek . Eén van initiatieven die met deze middelen wordt uitgevoerd is Telen met toekomst (Tmt). Binnen dit project worden bedrijfssystemen ontworpen en getest die voldoen aan de toekomstige eisen. Er zijn vier onderzoekslocaties of zogenaamde kernbedrijven. Hier wordt onderzoek gedaan naar respectievelijk systemen voor de akkerbouw, vollegrondsgroenten, boomteelt en bollenteelt. Het onderzoek bestaat uit vijf thema's:

- Schoon milieu (nutriënten en pesticiden),
- Duurzaam beheer productiemiddelen (bodem en eindige grondstoffen als water en energie),
- Kwaliteitsproductie,
- Economische duurzaamheid,
- Multifunctionaliteit (natuur en landschap).

Bij dit onderzoek wordt speciaal aandacht besteed aan processen in bodem en water die de kwaliteit van grond- en oppervlakte water en duurzame beheer van bodem sterk kunnen beïnvloeden: (de)nitrificatie, mineralisatie, uitspoeling e.a. Het onderzoek wordt uitgevoerd door verschillende partijen. Het huidige document geeft een overzicht van het onderzoeksplan voor het onderzoek naar akkerbouw. Bij dit onderzoek zijn meerdere partijen betrokken. Per partij wordt aangegeven hoe het onderzoek er uit gaat zien, welke resultaten verwacht worden en hoe met onderzoek van de andere partijen wordt afgestemd.

De opzet van Telen met toekomst, waarin onderzoek op kernbedrijven wordt gecombineerd met uitgebreide begeleiding en monitoring van praktijkbedrijven, levert unieke informatie over de manier waarop milieudoelen in de open teelten in Nederland gehaald kunnen worden. Hierbij is een belangrijke rol weggelegd voor het onderzoek op de kernbedrijven. De brede opzet van het onderzoek, variërend van gangbare bepalingen aan gewas en bodem tot procesonderzoek is uniek. Voor een goede uitvoering van het onderzoek is een juiste onderlinge afstemming cruciaal. Voor deze afstemming is een speciale werkgroep in het leven geroepen. Eén van de afspraken die in deze werkgroepen zijn gemaakt is het verzamelen van de onderzoeksplannen in een gezamenlijk document. Dit is het document dat nu voor u ligt.

De in dit rapport gegeven informatie is vertrouwelijk en niet openbaar. Citeren uit het document is niet toegestaan, behalve na uitdrukkelijke toestemming van de betrokken partijen.

De opbouw van dit rapport is als volgt: hoofdstuk 2 geeft een overzicht van het bedrijfssystemenonderzoek. Aanvullende bemonstering voor het kwantificeren van nutriëntenstromen wordt beschreven in hoofdstuk 3. Dit wordt gevolgd door metingen die een rol spelen in het procesonderzoek (hoofdstuk 4), bepaling van de waterkwaliteit (hoofdstuk 5), en beheer van organische stof (hoofdstuk 6). Het document wordt afgesloten met enkele conclusies over de evaluatie van de systemen (hoofdstuk 7).

2. Bedrijfssystemenonderzoek

J.J. de Haan & B.A.M. Kroonen-Backbier,

Praktijkonderzoek Plant en Omgeving sectie AGV

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van het bedrijfssystemenonderzoek op kernbedrijf Vredepeel, zoals dit wordt uitgevoerd door het Praktijkonderzoek voor Plant en Omgeving (PPO). Er wordt stil gestaan bij de achtergrond van het bedrijf, resultaten in het verleden, gestelde milieudoelen en opzet van het bedrijf (gewassen, rotatie, bemestingsstrategie). Als laatste wordt stilgestaan bij de verwachtte resultaten.

2.1 Inleiding

Sector en bedrijf

Het Praktijkonderzoek Plant en Omgeving kent een aantal locaties voor bedrijfssytemenonderzoek (BSO) ten bate van de akkerbouw. Het onderzoeksbedrijf te Vredepeel vertegenwoordigt hierbij akkerbouwbedrijven op Zuidoostelijk zandgebied. Belangrijkste gewassen in dit gebied zijn consumptieaardappel, suikerbiet, granen, snijmaïs, en akkerbouwmatige groenten voor de conservenindustrie (waspeen, conservenerwten, stamslabonen en schorseneren). Sinds 1989 wordt te Vredepeel bedrijfssystemenonderzoek uitgevoerd. De huidige omvang van het bedrijf is 16 ha waarvan 4 ha biologisch. De grondwaterstand ligt rond de 1 meter beneden maaiveld. Ontwatering vindt plaats via drains, uitlopend op een ontwateringssloot.

Resultaten uit het verleden

Het BSO-systeem op Vredepeel kende in het verleden een rotatie van respectievelijk consumptieaardappel, suikerbiet, graan, waspeen, consumptieaardappel, suikerbiet, snijmaïs en conservenerwt/stamslaboon. De milieuprestaties van dit systeem worden weergegeven in Tabel 1.

Knelpunten in de bemesting liggen in een te hoge uitspoeling en een te grote voorraad uitspoelbare minerale stikstof (N_{min}) in november (vooral bij aardappel, triticale, en erwt/boon). Gebruik van groenbemesters als stikstof-vanggewas wordt beperkt door een besmetting met aaltjes. Gezien de hoge fosfaatgehalten (uitgedrukt door het Pw-getal) zal de fosfaat-toestand verder afgebouwd moeten worden. Aan de andere kant dient de plaatsingsruimte voor dierlijke mest gehandhaafd te blijven. Er is nog geen beeld van het fosfaatgehalte waarbij de milieubelasting voldoende zal worden beperkt. Dit moet worden berekend in het onderzoek. De organische stofbalans is licht negatief bij een organisch stofgehalte van ongeveer 4%. Aanvoer van effectieve organische stof zal daarom niet mogen dalen.

Knelpunten in de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen liggen vooral op het gebied van MBP-waterleven, BRI-bodem en BRI-grondwater, waar de streefwaarden sterk overschreden worden. Daarom zal gewerkt moeten worden aan een verdere verlaging van het gebruik van schadelijke middelen.

Tabel 1. Milieuprestaties geïntegreerde systeem Vredepeel (1993-1999).

Thema	Maatstaf	Dimensie	Streefwaarde	Behaald
Schoon milieu	N_{min} november	N_{min} (0-100 cm)	<45	66
	N-uitspoeling	mg NO_3^-/l	<50/<25	62
	N-overschot	kg/ha	<60	138
	Kali-overschot	kg/ha	<40	39
	Fosfaat-overschot	kg/ha	<0	20
	Aktieve stof inzet	kg/ha	<3,48	2,21
	MBP-waterleven	% toep. > 10	0% toep. > 10	37
	MBP-bodemleven	% toep. > 100	0% toep. > 100	5
	BRI-lucht	kg a.s	<0,7	0,2
	BRI-bodem	kg dagen/ha	<200	352
	BRI-grondwater	ppm	<0,5	7,11
Duurzaam beheer productiemiddelen	Pw	mg P_2O_5/l droge grond	20-30	48
	K-getal	mg K_2O/100 g droge grond	11-19	10
	Organische stofbalans	-	>1	0,9

2.2 Doel

Het onderzoek op het kernbedrijf Vredepeel heeft als doel het ontwikkelen van duurzame bedrijfssystemen die voldoen aan zeer stringente milieunormen ten aanzien van emissies naar lucht, grond- en oppervlaktewater, zoals geformuleerd in het projectplan[1]. Kernbedrijven moeten vanaf 2001 voldoen aan de waterkwaliteitsnormen. Dit geldt zowel voor stikstof als voor fosfaat, en beslaat zowel grond- als oppervlaktewater. De geldende streefwaarden worden gegeven in Tabel 1b van het projectplan. Om aan deze normen te voldoen wordt onder andere gestreefd naar een hoeveelheid minerale stikstof aan het einde van het groeiseizoen die niet hoger is dan de streefwaarde voor zandgronden (45 kg N in de bovenste 100 cm, afgeleid van de streefwaarde voor kleigronden van 70 kg/ha die is vastgesteld door de commissie Spiertz).

Verder wordt er gestreefd naar een verlaging van Pw-waarden tot onder de 30. Dit gebeurt middels negatieve fosfaatbalansen. Nog niet duidelijk is, tot welk getal de Pw zal moeten worden verlaagd. Dit zal afhangen van de hoogte van de vast te stellen kritische Pw. Hierbij moet de plaatsingruimte van dierlijke mest zoveel mogelijk worden gehandhaafd. De organische stofbalans mag niet negatief zijn. Normen voor gebruik van gewasbeschermingsmiddelen worden gegeven in Tabel 2 van het projectplan. Specifieke streefwaarden voor Vredepeel staan vermeld in Tabel 1.

2.3 Opzet van het onderzoek

Er worden twee bedrijfstypen onderscheiden: een synthesedeel en een analysedeel. Elk analysedeel bestaat uit twee experimentele varianten. Net zoals in eerdere jaren het geval was wordt gewerkt met een achtjarige rotatie (zie Tabel 2). In hoofdlijnen wordt zowel in het synthesedeel als in het analysedeel dezelfde rotatie aangehouden. Enkele kleine wijzigingen zijn echter aangebracht in de analysedelen. Het totale systeem bestaat uit 8 blokken, één blok voor elk rotatiejaar. De omvang van de blokken is 1,35 ha. Elk blok bestaat uit een synthesedeel van 0,65 ha en twee experimentele delen van 0,35 ha elk (Bijlage I).

[1] Neeteson *et al.*, 2001, Projectplan 'Telen met toekomst'. Publicatie 2. Lelystad: Praktijkonderzoek Plant en Omgeving.

Het synthesedeel richten zich op het halen van de gestelde milieudoelen, maar dan binnen de randvoorwaarden van een gewone economische bedrijfsvoering. Toegepaste methoden en strategieën moeten op de korte termijn haalbaar zijn. In de twee analysedelen wordt de economische randvoorwaarden min of meer losgelaten. In Analyse 2 worden alle technische middelen maximaal ingezet om zo snel mogelijk te voldoen aan de gestelde waterkwaliteitsnormen. Toegepaste methoden en strategieën moeten op de lange termijn of met politieke maatschappelijke ondersteuning haalbaar zijn. In Analyse 1 wordt een tussenvariant aangelegd waarin iets minder vergaande maatregelen genomen worden wat betreft risico en kosten.

Tabel 2. Opzet onderzoek; bouwplan per bedrijfstype.

Jaar	Synthese	Analyse 1	Analyse 2
1.	Aardappel laat	Aardappel laat + stro	Aardappel laat + stro
2.	Suikerbiet	Suikerbiet	Suikerbiet
3.	Triticale	Triticale + hergroei	Zomergerst + groenbemester
4.	Waspeen	Waspeen	Waspeen
5.	Aardappel	Aardappel + groenbemester?	Aardappel + groenbemester
6.	Suikerbiet	Suikerbiet	Suikerbiet
7.	Snijmaïs laat	Snijmaïs laat	Snijmaïs vroeg + groenbem.
8.	Erwt & stamslaboon	Erwt & tagetes/bladrammenas	Erwt & tagetes/bladrammenas

Om voldoende plaatsingsruimte voor dierlijke mest te handhaven wordt in het synthesedeel een evenwichtsbemesting met fosfaat uitgevoerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van vleesvarkensdrijfmest omdat deze binnen de regio in overschot aanwezig is. Voor maïs wordt runderdrijfmest ingezet. In Analyse 1 wordt de fosfaatstrategie van het project aangehouden; bij de huidige Pw (48) mag de fosfaataanvoer maximaal de helft van de -afvoer zijn. Hier wordt gekozen voor verwerkte vleesvarkensmest met een laag fosfaatgehalte. In Analyse 2 wordt de fosfaattoestand versneld afgebouwd. In dit deel zal geen dierlijke mest worden toegediend. Fosfaat zal enkel toegediend worden bij de gewassen die een fosfaatstartgift nodig hebben voor een goede groei (snijmaïs en doperwten). De strategie kan, afhankelijk van de daling van de Pw en de vast te stellen milieukritische Pw, in de loop van de jaren worden aangepast.

Om stikstofuitspoeling zoveel mogelijk te beperken zal in de twee analysedelen geprobeerd worden om de stikstofefficiëntie te verhogen en zullen vanggewassen waar mogelijk ingezet worden. In Analyse 2 zullen vanggewassen maximaal worden ingezet, ongeacht het risico van het krijgen van een schadelijke omvang van de aaltjespopulaties. Wel wordt de keuze gemaakt voor vanggewassen die de aaltjespopulaties afbreken (tagetes) of zo min mogelijk vergroten. Wanneer de populatie aaltjes in een perceel te groot wordt zal worden ontsmet of zal het veld een jaar braak gelegd worden. Ook zal worden gekeken naar het optimaal beheer van de groenbemester (water, bemesting, tijdstip van onderwerken). Op deze wijze kan een goede indruk verkregen worden wat groenbemesters kunnen bijdragen aan reductie van uitspoeling en inzet van meststoffen. Daarnaast brengen de groenbemesters organische stof in het systeem als vervanging van de organische stof uit drijfmest. In Analyse 1 zullen groenbemesters alleen worden ingezet wanneer de kans op aaltjesschade beperkt is. In het synthesedeel zal een nog risicoarmere strategie gevolgd worden wat betreft de inzet van groenbemesters om de kans op aaltjesschade te beperken.

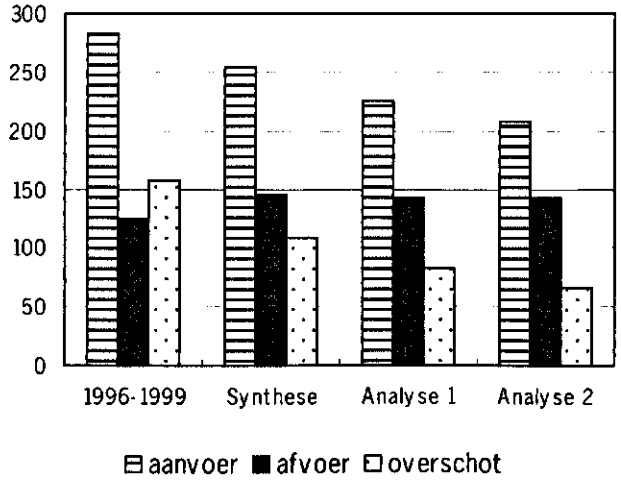
Daarnaast worden in beide analysedelen zoveel mogelijk technische maatregelen doorgevoerd om de stikstofefficiëntie te verhogen en de uitspoeling te verlagen. Voorbeelden hiervan zijn fertigatie, rijenbemesting met organische en kunstmest, bladbemesting, verfijnde maatregelen om de N-status en de

N-behoefte te schatten, inwerken van stro en optimale vochtvoorziening en rassenkeuze. Bijlage II geeft een overzicht van de bemestingsstrategie die op het bedrijf in 2000 is aangehouden in het geïntegreerde bedrijfssysteem en de voorgenomen bemestingsplannen vanaf 2001. De resultaten worden elk jaar geëvalueerd. Dit kan betekenen dat de aangegeven maatregelen van het startjaar gaande het project bijgesteld kunnen worden.

Bijlage I geeft een plattegrond van de ligging van de percelen en gewassen. Het meetprogramma van PPO is geïntegreerd in het meetprogramma van Plant Research International. Het wordt gegeven in hoofdstuk 3.

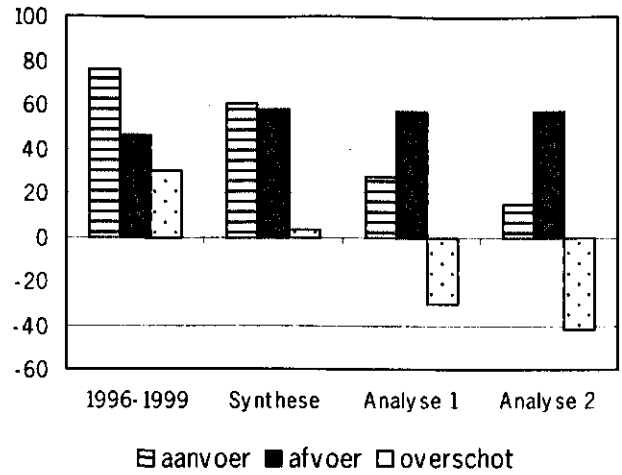
2.4 Verwachte resultaten

Figuur 1 geeft stikstofbalansen op bedrijfsniveau voor synthese en analysedelen. Voor de volledigheid zijn ze vergeleken met balansen van het bedrijf in de periode 1996-1999. Figuur 2 geeft fosfaatbalansen.



Figuur 1. Verwachte stikstofbalansen op het onderzoeksbedrijf van Vredepeel vergeleken met balansen uit de periode 1996-1999.

De voorgenomen bemestingsstrategie zal naar verwachting leiden tot een verlaging van de stikstofaanvoer van 220 kg per ha (1996-1999) naar respectievelijk 190, 165 en 150 in het synthese, analyse1 en analyse2 systeem. De stikstof uit organische mest ligt in het synthese systeem op ongeveer 95 kg N per ha, gekoppeld aan de aanvoer = afvoer strategie op bedrijfsniveau voor fosfaat, uitgaande van gebruik van vleesvarkendrijfmest en runderdrijfmest. Bij een halvering van de fosfaataanvoer, zoals toegepast in analyse 1 en gebruik makend van verwerkte vleesvarkendrijfmest met een laag gehalte aan fosfaat (0,8-0,9 kg per ton) en een relatief hoog gehalte aan N (4,5 kg/ ton), komt de aanvoer van stikstof uit organisch uit op 110 kg N op bedrijfsniveau. In analyse 2 wordt geen organische mest aangewend. De aanvoer van stikstof bestaat voor 100% uit kunstmest. Bij een afvoer, die afgeleid is van streefopbrengsten, wordt een werkelijk stikstofoverschot berekend van 109, 83 en 66 kg N per ha voor respectievelijk synthese, analyse1 en analyse 2 systeem. Voor fosfaat wordt een overschot berekend van respectievelijk 3, -30 en –42 kg P_2O_5per ha. In alle systemen incluis de huidige situatie wordt de MINAS-verliesnorm voor stikstof van 60 kg N per ha voor droge zandgronden en de MINAS-fosfaatverliesnorm van 20 kg P_2O_5 per ha ruimschoots gehaald.



Figuur 2. Verwachte fosfaat stikstofbalansen op het onderzoeksbedrijf van Vredepeel vergeleken met balansen uit de periode 1996-1999.

Door toepassen van evenwichtsbemesting voor fosfaat zal de Pw van het synthesedeel niet stijgen, en mogelijk langzaam dalen. Door de fosfaataanvoer in de analyse 2 te beperken tot startgiften bij een beperkt aantal gewassen wordt verwacht dat de Pw relatief snel zal dalen richting Pw 30. Door toepassen van de N-bemestingsstrategie zoals voorgesteld voor analyse 2 variant wordt verwacht dat een nitraatgehalte van circa 40 mg nitraat op bedrijfsniveau gehaald kan worden. Dit ligt onder het doel van de 50 mg nitraat per liter maar nog ver boven het uiteindelijke doel van de 25 mg nitraat per liter.

3. Aanvullende metingen

A.L. Smit, Plant Research International

3.1 Inleiding

Het onderzoek van Plant Research International binnen Telen met toekomst op de kernbedrijven is gericht op de volgende vijf onderwerpen:

1) De relatie tussen gemeten (of geschatte) emissies van nutriënten en de teeltkundige activiteiten in de aangelegde systemen.
Het kwantificeren van fluxen (met name van stikstof en fosfaat) naar de omgeving wordt voornamelijk uitgevoerd door Alterra. Aangelegde bedrijfssystemen zullen worden beoordeeld op de haalbaarheid (en het halen) van milieudoelen en duurzaamheid. Tevens wordt in dit onderwerp de relatie tussen afgeleide milieuparameters (bijvoorbeeld balansoverschotten, Nmin in het najaar) en de milieudoelen onderzocht.

2) Onderzoek naar het beter matchen van vraag en aanbod van stikstof op gewasniveau.
Een mismatch, zowel in ruimte als tijd, tussen vraag van het gewas en het aanbod (mineralisatie en bemesting) kan leiden tot verliezen naar grond- en oppervlaktewater. Het is dus van belang om bij een aantal probleemgewassen vraag en aanbod zo goed mogelijk te kwantificeren. Mogelijkheden zijn o.a. voor schatting van de vraagkant: simulatiemodellen, crop-scantechnieken en bladanalyse. Voor de aanbodzijde zijn een reeks waarnemingen relevant o.m. schatters van de mineralisatie (model, monstername, incubatie van grond) en afgeleide metingen van de mineralisatie, bewortelingsdiepte, transport van nutriënten in het profiel etc. Een beter inzicht in de processen die tot verliezen aanleiding geven kan leiden tot verbeterde bemestingsstrategieën op gewas- of bedrijfsniveau (i.s.m. PPO).

3) Managementinstrument
Ontwikkelen van een instrument dat sturing mogelijk maakt ter vermindering van nitraatuitspoeling gedurende de teelt en in het winterseizoen op bedrijfsniveau. Het instrument moet een teler snel en duidelijk effecten van de bemesting op de uitspoeling kunnen geven. Hierin wordt bestaande kennis samengebracht van effecten van maatregelen als vanggewassen, gebruik organische bemesting, bouwplan etc. op de uitspoeling. De precieze vorm van het instrument moet nog worden bepaald.

4) Risicoanalyse
Emissies beperken zal gepaard gaan met 'op het scherp van de snede' bemesten. Vaak is niet duidelijk wat voor de teler hierbij de risico's zijn. In dit thema zullen de risico's zoveel mogelijk gekwantificeerd worden en indien mogelijk in geld uitgedrukt.

5) Organische stof
In samenwerking met het NMI zal een aantal deelvragen op het gebied van organische stof management behandeld worden. In eerste instantie betreft het hier het doorrekenen van de aangelegde systemen voor wat betreft de duurzaamheid op het gebied van organische stof. Tevens zal in dit kader op een aantal geselecteerde of aangelegde objecten een organische stof model getest worden (Model Bert Janssen), het betreft hier dan de effecten van oogstresten, organische bemestingen, stro onderwerken e.d. op organische stof niveau en op N-mineralisatie.

3.2 Doel

In het algemeen zullen de metingen gericht zijn op:
- kwantificatie van aan- en afvoer van nutriënten van de percelen van de aangelegde bedrijfssystemen;
- verdiepen van het inzicht in de processen die leiden tot een slechte benutting van nutriënten en daarmee tot verliezen naar grond- of oppervlakte water.

Daarnaast is er sprake van ondersteunend onderzoek waarbij ook rekening gehouden wordt met vraagpunten die min of meer specifiek zijn voor het kernbedrijf Vredepeel:
- Voor de aangelegde bedrijfssystemen op Vredepeel is duidelijk geworden dat de grootste verliezen optreden bij de gewassen aardappelen, erwten/stamslabonen en triticale. Het onderzoek zal dan ook speciaal op deze gewassen gericht zijn.
- Hoge stikstof-overschotten worden gevonden bij suikerbieten hoewel dit vooralsnog geen aanleiding lijkt te geven tot een grote stikstof-uitspoeling, het lot van de stikstof uit de oogstresten (100-150 kg N) is echter onduidelijk.
- Er zijn op dit kernbedrijf vragen omtrent de hoeveelheid stikstof die gedurende het seizoen mineraliseert en het patroon waarmee dit gebeurt. Voor een zo goed mogelijke match van vraag en aanbod van stikstof is kennis hieromtrent gewenst. De vraag is ook of er in dit verband sprake is van perceelsverschillen.
- Het lijkt er op alsof suikerbieten de gemineraliseerde stikstof slecht benutten, ervaringen uit het verleden gaven aan dat een lagere N-gift dan het landelijke advies al snel opbrengst kostte.
- In hoeverre kan het inwerken van stro een middel zijn om N-uitspoeling in het winterseizoen te beperken.

3.3 Opzet van onderzoek

Er worden metingen uitgevoerd aan de bodem, bodemprocessen, gewasafvoer, en braakveldjes. Het gaat hierbij om de volgende metingen:

Bodem

- Algemeen grondonderzoek 2001 (K-getal, MgO, CaO, pH-KCl , Pw, Ntot, Ptot, Pi, Pox)
- Potentiële N-mineralisatie (incubatie bij hogere temperatuur bij constant vochtgehalte
- Minerale stikstof in het profiel voor, tijdens en bij de oogst van de gewassen

Op bepaalde percelen zal in 2001 en daaropvolgend intensiever gemeten worden dan op andere. De keuze van deze percelen zal elders beargumenteerd worden (o.a. al of niet sprake van probleemgewassen, stikstofrijke oogstresten, slechte benutting). De tabel geeft een beeld van de aantallen Nmin monsters die in de loop van het seizoen gestoken zullen worden (totaal voor Plant Research International en PPO).

Processen

Processen die via een frequentere bemonstering gevolgd worden zijn:
- het lot van stikstof uit oogstresten in suikerbieten;
- de benutting van stikstof uit erwten oogstresten;
- het effect van al da niet stro inwerken na aardappelen;
- het effect van groenbemestingsgewassen na diverse teelten.

Aan het begin van het uitspoelingsseizoen (begin november) zullen alle percelen in drie lagen (0 – 90 cm) bemonsterd worden op N-min.

Gewasafvoer en samenstelling oogstresten

Afvoer van nutriënten in gewassen en oogstresten vraagt bepaling van:
- opbrengsten en gehalten (NPK) van het hoofdproduct;
- opbrengsten en gehalten (NPK) van de oogstresten (al dan niet afgevoerd).

Braakveldjes/Onbemeste gewassen

Met ingang van 2001 zijn op perceel 18.2A2 en 28.2A2 volgende objecten aangelegd:
- een braakveldje;
- een braakveldje dat bemest is (overeenkomstig het gewas);
- een onbemest gewas.

Metingen (Nmin in het profiel van het braakveldje; N-inhoud onbemeste gewas) kunnen een indruk geven van de hoeveelheid stikstof die in de loop van het seizoen mineraliseert. Ook wordt op deze manier een object gecreëerd waar geen invoer van organische stof plaatsvindt (van belang voor werkzaamheden NMI in het kader van de organische stof problematiek).

3.4 Verwachte resultaten

- In samenwerking met Alterra zullen de verliezen worden gekwantificeerd. Hieruit zullen indicaties worden gehaald waar precies in de rotatie de meeste verliezen optreden.
- Inzicht in de processen die tot deze verliezen leiden.
- Samen met NMI zullen uitspraken gedaan worden omtrent de duurzaamheid van de aangelegde systemen qua organische stof management. Hiermee kan een betere voorspelling gedaan worden van de stikstofmineralisatie.
- Met behulp van de resultaten het ontwikkelen van bemestingsstrategieën waarmee de milieudoelen gehaald kunnen worden.

4. Procesonderzoek

A. Smit en K.B. Zwart, Alterra

4.1 Inleiding

Uit voorgaande resultaten van de bij het betrokken kernbedrijven is de behoefte naar voren gekomen voor een systematisch onderzoek naar de rol die voorkomende bodemprocessen spelen in de nutriëntenhuishouding. Daarom is bij de opzet van Telen met toekomst gekozen voor een vrij uitgebreid onderzoek naar bodemprocessen en hun rol bij de nutriëntenstromen. Het ontwerp en het uitwerken van dit onderzoek is gedaan in nauwe samenhang met onderzoekers van PPO en Plant Research International, zodat opzet van het bedrijfssysteem, de aanvullende bemonsteringen en het procesonderzoek maximaal op elkaar aansluiten.

4.2 Doel

Het doel van de metingen is tweeledig:

1. Het vaststellen van grootheden en onzekerheden van fluxen en voorraden stikstof en fosfaat in de bodem. Op basis van de metingen en de aanvullende berekeningen kan een balans voor beide nutriënten worden opgesteld;
2. Het verdiepen van het inzicht in en de samenhang tussen de processen die leiden tot de verliezen van stikstof en fosfaat in de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt.

4.3 Opzet van onderzoek

De controle van de effectiviteit van de teeltmaatregelen gebeurt door het meten van de concentraties stikstof en fosfaat in het bovenste grondwater en de meetwaarden te toetsen aan de streefwaarden voor stikstof en P. Het is duidelijk dat niet alle posten van de nutriëntenbalans (nauwkeurig) kunnen worden gemeten. Daarom moet op basis van historische gegevens en nieuwe meetgegevens in het 1e meetjaar worden bepaald welke fluxen een belangrijke bijdrage leveren aan de balans en welke daarvan een grote variatie in ruimte en tijd vertonen. Fluxen met een groot aandeel en een hoge variabiliteit verdienen meer aandacht dan die met een kleine variabiliteit of een klein belang in de balans.

De nutriëntenbalans wordt opgesteld op basis van input en output. Daarnaast zijn de voorraden in de bodem belangrijk, deels als randvoorwaarde voor het modelleren en deels als controle voor berekende veranderingen in deze voorraden, als gevolg van veranderde fluxen. De voorgestelde metingen in het kader van Telen met toekomst zijn naar input, voorraad en output geordend. Onder input wordt niet alleen de bemesting verstaan, maar ook de atmosferische depositie, en de N-fixatie door vlinderbloemigen. De N-mineralisatie vormt een interne cyclus binnen het systeem. Onder output wordt de onttrekking van stikstof en fosfaat door gewasgroei, denitrificatie en uitspoeling verstaan. De voorraden organisch stikstof in de bodem zijn groot en niet erg variabel, en zullen daarom ook slechts eenmalig worden gemeten. Dit geldt ook voor fosfaat in verschillende speciaties. De voorraden mineraal stikstof zijn zeer variabel in tijd en ruimte en ook zeer nauw gerelateerd aan de uitspoeling. Daarom wordt deze grootheid regelmatig en op meerdere plekken gemeten. De meting van nitraat en fosfaat in het bovenste grondwater maakt deel uit van de processtudie, maar is ook een controle van de berekende uitspoeling en daarmee een uiteindelijke toetsing van de teeltmaatregelen aan de gestelde normen. De metingen van stikstof en fosfaat in het grondwater hebben dus deels een andere achtergrond en moeten daarom aan andere statistische voorwaarden voldoen.

Perceelskeuze

Voor de studie naar de concentraties NO_3^- in het grondwater zal in **alle** Synthese en Analyse-2 percelen worden gemeten, om zo tot de meest betrouwbare schatting van het bedrijfsgemiddelde voor deze systemen te komen.
Het is niet mogelijk om ook al deze percelen te betrekken in de processtudie, daarom is een gewogen selectie gemaakt. De keuze van percelen is zo gemaakt dat in de loop van het project de meest 'vervuilende' gewassen tenminste 2x gemeten worden op verschillende percelen. Er is gekozen voor de percelen 18, 26, 27 en 28 (alleen Synthese en Analyse 2). Op deze percelen staan gedurende het project in ieder geval de gewassen, die in het najaar de grootste voorraad Nmin in het profiel achterlaten.
De voordelen van deze keuze zijn:

- de 2 percelen met braakveldjes zijn meegenomen;
- de combinatie erwt/stamslaboon zit 3 x in de meetreeks (dit is een gewas met grote stikstof verliezen);
- de combinatie stro inwerken (A2) t.o.v. geen stro inwerken S komt 4x voor.

Het nadeel is:

- de teelt van aardappel vroeg + bladrammenas komt in de meetreeks niet voor.

De percelen en de bijbehorende gewassen in de rotatie voor de komende vier jaar staan in (Tabel 1).

Tabel 1. Perceelskeuze Vredepeel ((S), Synthese, (A2), Analyse 2; L, laat; V, vroeg; Ssb, Stamslaboon; Gbm, Groenbemester).

Perceel	2001		2002		2003		2004	
	Gewas	Gbm	Gewas	Gbm	Gewas	Gbm	Gewas	Gbm
18.1 (S)	Snijmaïs L	-	Erwt/Ssb		Aardappel. L	-	Suikerbiet	-
18.2 (A2)	Snijmaïs V	Z gerst	Erwt	Tagetes	Aardappel L	Stro	Suikerbiet	-
26.1 (S)	Erwt/Ssb		Aardappel. L	-	Suikerbiet	-	Triticale	-
26.2 (A2)	Erwt	Tagetes	Aardappel. L	Stro	Suikerbiet	-	Z gerst	triticale
27.1 (S)	Suikerbiet	-	Snijmaïs L	-	Erwt/Ssb		Aardappel. L	-
27.2 (A2)	Suikerbiet	-	Snijmaïs V	Zomergerst	Erwt	Tagetes	Aardappel. l	Stro
28.1 (S	Aardappel. L	-	Suikerbiet	-	Triticale	-	Waspeen	
28.2 (A2)	Aardappel. l	Stro	Suikerbiet	-	Zomergerst	Triticale	Waspeen	

Stikstofmetingen

Metingen van stikstofstromen worden hieronder in meer detail beschreven. Hierbij wordt aangegeven welke partijen voor de metingen verantwoordelijk zijn.

Bemesting

Gegevens over tijdstip van bemesting en de hoeveelheden en stikstof en fosfaat staan in de teeltplannen (Bijlage II). Eventuele aanpassingen in de loop van het seizoen zullen door Plant Research International worden doorgespeeld. (Verantwoordelijkheid van PPO en Plant Research International.)

Atmosferische depositie

Voor gegevens over de input via atmosferische gegevens wordt uitgegaan van de waarden, zoals deze zijn opgegeven door het RIVM. Voor Vredepeel wordt een atmosferische input van 49 kg stikstof per ha aangenomen. (Verantwoordelijkheid van RIVM.)

N-fixatie

Doordat er zoveel stikstof achterblijft na de teelt van erwt is het van belang te weten hoeveel stikstof er door vlinderbloemigen (erwt en boon) wordt gefixeerd bij een hoge N-beschikbaarheid. Daarnaast is het van belang te weten of de N-beschikbaarheid effect heeft op de hoeveelheid stikstof die kan worden gefixeerd. Gegevens over de N-fixatie (uit literatuurstudie of experimenten) zullen worden aangeleverd door Plant Research International. (Verantwoordelijkheid van Plant Research International.)

Mineralisatie

De mineralisatie van stikstof uit organische stof is niet werkelijk een extra inputflux. De organische stikstof was al eerder aan het bodemsysteem toegevoegd in de vorm van (organische) mest, N-fixatie en ondergeploegde gewasresten. Het volgen van de dynamiek in N-mineralisatie is van belang, omdat daarmee duidelijk kan worden hoeveel stikstof in minerale vorm vrijkomt uit de in het profiel aanwezige organische stof en hoeveel er uit de gewasresten vrij kan komen. Potentiële mineralisatie zal daarom op twee momenten in het jaar worden gemeten: a) voor de eerste bemesting en b) na het onderwerken van de gewasresten. De fluctuaties in de voorraden mineraal stikstof zullen ook worden gemeten. Dit staat beschreven onder voorraden.

a. Vóór de eerste bemesting (en in 2001 in de braakveldjes)
   - Metingen worden in het gedaan in 4 lagen (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm en 90-120 cm). Als blijkt dat de onderste laag niet relevant is, zal na een jaar daarover een go / no go besluit worden genomen. Door Plant Research International zijn in mei monsters genomen in de braakveldjes van de lagen 0-30 en 30-60 cm en deze zijn als gestoorde monsters geïncubeerd. De monsters worden 3 maanden geincubeerd. Naast de Nmin metingen aan het begin en aan het eind van de incubatie zullen er ook op tussentijdse momenten Nmin metingen worden gedaan.
   - Per jaar wordt er 1 x bemonsterd. Echter, in 2001 zullen we gebruik moeten maken van de braakveldjes. Omdat er alleen braakveldjes zijn aangelegd in A2, worden er in het jaar 2001 geen monsters in het synthesedeel genomen.
   - Potentiële mineralisatie zal worden gemeten aan gestoorde (Plant Research International) en ongestoorde monsters (Alterra). Een precieze uitwerking van de methode moet nog worden gemaakt, gedacht wordt aan het meten in geperforeerde ringen. Het meten in ongestoorde monsters wordt voorgesteld omdat de ervaring leert dat het volledig verstoren van de grond gepaard gaat met een hoge N-mineralisatie in het begin, die later afvlakt. In het veld zal eerder de afgevlakte mineralisatiesnelheid optreden.
   - Bij deze metingen wordt ook de CO_2-respiratie gemeten. De CO_2-respiratie dient als maat voor de organische stofdynamiek en is ook een maat voor de kans op denitrificatie.

b. Na onderwerking van mest, stro of gewasresten
   - Hiervoor wordt eerst een literatuurstudie gedaan, om de mogelijke omvang en variabiliteit van de N-input via deze weg te kwantificeren. De gegevens die nu bekend zijn van Vredepeel wijzen erop dat bonen de stikstof uit erwt-gewasresten niet kunnen opnemen
   - Het effect van het onderwerken van de organische producten zal worden gemeten in een experimentele opzet, door gewasresten in een bekende verhouding met grond te mengen. Het nemen van veldmonsters waarin pas gewasresten zijn ingewerkt is veel te moeilijk door de vaak zeer hoge ruimtelijke variabiliteit
   - Het effect wordt alleen gemeten voor de bovenste 30 cm van de bodem.

(Verantwoordelijkheid van Alterra.)

Mineraal N (Nmin)

De stikstofvoorraad bestaat uit een organisch en een mineraal deel. De voorraad organisch stikstof wordt als niet erg dynamisch verondersteld en dient vooral als invoer voor de modellen. De voorraad mineraal stikstof op verschillende tijdstippen in het jaar geeft inzicht in de hoeveelheid stikstof die beschikbaar is voor de teelt en die mogelijk zou kunnen uitspoelen. Een van de gestelde onderzoeksvragen is of er een relatie bestaat tussen Nmin op enig tijdstip in het jaar en de werkelijke N-uitspoeling. In verband met het beantwoorden van deze vraag, maar ook in verband met de grote variatie in ruimte en tijd zal Nmin vaak en op meerdere plekken gemeten (moeten) worden. De voorraad mineraal N in de bodem is in de tijd zeer variabel, en moet daarom op verschillende momenten in het jaar worden gemeten:

- Voor de 1e bemesting in het voorjaar (zie ook mineralisatie);
- Eventueel tijdens teeltseizoen vóór NBS;
- Direct na de oogst;
- November;
- Na teelten die een hoge Nmin achterlaten (aardappel, erwt in analyse 2 en boon in synthese) zal na de oogst in totaal 6 x de Nmin worden gemeten met intervallen van 2 weken. De gebruikelijke metingen na de oogst en in november kunnen in deze reeks worden opgenomen, zodat er nog 4 extra meetmomenten zijn;
- Nmin is niet alleen in de tijd, maar ook in de ruimte variabel. Om tot een goede schatting te komen van de voorraden Nmin per tijdstap zal de steekproef groot genoeg moeten zijn. Op basis van de historische gegevens voor Nmin in de bovenste twee bodemlagen (0-30 cm en 30-60 cm) kan een schatting worden gemaakt van het aantal meetpunten dat minimaal nodig is om een betrouwbare schatting ($p<0.2$) van het gemiddelde te maken. Gezien de hoge variantiecoëfficiënten (40-70%) zou een optimale bemonstering 40 tot 80 steken bevatten. De diepere laag (60-100) vertoont zelfs een nog grotere variabiliteit. Deze aantallen zijn binnen het project niet haalbaar. Daarom zal voor Nmin een monsterstrategie worden gekozen die overeenkomt met de metingen van nitraat in het bovenste grondwater. Per perceel zal voor elke laag (3 lagen) een mengmonster worden samengesteld uit 20 steken. Deze monstermethode is op Vredepeel al gangbaar. Nmin wordt gemeten in dezelfde 3 lagen als de mineralisatie, echter hier komt geen go/no go moment over het voortzetten van metingen in alle lagen;
- 1 mengmonster per perceel (opgebouwd uit 20 monsters);
- Door PPO wordt al jaren Nmin in verschillende lagen gemeten op de bovengenoemde tijdstippen. Deze monsters zijn ook mengmonsters, opgebouwd uit 20 steken. Er wordt echter maar een keer per jaar tot 90 cm diepte bemonsterd, terwijl voor het begrip van het systeem regelmatige bemonstering van deze onderste laag zeer relevant is. Op dit punt zouden de lopende metingen moeten worden uitgebreid.

(Verantwoordelijkheid van PPO en Plant Research International.)

Totaal N

De totale voorraad stikstof is groot en ruimtelijk variabel. Kleine veranderingen in de tijd zijn daarom slecht waar te nemen. Daarom is er niet gekozen voor het volgen van deze relatief stabiele, maar ruimtelijk variabele grootheid. In plaats daarvan wordt gekozen voor twee meetmomenten, 1x aan het begin en 1x aan het eind.

- N-totaal wordt in dezelfde 3 lagen gemeten als Nmin.
- Er worden twee steekproeven genomen: 1 voor synthese en 1 voor analyse 2. Hiervoor moet een steekproef van voldoende omvang worden genomen, afhankelijk van de ruimtelijke variabiliteit. Per steekproef wordt 1 mengmonster gemaakt. (Dit kan samenvallen met het monster voor P-speciaties)
- Totaal 12 monsters in projecttijd (2 tijdstippen * 3 lagen * 2 systemen).

(Verantwoordelijkheid van Plant Research International.)

Opname door gewas

Door de opname van stikstof en fosfaat door het gewas worden deze nutriënten (tijdelijk) uit het bodemsysteem verwijderd. Het gewasdeel dat wordt geoogst is werkelijk output, het gewasrestdeel wordt ondergeploegd en wordt daarmee weer aan de bodem toegevoegd. Voor een goede processtudie is het van belang om te weten hoeveel er totaal aan stikstof en fosfaat wordt afgevoerd en ondergeploegd. Het is daarnaast ook van groot belang te weten met welke snelheid stikstof en fosfaat door het seizoen heen worden opgenomen (onttrekkingscurve). Deze gegevens zullen door Plant Research International worden geleverd. (Verantwoordelijkheid van Plant Research International.)

Denitrificatie

Denitrificatie reduceert de output van nitraat naar het grondwater. De grootte en variabiliteit van dit proces wordt bepaald door een combinatie van temperatuur, vochtgehalte, nitraatbeschikbaarheid en de beschikbaarheid van labiele organische stof. Het voorkomen van de juiste combinatie van deze omstandigheden is niet bekend en daarmee de omvang van deze 'verliespost' ook niet. Vaak wordt als vuistregel aangenomen dat de helft van het N-overschot denitrificeert, maar zekerheid daaromtrent ontbreekt. Met name op goed geaëreerde zandgronden kon dit wel eens een overschatting zijn. Om die reden zal vooral in het eerste jaar veel aandacht aan denitrificatie worden besteed. Na 1 jaar zal een go/no go moment worden ingelast om over voortzetting van een uitgebreide meetsessie te beslissen.

Het onderzoek in het eerste jaar moet vooral leiden tot de uitspraak hoe groot de kans is dat er denitrificatie optreedt en hoe belangrijk dit proces is in kwantitatieve zin. Er zal veel aandacht worden besteed aan het effect van vocht (is bepalend voor het zuurstoftransport) en dat van gewasresten (is bepalend voor de respiratie). Het effect van vocht zal worden onderzocht in alle drie eerder genoemde bodemlagen, het effect van gewasresten alleen in de bouwvoor. De denitrificatie wordt gemeten in ongestoorde bodemmonsters, als potentiële denitrificatie (denitrificatie onder anaërobe condities bij een overmaat nitraat) en als actuele denitrificatie (denitrificatie onder anaërobe condities bij de heersende nitraatconcentraties). Het effect van vocht en van het onderwerken van gewasresten zal bij overmaat nitraat worden bepaald, maar bij de heersende zuurstofgehaltes.

- Vochteffect: Hiervoor wordt aan monsters in ringen een nitraatoplossing toe gevoegd zodat een range van vochtgehaltes (0.5 – 0.9 WSPF) ontstaat De grond wordt niet kunstmatig anaëroob gemaakt; anaërobie moet ontstaan door de combinatie van vocht en respiratie. Om die reden wordt in deze proeven ook de CO_2 productie onder dezelfde vochtcondities gemeten.
- Op deze manier kan worden ingeschat wanneer de condities geschikt zijn voor denitrificatie en hoe groot de verliespost kan worden. Als blijkt dat die klein is (< 10% van het overschot in de balans) zal worden besloten de denitrificatie niet verder te bepalen.
- Als wordt besloten om verder te gaan met denitrificatiemetingen zullen ze op de volgende wijze worden uitgevoerd:
  - Potentiële denitrificatie: op 6 tijdstippen in het jaar zullen op 4 dieptes monsters worden genomen. Aan deze monsters zal potentiële (overmaat stikstof en anaëroob) denitrificatie worden gemeten. Hier wordt uitgegaan van een minimum van 6 herhalingen (in de ruimte) per te meten perceel. Er is gekozen voor metingen in de braakveldjes, de effecten van het onderwerken van gewasresten wordt experimenteel bepaald. In dezelfde monsters wordt tevens respiratie gemeten.
  - Redoxpotentiaal
  - Het effect van langdurige incubatie van diepte-monsters wordt gemeten d.m.v. afname in NO_3^-.

(Verantwoordelijkheid van Alterra.)

Uitspoeling

Uitspoeling van nitraat is niet direct als flux te meten en moet daarom benaderd worden d.m.v. indirecte metingen in combinatie met modelberekeningen. De indirecte metingen zijn het vochtgehalte op verschillende dieptes op veel momenten in de tijd (continu gemeten), de stikstof en fosfaat concentratie in het bodemvocht.
Voorgestelde metingen:

- Bodemvocht bemonsteren (poreuze cups) net onder de wortelzone (voor ieder gewas gelijke diepte). Bodemvocht bemonsteren in 8 percelen, op 2 locaties per perceel (1 mengmonster per perceel), 35 x per jaar (1x per week bij neerslag overschot). Overwogen wordt om de monsters eerst bevroren te bewaren en met behulp van een simulatiemodel te berekenen hoe het nitraat door de bodem beweegt. Met behulp van die berekening kunnen dan ingevroren monsters voor analyse worden geselecteerd Analyse: Nmin, Ntot, Ptot, DOC. DOC wordt bepaald in aanvulling op de denitrificatiemetingen. De DOC concentratie is een maat voor de kans dat denitrificatie zal optreden.
- Vochtmetingen continu, op 2 dieptes in de wortelzone en 1 eronder. Er wordt nog uitgezocht wat de meest geschikte methode is op basis van robuustheid, stabiliteit van de sonde, betrouwbaarheid en praktische consequenties voor de teelthandelingen. Ook wordt onderzocht of er een methodiek is die niet alleen informatie geeft over het vochtgehalte, maar gelijktijdig over de zout- (nitraat) concentratie.
- Het aantal metingen zal afhangen van de gekozen methode; hierover vindt nog nader overleg plaats.
- Bodemfysische eigenschappen. Er wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de bestaande kennis die op Vredepeel is opgedaan. Van een aantal percelen en dieptes op Vredepeel zijn pF-curves en Kh relaties vastgesteld; daarvan zal gebruik gemaakt worden.
- Neerslag en verdampingsgegevens worden verkregen van station Vredepeel (PPO).
- Bodemvocht wordt bemonsterd door het ingraven van poreuze cups. Het bemonsteren van bodemvocht is hierboven reeds besproken.
- Zoveel mogelijk zal worden getracht om de instrumenten voor het bepalen van het vochtgehalte en de poreuze cups zodanig te plaatsen dat er geen hinder van wordt ondervonden bij de teelthandelingen. Hierover zal nader overlegd worden met PPO en de bedrijfsleiding van Vredepeel.
- In dit stadium bestaat onzekerheid over de metingen in de drains. De situatie op Vredepeel is erg complex. Niet alle percelen zijn van drains voorzien en de geselecteerde percelen voor het merendeel niet. Daarnaast loopt een deel van de percelen niet onder het midden van het perceel. Bovendien monden de drains voor het grootste deel van het jaar uit onder het wateroppervlak van de sloot. Dat heeft consequenties voor hydrologie van de percelen; die verstoord zou worden als het wateroppervlak permanent zou worden verlaagd.
- Het beantwoorden van de vraag of de teeltmaatregelen leiden tot het behalen van de streefwaarden voor het oppervlaktewater is echter zeer belangrijk. Aangezien er een uitspraak moet komen over het effect op bedrijfsniveau wordt in overleg met Plant Research International en PPO-Vredepeel overwogen of het meten van de nitraat en P-concentraties in het oppervlaktewater (de sloot), in combinatie met debietmetingen, daarvoor als voldoende kan worden beschouwd.

(Verantwoordelijkheid van Alterra.)

Metingen aan fosfaat

De dynamiek van fosfaat is minder variabel, maar chemisch aanzienlijk ingewikkelder dan stikstof. Daarom zal er op minder tijdstippen gemeten hoeven te worden, maar is het aantal verschillende metingen om de diverse 'pools' van fosfaat vast te stellen groter dan bij stikstof.

Bemesting

De P-input komt hoofdzakelijk uit mest. Gegevens hierover staan in de teeltplannen, maar de werkelijke fosfaat giften zullen door Plant Research International en PPO worden aangeleverd.
(Verantwoordelijkheid van Plant Research International.)

Oogst

De P-output bestaat uit uitspoeling en verwijdering van gewas (oogst). Voor wat betreft de afvoer van oogst en de hoeveelheden fosfaat in de gewasresten zullen gegevens van Plant Research International en PPO worden gebruikt. (Verantwoordelijkheid van PPO en Plant Research International.)

Uitspoeling

De fosfaatuitspoeling zal op dezelfde manier worden bepaald als de stikstofuitspoeling. In het bodemvocht onder de wortelzone en in het grondwater zal Ptot en P-organisch worden bepaald. Deze metingen worden aangevuld met modelberekeningen om tot een nauwkeuriger schatting te komen van de fosfaatuitspoeling.
(Verantwoordelijkheid van Alterra.)

Voorraden

De voorraden fosfaat in de bodem zijn zeer groot ten opzichte van de fluxen. Het is daarom niet zinvol om de voorraden in de tijd te volgen. Het is wel zinvol om de voorraden fosfaat in de verschillende speciaties (pools) te meten, om zo m.b.v. modelberekeningen enige uitspraken te doen over het mogelijke verloop van de Pw onder de voorgestelde maatregelen en de uitspoeling. Voor de modelberekeningen zijn de volgende metingen van P-voorraden noodzakelijk: P_i, $P_{adsorptie}$, P_{tot}, $P_{organisch}$, P_{ox}, Fe_{ox}, en Al_{ox}.

Deze bepalingen zullen aan het begin van het project worden bepaald in 3 lagen. Dit is in dezelfde monsters als voor Ntot (3 steekproeven systeem/3 steekproeven analyse 2, beide op 2 dieptes, dus 6 monsters).
Afhankelijk van het nu beschikbare budget kunnen de monsters voor P-bepalingen na monstername en drogen worden opgeslagen en in een later stadium worden geanalyseerd.

Een andere bepaling voor de fosfaatvoorraad is de Pw. Deze voorraad is dynamischer en zal daarom vaker worden bepaald. Frequentie: 1x per jaar (bij voorkeur voor bemesting) maar aansluitend bij 'eigen' meting Vredepeel in november is ook mogelijk. Er wordt bemonsterd in 3 lagen (geen go / no go moment); één mengmonster per perceel, voor het opslaan van gedroogde monsters. Uit het mengmonster per perceel wordt een nieuw mengmonster per systeem samengesteld voor directe analyse (systeem / analyse), zie N totaal. Dit onderzoek zal gezamenlijk worden uitgevoerd door Alterra en Plant Research International.

Toets: nitraat en fosfaatgehalten in het grondwater

De uiteindelijke controle van de maatregelen wordt gedaan door het meten van de concentratie nitraat in het bovenste grondwater. De gestelde norm van 25 ppm nitraat geldt voor een bedrijf en moeten daarom op bedrijfssysteemniveau worden gemeten en getoetst. In overleg met PRI en het Centrum voor Biometrie is de volgende afspraak gemaakt. Er zal worden getoetst tegen een vaste norm, waarvoor de streefwaarde voor nitraat is gekozen (25 ppm) met een geaccepteerde afwijking van 20 ppm en een significantieniveau van 80%. Op basis daarvan is een bemonsteringsstrategie ontworpen.
(Verantwoordelijkheid van Alterra en Plant Research International.)

Bemonsteringsstrategie

Op basis van historische gegevens is de mogelijke spreiding van de nitraatgehaltes bepaald (25-150), aan de hand waarvan het minimaal aantal te nemen (meng)monsters is berekend. Dat betekent dat om tot bovenstaande uitspraak te kunnen komen er 16 mengmonsters (8 in synthese en 8 in analyse 2) van het bovenste grondwater moeten worden genomen in alle 16 percelen. Een mengmonster bestaat minimaal

uit 2 monsters, daarom moeten er 32 grondwaterbuizen worden geplaatst, waarin regelmatig (tot continu) de nitraat- en fosfaatconcentraties kunnen worden gemeten. Voor fosfaat in het bovenste grondwater zijn geen historische gegevens bekend, waardoor er ook geen indicatie van de spreiding beschikbaar is. Er wordt aangenomen dat de monstergrootte van 16 mengmonsters per meetmoment voldoende groot is voor het betrouwbaar vaststellen van de fosfaatconcentraties.

Door 16 monsters te nemen zijn er 15 vrijheidsgraden. Daarvan worden er 8 door de verschillende gewassen gebruikt en blijven er nog 7 over. Deze kunnen worden gebuikt om te toetsen of er verschil is tussen synthese en analyse 2. Er is echter wel een interactie met het gewas, wat de spreiding doet toenemen. Voor het toetsen tussen verschillen van Synthese en Analyse-2 zijn dan ook vrij grote verschillen noodzakelijk. Het resultaat van deze metingen zal de volgende uitspraak zijn: de concentratie nitraat op bedrijfsniveau zal (bij prob<0,2 = 80% significantie) niet (of wel) meer dan 20 ppm hoger zijn dan de gestelde norm. Vrij grote verschillen tussen Synthese en Analyse 2 zijn statistisch betrouwbaar.

Een van de onduidelijkheden aan de gestelde normen / streefwaarden is dat niet wordt weergegeven op welk moment van het jaar de norm geldt. Daarom wordt er voorlopig van uitgegaan dat de concentraties op geen enkel moment boven de gestelde norm uit mogen komen. Dit betekent dat er in de periode, waarin de grootste uitspoeling en daarmee de hoogste concentraties in het bovenste grondwater worden verwacht, intensiever zal moeten worden gemeten dan in de rest van het jaar. Om tot een goede bepaling te komen van het moment waarop de metingen vaker moeten worden gedaan wordt er gebruik gemaakt van modelberekeningen. Vergelijkbaar met de modelberekeningen voor het project Sturen op Nitraat zal aan de hand van de actuele neerslag gegevens en de bodemsamenstelling worden berekend wanneer de piek in de nitraatconcentratie het bovenste grondwater bereikt. Als dit moment nadert, zal de meetintensiteit worden verhoogd.

Naast deze, op berekeningen gebaseerde bepaling van de optimale meetperiode, wordt onderzocht of het mogelijk is om continu nitraat in het grondwater te registreren. Er zijn specifieke nitraatelektrodes beschikbaar maar uitgezocht moet worden of deze stabiel genoeg zijn en robuust genoeg om in het veld te kunnen toepassen. Hierbij wordt gedacht aan metingen in 2-4 grondwaterbuizen. Deze bemonsterings-strategie houdt in dat er per meetmoment 16 monsters worden genomen, die worden geanalyseerd op Nmin, Ntot, DOC, Porg en Ptot (overeenkomstig de analyses aan bodemvocht). Het aantal meetmomenten zal ongeveer 35 zijn.

Aanvullende metingen / benodigde kennis

Organische stof

De nutriëntenkringlopen, vooral de stikstofkringloop, zijn sterk gerelateerd aan de organische stof dynamiek. De totale voorraad organische stof zal zeer waarschijnlijk niet meetbaar veranderen in de 3 jaar van het project. Dit komt door de lage 'overall' afbraaksnelheid, de grootte van de voorraden t.o.v. de fluxen en door de (onbekende) ruimtelijke variabiliteit. Om enig inzicht te krijgen in de koolstofdynamiek, zal er wel een aantal bepalingen gedaan worden. Voor de analyses kunnen monsters worden gebruikt, waaraan ook al andere bepalingen worden gedaan:

- in monsters voor Nmin ook % organische stof bepalen;
- In bodemvocht ook DOC meten;
- Bij de N-Mineralisatie zal gedurende de incubatietijd ook CO_2 worden ingevangen, zodat niet alleen een netto N-mineralisatie, maar ook netto C-mineralisatie wordt gemeten onder laboratoriumcondities.

(Verantwoordelijkheid van Alterra en NMI.)

Algemeen grondonderzoek

Aan het begin van het project zal er per project 1 mengmonster worden gemaakt voor een A.G.O, inclusief siltfractie-bepaling. Het heeft geen zin dit op te splitsen naar synthese en analyse2, omdat voorheen de verdeling van de percelen over verschillende bedrijfssystemen anders was. Daarnaast zijn de te bepalen variabelen (aanvullingen t.o.v. bovengenoemde analyses) behoorlijk constant in de tijd. Er moet in ieder geval een zeer nauwkeurig profiel worden bemonsterd voor bepalingen aan ijzer. Dit in verband met vastlegging van fosfaat door het profiel.
(Verantwoordelijkheid van Plant Research International.)

Hydrologie

De uitspoeling van stikstof en fosfaat vanuit de onderkant van de bouwvoor geeft geen directe indicatie van de concentraties stikstof en fosfaat in het grond- en oppervlaktewater. Om deze relatie vast te stellen moet er een hydrologisch onderzoek worden gedaan, waarbij vooral wordt gekeken naar de herkomst van het drainwater, de verblijftijd van het grondwater en de mogelijkheid tot denitrificatie of vastlegging van fosfaat in de zone onder de bouwvoor. In dit kader is het misschien mogelijk om gebruik te maken van eerdere proeven op Vredepeel met een tracer.
(Verantwoordelijkheid van PPO en Plant Research International.)

4.4 Verwachte resultaten

Het onderzoek richt zich vooral op het vaststellen van de omvang en variatie van nutriëntenstromen voor zowel stikstof als fosfaat in de bodem. Op basis van de metingen en aanvullende berekeningen zal voor beide nutriënten een balans worden opgesteld. Tevens zullen uitspraken gedaan kunnen worden over de mate waarin de voor het kernbedrijf geldende milieunormen gehaald worden. Hiernaast is het mogelijk om, in samenspraak met andere onderzoekers, aan te geven welk soort wijzigingen in de bedijfsvoering gewenst zijn om verdere vooruitgang op dit gebied te boeken. Tenslotte zullen de resultaten bijdragen aan een algemene verbetering van het inzicht in en de samenhang tussen de processen die een rol spelen bij de verliezen van stikstof en fosfaat in de akkerbouw.

5. Metingen grondwater

M. Pulleman, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

5.1 Inleiding

Het ontwerpen van bedrijfssystemen die in staat zijn bij een praktische bedrijfsvoering de door de overheid gestelde kwaliteitsnormen voor grond- en oppervlaktewater te halen is de belangrijkste doelstellingen van Telen met toekomst. Voor de kernbedrijven gelden hierbij, dat de normen die moeten worden gerealiseerd strenger zijn dan de huidig geldende normen voor praktijkbedrijven (zie hoofdstuk 1 en de projectplannen). Meten van de gerealiseerde waterkwaliteit is dus essentieel om aan te kunnen geven in hoeverre de projectdoelen gehaald worden. In het verleden is er wel gemeten, maar dit is gebeurd in een beperkte periode (hoofdstuk 2). Daarom is in het projectplan veel aandacht voor metingen van waterkwaliteit. Dit hoofdstuk geeft een globaal overzicht van de opzet van dit onderdeel.

5.2 Doel

Het doel van de metingen is uitspraken te kunnen onderbouwen over het al dan niet halen van de gestelde waterkwaliteitsnormen. Hierbij wordt op alle bedrijven de samenstelling van het bovenste grondwater bepaald. Op de kernbedrijven wordt hiervoor de bovenste meter van het grondwater bemonsterd. Er wordt geen bemonstering van het drain- en slootwater uitgevoerd.

De bemonsteringswijze is er op gericht uitspraken te kunnen doen op bedrijfsniveau. Vervolgens kan de waterkwaliteit tussen de bedrijven onderling vergeleken worden, evenals met gemiddelde waarden die door het RIVM zijn gevonden voor andere bedrijven uit een vergelijkbare sector/regio en/of grondsoort (niet-Tmt deelnemers).

Door jaarlijkse herhaling van de metingen op dezelfde wijze en locatie zal een verloop in de tijd worden vastgesteld. Hierbij zal rekening worden gehouden met de jaarlijkse variaties in neerslaghoeveelheden. De werkwijze van het RIVM is er in principe niet op gericht onderscheid te kunnen maken op perceelsniveau of tussen het synthese- en het analysedeel van een bedrijf. Hiervoor is het aantal monsterpunten onvoldoende gezien de ruimtelijke variatie in waterkwaliteit. Wel worden er per individueel monsterpunt nitraatanalyses verricht (m.b.v. de nitracheck), zodat achteraf bekeken kan worden of er op een verantwoorde manier uitspraken kunnen worden gedaan over eventuele verschillen tussen synthese- en analysedeel van het bedrijf m.b.t. nitraat.

5.3 Opzet van onderzoek

Het onderzoek naar de kwaliteit van het bovenste grondwater wordt uitgevoerd volgens standaard RIVM protocollen.

Bemonstering en analyses

De bemonstering vindt één maal per jaar plaats in de periode april tot en met september. In het eerste jaar vindt er een bedrijfsbezoek plaats om de benodigde informatie te verzamelen. Vervolgens kan worden besloten volgens welke methode de bemonstering dient te worden uitgevoerd en worden de

monsterpunten geselecteerd volgens standaardrichtlijnen van het RIVM. Het aantal monsterpunten per bedrijf is afhankelijk van de grondsoort. Aangezien alle kernbedrijven op zandgrond liggen zullen er per bedrijf 48 bemonsteringen per ronde worden uitgevoerd. Het aantal percelen dat wordt bemonsterd, oftewel het aantal monsterpunten per perceel, is afhankelijk van de grootte van het bedrijf omdat er per bedrijf een vast aantal van 48 punten wordt bemonsterd. Bij de selectie van de monsterpunten wordt uitgegaan van een evenredige verdeling van het aantal monsterpunten per perceel op basis van het totaal aantal bemonsteringspunten op het bedrijf en de oppervlakte van het betreffende perceel in verhouding tot het totale areaal. Binnen een perceel worden de monsterpunten zo goed mogelijk gespreid over het perceel gekozen (uitgezonderd een strook van 10 m langs de perceelsgrenzen).

Wanneer de grondwaterstand ondieper is dan 5 m wordt het bovenste grondwater bemonsterd volgens de zgn. 'open-boorgatmethode': Per bemonsteringspunt wordt een monster genomen uit de bovenste meter van het grondwater nadat er een boorgat is gemaakt tot ca. 1 m onder de grondwaterspiegel. Nitraatconcentratie (m.b.v. Nitracheck) pH en EC van het watermonster worden voor elk monsterpunt direct in het veld gemeten. Vervolgens worden 4 mengmonsters gemaakt, via aselecte menging, voor verdere analyse in het laboratorium van het RIVM. Hier worden de concentraties van de volgende elementen bepaald: NO_3, NH_4, totaal N, ortho-P, totaal-P, SO_4, Cl, DOC, Mg, Ca, K, Na, Fe, Zn.

Wanneer de grondwaterstand dieper is dan 5 m zal de zgn. 'bodemvochtmethode' worden toegepast. Dit houdt in dat er een m.b.v. een grondboor een bodemmonster wordt genomen van de diepte van 1,5 – 3,0 m –mv. De analyses worden uitgevoerd in het lab op het uit de bodemmonsters gecentrifugeerde bodemvocht. Hierbij worden zowel in 16 mengmonsters als 4 mengmonsters geanalyseerd. In de 16 mengmonsters worden NO_3, NH_4, SO_4 en Cl concentraties bepaald. In de mengmonsters worden concentraties van de volgende elementen bepaald: NO_3, NH_4, totaal N, PO_4, totaal P, SO_4, Cl, DOC, Mg, Ca, K, Na, Fe, Zn.

Interpretatie van de resultaten

De gemeten concentraties in het grondwater worden gecorrigeerd voor jaarlijkse variaties in neerslag-hoeveelheden. De bedrijfskaarten worden gedigitaliseerd en er wordt een overlay gemaakt met de bodem en Gt kaart (1:50.000). Met deze gegevens kunnen de Tmt-bedrijven vergeleken worden met de representatieve bedrijven uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid.

5.4 Verwachte resultaten

Met boven beschreven metingen kunnen uitspraken worden gedaan over de waterkwaliteit van het bovenste grondwater van het kernbedrijf. Deze uitspraken zijn op bedrijfsniveau. Ze worden vergeleken met die van Tmt-deelnemers en representatieve bedrijven uit het LMM.

6. Beheer organische stof

R. Postma, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

6.1 Inleiding

Twee belangrijke doelstellingen van het project zijn i) het nastreven van een schoon milieu, waarvan het terugdringen van emissies van nutriënten een belangrijk onderdeel is en ii) een duurzaam beheer van productiemiddelen, waartoe het behoud van bodemvruchtbaarheid wordt gerekend. Deze twee doelen zijn in bepaalde gevallen moeilijk verenigbaar. Zo kan het streven naar minimalisering van de emissies van nutriënten ten koste gaan van het organische stofbeheer. Aangezien het organische stofgehalte in de bodem van groot belang is voor de chemische, biologische en fysische bodemkwaliteit is het organische stofbeheer een belangrijk aandachtspunt.

6.2 Doel

NMI doet onderzoek op de kernbedrijven naar het beheer van organische stof. In 2001 wordt een begin gemaakt met de toetsing van het model Janssen voor het beschrijven van de afbraak en opbouw van organische storf en de N-mineralisatie.

6.3 Opzet van onderzoek

De toetsing van het model Janssen bestaat uit een vergelijking van berekeningen met meetgegevens. Aangezien NMI geen meetgegevens verzamelt wordt gebruik gemaakt van gegevens die worden verzameld door Plant Research International, PPO en Alterra. In 2001 wordt begonnen met het beschrijven van de uitgangssituatie van percelen die de afgelopen 10 jaar een verschillend organische stofbeheer hebben gehad.

Objecten

Aangezien de verschillen in organische stofbeheer binnen het bedrijfsdeel waar de objecten liggen, waarschijnlijk beperkt zijn geweest, is het interessant twee objecten uit de huidige projectstructuur te vergelijken met een object uit het biologische bedrijfssysteem (buiten het project, maar met veel organische stofaanvoer). Zo zijn dan per kernbedrijf 3 objecten verkregen met 'grote' verschillen in organische stofbeheer: een object uit het biologische systeem met een hoge organische stofaanvoer, een object uit het project met een redelijke organische stofaanvoer en een object uit Telen met toekomst met een lage organische stofaanvoer (Tabel 1).

Tabel 1. *Schematische weergave van organische stof-aanvoer in drie objecten, waarmee NMI berekeningen uitgevoerd worden.*

Object	Aanvoer van organische materialen (kwalitatief)		
	organische mest	gewasresten	groenbemester
Tmt- lage os-aanvoer	-	-	-
Tmt – redelijke os-aanvoer	+/-	+	-
Biologisch – hoge os-aanvoer	+	+	+

Gegevens

Per object worden over de periode 1991-2000 jaarlijkse gegegevens van de aan- en afvoer van organisch materiaal (organische mesten, gewasresten, groenbemesters) geanalyseerd. Het gaat hierbij om metingen van:

- de totale hoeveelheid,
- drogestofgehalte,
- organische stofgehalte en
- N-gehalte (Tabel 2).

Tabel 2. *Schematische weergave van de benodigde gegevens per jaar voor de periode van 1991-2000 van de 3 objecten.*

Gevraagde informatie	Aangevoerde organische materialen		
	organische mest	gewasresten	groenbemester
Hoeveelheid			
Drogestofgehalte			
Organische stofgehalte			
N-gehalte			

Daarnaast worden beschikbare bodemgegevens (zoals organische stofgehalte en eventueel N-totaal, potentiële N-mineralisatie) van de objecten gebruikt.

6.4 Verwachte resultaten

Een vergelijking van het berekende met het gemeten organische stofgehalte en/of potentiële N-mineralisatie in de verschillende objecten.

7. Samenvatting en conclusie

J.W.A. Langeveld, Plant Research International

Het moge duidelijk zijn dat een complexe meetsituatie als in dit rapport beschreven is de nodige afstemming en integratie vraagt. Hier is bij de opzet van het project, maar ook bij de definitieve vaststelling van het meetprogramma voor 2001 veel aandacht aan besteed. Het nut hiervan ligt vooral in het opzoeken en gebruiken van mogelijke meerwaarde van de verschillende onderdelen. Hier ligt voor de deelnemende partijen zowel een kans als een bedreiging. De kans bestaat uit de mogelijkheid om deel te nemen in een unieke geïntegreerd onderzoeksobject; de bedreiging zowel in het risico om grip op eigen werk kwijt te raken alsook in de afhankelijkheid van onderzoeksactiviteiten van andere betrokken partijen. Door intensief overleg in de werkgroep procesonderzoek, maar ook daarbuiten, is gepoogd om deze mogelijke problemen voor te zijn.

Doel van het onderzoek is om over de hele breedte van het bedrijf nutriëntenstromen te volgen, zowel boven- als ondergronds. Hiermee kan berekend worden of het bedrijf voldoet aan de voor het project vastgelegde normen voor milieukwaliteit. Uitspraken richten zich op het gehele bedrijf en - waar mogelijk - op delen van het bedrijf: synthese- en analyse(1, 2)delen, en eventueel per gewas of perceel.

Gekozen is voor een opzet waarbij elke deelnemende partij zelf verantwoordelijk is voor (een deel van de) metingen waar het bij betrokken is. Afstemming vindt plaats door aanwijzen van percelen met gewassen en bemestingsstrategien door PPO, waarna verdere metingen in overleg worden aangewezen. Altijd blijft het perceel de bindende factor. Alle afgesproken metingen zijn weergegeven in dit rapport. Per meting is aangegeven op welk perceel het plaatsvindt, maar ook wat het doel en de grotere context is, welke partij verantwoordelijk is voor de uitvoering, en - zo mogelijk - welke resultaten verwacht worden. Details van de metingen, zoals achtergrond, doel, en opzet worden in de afzonderlijke hoofdstukken gegeven. Gemeenschappelijke informatie, zoals perceelsindeling en teelt- en bemestingsplan worden gegeven in de bijlagen.

Verwarcht wordt dat met de gekozen onderzoeksopzet gefundeerde uitspraken gedaan kunnen worden over nutriëntenstromen op het bedrijf of delen daarvan. Met deze uitspraken kan gekeken worden of de milieudoelen die voor het bedrijf gesteld zijn in de projectplannen ook worden of kunnen worden gerealiseerd. Tevens wordt verwacht dat de resultaten bij zullen dragen aan de inzichten in nutriëntenstromen op vergelijkbare bedrijven waaronder voorloperbedrijven en het realiseren van milieunormen voor deze bedrijven. Met name worden uitspraken gedaan over de omvang van de denitrificatie en mineralisatie, en de gevolgen voor de kwaliteit van grond-, drain en oppervlaktewater.

Het huidige document zal binnen Telen met toekomst gebruikt worden voor de volgende doeleinden:
- registratie van de onderzoeksplannen op het kernbedrijf Vredepeel;
- als basis voor rapportage van de resultaten van de metingen in Vredepeel;
- als basis voor discussie over zowel opzet als resultaten van de metingen op het bedrijf.

Het document zal niet buiten het project verspreid worden. Citeren uit het document is niet toegestaan, behalve na uitdrukkelijke toestemming van de betrokken partijen.

Bijlage I.
Plattegrond

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

Grootte van de percelen: 200 m (*l*) * 33 m (*b* synthese)/18 m (*b* analyse).

Bijlage II.

Huidig en toekomstig bedrijfssysteem akkerbouw Vredepeel

Jaar	(Tussen)gewas	Huidig systeem	Synthese	Analyse 1	Analyse 2
-	Bouwplan	Fosfaataanvoer = fosfaatafvoer + 20 kg/ha	Fosfaataanvoer = fosfaatafvoer	Fosfaataanvoer = 0,5 * fosfaatafvoer Toepassen van verwerkte/ bewerkte varkendrijfmest	Geen gebruik organische mest, enkel fosfaatkunstmest als startgift voor erwt en snijmaïs. In volgende jaren eventueel toepassen van vloeibare fracties uit dierlijke mest.
1	Aardappel **Laat/vroeg** (afhankelijk aaltjessituatie)	Org. Bemesting: Basis is een varkens-drijfmestgift kort voor poten: circa 130-150 kg/ha N werkzaam; N-bemesting: org. Bemesting wordt aangevuld tot 200-Nmin (laag 0-30cm) circa 4 weken na poten en door middel van aanaarden in de rug gebracht. Een bijbemesting nadien vindt plaats op basis van bladsteeltjes methode	Org. Bemesting: Basisbemesting tot 150 kg/ha N werkzaam (varkensdrijfmest); N-bemesting: org. Bemesting wordt aangevuld tot 200-Nmin (laag 0-30cm) circa 4 weken na poten en door middel van aanaarden in de rug gebracht. Bijbemestingen nadien vinden plaats op basis van bladsteeltjesmethode met bladbemestingen met Urean.	Org. Bemesting: Basisbemesting tot 150 kg/ha N werkzaam (verwerkte varkendrijfmest); N-bemesting: org.mest wordt aangevuld met kunstmest tot 200-Nmin Bijbemestingen nadien verlaat op basis van cropscan en bladsteeltjesmethode vinden plaats met bladbemestingen met Urean. Nawerking tagetes (meten) in volgende jaren	N-bemesting: Dit jaar basisbemesting met 120 kg N/ha aanvullen tot 200-Nmin (laag 0-30) circa 4 weken na poten en door middel van aanaarden in de rug gebracht Bijbemestingen nadien verlaat op basis van cropscan en bladsteeltjesmethode vinden plaats met bladbemestingen met Urean.Volgende jaren: Fertigatie in kleine giften op basis van onttrekking en mineralisatie
	Groenbemester	-	-	Inwerken stro (laat), bladrammenas afhankelijk van aaltjesniveau (vroeg)	Inwerken stro (laat), bladrammenas (vroeg)
2	Suikerbiet **Vroeg**	N-bemesting: 220-1.7N_{min} in laag 0-60 cm. 50-60% van de gift in de vorm van varkensdrijfmest; resterende N in het 4-6 bladstadium **Knelpunt**: Kwantiteit van suikerbieten; M. hapla niveau te hoog?	N-bemesting: 220-1.7x N_{min} in laag 0-60 cm 50-60% van de gift in de vorm van varkensdrijfmest; resterende N in de vorm van kunstmest in de rij in het 4 - 6 bladstadium.	N-bemesting: 220-1.7x N_{min} in laag 0-60 cm in de vorm van verwerkte varkendrijfmest; dit jaar alles, volgende jaren kleiner deel (50-60%), de resterende N dan in de vorm van kunstmest in de rij in het 4 - 6 bladstadium. Dit jaar controle van N_{min} voorraad in mei	N-bemesting: 220-1.7x N_{min} in laag 0-60 cm in de vorm van kunstmest. Gedeelte (100 kg) voor ploegen en resterende in de rij in het 4 - 6 bladstadium.
	Groenbemester	-	-	Groenbemester niet mogelijk voor volgende teelt (triticale)	Groenbemester (triticale)

Jaar	(Tussen)gewas	Huidig systeem	Synthese	Analyse 1	Analyse 2
3	Triticale	N-bemesting: 110-N_{min} (laag 0-60 cm); tweede gift van 40 – 60 kg/ha afhankelijk van de gewasstand. Bij de eerste gift wordt een N-venster aangelegd om het moment van de tweede gift te bepalen. Wanneer aaltjespopulatie te hoog dan braak of tagetesteelt. **Knelpunt**: te hoge N_{min} waarde in november.	N-bemesting: 110-N_{min} (laag 0-60 cm); tweede gift van 40 – 60 kg/ha afhankelijk van de gewasstand. Bij de eerste gift wordt een N-venster aangelegd om het moment van de tweede gift te bepalen. Wanneer aaltjespopulatie te hoog dan braak of tagetesteelt.	Beregening indien nodig Wanneer aaltjespopulatie te hoog dan braak of tagetesteelt. N-bemesting: 110-N_{min} (laag 0-60 cm); tweede gift van 40 – 60 kg/ha afhankelijk van de gewasstand. Bij de eerste gift wordt een N-venster aangelegd om het moment van de tweede gift te bepalen.	Vervangen door zomergraan (gerst) in volgende jaren Beregening indien nodig Wanneer aaltjespopulatie te hoog dan braak of tagetesteelt. N-bemesting: 90-Nmin (0-60 cm)
	Groenbemester	triticale onbemest geen beregening	Triticale onbemest geen beregening	Groenbemester (triticale) afhankelijk van aaltjespopulaties.	Groenbemester (triticale), beregening indien nodig, in volgende jaren eventueel bemesting op basis van Nmin,
4	Waspeen (dit jaar vervangen door *zomergerst* i.v.m. aaltjesniveaus)	N-bemesting: 80 -N_{min} (startgift die volledig uit organische mest bestaat). Een bijbemesting vindt plaats op basis van N_{min} grond eind juni, juli en augustus. **Knelpunt**: Kwantiteit en kwaliteit veroorzaakt door vruchtwisseling van stamslaboon	N-bemesting: 80 -N_{min} startgift met kunstmest. Een bijbemesting vindt plaats op basis van N_{min} grond eind juni, juli en augustus.	N-bemesting: 80 -N_{min} startgift met kunstmest. Een bijbemesting vindt plaats op basis van N_{min} grond eind juni, juli en augustus. Eventueel toepassing verwerkte varkensmest voor startgift indien mest over.	N-bemesting: 80 -N_{min} startgift met kunstmest. Een bijbemesting vindt plaats op basis van N_{min} grond eind juni, juli en augustus.
	Groenbemester	-	-	-	-

Jaar	(Tussen)gewas	Huidig systeem	Synthese	Analyse 1	Analyse 2
5	Aardappel **Vroeg/laat** Afhankelijk aaltjessituatie	N-bemesting: Varkensdrijfmest gift met 130-150 kg/ha N werkzaam; vanwege de kortere groeiduur (oogst half juli) wordt 4 weken na poten aangevuld tot 240-N_{min} (laag 0-30 cm). Er vindt geen bijbemesting op basis van bladstelen plaats. **Knelpunt**: te hoge N_{min} waarde in november	N-bemesting: Basisbemesting tot 150 kg/ha N (varkensdrijfmest); dit wordt aangevuld tot 200-Nmin (laag 0-30cm) circa 4 weken na poten en door middel van aanaarden in de rug gebracht. Bijbemestingen nadien vinden plaats met bladbemestingen met Urean.	Org. Bemesting: Basisbemesting tot 150 kg/ha N werkzaam (verwerkte varkendrijfmest); N-bemesting: org.mest wordt aangevuld met kunstmest tot 200-Nmin Bijbemestingen nadien verlaat op basis van cropscan en bladsteeltjesmethode vinden plaats met bladbemestingen met Urean. Nawerking tagetes (meten) in volgende jaren	N-bemesting: Dit jaar basisbemesting met 120 kg N/ha aanvullen tot 200-Nmin (laag 0-30) circa 4 weken na poten en door middel van aanaarden in de rug gebracht Bijbemestingen nadien verlaat op basis van cropscan en bladsteeltjesmethode vinden plaats met bladbemestingen met Urean.Volgende jaren: Fertigatie in kleine giften op basis van onttrekking en mineralisatie
	Groenbemester	triticale soms	Triticale soms	Inwerken stro (laat), bladrammenas afhankelijk van aaltjesniveau (vroeg)	Inwerken stro (laat), bladrammenas (vroeg)
6	Suikerbiet **Laat**	N-bemesting: 220-1.7N_{min} in laag 0-60 cm. 50-60% van de gift in de vorm van varkensdrijfmest; resterende N in het 4-6 bladstadium. **Knelpunt**: Kwantiteit van suikerbieten; M. hapla niveau te hoog?	N-bemesting: 220-1.7x N_{min} in laag 0-60 cm. 50-60% van de gift in de vorm van varkensdrijfmest; resterende N in de vorm van kunstmest in het 4 - 6 bladstadium.	N-bemesting: 220-1.7x N_{min} in laag 0-60 cm in de vorm van verwerkte varkendrijfmest; dit jaar alles, volgende jaren kleiner deel (50-60%), de resterende N dan in de vorm van kunstmest in de rij in het 4 - 6 bladstadium. Dit jaar controle van N_{min} voorraad in mei	N-bemesting: 220-1.7x N_{min} in laag 0-60 cm in de vorm van kunstmest. Gedeelte (100 kg) voor ploegen en resterende in de rij in het 4 - 6 bladstadium.
	Groenbemester	-	-	-	-

Jaar	(Tussen)gewas	Huidig systeem	Synthese	Analyse 1	Analyse 2
7	Snijmaïs	N-bemesting: 200-N_{min} (laag 0 - 60 i.p.v. 0-30 cm!) bestaande uit een organische mestgift (runderdrijfmest) en een rijenbemesting van 50 kg N **Knelpunt**: te hoge N_{min} waarde in november	N-bemesting: 200 - N_{min} (laag 0 - 60 i.p.v. 0-30 cm!) bestaande uit een organische mestgift (runderdrijfmest) en een rijenbemesting van 50 kg N	Org. Bemesting met verwerkte varkendrijfmest (eventueel in rijentoepassing) aanvullen met kunstmest in de rij tot 180 – Nmin (laag 0 – 60). Eventueel een NP meststof Laatbloeiend ras met lange opname periode. In komende jaren eventueel verwerkte varkensmest weer vervangen door runderdrijfmest (N/P-verhouding)	N-bemesting: 180-Nmin in de vorm van kunstmest; waarvan 20-30 kg N in de rij. P-bemesting: 30 kg P/ha in de rij Vroeg ras om onderzaai kans van slagen te geven
	Groenbemester	-	-	-	Onderzaai triticale/zomergerst half juni
8	Conserven erwt + stamslaboon	N-bemesting erwt: 80 kg N (startgift); P-bemesting erwt:: afhankelijk van P_w wordt 30-60 kg P_2O_5 gegeven N-bemesting stamslaboon: 140-N_{min} als basisbemesting **Knelpunt**: Vruchtwisseling van stamslaboon (M. hapla vermeerdert zich sterk); N_{min} november te hoog	N-bemesting erwt: 80 kg N (startgift); P-bemesting erwt:: bij huidige Pw moet 60 kg P_2O_5 gegeven worden voor goede start N-bemesting stamslaboon: Rijenbemesting met stikstof: 100-N_{min} als basisbemesting	Gewasresten worden afgevoerd N-bemesting erwt: 80 kg N (startgift); P-bemesting erwt:: bij huidige Pw moet 60 kg P_2O_5 gegeven worden voor goede start N-bemesting stamslaboon: Rijenbemesting met stikstof: 100-N_{min} als basisbemesting	N-bemesting erwt: 80 kg N (startgift); P-bemesting erwt:: bij huidige Pw moet 60 kg P_2O_5 gegeven worden voor goede start Stamslaboon vervangen door tagetesteelt voor aaltjes bestrijding. Gewasresten van erwt verwijderen
	Groenbemester	-	-	Tagetes	Tagetes

Bijlage III.

Bemonsteringsschema

Tabel III.1. Bemonstering bodem (Algemeen grondonderzoek + etc.).

perceel	gewas 2001	AGO	lagen	**Totaal**	% o.s.	lagen	**Totaal**	Pw	lagen	**Totaal**	Ntot	lagen	**Totaal**	Ptot	lagen	**Totaal**	Pi	lagen	**Totaal**	Pox	lagen	**Totaal**
16.1S	triticale+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3				**0**			**0**			**0**
16.2A1	triticale+triticale *	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3				**0**			**0**			**0**
16.2A2	triticale+triticale	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3				**0**			**0**			**0**
17.1S	suikerbiet+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3				**0**			**0**			**0**
17.2A1	suikerbiet+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3				**0**			**0**			**0**
17.2A2	suikerbiet+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3	**0**			**0**			**0**			**0**
18.1S	snijmaïs laat+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	2	**2**	1	2	**2**
18.2A1	snijmaïs laat+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3	**0**			**0**			**0**			**0**
18.2A2	snijmaïs vroeg+onderzaai zomergerst	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	2	**2**	1	2	**2**
19.1S	zomergerst+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3	**0**			**0**			**0**			**0**
19.2A1	zomergerst+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3	**0**			**0**			**0**			**0**
19.2A2	zomergerst+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3	**0**			**0**			**0**			**0**
26.1S	erwt & stamslaboon+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	2	**2**	1	2	**2**
26.2A1	erwt & tagetes+tagetes	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3	**0**			**0**			**0**			**0**
26.2A2	erwt & tagetes+tagetes	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	2	**2**	1	2	**2**
27.1S	suikerbiet+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	2	**2**	1	2	**2**
27.2A1	suikerbiet+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3	**0**			**0**			**0**			**0**
27.2A2	suikerbiet+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	2	**2**	1	2	**2**
28.1S	aardappel laat+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	2	**2**	1	2	**2**
28.2A1	aardappel laat+inwerken stro	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3	**0**			**0**			**0**			**0**
28.2A2	aardappel laat+inwerken stro	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**	1	2	**2**	1	2	**2**
29.1S	aardappel vroeg+geen	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3	**0**			**0**			**0**			**0**
29.2A1	aardappel vroeg+bladrammenas*	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3	**0**			**0**			**0**			**0**
29.2A2	aardappel vroeg+bladrammenas	1	2	**2**	1	3	**3**	1	2	**2**		3	**0**			**0**			**0**			**0**
18.2A2a	snijmaïs vroeg (gewas onbemest)						**0**					3	**0**			**0**			**0**			**0**
18.2A2b	snijmaïs vroeg (braak/onbmest)				1	3	**3**				1	3	**3**			**0**			**0**			**0**
18.2A2c	snijmaïs vroeg (braakbemest)						**0**				0	3	**0**			**0**			**0**			**0**
28.2A2a	aardappel laat (gewas onbemest)						**0**					3	**0**			**0**			**0**			**0**
28.2A2b	aardappel laat (braak onbemest)				1	3	**3**				1	3	**3**			**0**			**0**			**0**
28.2A2c	aardappel laat (braak bemest)						**0**				0	3	**0**		2	**0**		2	**0**		2	**0**
	Totaal	AGO		**48**	o.s.		**78**	Pw		**48**	Ntot		**30**	Ptot		**16**	Pi		**16**	Pox		**16**

Tabel III.2. Meetschema potentiële N-mineralisatie in gestoorde monsters.

	perceel	gewas 2001	hh	lagen	tijdst	**totaal**
Vredepeel	16.1S	triticale+geen	2	2	4	**16**
	16.2A1	triticale+triticale *	2	2	4	**16**
	16.2A2	triticale+triticale	2	2	4	**16**
	17.1S	suikerbiet+geen				**0**
	17.2A1	suikerbiet+geen				**0**
	17.2A2	suikerbiet+geen	2	2	4	**16**
	18.1S	snijmaïs laat+geen	2	2	4	**16**
	18.2A1	snijmaïs laat+geen				**0**
	18.2A2	snijmaïs vroeg+onderzaai zomergerst	2	2	4	**16**
	19.1S	zomergerst+geen	2	2	4	**16**
	19.2A1	zomergerst+geen	2	2	4	**16**
	19.2A2	zomergerst+geen	2	2	4	**16**
	26.1S	erwt & stamslaboon+geen	0			**0**
	26.2A1	erwt & tagetes+tagetes				**0**
	26.2A2	erwt & tagetes+tagetes	0			**0**
	27.1S	suikerbiet+geen	0			**0**
	27.2A1	suikerbiet+geen				**0**
	27.2A2	suikerbiet+geen	2	2	4	**16**
	28.1S	aardappel laat+geen	0			**0**
	28.2A1	aardappel laat+inwerken stro	0			**0**
	28.2A2	aardappel laat+inwerken stro	2	2	4	**16**
	29.1S	aardappel vroeg+geen				**0**
	29.2A1	aardappel vroeg+bladrammenas*	0			**0**
	29.2A2	aardappel vroeg+bladrammenas	2	2	4	**16**
braakveldjes	18.2A2a	snijmaïs vroeg (gewas onbemest)+ onderzaai zomergerst				
	18.2A2b	snijmaïs vroeg (braak/onbmest)+ onderzaai zomergerst	2	2	4	**16**
	18.2A2c	snijmaïs vroeg (braakbemest)+ onderzaai zomergerst				
	28.2A2a	aardappel laat (gewas onbemest)+inwerken stro				
	28.2A2b	aardappel laat (braak onbemest)+inwerken stro	2	2	4	**16**
	28.2A2c	aardappel laat (braak bemest)+inwerken stro				
						224

Tabel III.3. Meetschema minerale N in het profiel (totaal aantal Plant Research International plus PPO).

			Begin teelt gewassen												Begin uitspoeling (nov.)			
			seizoen	1ste gewas			2de gewas			3de gewas			aantal		begin			
	perceel	gewas 2001	maart	plant	t.tijds	oogst	pl	tt	o	pl.	tt	o	lagen	**tot**	uitsp.	lagen	tot	**totaal**
Vredepeel	16.1S	triticale+geen		1		1	1		1				2	**8**	1	3	3	**11**
	16.2A1	triticale+triticale *		1		1							2	**4**	1	3	3	**7**
	16.2A2	triticale+triticale		1		1	1		1				2	**8**	1	3	3	**11**
	17.1S	suikerbiet+geen		1		1			1				2	**6**	1	3	3	**9**
	17.2A1	suikerbiet+geen		1		1							2	**4**	1	3	3	**7**
	17.2A2	suikerbiet+geen		1		1			1				2	**6**	1	3	3	**9**
	18.1S	snijmaïs laat+geen		1	0	1	1		1				2	**8**	1	3	3	**11**
	18.2A1	snijmaïs laat+geen		1		1							2	**4**	1	3	3	**7**
	18.2A2	snijmaïs vroeg+onderzaai zomergerst		1	0	1	1		1				2	**8**	1	3	3	**11**
	19.1S	zomergerst+geen		1		1							2	**4**	1	3	3	**7**
	19.2A1	zomergerst+geen		1		1							2	**4**	1	3	3	**7**
	19.2A2	zomergerst+geen		1		1							2	**4**	1	3	3	**7**
	26.1S	erwt & stamslaboon+geen		1	1	1		3	1				2	**14**	1	3	3	**17**
	26.2A1	erwt & tagetes+tagetes		1		1							2	**4**	1	3	3	**7**
	26.2A2	erwt & tagetes+tagetes		1	1	1		4	1				2	**16**	1	3	3	**19**
	27.1S	suikerbiet+geen		1				3					2	**8**	1	3	3	**11**
	27.2A1	suikerbiet+geen		1									2	**2**	1	3	3	**5**
	27.2A2	suikerbiet+geen		1				3					2	**8**	1	3	3	**11**
	28.1S	aardappel laat+geen		1	2	1	1	3					2	**16**	1	3	3	**19**
	28.2A1	aardappel laat+inwerken stro		1		1							2	**4**	1	3	3	**7**
	28.2A2	aardappel laat+inwerken stro		1	4	1	1	3					3	**30**	1	3	3	**33**
	29.1S	aardappel vroeg+geen		1		1	1		1				2	**8**	1	3	3	**11**
	29.2A1	aardappel vroeg+bladrammenas*		1		1							2	**4**	1	3	3	**7**
	29.2A2	aardappel vroeg+bladrammenas		1		1	1		1				2	**8**	1	3	3	**11**
braakveldjes	18.2A2a	snijmaïs vroeg (gewas onbemest) +onderzaai zomergerst		1	6	1							2	**16**	1	3	3	**19**
	18.2A2b	snijmaïs vroeg (braak/onbmest) +onderzaai zomergerst		1	6	1							2	**16**	1	3	3	**19**
	18.2A2c	snijmaïs vroeg (braakbemest) +onderzaai zomergerst		1	6	1							2	**16**	1	3	3	**19**
	28.2A2a	aardappel laat (gewas onbemest)+inwerken stro		1	6	1							2	**16**	1	3	3	**19**
	28.2A2b	aardappel laat (braak onbemest)+inwerken stro		1	6	1							2	**16**	1	3	3	**19**
	28.2A2c	aardappel laat (braak bemest)+inwerken stro		1	6	1							2	**16**	1	3	3	**19**
																		376

Tabel III.4. Bemonsteringsschema voor opbrengst en nutriënteninhoud van producten, oogstresten en groenbemesters.

	perceel	gewas 2001	AGO	lagen	**to-taal**	% o.s.	lagen	**to-taal**	Pw	lagen	**to-taal**	Ntot	lagen	**to-taal**	Ptot	lagen	**to-taal**	Porg	lagen	**tot**	Pi	lagen	**to-taal**	Pox	lagen	**to-taal**
Vredepeel	16.1S	triticale+geen	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	16.2A1	triticale+triticale *	1	3	**3**			**0**	1	3	**3**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**
	16.2A2	triticale+triticale	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	17.1S	suikerbiet+geen	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	17.2A1	suikerbiet+geen	1	3	**3**			**0**	1	3	**3**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**
	17.2A2	suikerbiet+geen	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	18.1S	snijmaïs laat+geen	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	18.2A1	snijmaïs laat+geen	1	3	**3**			**0**	1	3	**3**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**
	18.2A2	snijmaïs vroeg+onderzaai zomergerst	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	19.1S	zomergerst+geen	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	19.2A1	zomergerst+geen	1	3	**3**			**0**	1	3	**3**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**
	19.2A2	zomergerst+geen	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	26.1S	erwt & stamslaboon+geen	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	26.2A1	erwt & tagetes+tagetes	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**
	26.2A2	erwt & tagetes+tagetes	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	27.1S	suikerbiet+geen	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	27.2A1	suikerbiet+geen	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**
	27.2A2	suikerbiet+geen	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	28.1S	aardappel laat+geen	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	28.2A1	aardappel laat+inwerken stro	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**
	28.2A2	aardappel laat+inwerken stro	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	29.1S	aardappel vroeg+geen	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
	29.2A1	aardappel vroeg+bladrammenas*	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**
	29.2A2	aardappel vroeg+bladrammenas	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**
Braakveldjes	18.2A2a	snijmaïs vroeg (gewas onbemest)						**0**					3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**
	18.2A2b	snijmaïs vroeg (braak/onbmest)	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**
	18.2A2c	snijmaïs vroeg (braakbemest)						**0**				0	3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**
	28.2A2a	aardappel laat (gewas onbemest)						**0**					3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**
	28.2A2b	aardappel laat (braak onbemest)	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**	1	3	**3**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**
	28.2A2c	aardappel laat (braak bemest)						**0**				0	3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**		3	**0**
		Totaal	AGO		**78**	o.s.		**66**	Pw		**78**	Ntot		**54**	Ptot		**48**			**48**	Pi		**48**	Pox		**48**