

Projectplan Telen met toekomst

Kernbedrijf Meterik

J.W.A. Langeveld (ed.)

Telen met toekomst
mei 2002

Interne publicatie VGKBI



PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING



PLANT RESEARCH INTERNATIONAL



Inhoudsopgave

	Pagina
1. Inleiding, <i>J.W.A. Langeveld</i>	1
2. Bedrijfssystemenonderzoek, <i>P.A.C. Koot, J.J. de Haan & P.J. Wanten</i>	3
2.1 Inleiding	3
2.2 Doel	6
2.3 Opzet van onderzoek	7
2.4 Verwachte resultaten	12
3. Aanvullende metingen, <i>A.L. Smit</i>	14
3.1 Inleiding	15
3.2 Doel	16
3.3 Opzet van onderzoek	16
3.4 Verwachte resultaten	17
4. Procesonderzoek, <i>A. Smit & K.B. Zwart</i>	19
4.1 Inleiding	19
4.2 Doel	19
4.3 Opzet van onderzoek	19
4.4 Verwachte resultaten	28
5. Metingen grond- en oppervlaktewater, <i>M. Pulleman</i>	29
5.1 Inleiding	29
5.2 Doel	29
5.3 Opzet van onderzoek	29
5.4 Verwachte resultaten	30
6. Beheer organische stof, <i>R. Postma</i>	31
6.1 Inleiding	31
6.2 Doel	31
6.3 Opzet van onderzoek	31
6.4 Verwachte resultaten	32
7. Samenvatting en conclusie, <i>J.W.A. Langeveld</i>	33
Bijlage I. Proefveldschema	2 pp.
Bijlage II. Methodiek nutriënten management op gewasniveau, Synthese en Analyse deel	4 pp.
Bijlage III. Meetschema aanvullende metingen	5 pp.

1. Inleiding

J.W.A. Langeveld, Plant Research International

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 hygiëncode).

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 bedrijfs-systemen 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 oppervlaktewater 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

P.A.C. Koot, J.J. de Haan & P.J. Wanten, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, sectie AGV

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van het bedrijfssystemenonderzoek op kernbedrijf Meterik 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 verwachte resultaten.

2.1 Inleiding

Sector en bedrijf

Het onderzoeksbedrijf te Meterik vertegenwoordigt vollegrondsgroentenbedrijven op het Zuidoostelijk zandgebied. Belangrijkste gewassen in dit gebied zijn prei, chinese kool, ijssla en andijvie. In de periode van 1990-1996 maakte het bedrijfssystemenonderzoek (BSO) te Meterik onderdeel uit van onderzoek naar de ontwikkeling van geïntegreerde productiesystemen dat werd uitgevoerd in het kader van de stuurgroep Geïntegreerde Plantaardige Productie (GPP). Deze onderzoeksperiode kenmerkte zich door het verkennen van de grenzen in beperking van de inputs. Een belangrijke doelstelling in deze periode was het behalen van de normen gesteld in het Meerjarenplan Gewasbescherming.

In de periode 1997-2000 is het onderzoek voortgezet met vernieuwde systemen met een accent op de economische optimalisatie en een verschuiving naar meer output gerichte doelstellingen (emissies pesticiden en nutriënten). Naast geïntegreerde systemen is in deze periode ook een biologisch bedrijfs-systeem in het onderzoek opgenomen. Het veldonderzoek aan de geïntegreerde systemen werd in 2000 na een 4 jarige onderzoeksperiode afgesloten.

Voor de komende onderzoeksperiode zal het onderzoek worden voortgezet met financiering vanuit de LNV programmagelden voor duurzame bedrijfssystemen, aangevuld met financiering vanuit de nitraatgelden. Het onderzoek aan geïntegreerde bedrijfssystemen te Meterik zal hierbij de rol vervullen van kernlocatie in het project Telen met toekomst (Tmt). Mede in het kader van Tmt zal het onderzoek zich in de komende periode sterk richten op het behalen van de doelstellingen in het nieuwe nutriënten en gewasbeschermings-beleid. Hierbij zullen met name nutriëntenstromen en emissies in de systemen nauwkeurig in kaart worden gebracht. In de rol van kernlocatie is bij de nieuwe opzet van de systemen rekening gehouden met herkenbaarheid van de ontworpen systemen voor de praktijk, hun potentie voor het behalen van de gestelde doelen en het creëren van experimentele ruimte voor het uitvoeren van deel experimenten of systeemvarianten.

Het onderzoek te Meterik:

- is gericht op de vollegrondsgroenten sector in het algemeen en op de teler van vollegrondsgroenten in het bijzonder;
- gaat uit van het gespecialiseerde vollegrondsgroentenbedrijf (> 60% van de sbe in vollegrondsgroenten);
- is gericht op de Zuidoostelijke zandgronden en hun specifieke problematiek;
- neemt de gewassen die voor de verse markt geteeld worden als uitgangspunt;
- neemt de belangrijkste gewassen mee (qua areaal en problematiek);

- ontwikkeld systemen die potentie bieden voor oplossingen (op bedrijfsniveau);
- wordt opgebouwd vanuit de analyse van de huidige situatie en de te verwachten tendensen zoals hieronder beschreven zullen worden.

Knelpunten

Knelpunten die uit de eerdere resultaten naar voren kwamen zijn gerelateerd aan teeltkundige en milieukundige aspecten van de groententeelt. Ze worden hieronder puntsgewijs behandeld.

Teelt

Teeltkundige knelpunten omvatten aspecten van bodemgezondheid, beheersing van ziekten en plagen en van onkruiden.

- **Bodemgezondheid**
Door de afname van de toepassing van grondontsmetting en de toenemende intensivering van de teelt zorgen bodemziekten en plagen voor problemen. Wortelziekte en wortelknobbelaaltjes veroorzaken kwaliteitsschade aan wortel en knolgewassen en geven soms beperkingen in de groei en ontwikkeling van groenten waarvan de bovengrondse delen worden geoogst. Diverse bodemschimmels bemoeilijken aanslag en ontwikkeling van het gewas. Voorbeelden zijn *Verticillium* en *Phytophthora* bij aardbei, *Sclerotinia* en *Rhizoctonia* bij diverse gewassen, en *Fusarium* bij prei.
- **Beheersing van (bovengrondse) ziekten en plagen**
Door intensivering van teelten en beperkingen en de beschikbaarheid van pesticiden zijn goede alternatieve beheersingsstrategieën noodzakelijk voor het realiseren van een voldoende kwaliteitsproductie.
- **Beheersing van onkruiden**
Ook bij de herbiciden zorgt de afname van de hoeveelheid beschikbare middelen voor problemen bij de onkruidbestrijding. Arbeid voor onkruidbestrijding is vaak niet beschikbaar en zorgt voor kostenverhoging

Milieu en duurzaam gebruik productiemiddelen

Milieukundige knelpunten zijn gelegen in de te hoge emissies van nutriënten en agro-chemicaliën en in het waterbeheer.

- **Nutriënten-emissies.**
Op zandgronden is het zeer moeilijk te voldoen aan de EU nitraatnorm voor grondwater. In de voorgaande onderzoeksperiode bleek dat ondanks het toedienen van perceels- en jaar specifieke bemestingssystemen (NBS of het N-bijmeststelsel) hoge stikstof voorraden in november vaak voorkomen (Tabel 1). Met name gewassen die in de herfstperiode worden geteeld vragen vaak bijbemesting vanwege stikstof uitspoeling naar diepere lagen door de grote hoeveelheid neerslag. Ook bij gewassen als sla, die een hoge stikstof-behoefte combineren met ondiepe beworteling, laten hoge hoeveelheden stikstof achter in november. Daarnaast is sprake van hoge tot zeer hoge fosfaatreserves die (op termijn) fosfaatuitspoeling veroorzaken naar grond en oppervlaktewater. De hoge niveaus van fosfaatreserves moeten zo snel mogelijk afgebouwd worden. Beperking van de nutriëntemissies wordt vaak beperkt door de koppeling van grondruil of huur aan verplichte mestafname.

- Emissies van agro-chemicaliën

De inzet van pesticiden bij groentengewassen is vaak hoog (Tabel 1). In de voorgaande onderzoeksperioden van het bedrijf Meterik voldeden onderzochte prei-aarbei en prei-bladgewassen bedrijfssytemen niet aan de geformuleerde doelstellingen voor emissie (BRI) en schaderiscico (MBP). De probleemgewassen zijn hierbij prei, aardbei en bladgewassen.

- Watergebruik en waterbeheer

Kwalitatief goed water is inmiddels een schaars middel in droge periodes. Dit vraagt om een zo efficiënt mogelijke inzet van water. Daarnaast vraagt het tegengaan van verdere verdroging soms maatregelen om het water langer vast te houden en het grondwaterpeil te verhogen.

Tabel 1. Nmin najaar en actieve stof inzet per gewas (BSO Meterik 1997 – 1999).

Gewas	Nmin najaar Kg/ha	a.s. inzet ¹⁾ Kg/ha
Aardbei	84	4,8
Bospeen	52	1,8
Chinese kool	46	0,6
Knolvenkel	139	0,5
Kropsla	168	4,4
Prei	149	6,4

¹⁾ gebaseerd op resp 1; 1,5;1,5;1,5,2 en 1 teelten per jaar

Onderzoek in het verleden

De systeemopzet van de periode 1997-2000 voorzag in twee hoofd bedrijfstypen, een prei-aardbei bedrijf (varianten A en B) en een prei-sla bedrijf (varianten C, D en E; Tabel 2). Nutriëntenbeheer in deze periode heeft zich vooral gericht op dat van fosfaat en stikstof.

Tabel 2. Overzicht geïntegreerd systeem Meterik (1997-2000).

Bedrijfs- type	A	B	C	D	E
jaar 1	prei laat winter	prei laat herfst 1	prei laat herfst 2	prei zomer + sla herfst	prei winter
jaar 2	knolvenkel zomer + Tagetes	Ch.kool vroeg + herfst of Tagetes	sla vroeg + zomer + herfst	sla vroeg + zomer + gbm	sla vroeg + zomer + Tagetes
jaar 3	aardbei gekoeld laat + gbm	aardbei gekoeld + gbm	knolvenkel vroeg + herfst	Ch.kool (zomer) herfst	bospeen vroeg + herfst

Gezien het feit dat de fosfaat-bodemreserves (Pw van ca 120) boven de streefwaarden voor bodemvruchtbaarheid lagen is de fosfaatbemesting in de periode 1997-2000 lager geweest dan de afvoer met het gewas. Het gemiddelde (negatieve) fosfaatoverschot in deze periode bedroeg respectievelijk - 44 kg/ha en - 16 kg/ha voor het prei-sla en het prei-aardbei bedrijf (Tabel 3). In het preisla bedrijf is geen fosfaat aangevoerd. De fosfaat-aanvoer in het prei-aardbei systeem bestond alleen uit aangevoerd stro voor de aardbeiteelt. Ondanks de negatieve P-aanvoer is de Pw in de periode 1997-2000 nauwelijks gedaald.

Tabel 3. *Nutriënt overschotten en uitspoelingsrisico in de periode '97-'00 Meterik.*

Parameter	Dimensie	Streefwaarde 97-00	Behaald 97-00	
			Prei-aardbei	Prei-sla
Nmin najaar	kg/ha (0-100cm)	45	102	143
Nuitspoeling	mg/l	50		
N-overschot ¹⁾	kg/ha	60	140	140
Kali-overschot	kg/ha	40	28	-103
Fosfaat-overschot	kg/ha	20	-16	-44

¹⁾ inclusief depositie, fixatie en N in beregeningswater

In de afgelopen jaren zijn geen nitraatbepalingen gedaan. Wel kan het risico worden bepaald van nitraatuitspoeling. Hiervoor wordt de voorraad minerale stikstof (Nmin) bepaald in de bovenste meter van het bodemprofiel aan het begin van het uitspoelingsseizoen. Dé hoeveelheid Nmin in het najaar in de onderzochte systemen was 143 kg/ha in het prei-sla bedrijf en op 102 kg/ha in het prei-aardbei bedrijf. Hierbij lag het stikstof overschot (incl. depositie) op ca 140 kg/ha. Per gewas kan de minerale stikstof in het najaar sterk verschillen (Tabel 4). Prei, sla en knolvenkel laten veel minerale stikstof na.

Tabel 4. *Nmin najaar per gewas (BSO Meterik 1997 – 2000).*

Gewas	Nmin najaar kg/ha
Aardbei	84
Bospeen	52
Chinese kool	46
Knolvenkel	139
Kropsla	168
Prei	149

Oriënterend onderzoek naar zogenaamde 'slow release' meststoffen (Cultan en Agroblen) en fertigatie heeft aangetoond dat door het gebruik van slow release meststoffen de hoeveelheid minerale stikstof in het najaar met 20% verlaagd kan worden. Fertigatie kan een verlaging van ca 50% bewerkstelligen. Verder kan een goed ontwikkelde groenbemester de minerale stikstof met ca 50% verlagen.

Hoewel hier in de periode 1997-2000 geen metingen voor zijn gedaan wordt verondersteld dat de doelen die in Telen met toekomst worden aangehouden niet zijn gehaald. Dit wordt met name afgeleid uit de hoge stikstofoverschotten, de hoge waarden van Nmin en het feit dat de fosfaatgehalten niet zijn gedaald. Vooral prei en late sla laten een grote hoeveelheid minerale stikstof na.

2.2 Doel

De doelstellingen op gebied van nutriëntenemissie naar grond- en oppervlaktewater en duurzaamheid van productiemiddelen zoals geformuleerd in de zogenaamde startnotitie van Telen met toekomst (De Buck *et al.*, 2000) zijn samengevat in Tabel 5.

Tabel 5. *Gestelde doelen voor bedrijven in 'Telen met toekomst' met betrekking tot de N- en P-belasting van oppervlaktewater, grondwater en atmosfeer.*

	Parameter	Eenheid	Grenswaarde 2005	Streefwaarde 2020
A	Totaal P in grondwater (zand)	mg P/l	-	0,4
	(veen en klei)	mg P/l	-	3,0
B	Totaal P in zoet opp.water	mg P/l	0,15	0,05
C	Nitraatconcentratie grondwater	mg N/l	11,3	5,6
D	Totaal N in oppervlaktewater	mg N/l	2,2	1
E	NH ₃ -vervluchtiging	kg N/ha/jr	15	5

Bron: De Buck *et al.*, 2000¹

Doelen voor het bedrijfssystemenonderzoek te Meterik zijn de volgende:

- Beperking nutriënten emissies;
- Beperking pesticiden emissies;
- Efficiënt/duurzaam gebruik van schaarse/eindige productiemiddelen;
- Voldoende kwaliteitsproductie;
- Voldoende economische bedrijfscontinuïteit;
- Creëren van natuur en landschapswaarden.

2.3 Opzet van onderzoek

Bestaande percelen boden onvoldoende perspectief om de doelstellingen van Tmt te halen. Daarnaast was er onvoldoende experimentele ruimte voor het beproeven van perspectievolle onderzoeksvarianten. Om deze redenen is gekozen voor een nieuwe opzet van het onderzoek. De nieuw op te zetten systemen moesten voldoen aan drie doelstellingen. Ze dienden (1) herkenbaar te zijn voor de praktijk, (2) economische potentie te hebben en (3) in potentie oplossingen te kunnen bieden voor de bestaande milieuproblematiek.

Er zijn bedrijfstypen gekozen die qua bouwplan en rotatie:

- een afspiegeling vormen van de meest voorkomende bedrijfstypen in het Zuidoostelijk zandgebied;
- de meest voorkomende gewassen en de meest problematische gewassen met betrekking tot nutriënten beheer zoveel mogelijk meenemen;
- herkenbaar zijn voor de in Telen met toekomst deelnemende groep praktijkbedrijven;
- potentie hebben voor het creëren van oplossingen voor de bestaande (milieu) knelpunten.

De gekozen modellen richten zich op het perceels-gebruik. In enkele gevallen zijn gewassen in het bouwplan opgenomen die niet door het bedrijf zelf geteeld worden (grondruil) maar wel in de rotatie op het betreffende perceel geteeld worden. Daarnaast is er ruimte gecreëerd voor het beproeven van de verschillende teeltwijzen binnen een gewas en voor het toetsen van verschillende onderzoeksvarianten. In de opzet is voorzien in twee systeemvarianten: een synthese-deel en een analyse-deel. Ze worden hieronder kort beschreven:

1. **Synthese deel:** een variant die zich richt op het zoveel mogelijk behalen van milieudoelen, zowel qua emissies van pesticiden als van nutriënten, binnen economische randvoorwaarden. Toegepaste methoden en strategieën moeten op de korte of middellange termijn ook economisch haalbaar zijn.

¹ De Buck *et al.*, Voorwaarts met de milieuprestaties van de Nederlandse open-teelt sectoren: een verkenning naar 2020. 'Telen met toekomst'. Publicatie 1. Lelystad: Praktijkonderzoek Plant en Omgeving.

2. **Analyse deel:** een meer experimentele en verkennend variant, die zich in de eerste plaats richt op het behalen van de gestelde milieudoelen. Nadruk ligt op het behalen van de doelen ten aanzien van nutriëntenemissies. Hierbij optredende economische tekorten worden getolereerd en geregistreerd. Economisch haalbaarheid in technische zin in deze variant is meer gericht op de middellange/ lange termijn, dan wel in het vinden van politiek/maatschappelijke oplossingen. De in deze variant gegenereerde en economisch haalbare oplossingen kunnen in tweede instantie worden ingepast in de eerste variant.

Bedrijfstypen

De resultaten van de systemen in de periode 1997-2000 maakten een aanpassing van het bouwplan onvermijdelijk. Er is nadrukkelijk gewerkt aan het ontwerpen van een bouwplan met de juiste opvolging van de gewassen. Er zijn drie bedrijfstypen gekozen, met voor elk bedrijfstype twee of drie synthesedelen. In bedrijfstypen A en B is voorzien in een analyse deel en een aanvullend meetprogramma. Hieronder worden de gekozen typen in meer detail besproken.

A. Gespecialiseerd preibedrijf

Dit bedrijf richt zich uitsluitend op de teelt van prei. Verruiming van de rotatie op de eigen percelen en uitbreiding van areaal wordt verkregen door grondruil met veehouders/akkerbouwers. Om de voorkomende teeltwijzen van prei voldoende in het onderzoek te kunnen betrekken is voorzien in drie synthesesedelen en één analysesdeel.

Bouwplan: 1. Prei (zomer, herfst, winter); 2. Gramineae (mais/graan); 3. Industriegewas (conserven gewas /peen/aardappel/etc.).

B. Bladgewassen-bedrijf met korte teelt aanvullende gewassen

Dit bedrijf richt zich in de eerste plaats op de teelt van bladgewassen. Dit wordt gecombineerd met korte teelten van andere gewassen. Voor de aanvulling met winterwerk wordt winterprei geteeld. Om de voorkomende teeltwijzen voldoende te kunnen betrekken is in de opzet voorzien in twee synthesesedelen (kernbedrijf) en één analysesdeel (experimentele variant).

Bouwplan: IJssla 1 (vroeg, zomer, herfst verdeeld over twee jaar); Chinese kool (vroeg, herfst); IJssla 2, Winterprei.

C. Gespecialiseerd aardbeibedrijf

Dit bedrijf richt zich uitsluitend op de teelt van aardbei. Verruiming of variatie van de rotatie wordt bereikt door de korte aardbeiteelten zoveel mogelijk te combineren met groenbemesters in hetzelfde teeltjaar en door het inbouwen van een rustjaar. Om de voorkomende aardbei teeltwijzen voldoende te kunnen betrekken is in de opzet voorzien in vier synthesesedelen en twee rust-percelen. Uit voorgaand onderzoek lijkt in dit bedrijfstype (in tegenstelling tot type A en B) de grenswaarde voor N-uitspoeling op de korte tot middellange termijn haalbaar. Om deze reden is er voor dit bedrijfstype niet in een analyse deel voorzien.

Bouwplan: 1. Aardbei (vroeg, laat); 2. Aardbei (zomer, wachtbed); 3. Rustgewas (graan, groenbemester, Tagetes).

De omvang van het systeem is als volgt:

- A: 8640 m² (3 x 3 x 720 m² synthese + 3 x 1 x 720 m² analysedeel);
 B: 8640 m² (4 x 2 x 720 m² synthese + 4 x 1 x 720 m² analysedeel);
 C: 4320 m² (4 x 1 x 720 m² synthese + 2 x 1 x 720 m² rustgewas).

Strategie en oplossingsrichtingen

De onderzoeksstrategie richt zich met name op een afbouw van fosfaatreerves en een verlaging van de nitraatuitspoeling. Verder moeten maatregelen binnen de teelt zorgen voor een betere nutriëntenbenutting.

Afbouw fosfaatreerves

Volgens de startnotitie dienen zeer hoge fosfaatreerves versneld te worden afgebouwd hierbij wordt geen fosfaat aangevoerd (Tabel 6). Daarnaast is aangegeven dat er wel ruimte moet zijn voor de plaatsing van dierlijke mest. Deze strategieën zijn niet goed verenigbaar. Gezien de hoge Pw waarden (>60) zal er beperkt fosfaat worden aangevoerd. Afhankelijk van het bedrijfstype wordt niet meer dan de helft van de afgevoerde fosfaat gecompenseerd. Dit zal gebeuren door aanvoer van dierlijke mest.

Tabel 6. Strategieën voor de afbouw van te hoge Pw-getallen op de kernbedrijven (doel is Pw < 20).

Pw	Waardering	Strategie	aanvoer % v. afvoer	overschot (2) kg/ha
>60	Hoog	Versneld afbouwen	0	<<0
30-60	Ruim voldoende/ vrij hoog	Versneld afbouwen	50	<0
20-30	Voldoende (=streefgetal)	Afbouwen	75	< 0
<20	Laag	Handhaven	100	0
15	Kritieke waarde	Handhaven	100	0

Voor het aardbei- en bladgewassen-prei bedrijfstype is er nauwelijks sprake van grondruil. Daarnaast is de aanvoer van organische stof uit andere bronnen (gewasresten, stro) in dit soort systemen voldoende om het organische stof gehalte op peil te houden. Hierdoor is het achterwege laten van fosfaat aanvoer uit dierlijke mest ook voor de praktijk een uitvoerbare optie.

Wanneer, zoals in het gespecialiseerde prei systeem, sprake is van grondruil (met veehouders) dan is er vaak sprake van verplichte mestafname. Verder ontstaat bij het gespecialiseerde prei bedrijf zonder aanvoer van extra organische stof mogelijk een tekort in de o.s aanvoer. In het gespecialiseerde prei-bedrijf wordt een beperkte hoeveelheid dierlijke mest aangevoerd (aanvoer maximaal 50% van afvoer). In het bladgewassen-prei bedrijf wordt mogelijk deels met (gescheiden) dierlijke mest gewerkt. Dit om de praktijkproblemen en beleidswensen op dit gebied te onderzoeken. In het gespecialiseerde aardbei-bedrijf wordt vooralsnog alleen kunstmest gebruikt (toepassing in fertigatie). Mogelijk kan daar in de toekomst ook onderzoek gestaert worden naar toepassingsmogelijkheden van gescheiden dierlijke mest.

Nitraatverliezen

Er zijn verschillende strategieën mogelijk om nitraatverliezen (op bedrijfsniveau) te beperken. Dit zijn:

- Verbeterde afstemming van beschikbaarheid van stikstof op de behoefte van het gewas in de tijd. Hierbij kan de hoeveelheid uitspoelbare stikstof in de bodem zo laag mogelijk worden gehouden. Mogelijke technieken: plaatsing meststoffen (rijenbemesting, fertigatie), slow release meststoffen, gedeelde mestgiftten (NBS, fertigatie);
- Opname van na of tijdens teelt resterende stikstof door vanggewassen met efficiënte stikstofopname (groenbemesters, N-efficiënte salderende gewassen);
- Aandeel verlagen van (najaars) gewassen die veel stikstof nalaten;
- Opvang en hergebruik van uitgespoelde stikstof (drainagewater).

Optie 4 vergt grote investeringen in de op te zetten systemen waarvoor niet in het budget voorzien is. De andere opties kunnen in meer of mindere mate in de voorgestelde bedrijfstypen worden toegepast. Hieronder wordt per bedrijfstype aangegeven welke opties worden toegepast.

Gespecialiseerd preibedrijf

In het synthese deel wordt (een aangepaste vorm van) NBS toegepast in prei, mogelijk in combinatie met rijenbemesting. De akkerbouwgewassen in deze rotatie draaien zoveel mogelijk mee met de strategieën voor het kernbedrijf Vredepeel. Waar mogelijk (zaaitijdstip en nematoden) worden groenbemesters ingezet. In de maïs wordt dierlijke mest ingezet waarbij de fosfaat aanvoer op bedrijfsniveau maximaal 50% van de afvoer bedraagt.

In het analyse deel wordt gebruik gemaakt van fertigatie in de prei. Bij de akkerbouwgewassen kan geëxperimenteerd worden met groenbemesters. Bij aardappel (indien opgenomen in de rotatie) kan mogelijk fertigatie ingezet worden als experimentele variant. Eventueel aanvoer dierlijke mest in de vorm van effluent, gecombineerd met rijentoepassing. Experimenten voor de akkerbouwgewassen worden afgestemd met Vredepeel.

Bladgewassen- bedrijf

In het synthese deel wordt gewerkt met (aangepaste) NBS in prei, sla en kool en waar zinvol met rijenbemesting. Verdeling ijssla over twee jaar met maximaal 2 teelten in een jaar. Dubbelteelten kort achter elkaar met daarvoor of daarna vanggewassen. Rotatie zoveel mogelijk afgestemd op afwisseling stikstof efficiënte en inefficiënte gewassen. Late herfstteelten van sla worden niet vooraf gegaan door gewassen met lage N efficiëntie

In het analyse deel wordt hiernaast ook binnen het jaar zoveel mogelijk een afwisseling van stikstof efficiënte en inefficiënte gewassen nagestreefd. Dit betekent geen dubbelteelten van sla . Daarnaast wordt met name bij herfstteelten geëxperimenteerd met alternatieve bemestingsmethoden (cultan, slow release)

Gespecialiseerd aardbeibedrijf

Op het gespecialiseerde aardbeibedrijf vinden geen additionele metingen plaats (naar bodemprocessen; zie hoofdstukken 3 en 4). Ook is er geen analysedeel. Fertigatie zal worden toegepast bij aardbei in combinatie met bodembedekking met folie. Deze techniek wordt al meer toegepast; door het hoge saldo bij aardbei is hier meer ruimte voor de benodigde investeringen en kunnen extra kosten gemakkelijker betaald worden. Daar waar mogelijk worden groenbemesters ingezet. Vanuit de standaard

behandeling wordt de fertigatie techniek verder verbeterd en wordt de optimale inpassing van groenbemesters onderzocht en verwijdering van gewasresten getoetst.

Rotaties

In onderstaande tabellen wordt per bedrijfstype de rotatie weergegeven. Tabel 7 geeft de rotatie van het prei-bedrijf. De invulling van de akkerbouwgewassen is nog niet rond. In 2001 wordt naast prei op alle andere percelen suikerbiet geteeld.

Tabel 7. Rotaties gespecialiseerd prei bedrijf.

Jaar/blok	Synthese			Analyse
	S1	S2	S3	A1
1	Prei zomer+gbm	Prei laat herfst	Prei laat winter	Prei laat herfst
2	Maïs	Maïs	Maïs	Maïs
3	Peen	Boon/erwt	Peen	Boon/erwt
4	Prei	Prei	Prei	Prei
5	Maïs	Maïs	Maïs	Maïs
6	Boon/erwt	Peen	Boon/erwt	Peen

Tabel 8 geeft de rotatie van het bladgewas-bedrijf.

Tabel 8. Rotaties bladgewassen bedrijf.

Jaar/blok	Synthese		Analyse
	S1	S2	A1
1	Ijssla vr. bed. + gbm	Gbm ¹⁾ + Ijssla herfst	Ijssla v / z + Ch.kool herfst
2	Prei winter 1	Prei winter 2	Prei laat winter
3	Ijssla v + z + gbm	Ijssla zomer + herfst + graan/gbm	Ch.kool zomer + ijssla herfst + gbm
4	Ch.kool vroeg + herfst + gbm	graan/gbm + Ch.kool h. bewaar	Ijssla zomer + gbm
5	gbm ¹⁾ + Ijssla herfst	Ijssla vr. bed. + gbm	Ijssla vroeg / zomer + kool h. (bewaar ?)
6	Prei winter 2	Prei winter 1	Prei laat winter
7	Ijssla zomer + herfst + graan/gbm	Ijssla vroeg + _ zomer	Ch. Kool z + ijssla herfst
8	(graan/gbm) Ch.kool h. bewaar	Ch.kool vroeg + herfst	Ijssla z. +

¹⁾ optioneel een N efficiënt salderend gewas

De rotatie van het aardbei-bedrijf staan in Tabel 9. De keuze van het rustgewas in dit bedrijf is afhankelijk van de aaltjes situatie. Bij besmetting met het wortellesie aaltje wordt *Tagetes* ingezet.

Tabel 9. Rotatie gespecialiseerd aardbei bedrijf

Jaar/blok	Gewas
1	Aardbei vroeg + gbm
2	Rustgewas
3	Wachtbed
4	(Gbm +) Aardbei laat
5	Rustgewas
6	Aardbei middenvroeg + gbm

Metingen nutriëntenstromen

De volgende metingen worden standaard jaarlijks op ieder perceel gedaan:

- Aanvoer meststoffen;
- N, P, K gehaltes organische mest;
- N facties in organische mest (Norg, Nmineraal (NH₄, NO₃);
- Nutriëntenreserves: Pw, Pal, K_{HCl}, MgO, % o.s. (november);
- Nmin (NH₄ + NO₃; 0-30, 30-60, 60-90 cm) maart, einde teelt en november;
- Voor en tijdens teelt Nmin 0-30 (nitrameet);
- Standaard bemonstering beregeningswater pH, EC, Si, NH₄, K, Na, Ca, Mg, NO₃, Cl, SO₄, HCO₃, P, Fe, Mn, Zn, B, Cu, Fe-tot, Mo (eenmalig);
- Massa afvoer product & gewasresten;
- Massa achtergebleven gewasresten;
- Bovengrondse productie groenbemesters en vlinderbloemigen.

Afvoer van nutriënten wordt vastgesteld op basis van afvoer verse massa maal standaard gehalten.

Additionele metingen (zie hoofdstuk 3) die worden gedaan zijn:

- N, P en K uitspoeling;
- P totaal, Porg N totaal;
- Potentiële mineralisatie N en P. (selectie percelen);
- o.s. kwaliteit (fractionering; selectie percelen);
- denitrificatie (selectie percelen);
- N,P,K gehaltes afgevoerde product, gbm, vlinderbloemigen, gewasresten;
- Waterfluxen naar grondwater;
- NH₄ vervluchtiging (bij toepassing org mest).

2.4 Verwachte resultaten

Op het gebied van de stikstofbalansen en de N_{min} november zijn in de volgende tabellen per bedrijf de verwachte resultaten weergegeven. Tabel 10 geeft de stikstofbalans, alsmede de verwachte hoeveelheden minerale stikstof bij het begin van het uitspoelingsseizoen van het bladgewas-preibedrijf.

Tabel 11 geeft deze getallen voor het preibedrijf. Cijfers voor het aardbeibedrijf worden gegeven in Tabel 12.

Tabel 10. *Stikstofbalans en verwachte hoeveelheid minerale stikstof van het baldgewassen-preibedrijf.*

Synthese deel	N-aanvoer	N-afvoer	N-overschot	N-min nov.
Ijssla zomer + herfst + graan	158	50	80	200
Graan + Ch.kool bewaar	150	46	115	45
Ijssla vroeg (bed) + gbm	151	50	40	20
Prei winter 1	180	126	54	150
Ijssla vroeg + zomer + gbm	184	35	60	100
Ch.kool vroeg + herfst + gbm	215	80	100	45
Gbm + ijssla herfst	100	50	50	100
Gbm + prei winter 2	191	157	34	150
gemiddelde	166	74	67	101
Analyse deel				
Ch.kool + ijssla herfst + graan/gbm	165	30	50	150
Gbm/graaan + ijssla zomer verw blr + gbm	151	30	50	20
Ijssla vroeg + Ch.kool herfst (bew) + gbm	170	50	100	45
Gbm + prei laat winter (fertilisatie)	191	157	34	95
Ch.kool zomer + ijssla herfst + graan/gbm	165	30	50	150
Gbm/graaan + ijssla zomer verw blr + gbm	151	30	50	20
Ijssla vroeg + Ch.kool herfst (bew) + gbm	170	50	100	45
Gbm + prei laat winter (fertilisatie)	191	157	34	95
gemiddelde	169	67	59	78

Waarden cursief zijn geschat

Tabel 11. *Stikstofbalans en verwachte hoeveelheid minerale stikstof van het preibedrijf.*

	Synthese			Nmin November		
	Naanvoer	Nafvoer	Noverschot	Synthese NBS	Analyse	Opmerkingen
Prei zomer + gbm	195	284	-34	40		
Prei herfst	209	207	2	150	95	Fertilisatie
Prei laat winter	191	157	34	120		
Mais	284	249	34	30	30	
Boon/erwt + gbm	317	61	256	60	50	Verw. Gewasr
Peen	210	74	137	40	40	
gemiddelde	234	172	72	73	36	

Waarden cursief zijn geschat

Tabel 12. *Stikstofbalans en verwachte hoeveelheid minerale stikstof van het aardbeienbedrijf*

	Synthese			N-min November		
	N-aanvoer	N-afvoer	N-overschot	NBS/ agrobolen	Fertigatie	Opmer- kingen
Aardbeien laat + gbm	100	20	60	25	20	
Aardbeien vroeg + gbm	100	20	40	40	30	
Tagetes	0	0	0	100	45	
Tagetes	0	0	0	60	60	
Aardbei midden + gbm	100	24	50	20	20	
Aardbei wachtbed	80	66	50	20	20	
gemiddelde	63	22	33	44	33	

Waarden cursief zijn geschat

3. Aanvullende metingen

A.L. Smit, Plant Research International

3.1 Inleiding

Het onderzoek van Plant Research International zal gericht zijn op vijf thema's:

1. Relatie tussen gemeten (of geschatte) nutriënten emissies en teeltkundige activiteiten.
De kwantificatie van fluxen (met name van N en P) naar de omgeving wordt voornamelijk uitgevoerd door Alterra. Gezamenlijk zullen Alterra en Plant Research International aangelegde bedrijfssystemen beoordelen op haalbaarheid (en het halen) van milieudoelen en duurzaamheid. De relatie tussen afgeleide milieuparameters (bijvoorbeeld balansoverschotten, Nmin in het najaar) en de milieudoelen wordt tevens in dit thema 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. Ontwikkelen van een management instrumentarium op bedrijfsniveau ter vermindering van nitraatuitspoeling gedurende de teelt en in het winterseizoen.
In dit instrumentarium zal bestaande kennis samengebracht worden van die maatregelen die een effect hebben op de uitspoeling, onder meer vanggewassen, gebruik organische bemesting, bouwplan etc.
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 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:

- een kwantificatie van aan- en afvoer van nutriënten van de percelen van de aangelegde bedrijfssystemen
- het 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 kernbedrijf Meterik:

- Voor de aangelegde bedrijfssystemen op Meterik 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.
- Fertigatie bij prei is het uitgangspunt bij sommige aangelegde bedrijfssystemen. In principe is het mogelijk om hierbij nauwkeurig het aanbod op de vraag van het gewas af te stemmen.
- Bij fertigatie is het zaak om sturingsparameters te ontwikkelen, d.w.z. hoe kan het beste de vraag van het gewas geschat worden. Aan de aanbodkant liggen bemonsteringsvraagstukken: hoe kan bij een gefertigd gewas het beste de bodemvoorraad bepaald worden?
- Ook is het nodig om bij fertigatie eventuele interactie met de watergift te kwantificeren omdat een te ruime watergift weer tot uitspoeling aanleiding kan geven.
- Bij het gebruik van Cultan (of slow-release meststoffen) liggen vergelijkbare vragen, ook hier is niet duidelijk hoe na een Cultan bemesting het perceel moet worden bemonsterd om een uitspraak te krijgen over de hoogte van een eventuele bijbemesting
- de relatie tussen bewortelingsdiepte en de grootte van de benodigde N-buffer in het profiel
- Er zijn op dit kernbedrijf vragen omtrent de hoeveelheid N die gedurende het seizoen mineraliseert en het patroon waarmee dit gebeurt. Voor een zo goed mogelijke match van vraag en aanbod van N is kennis hieromtrent gewenst. De vraag is ook of er in dit verband sprake is van perceelsverschillen? Mogelijkheden om hier meer grip op te krijgen zijn de potentiële mineralisatiemetingen, de aanleg van 0N-veldjes en braakveldjes.
- 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.

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 (K-getal, MgO, CaO, pH-KCl, Pw, Ntot, Ptot, Pi, Pox). Dit onderzoek wordt uitgevoerd in 2001 en 2003 (zie Bijlage III, Tabel III-1);
- Potentiële N-mineralisatie (incubatie bij hogere temperatuur bij constant vochtgehalte; idem Tabel 2);
- Minerale stikstof in het profiel voor, tijdens en bij de oogst van de gewassen (idem Tabel 3).

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, N-rijke 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 dan niet stro inwerken na aardappelen;
- i.h.a. 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.

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; zie Bijlage III, Tabel III-4).

Braakveldjes/Onbemeste gewassen

Met ingang van 2001 zijn op perceel 22, 26, en 40 de volgende objecten aangelegd:

- een braakveldje;
- een braakveldje dat bemest is (overeenkomstig het gewas);
- een onbemest gewas.

Metingen (N_{min} in het profiel van het braakveldje; N-inhoud onbemeste gewas) kunnen een indruk geven van de hoeveelheid N 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 kade van de organische stof problematiek; zie Bijlage III).

3.4 Verwachte resultaten

- In samenwerking met Alterra: kwantificeren van de verliezen, indicaties waar in de rotatie de meeste verliezen optreden.
- In samenwerking met NMI: uitspraken omtrent duurzaamheid van de aangelegde systemen qua organische stof management; betere voorspelling van de stikstof mineralisatie.
- Inzicht in de processen die tot deze verliezen leiden
- Met behulp van de resultaten het ontwikkelen van bemestingsstrategieën waarmee de milieudoelen gehaald kunnen worden.

4. Procesonderzoek

A. Smit & 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:

- 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;
- 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 teelmaatregelen 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. In Meterik is de hoogste grondwaterstand te diep voor een betrouwbare meting van de concentraties in het grondwater en daar zal de toetsing plaatsvinden aan de hand van de concentratie in het bodemvocht op ca 1 meter diepte. 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 1^e 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

Op Meterik zullen metingen worden verricht op twee bedrijfssystemen, het gespecialiseerde bladgewassen-prei-bedrijf en gespecialiseerd prei-akkerbouwbedrijf. Op de percelen van het laatste bedrijf wordt slechts een keer in de drie jaar prei geteeld, de overige jaren staat er een akkerbouwgewas. Daardoor wordt dus in feite een akkerbouwbedrijf nagebootst waar eens in de drie jaar prei wordt geteeld. Dat, in combinatie met het feit dat op dit gedeelte van het bedrijf nooit eerder groente is geteeld en dus een totaal nieuwe uitgangssituatie is ontstaan en er op Vredepeel ook reeds uitvoerig onderzoek in de akkerbouw plaatsvindt, heeft ertoe geleid dat is besloten om op Meterik alle aandacht te concentreren op het bladgewassen bedrijf. Dit besluit is genomen in overleg met Plant Research International.

In het bladgewas-preisysteem zal in 6 percelen (4 synthese en 2 analyse) gedurende het hele project Telen met toekomst gemeten worden. Er is in het synthese-deel gekozen voor de percelen 24, 25, 26 en 27. Deze behoren allen tot het blok S1 van het bladgewassenbedrijf (zie hoofdstuk 2). In het analyse-deel (percelen 19 – 22) zijn niet alle percelen bruikbaar, omdat uit historische gegevens blijkt dat in de percelen 19 en 20 de pH, Pw, PAL en organische stof-%age afwijken van de andere percelen. Deze afwijking kan de effecten van Telen met toekomst maskeren, waardoor het niet duidelijk is waardoor eventueel gemeten verschillen tussen synthese en analyse worden veroorzaakt. Als gevolg van deze verschillen is na overleg met het Centrum voor Biometrie besloten om alleen de analysepercelen 21 en 22 te selecteren Tabel 1.

Tabel 1. Perceels- en gewaskeuze op Meterik.

Perceel	2001			2002			2003		
	Gewas 1	Gewas 2	Gewas 3	Gewas 1	Gewas 2	Gewas 3	Gewas 1	Gewas 2	Gewas 3
21 (A)	Tagetes	Ijssla z	Gbm	Ch. kool h			Prei L w		
22 (A)	Ijssla v/z	Ch kool h	-	Prei L w			Ch. Kool z	Ijssla z	Gbm
24 (S)	Ch kool v	Ch kool h	Gbm	Gbm	Ijssla h		Prei w2	Ijssla h	
25 (S)	Ijssla v	Ijssla z	Gbm	Ch kool v	Ch kool h	Gbm	Gbm	Ijssla h	
26 (S)	Prei w 1			Ijssla v	Ijssla z	Gbm	Ch kool v	Ch kool h	Gbm
27 (S)	Ijssla v	Gbm		Prei w 1			Ijssla v	Ijssla z	Gbm

L, v, z, h, w respectievelijk late, vroege, zomer-, herfst- en winter teelt; BCH. Kool, Chinese kool, Gbm, groenbemester

De voordelen van deze keuze zijn:

- De synthesevelden liggen aaneengesloten waardoor effecten van eventuele andere trends in bodemparameters zo beperkt mogelijk blijven.
- In zowel synthese als analyse worden gewassen tenminste in twee achtereenvolgende teeltseizoenen gemeten.

Het nadeel is:

- In synthese niet de hele rotatie komt aan bod, hoewel in de tabellen S1 en S2 nauwelijks verschillen.
- In analyse maar de helft van rotatie aan bod komt.

Voor de studie naar de concentraties NO_3^- in het bodemvocht zal in alle percelen een meting worden gedaan, om zo tot de meest betrouwbare schatting van het gemiddelde voor het hele bedrijf te komen.

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 N en P staan in de teeltplannen. Eventuele aanpassingen in de loop van het seizoen zullen door PPO/Plant Research International worden doorgespeeld. Dit deel van het onderzoek wordt uitgevoerd door Plant Research International (voor onderdelen die uitgevoerd worden door Plant Research International wordt verwezen naar hoofdstuk 3).

Atmosferische depositie

Voor gegevens over de input via atmosferische gegevens wordt uitgegaan van de waarden, zoals deze zijn opgegeven door het RIVM. Voor Meterik wordt, bij gebrek aan lokaal gemeten data, de schatting voor Vredepeel van 49 kg N per ha aangehouden. Verantwoordelijkheid van dit onderdeel ligt bij RIVM.

N-fixatie

Dit speelt vooral een rol bij vlinderbloemigen en zal daarom op Meterik geen rol spelen.

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 N zullen ook worden gemeten. Dit staat beschreven onder voorraden.

- a) Vóór de eerste bemesting (en in 2001 in de braakveldjes)
 - Metingen worden 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 op 0-30/30-60 en als gestoorde monsters geïncubeerd.
 - In volgende jaren zal er niet op de braakveldjes worden bemonsterd voor potentiële mineralisatie.
 - 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 CO₂-respiratie gemeten. De CO₂-respiratie dient als maat voor de organische stofdynamiek en is ook een maat voor de kans op denitrificatie.
- b) Na onderwerking van gewasresten van Tagetes, Chinese kool en IJssla
- Hiervoor wordt eerst een literatuurstudie gedaan, om de mogelijke omvang en variabiliteit van de N-input via deze weg te kwantificeren.
 - 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 voor dit onderdeel ligt bij 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 1^e bemesting in het voorjaar (zie ook mineralisatie)
- Eventueel tijdens teeltseizoen vóór NBS (bij waspeen en aardappel?)
- Direct na de oogst
- November
- Na teelten die een hoge Nmin achterlaten zal na de oogst in totaal 6 x de Nmin worden gemeten met intervallen van 2 weken. De gebruikelijke meting na de oogst en de meting 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. Voor Meterik zijn de gegevens over de spreiding in Nmin gehalte niet voorhanden. Er zal hier, net als in Vredepeel per perceel voor elke laag (3 lagen) een mengmonster worden samengesteld uit 20 steken. Het is op dit moment niet duidelijk of deze monstermethode op Meterik al gangbaar is. Nmin wordt gemeten in dezelfde 3 lagen als de mineralisatie, echter hier geen go/no go moment over het voortzetten van metingen in alle lagen.
- 1 mengmonster per perceel (opgebouwd uit 20 monsters).
- In de braakveldjes zal gedurende het hele seizoen en najaar Nmin worden gevolgd. In totaal op 8 tijdstippen. Dit komt overeen met het aantal tijdstippen in de overige velden.
- 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.

Dit deel van het onderzoek wordt uitgevoerd door Plant Research International.

Totaal N

De totale voorraad N 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 N_{min}. 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 N_{min} en P-speciaties) Dit deel van het onderzoek wordt uitgevoerd door Plant Research International.

Opname door gewas

Door de opname van N en P door het gewas worden deze nutriënten (tijdelijk) uit het bodemsysteem verwijderd. Het gewasdeel dat wordt geoogst is werkelijk output, het gewasrest-deel 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 N en P wordt afgevoerd en ondergeploegd. Het is daarnaast ook van groot belang te weten met welke snelheid N en P door het seizoen heen worden opgenomen (onttrekkingscurve). Deze gegevens zullen door Plant Research International worden geleverd.

Denitrificatie

Denitrificatie reduceert de output flux 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. In Meterik is de hoogste grondwaterstand al behoorlijk diep (>2,5 m), hoewel er al wel op een diepte van 1 –1,5 m een zeer lemige laag kan voorkomen (Van der Schans & Helling, 1981). In deze laag zou op enkele tijdstippen anaërobie kunnen ontstaan.

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 bodemonsters, 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 zuurstofgehaltenes.

Vochteffect: Hiervoor wordt aan monsters in ringen een nitraatoplossing toe gevoegd zodat een range van vochtgehaltenes (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 CO₂ 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 en actuele denitrificatie: op 6 tijdstippen in het jaar zullen op 3 diepte 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 de braakveldjes. De effecten van gewasresten worden 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. Omdat het grondwater op (te) grote diepte zit is hier juist de meting van het bodemvocht onder de bewortelde zone (1 m) van groot belang. Voorgestelde metingen:

- Bodemvocht bemonsteren (poreuze cups) net onder de wortelzone (voor ieder gewas gelijke diepte). Bodemvocht bemonsteren in alle percelen (behalve 19 en 20 → 10 percelen), op 4 plekken per perceel (2 mengmonsters 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: N_{min} , N_{tot} , P_{tot} , DOC. DOC wordt bepaald in aanvulling op de denitrificatiemetingen. De DOC concentratie is een maat voor de kans dat denitrificatie zal optreden.
- In het voorjaar is de kans op een hoge nitraatconcentratie in het bodemvocht het grootst, maar het precieze tijdstip van de nitraatpiek op 1 meter diepte kan van jaar tot jaar sterk verschillend. Daarom zal hier, vergelijkbaar met de berekeningen voor Vredepeel, via modelberekeningen en actuele neerslag- en verdampingsgegevens worden bepaald in welke periode de bemonsteringsintensiteit moet worden verhoogd.
- 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.
- 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 Meterik is opgedaan. Echter, van Meterik zijn niet zeer veel gegevens bekend, daarom wordt daar van alle geselecteerde percelen de vocht karakteristieken bepaald op drie dieptes.
- Voor de neerslag en verdampingsgegevens wordt gebruik gemaakt van hetzij de gegevens van Meterik zelf (met name neerslag), al dan niet in combinatie met die van het dichtst bijzijnde KNMI station (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 Meterik.

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 worden aangeleverd door PPO en 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 worden gebruikt die zijn aangeleverd door PPO en Plant Research International.

Uitspoeling

De P-uitspoeling zal op dezelfde manier worden bepaald als de N-uitspoeling. In het bodemvocht onder de wortelzone zal P_{tot} en P-organisch worden bepaald. Deze metingen worden aangevuld met modelberekeningen om tot een nauwkeuriger schatting te komen van de P-uitspoeling. 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 P_w onder de voorgestelde maatregelen en de uitspoeling. Voor de modelberekeningen zijn onderstaande 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 N_{tot} . Afhankelijk van het nu beschikbare budget kunnen de monsters voor P-bepalingen na monsternamen en drogen worden opgeslagen en in een later stadium worden geanalyseerd.

Een andere bepaling voor de P-voorraad is de P_w . Deze voorraad is dynamischer en zal daarom vaker worden bepaald.

- Frequentie: 1x per jaar (bij voorkeur voor bemesting) maar aansluitend bij 'eigen' meting Meterik in november is ook mogelijk
- 3 lagen (geen go / no go moment)
- Een 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.

Verantwoordelijkheid voor de uitvoering van dit onderzoek ligt bij Alterra.

Nitraat en fosfaat in het grondwater, toetsing aan de norm

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 Plant Research International 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. Dit onderzoek zal gezamenlijk worden uitgevoerd door 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 gebruikt 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 $\text{prob} < 0,2 = 80\%$ 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 bemonsteringsstrategie houdt in dat er per meetmoment 16 monsters worden genomen, die worden geanalyseerd op N_{min} , N_{tot} , DOC, P_{org} en P_{tot} (overeenkomstig de analyses aan bodemvocht). Het aantal meetmomenten zal ongeveer 35 zijn.

Gezien de profielopbouw en de diepe grondwaterstand is het waarschijnlijk niet mogelijk om veranderingen in N-uitspoeling op 1 meter diepte, terug te zien in de niveaus in het bovenste grondwater. De concentraties in het bovenste grondwater in het voorjaar kunnen en zullen daarom alleen op totaal bedrijfsniveau worden gemeten. Het aantal monsterpunten zal te laag zijn voor een statistisch betrouwbare schatting van het gemiddelde. Het lijkt zinvoller om, op basis van de normen voor grondwater, een norm te formuleren voor de concentraties in het bodemvocht en daaraan te toetsen. Deze methode maakt een groot aantal metingen aan bodemvocht zeer relevant.

Aanvullende metingen / benodigde kennis

Organische stof

De nutriëntenkringlopen, vooral de N-kringloop, 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, zullen er wel een aantal bepalingen gedaan worden. Voor de analyses kunnen monsters worden gebruikt, waaraan ook al andere bepalingen worden gedaan:

- in monsters voor N_{min} ook % organische stof bepalen
- In bodemvocht ook DOC meten
- Bij de N-mineralisatie zal gedurende de incubatietijd ook CO₂ worden ingevangen, zodat niet alleen een netto N-mineralisatie, maar ook netto C-mineralisatie wordt gemeten onder laboratoriumcondities.

Verantwoordelijkheid van Alterra en NMI.

Algemeen grond onderzoek

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 nauwkeurig profiel worden bemonsterd voor bepalingen aan ijzer. Dit in verband met vastlegging van fosfaat door het profiel. Dit deel van het onderzoek wordt uitgevoerd door Plant Research International.

Hydrologie

De uitspoeling van stikstof en fosfaat vanuit de onderkant van de bouwvoor wordt op Meterik dus gebruikt als maat voor de uitspoeling, daarbij wordt voor N bovendien gekeken naar de mate waarin nitraat nog kan denitrificeren. Dit deel van het onderzoek wordt uitgevoerd door 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 kunnen uitspraken gedaan 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 bedrijfsvoering 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 grond- en oppervlaktewater

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 huidige 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 aselechte 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 bodemonster wordt genomen van de diepte van 1,5 – 3,0 m –mv. De analyses worden uitgevoerd in het lab op het uit de bodemonsters 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 neerslaghoeveelheden. 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, Nutriënten Management Instituut

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 stof 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	+/-	+	-
Biol. – hoge os-aanvoer	+	+	+

Gegevens

Per object worden over de periode 1991-2000 jaarlijkse gegevens 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 analysedelen, 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 bemestingsstrategieën 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.

Verwacht 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 Meterik;
- als basis voor rapportage van de resultaten van de metingen;
- 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.

Proefveldschema

Proefveldschema BSO Meterik 2001 volgens uitvoering (PPO)

Biologisch systeem		Kernbedrijf Telen met Toekomst (Gi)	
		Bladgewassen - prei bedrijf (12 percelen)	
	(Bemesting IJssla Bio)	27 IJssla + Rogge vroeg (bed)	36 IJssla zomer 1 + herfst 2 2 plantafstanden
	(Bemesting IJssla Bio)	26 Prei winter 1 (braak velden PRI)	35 rogge + Ch.kool herfst bewaar Effluent
(Asperge Bio)	(Asperge Bio)	25 IJssla vroeg + zomer 2 2 plantafstanden	34 Prei winter 2
6 Prei laat herfst 3 rassen	15 IJssla + Ch. kool + gbm zomer 1 herfst 2 rassen	24 Ch.kool vroeg + herfst	33 Aardbei gekoeld vroeg (fertigatie) Bladrammenas
5 Prei + gbm herfst	14 IJssla + Ch. kool + Rogge vroeg zomer 3 2 rassen	23 Tagetes + IJssla herfst 1 Effluent	32 Tagetes + Aardbei wachbed
4 B Aardbei normaal + Rogge 2 rassen 2 rassen + diverse	13 Triticale + klaver	22 IJssla + Ch.kool zomer 1 (braak velden PRI) herfst NBS 22 N	31 Tagetes
4 A Aardbei gekoeld + Rogge	12 Triticale + klaver	21 Graan Tagetes + IJssla herfst 1 NBS 21 N	30 Aardbei gekoeld middenvroeg (fertigatie) Rogge
3 Bospeen vroeg + herfst	11 Ch. kool + IJssla + Rogge vroeg zomer 3 2 rassen	20 Ch.kool + IJssla zomer herfst 2 NBS 20 N	29 Aardbei gekoeld laat (fertigatie) vooraf braak ijm Tricho
2 B Tagetes + Aardbei Geplant normaal + wachbed	10 Ch. kool + IJssla + gbm zomer 1 herfst 2 rassen	19 Prei (fertigatie) laat winter	28 Tagetes
2 A Stamslaboon + Tagetes Geplant			
1 Stamslaboon + Tagetes			
pad	pad	pad	Aardbei bedrijf (6 percelen)
Pomphuis	grasstrook	grasstrook	grasstrook
pad			
Prei - akkerbouw/veehouderij bedrijf (12 percelen)			
37 Prei laat winter	39 Prei + Bladrammenas zomer	41 Suikerbiet	45 Suikerbiet
38 Prei laat herfst	40 Prei (fertigatie) laat herfst (braak velden PRI)	42 Suikerbiet	46 Suikerbiet
Suikerbiet	Suikerbiet	43 Suikerbiet	47 Suikerbiet
Suikerbiet	Suikerbiet	44 Suikerbiet	48 Suikerbiet

Bijlage II.

Methodiek nutriëntenmanagement op gewasniveau, Synthese en Analyse deel

Gespecialiseerd prei bedrijf

Gewas	Synthese	Analyse	Aanvullend / ondersteunend onderzoek
Algemeen	- Aanvoer dierlijke mest met een maximum van 50% van de fosfaat afvoer. - Kali bemesting gewasgericht op basis van K-getal en evenwicht met 40 kg onvermijdbaar verlies - Bij alle gewassen zoveel mogelijk rijenbemesting toepassen	- In principe geen P bemesting vanwege hoge Pv, maar effluent toegestaan met een bovengrens P-aanvoer van ca. 10 kg P₂O₅ /ha op bouwplanniveau. - Verschillende toepassingsvormen en/of niveaus van rijenbemesting.	- N_{min} Bemonstering bij rijenbemesting - Bepaling te hanteren bemesting niveaus (bij alle gewassen reductie mogelijk ?) - Bepaling o.s. kwaliteit
Prei zomer	- NBS; start 85-N_{min}; na 6 weken 105- N_{min} ; na 12 weken 100- N_{min}; - halve percelen toetsen met Cultan/slow release (2002) (deels) toepassing effluent of drijfmest (2002) - afvoer gewasresten - Na teelt groenbemester Knelpunt: te hoge N_{min} einde teelt	n.v.t.	
Prei (laat) herfst	- NBS; start 85-N_{min}; na 6 weken en na 12 weken 125- N_{min}; vanaf oktober 75- N_{min}. - Halve percelen toetsen met Cultan/slow release (2002) (deels) toepassing effluent of drijfmest (2002) - Afvoer gewasresten Knelpunt: te hoge N_{min} november	Bemesting met fertigatie, strategie: A: aanvoer = afvoer - N_{min} (...cm ??) bij start (volgens opnamecurve) B: aanvoer = afvoer - N_{min} (...cm ??) bij start en tijdens de teelt - N_{min} braakveldje (volgens opnamecurve) Watergift: hoeveelheid niet groter is dan neërslag tekort.	- Methodiek N_{min} bepaling bij fertigatie - Bepaling bemesting niveaus (afstemming aanbod en behoefte). Crop Scan - Bepaling water behoefte & waterstromen
Prei laat winter	- NBS; start 80-N_{min}; na 6 weken en na 12 weken 125- N_{min}; vanaf oktober 75- N_{min}. - Afvoer gewasresten - Halve percelen toetsen met Cultan/slow release (2002) (deels) toepassing effluent of drijfmest (2002) Knelpunt: te hoge N_{min} november	n.v.t.	
Maïs	Vanaf 2002; effluent dierlijke mest toepassen (zie algemeen), rijentoepassing	- Onderzoek vanaf 2002 mogelijk - Geen aanvoer dierlijke mest	
Industrie gewas A	Vanaf 2002; bemesting afhankelijk van keuze gewas; groenbemester	Onderzoek vanaf 2002 mogelijk	
Industrie gewas B	Vanaf 2002; bemesting afhankelijk van keuze gewas; groenbemester		

Bladgewassen bedrijf

Gewas	Synthese	Analyse	Aanvullend / ondersteunend onderzoek
Algemeen	- Aanvoer dierlijke mest met een maximum van 50% van de fosfaat afvoer. - Kali bemesting gewasgericht op basis van K-gehalte en evenwicht met 40 kg onvernijdbaar verlies - Bij alle gewassen zoveel mogelijk rijenbemesting toepassen - Verdeling 3 ijsslateelden over twee jaar (vanwege bodem- & gewasgezondheid)	- In principe geen P bemesting vanwege hoge P_w, maar effluent toegestaan met een bovengrens P-aanvoer van ca. 10 kg P_2O_5 /ha op bouwplanniveau. - Verschillende toepassingsvormen en/of niveaus van rijenbemesting	N_{min} Bepaling bij rijenbemesting - Bepaling te hanteren bemesting niveaus (gewasbehoefte)
Ijssla vroeg	NBS; start 100- N_{min} in na 3-4 weken 130 - N_{min}	- Combinatie ijssla - Ch kool binnen 1 jaar voor verbeterde N efficiëntie - N bemesting met Cultan, strategie: A) Cultan: 110 / ?? 125 kg N/ha - N_{min} (start teelt) B) Cultan + NBS: 75% van startwaarde bij A + NBS na 3 weken	
Ijssla zomer	NBS; (start 30 kg N, niet na gbm of voortelt); na 2-3 weken 140- N_{min}	Idem + Afvoer gewasresten laatste teelt	
Ijssla herfst	NBS; (start 30 kg N, niet na gbm of voortelt); na 2-3 weken 140- N_{min}	Idem	
Prei winter	NBS; start 80- N_{min} ; na 6 weken en na 12 weken 125- N_{min} ; vanaf oktober 75- N_{min} . Rijenbemesting Knelpunt: te hoge N_{min} november	n.v.t.	
Prei laat winter	NBS; start 80- N_{min} ; na 6 weken en na 12 weken 125- N_{min} ; vanaf oktober 75- N_{min} . Rijenbemesting Knelpunt: te hoge N_{min} november	- Bemesting met fertigatie, strategie: - A:aanvoer = afvoer - N_{min} (...cm ??) bij start (volgens opnamecurve) - B:aanvoer = afvoer - N_{min} (...cm ??) bij start en Tijdens de teelt - N_{min} braakveldje (volgens opnamecurve) - Watergift: hoeveelheid niet groter is dan neerslag tekort.	
Ch. Kool vroeg	Basis 80- N_{min} (0-60 cm), na 3 tot 4 weken 120 - N_{min} Effluent toepassen (2002)	n.v.t.	
Ch.kool zomer	Basis 80- N_{min} (0-60 cm), na 3 tot 4 weken 120 - N_{min} Effluent toepassen (2002)	Zie Ijssla vroeg, N niveau ??	
Ch.kool herfst	Basis 80- N_{min} (0-60 cm), na 3 tot 4 weken 120 - N_{min} Effluent toepassen	Idem	
Ch.kool h. bewaar	Basis 80- N_{min} (0-60 cm), na 3 tot 4 weken 120 - N_{min} Effluent toepassen	n.v.t.	

Gespecialiseerd aardbei bedrijf (Alleen Synthese deel)

Gewas	Synthese	Aanvullend / ondersteunend onderzoek
Algemeen		Geen analyse deel.
Aardbei vroeg	Fertigatie en folie N gift 70 - 90 kg/ha, K gift 30 - 50 kg/ha	Afvoeren gewasresten; Methodiek Nmin bepaling bij fertigatie Methodiek vaststellen gewasbehoefte Fine tuning fertigatie, afstemming aanvoer op behoefte
Aardbei midden vroeg	Idem	
Aardbei laat	Idem	
Aardbei wachtbed	Rijenbemesting $\pm$ 1 week na planten 40 - N _{min}	
Rustgewas	Meestal Tagetes i.v.m. Pp !	Keuze type gbm/tagetes in relatie tot N opname, effecten bodemgezondheid (Pp) Tijdstip inwerken gbm in relatie tot immobilisatie en mineralisatie N

Bijlage III.

Meetschema aanvullende metingen

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

Pententiële mineralisatie gestoorde monsters						
	Perceel	Gewas 2001	hh	lagen	tijdst	Totaal
Meterik	27	ijssla vr bed + gbm				
	26	prei winter 1	2	3	4	12
	25	ijssla v + z + gbm				
	24	Ch. Kool vr + herfst+ GBM				
	23	gbm + ijssla herfst				
	34	prei winter 2				
	36	ijssla zomer + herfst + graan/gbm				
	35	graan/gbm + ch. Kool h. bewaar				
	22	ijssla v of z _ Ch. Kool herfst				
	19	Prei laat winter				
	20	CH. Kool zomer + ijssla herfst + gbm				
	21	ijssla zomer + gbm	2	3	4	12
Braakveldjes	22a	braak onbemest				
	22b	gewas onbemest	2	3	4	24
	22c	rest van het veld				
	26a	braak onbemest				
	26b	gewas onbemest	2	3	4	24
	26c	rest van het veld				
	40a	braak onbemest				
	40b	gewas onbemest	2	3	4	24
	40c	rest van het veld				
						96

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

perceel gewas 2001		gewassen						gbm						totaal						
		produkt			gewasrest			bepalingen			totaal									
		opbr	N	P	K	opbr	N	P	K	C	opbr	N	P	K	C					
Meterik	27	ijssla vr bed + gbm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	2	2
	26	prei winter 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1
	25	ijssla v + z + gbm	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	2
	24	Ch. Kool vr + herfst+ GBM	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	5	5
	23	gbm + ijssla herfst	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
	34	prei winter 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	0
	36	ijssla zomer + herfst + graan/gbm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	1
	35	graan/gbm + ch. Kool h. bewaar	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	0
	22	ijssla v of z _ Ch. Kool herfst	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	2
	19	Prei laat winter	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	0
	20	CH. Kool zomer + ijssla herfst + gbm	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	5	5
	21	ijssla zomer + gbm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	2
braakveldjes	22a	braak onbemest	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	2
	22b	gewas onbemest													0	0	0	0	0	0
	22c	rest van het veld													0	0	0	0	0	0
	26a	braak onbemest	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1
	26b	gewas onbemest													0	0	0	0	0	0
	26c	rest van het veld													0	0	0	0	0	0
	40a	braak onbemest	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1
	40b	gewas onbemest													0	0	0	0	0	0
40c	rest van het veld													0	0	0	0	0	0	
		47 47 47 47 47 19																		