



Kernbedrijf Meterik

Resultaten eerste fase



A.L. Smit &
J.J. de Haan (eds.)

Kernbedrijf Meterik

Resultaten eerste fase

A.L. Smit & J.J. de Haan (eds.)

Telen met toekomst
oktober 2004
OV 0415



Telen met toekomst

Colofon

Uitgever:

Plant Research International B.V.

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

© 2004 Wageningen, Plant Research International B.V.

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

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

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

Informatie over Telen met toekomst

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

Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
1. Samenvatting	3
1.1 Resultaten	3
1.2 Discussie en conclusies	6
2. Opzet onderzoek	7
2.1 Opzet bladgewassenbedrijf	7
2.2 Opzet preibedrijf	9
2.3 Opzet aardbeibedrijf	10
2.4 Opzet procesonderzoek	11
3. Resultaten	13
3.1 Bladgewassenbedrijf	13
3.2 Preibedrijf	28
3.3 Aardbeienbedrijf	37
4. Waterkwaliteit	45
4.1 Metingen Alterra	45
4.2 Metingen RIVM	46
5. Discussie en conclusie	55
5.1 Meetresultaten	55
5.2 Knelpunten en oplossingsrichtingen	57
5.3 Conclusies en discussiepunten	60
6. Referenties	63
Bijlage I. Overzicht behaalde resultaten en waarden in cirkel	2 pp.
Bijlage II. Bemestingsstrategieën	3 pp.
Bijlage III. Resultaten van de veldanalyses (RIVM-metingen)	2 pp.
Reeds verschenen externe rapporten Telen met toekomst	

Voorwoord

J.W.A. Langeveld (Plant Research International) & J.J. de Haan (Praktijkonderzoek Plant en Omgeving)

De samenleving vraagt om een schone en veilige landbouwproductie. Het bedrijf van de toekomst moet voldoen aan allerlei door de maatschappij gestelde voorwaarden en wensen, terwijl tegelijk het behalen van voldoende opbrengst van goede kwaliteit essentieel blijft voor het bedrijfsinkomen. Het terugdringen van de emissies van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen is één van de belangrijkste speerpunten bij de ontwikkeling van maatschappelijk gewenste productiesystemen. Telen met toekomst stelt zich ten doel zulke systemen te ontwikkelen die voldoen aan de toekomstige eisen. Dit gebeurt op vier onderzoekslocaties (kernbedrijven), waar onderzoek wordt gedaan naar vijf thema's:

- schoon milieu (nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen),
- duurzaam beheer productiemiddelen (bodem en eindige grondstoffen als water en energie),
- kwaliteitsproductie,
- economische duurzaamheid,
- multifunctionaliteit (natuur en landschap).

De opzet van Telen met toekomst is weergegeven in twee projectplannen¹.

Het geïntegreerde bedrijfssystemenonderzoek op de proeflocatie Meterik fungeert als kernbedrijf voor de vollegrondsgroenten (met name op zandgrond). Bij het onderzoek op dit 'bedrijf' wordt speciale aandacht besteed aan processen in bodem en water die de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater en het duurzaam beheer van de bodem sterk kunnen beïnvloeden, zoals bijvoorbeeld (de)nitrificatie, mineralisatie en uitspoeling. De opzet van onderzoek is elders beschreven². Het voorliggende rapport beschrijft de eerste onderzoeksresultaten over het teeltjaar 2001. Het rapport geeft een zo compleet mogelijk beeld van de teelt en bijhorende gevolgen voor de waterkwaliteit, gemeten in winter en voorjaar 2002.

Dit rapport is het resultaat van een intensieve samenwerking van verschillende instituten: Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Plant Research International, Alterra, NMI en RIVM. De auteurs van de verschillende hoofdstukken staan in de tekst vermeld. Hiernaast hebben velen anderen bijgedragen aan het onderzoek. Hoewel het ondoenlijk is om iedereen op te sommen willen we hier speciaal noemen: Huub Coenen (bedrijfsleider), Patrick Koot, Pascal Wanten (onderzoekers op de locatie) en Herman Smid (bemonstering).

De opzet van dit rapport is als volgt. Hoofdstuk 1 geeft een samenvatting van de resultaten. De opzet van het onderzoek wordt kort beschreven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 volgen de resultaten voor de verschillende bedrijven op Kernbedrijf Meterik, namelijk het bladgewassenbedrijf, het preibedrijf en het aardbeibedrijf. Voor elk bedrijf wordt aandacht geschonken aan de resultaten op het gebied van nutriënten, gewasbescherming, duurzaam beheer productiemiddelen en kwaliteitsproductie. Met name op het bladgewassenbedrijf is ondersteunend onderzoek verricht naar achterliggende processen (bijvoorbeeld de stikstofmineralisatie). In hoofdstuk 4 wordt de verkregen waterkwaliteit behandeld (metingen RIVM en Alterra). Hoofdstuk 5 rondt af met een discussie en oplossingsrichtingen.

¹ *Projectplan 'Telen met toekomst'*. Publicatie no. 2. Juni 2001. Jacques Neeteson, Rennie Booij, Wim van Dijk, Janjo de Haan, Annette Pronk, Harm Brinks, Peter Dekker en Hans Langeveld.

Detailering projectplan 'Telen met toekomst'. Publicatie no. 3. Juni 2001. Rennie Booij, Wim van Dijk, Bert Smit, Frank Wijnands, Hans Langeveld, Janjo de Haan, Annette Pronk, Jaap Schröder, Jet Proost, Harm Brinks, Peter Dekker, Philip Ehlert.

² *Projectplan 'Telen met toekomst'*. *Kernbedrijf Meterik*. Mei 2002. J.W.A. Langeveld (red.). Interne publicatie VGKBPP.

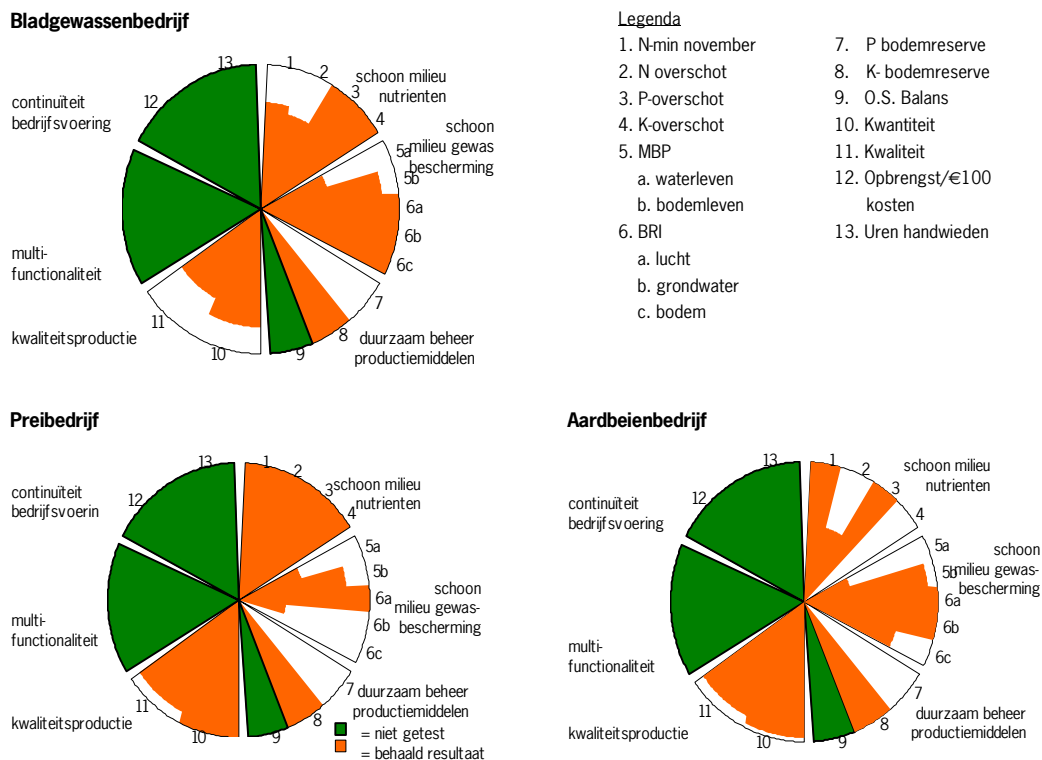
1. Samenvatting

A. Evenhuis (PPO), J.J. de Haan (PPO), A.L. Smit (PRI), K.B. Zwart (Alterra), A. Smit (Alterra), R. van den Berg (RIVM), R. Postma (NMI) & A.A. Pronk (PRI)

1.1 Resultaten

Algemeen

Het kernbedrijf Meterik bestaat uit 3 bedrijfssystemen, het bladgewassenbedrijf, het preibedrijf in rotatie met akkerbouwgewassen en het aardbeienbedrijf. Het bladgewassenbedrijf en het preibedrijf hebben een klein analysedeel waarin vergaande maatregelen getest worden. In het analysedeel is het behalen van de milieudoelen het belangrijkste. In het synthese deel staat de continuïteit van de bedrijfsvoering voorop. Figuur 1 geeft een totaalbeeld van de bedrijfssystemen met per maatstaf de streefwaarde (buitenkant van de cirkel) en realisatie (ingekleurde segmenten). Details over maatstaven, streefwaarden en resultaten zijn te vinden in Bijlage I.



Figuur 1. Realisering van de gewenste resultaten (relatief) van het preibedrijf, bladgewassenbedrijf en aardbeienbedrijf. Buitenkant van de cirkel geeft het doel weer, het geverfde vlak geeft aan in hoeverre het doel behaald is.

Bij het bladgewassenbedrijf worden de streefwaarden voor de emissie van pesticiden, K-getal en organische stof gehaald. Voor de overige parameters zijn de resultaten wisselend. Op het preibedrijf worden de doelstellingen voor nutriënten, K-getal, organische stof en productie gehaald. Op het gebied van gewasbescherming zijn er wisselende resultaten. Het aardbeienbedrijf voldoet aan de streefwaarde voor K-getal en organische stof. Stikstof en kali-overschotten zijn hoger dan de streefwaarde. Streefwaarden voor kwaliteit en productie worden niet gehaald.

Schoon milieu nutriënten

Op het bladgewassenbedrijf wordt de streefwaarde voor N-min november niet gehaald, maar het tekort lijkt overbrugbaar. Op het preibedrijf en aardbeienbedrijf wordt de streefwaarde voor N-min november wel gehaald.

De MINAS-overschotten worden in alle gevallen gehaald. Op het preibedrijf wordt de streefwaarde voor het werkelijk N-overschot van 60 kg ha⁻¹ bereikt. Wordt het akkerbouwgedeelte meegeteld (suikerbieten) dan wordt de streefwaarde voor zowel het MINAS-overschot als het werkelijk overschot niet gehaald door een te ruime bemesting met alleen dierlijke mest. Het bladgewassenbedrijf en het aardbeienbedrijf halen de streefwaarde voor het werkelijk overschot niet. Op het aardbeienbedrijf wordt dit met name veroorzaakt door de lage afvoer. De streefwaarde voor het fosfaatoverschot wordt gerealiseerd in alle systemen, mede omdat nauwelijks fosfaat aangevoerd wordt en nauwelijks gebruik gemaakt wordt van dierlijke mest. Het bladgewassenbedrijf en het preibedrijf realiseren de streefwaarde voor het kali-overschot. Bij aardbei is kali-aanvoer veel hoger dan de afvoer, waardoor de streefwaarde voor het kali-overschot niet gehaald wordt (Tabel 1).

Om de streefwaarden voor N-min november en het stikstofoverschot te halen is één optie het aanpassen van de bemestingsadviezen. Daarnaast kunnen strategieën voor fertigatie en rijenbemesting kunnen mogelijk nog verfijnd worden. Hiervoor is een adequate inschatting van de voedingstoestand van de bodem en de nutriëntenbehoefte van het gewas noodzakelijk.

Tabel 1. *Stikstof en fosfaatoverschotten volgens MINAS en werkelijk en N-min november (0-90 cm) in kg ha⁻¹ in 2001.*

	N-min november	MINAS overschot		Werkelijk overschot	
		Stikstof	Fosfaat	Stikstof	Fosfaat
Streefwaarde	45	60	20	60	0
Bladgewassenbedrijf	58	-3	-63	79	-38
Preibedrijf	43	58	-65	10	-87
Aardbeienbedrijf	29	-134	-65	87	-6

Duurzaam beheer productiemiddelen

De Pw varieert per bedrijf van 99 tot 129 en is daarmee veel hoger dan de streefwaarde van 30. Met de negatieve fosfaatoverschotten in alle bedrijfssystemen is de verwachting dat de Pw wel gaat dalen in de richting van de streefwaarde. In de afgelopen jaren bleek de daling echter nog niet of nauwelijks op te treden. Het K-getal ligt met 15 en 17 binnen de streefwaarde van 11 – 19. Met behulp van modellen is verder berekend dat het gehalte organische stof een licht dalende tendens vertoont.

Schoon milieu gewasbescherming

Op het bladgewassenbedrijf worden alle streefwaardes voor emissie (BRI) gehaald (Tabel 2). Op het preibedrijf en aardbeienbedrijf wordt de streefwaarde van BRI-bodem en in mindere mate van BRI-grondwater overschreden; de streefwaarde voor lucht wordt wel op beide bedrijven gehaald. De belangrijkste middelen die bijdragen aan de overschrijding van de streefwaarden zijn de fungiciden Folicur, Kenbyo, Corbel en Paraat en de herbicide Chloor-IPC.

In geen van de systemen wordt de doelstelling voor schade aan organismen (MBP) gehaald. Op het preibedrijf zijn het vooral de middelen tegen bladvlekkenziektes en Decis die de normen overschrijden.

Op het bladgewassenbedrijf en het aardbeienbedrijf worden de schadeparameters vooral overschreden door het gebruik van Eupareen, Pirimor, Decis en Acarstin (de laatste alleen op het aardbeienbedrijf).

Tabel 2. Resultaten op bedrijfsniveau voor emissie, schade en gebruik van pesticiden.

Maatstaf	Eenheid	Doel	Bladgewassen	Prei	Aardbeien
BRI-lucht	kg ha ⁻¹	0,70	0,38	0,41	0,40
MBP-waterleven	% toepassingen <10	100%	50%	50 %	39%
BRI-grondwater	ppb	0,50	0,07	0,82	0,13
BRI-bodem	kg dagen ha ⁻¹	200	188	401	257
MBP-bodemleven	% toepassingen <100	100%	88%	83 %	93%
Actieve stofgebruik	kg ha ⁻¹	2,6	2,8	3,9	5,1

Productie en kwaliteit

In het bladgewassenbedrijf werd niet voldaan aan de norm voor productie en kwaliteit. De productie bleef 20% en de kwaliteit 30% achter. Twee teelten ijsla werden niet geoogst vanwege inwendig rand en luis. Bij Chinese kool werd de kwaliteitsnorm niet gehaald door koolvlieg in de vroege teelt en *Alternaria* in de late teelt. In een van de twee preiteelten werd de kwaliteitsnorm niet gehaald vanwege bladvlekken.

Bij het preibedrijf werd de streefwaarde voor de opbrengst gehaald. De kwaliteitsnorm werd net niet gehaald. Trips veroorzaakten vooral een probleem in de herfstteelt van prei, waardoor 60% van de prei in klasse 1 viel (streefwaarde 80%). Bij de winterteelten waren met name de bladvlekkenziekten een probleem, desondanks werd de streefwaarde voor kwaliteit (60% klasse 1) evenals bij de zomerprei gehaald.

In de productieteelt aardbei werd een voldoende hoge opbrengst gehaald. De streefwaarde voor kwaliteit werd echter niet gehaald. Dit werd veroorzaakt door een te hoog percentage klasse 2 als gevolg van kromme aardbeien.

Waterkwaliteit

Metingen in het bovenste grondwater laten zien dat kernbedrijf nog ver verwijderd is van de nitraatnorm van 50 mg nitraat per liter, gemiddeld over het bedrijf werd een nitraatgehalte van 146 mg per liter gemeten. Een concentratie die ook hoger is dan het gemiddelde van alle deelnemende Tmt bedrijven. Vergeleken met de deelnemende vollegrondsgroentebedrijven is er sprake van een middenmoot positie. Verschillen tussen de verschillende bedrijfsonderdelen konden (nog) niet aangetoond worden.

De fosfaatconcentratie in het grondwater was op Meterik laag in vergelijking met Tmt-vollegrondsgroentebedrijven, die overigens ook allemaal onder de norm van 0,4 mg l⁻¹ (P) zitten.

Metingen in het bodemvocht (onder de bewortelde zone) door Alterra laten grote verschillen tussen de percelen zien. Op verschillende systeempcelen worden aan het eind van het jaar 2001 hoge gehalten (>300 mg nitraat l⁻¹) gevonden. Deze stikstof verdwijnt (spoelt uit) in de daaropvolgende maanden.

Procesonderzoek

Het procesonderzoek richt zich op het in beeld brengen van de nutriëntenstromen, waarbij de orde van grootte van stikstofmineralisatie, denitrificatie en uitspoeling is geschat. Afgaande op de bepaling van de potentiële mineralisatie zou bijna 1.7 kg N/ha/dag kunnen mineraliseren, waarvan ca. 50% in de laag 30-90 cm. Aangelegde braakveldjes lieten echter een mineralisatiesnelheid van 0.4-0.7 kg N/ha/dag zien. Een aanzienlijk lagere snelheid dus, mogelijk veroorzaakt door ongunstiger omstandigheden in het veld: lagere temperatuur, de vochtstatus of door tussentijdse uitspoeling. De indruk bestaat dat er op Meterik op jaarbasis minstens 100-150 kg N tijdens het groeiseizoen mineraliseert, een hoeveelheid waar terdege rekening moet worden gehouden bij het bepaling van de N-gift. Denitrificatie lijkt op Meterik geen rol van betekenis te kunnen spelen, dit betekent dat vrijwel alle niet opgenomen stikstof die onder de wortelzone terechtkomt uiteindelijk in het grond- en /of oppervlaktewater zal belanden.

1.2 Discussie en conclusies

Het grootste knelpunt in de aangelegde systemen is de nitraatuitspoeling. Ondanks een niet extreem hoge N_{min} najaar en N-overschot voor de verschillende bedrijven wordt de norm voor het grondwater nog lang niet gehaald. Kijkend naar de N_{min} cijfers bij oogst van de verschillende gewassen dan is hier nog verbetering mogelijk. Overschrijdingen van de streefwaarde (45 kg N in het profiel) werden met name veroorzaakt door de dubbelteelten sla en Chinese kool en prei laat winter. Ondanks dat stikstof-efficiënte (diepere en intensievere beworteling) en stikstofinefficiënte gewassen werden afgewisseld werd ook in het analysedeel de streefwaarde niet gehaald. Overschrijding in het analysedeel vond ook plaats bij de herfstteelt sla. Geconcludeerd kan worden dat op Meterik met name tussentijdse uitspoeling en de hoge mineralisatie (ook onder de bewortelde zone) een rol spelen. De conclusie moet dan ook zijn dat er bij de bemesting nog meer rekening gehouden moet worden met de N die van nature vrijkomt uit bodem, maar ook uit ondergewerkte gewasresten. Als deze N niet goed door een volggewas kan worden opgenomen zal afvoer van gewasresten een optie kunnen zijn om overschotten verder te verkleinen en daarmee de nitraatuitspoeling.

2. Opzet onderzoek

2.1 Opzet bladgewassenbedrijf

Opzet bedrijf

A. Evenhuis, J.J. de Haan & P.J. Wanten (PPO)

Op het bladgewassenbedrijf wordt ijssla en Chinese kool geteeld in een vierjarige vruchtwisseling. Deze gewassen zijn gekozen uit de brede groep van bladgewassen. Daarnaast wordt winterprei geteeld ter invulling van de beschikbare arbeid in de winter. Het bladgewassenbedrijf bestaat uit een synthesesedeel wat aansluit op de praktijk en een analysedeel waarin de milieudoelen wat betreft nutriënten voorop staan. Het synthesesedeel beslaat 8 percelen, het analysedeel 4 percelen. In het synthesesedeel ligt dus de vruchtwisseling dubbel om alle teeltwijzes voldoende aanwezig te hebben. De vruchtwisselingen staan in Tabel 3, de teeltplattegrond staat in Figuur 2. Het synthese en analysedeel verschillen wat betreft bemesting. De gewasbeschermingstrategieën zijn vergelijkbaar.

De gewassen in het synthesesedeel worden bemest volgens standaard NBS-systemen. In het synthesesedeel wordt uitgegaan van 3 teelten ijssla in twee jaar. Deels zijn dit dus dubbelteelten. De bladgewassen ijssla en Chinese kool worden gevolgd door een groenbemester om stikstof vast te leggen. Om de Pw langzaam af te bouwen wordt in het synthesesedeel beperkt fosfaat aangevoerd met dierlijke mest. Van de afgevoerde fosfaat wordt maximaal de helft gecompenseerd. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de dunne fractie van bewerkte varkensdrijfmest.

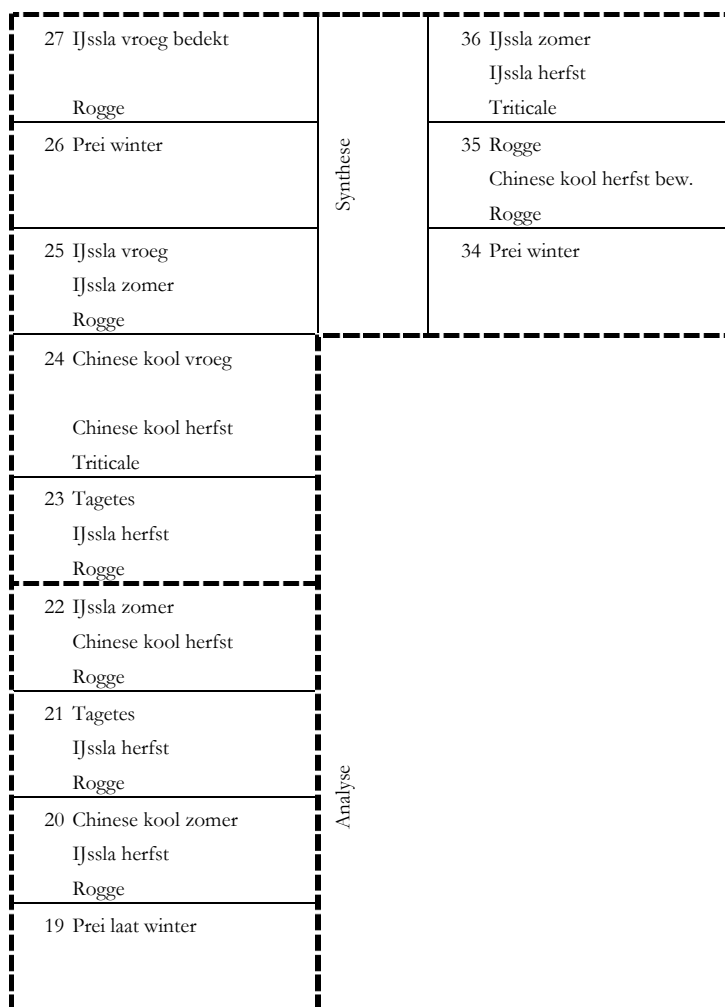
In het analysedeel is het economisch resultaat is van minder belang. Zoveel mogelijk worden stikstof efficiënte en inefficiënte gewassen afgewisseld. Daarom worden de in het analyse deel de dubbelteelten Chinese kool en IJssla vervangen door de combinaties IJssla-Chinese kool en Chinese kool-IJssla. De prei word gefertigeerd, waardoor de N-aanvoer beperkt kan worden. In het systeem wordt geëxperimenteerd met alternatieve bemestingsmethoden, zoals slow release formuleringen (Entec, Cultan). In het systeem worden oogstresten van de laatste teelten verwijderd om minder stikstof in het profiel over te houden.

Meer informatie over de opzet van het systeem is te vinden in het projectplan voor het kernbedrijf³.

³ *Projectplan 'Telen met toekomst'. Kernbedrijf Meterik. Mei 2002. J.W.A. Langeveld (red.). Interne publicatie VGKBPP*

Tabel 3. *Vruchtwisseling bladgewassenbedrijf.*

Jaar	Synthese	Analyse	
1	Ijssla vroeg bedekt + Rogge	Tagetes + Ijssla herfst + Rogge	Ijssla zomer + Chinese kool herfst + Rogge
2	Prei winter 1	Prei winter 2	Prei laat winter
3	Ijssla zomer + Ijssla herfst + Triticale	Ijssla zomer + Ijssla herfst + Rogge	Chinese kool zomer + Ijssla herfst + Rogge
4	Triticale + Chinese kool herfst bewaar	Chinese kool vroeg Chinese kool herfst + Triticale	Tagetes + Ijssla herfst + Rogge



Figuur 2. *Plattegrond bladgewassenbedrijf. Nummers zijn perceelscodes. Synthesedeel bestaat uit percelen 23 t/m 27 en 34 t/m 36. Analysedeel bestaat uit percelen 19 t/m 22.*

2.2 Opzet preibedrijf

Opzet bedrijf

A. Evenhuis, J.J. de Haan & P.J. Wanten (PPO)

Het preibedrijf is een gespecialiseerd bedrijf waar alleen prei geteeld wordt. Voor de verruiming van de rotatie en uitbreiding van het areaal is dit bedrijf aangewezen op grondruil met akkerbouwers of veehouders. In het systeem is dit ingebouwd door de opname van akkerbouwgewassen. Prei wordt geteeld in een 1 op 3 rotatie afgewisseld werd met een graanachtige (maïs) en een industriegeewas (conservenerwt, stamslaboon of waspeen) (Figuur 3 en Tabel 4). In 2001 werden echter op het gehele akkerbouwgedeelte suikerbieten geteeld omdat de opzet van het preibedrijf niet op tijd klaar was. Beschreven resultaten hebben alleen betrekking op de prei, tenzij anders vermeld. Meer informatie over de opzet van het systeem is te vinden in het projectplan voor het kernbedrijf⁴.

Tabel 4. Vruchtwisseling preibedrijf in combinatie met akkerbouwgewassen. In 2001 is gekozen voor suikerbieten op het hele akkerbouwdeel van het perceel.

Jaar/blok	Synthese	Analyse
1	Prei zomer +gbm	Prei laat herfst
2	Maïs	Maïs
3	Conservenerwt/Stamslaboon of Waspeen	Conservenerwt/Stamslaboon of Waspeen

37 Prei laat winter		39 Prei zomer + bladrammenas		41 Suikerbiet		45 Suikerbiet
38 Prei laat herfst		40 Prei laat herfst	A n a l y s e	42 Suikerbiet		46 Suikerbiet
				43 Suikerbiet		47 Suikerbiet
				44 Suikerbiet		48 Suikerbiet

Figuur 3. Plattegrond Preibedrijf met akkerbouwgewassen. Nummers zijn perceelscode. Synthesedeel bestaat uit percelen 37, 38, 39, 41, 44, 45, 46, 47 en 48. Analysedeel bestaat uit percelen 40, 42 en 43.

Het preibedrijf bestaat uit een synthesedeel wat dicht bij de praktijk staat en een analysedeel waar de milieudoelen voorop staan. In het synthesedeel zijn drie teeltwijzen prei opgenomen: zomer, laat herfst en laat winter. In het analysedeel is alleen een prei laat herfst opgenomen.

In het synthese deel wordt de stikstofbemesting uitgevoerd volgens NBS, zoals dat gangbaar is in de praktijk. Wel zijn de streefwaarden aangepast aan ervaringen met de prei op Meterik. Om de Pw af te

⁴ Projectplan 'Telen met toekomst'. Kernbedrijf Meterik. Mei 2002. J.W.A. Langeveld (red.). Interne publicatie VGKBPP.

bouwen word geen fosfaat aangevoerd. Alleen uitgeteste bedrijfszekere technieken worden ingezet om het risico voor opbrengstderving beperkt te houden en het economisch resultaat optimaal. De suikerbieten zijn op een gangbare wijze geteeld.

In het analyse deel wordt geëxperimenteerd met fertigatie. Om de Pw af te bouwen wordt geen fosfaat aangevoerd. Groenbemesters worden ingezet na de zomerprei.

2.3 Opzet aardbeibedrijf

Opzet bedrijf

A. Evenhuis, J.J. de Haan & P.J. Wanten (PPO)

Het gespecialiseerd aardbeienbedrijf bevat zowel gekoelde productieteelten als een wachtbeddenteelt. In de zesjarige vruchtwisseling zijn drie productieteelten, één wachtbeddenteelt en twee rustjaren opgenomen. De vruchtwisselingen staan in Tabel 5. Er is geen onderscheid in een synthese en een analysedeel.

In 2001 werd in verband met *Trichodoriden* voorafgaand aan de late aardbeienteelt gekozen voor zwarte braak in plaats van de teelt van een groenbemester. Als rustgewas werd gekozen voor *Tagetes*, vanwege *Pratylenchus penetrans* besmettingen. Meer informatie over de opzet van het systeem is te vinden in het projectplan voor het kernbedrijf.

Tabel 5. *Vruchtwisseling en plattegrond aardbeienbedrijf. Rustgewassen waren in 2001 Tagetes. Nummers in plattegrond geven perceelscodes weer.*

Jaar	Synthese	
1.	Aardbei vroeg + bladrammenas	33 Aardbei gekoeld vroeg Bladrammenas
2.	Rustgewas	
3.	Tagetes + Wachtbed	32 Tagetes Aardbei wachtbed
4.	Braak + Aardbei laat	
5.	Rustgewas	31 Tagetes
6.	Aardbei middenvroeg +gbm	30 Aardbei gekoeld middenvroeg Rogge
		29 Braak Aardbei gekoeld laat
		28 Tagetes

2.4 Opzet procesonderzoek

A.L. Smit & A.A. Pronk (PRI)

Bij het streven naar lage overschotten, een lage N_{min} bij de oogst en lage tussentijdse uitspoeling moeten vraag en aanbod van N zo goed mogelijk gematcht worden in ruimte (plaats in het profiel) en tijd. Een goede bemestingstrategie houdt dan in veel gevallen een deling van giften in. Maar ook dat op voorhand rekening gehouden wordt met de stikstof die vrijkomt uit mineralisatie uit grond en overgebleven gewasresten.

Door hier expliciet rekening mee te houden kunnen in bepaalde gevallen te hoge N_{min} waarden bij de oogst worden voorkomen. Aan de andere kant vraagt dit ook een goede kennis van de vraag van het gewas op elk moment. Naast voorspellen van het groeiverloop is ook de uitbreiding van het wortelstelsel in de diepte een factor van belang wordt. Bij het uitvoeren van het procesonderzoek op het kernbedrijf Meterik is rekening gehouden met bovenstaande zaken.

Kwantificeren van stromen

Het gaat hier om de relatie tussen gemeten (of geschatte) emissies van nutriënten en de teeltkundige activiteiten in de aangelegde systemen. Het kwantificeren van (stikstof en fosfaat) stromen naar de omgeving (uitspoeling en denitrificatie) wordt uitgevoerd door Alterra. De aangelegde bedrijfssystemen worden beoordeeld op de haalbaarheid en betrekking tot milieudoelen en duurzaamheid. De relatie tussen afgeleide milieuparameters (bijvoorbeeld balansoverschotten, N_{min} in het najaar) en de milieudoelen worden onderzocht. Een en ander brengt met zich mee dat aan- en afvoer van nutriënten per perceel vastgesteld worden, hier wordt soms uitgegaan van standaardgehalten maar in veel gevallen wordt bij de oogst van gewasmateriaal (gewasresten als ook producten) de gehalten aan nutriënten bepaald.

Matchen van vraag en aanbod

Een mismatch, zowel in ruimte als tijd, tussen N-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, CropScantechnieken en bladanalyse. Voor de aanbodzijde zijn schatters van de mineralisatie (model, monsternamen, incubatie van grond) relevant, andere afgeleide metingen zijn de bewortelingsdiepte in samenhang met het transport van nutriënten in het profiel.

Informatie omtrent het laatste punt komt beschikbaar door frequent de N_{min} gehalten in verschillende lagen van het profiel te meten tijdens de groeiperiode. Een beter inzicht in de processen die tot verliezen aanleiding geven kan leiden tot verbeterde bemestingsstrategieën op gewas- of bedrijfsniveau.

Naast een uitgebreide monitoring van de N_{min} status gedurende en na de verschillende teelten wordt via deelonderzoeken getracht meer kennis te verkrijgen van stikstofmineralisatie. Op Kernbedrijf Meterik waren nog nauwelijks indicaties omtrent de grootte van de stikstofmineralisatie, met name van de diepere bodemlagen.

Daartoe zijn sinds 2001 permanente braakvelden aangelegd op twee percelen op het Bladgewassenbedrijf. Hier wordt ook de stikstofopname van een onbemest gewas bepaald. De gewasonttrekking geeft dan een eerste idee van de jaarlijkse mineralisatie. Tezamen met intensieve N_{min} waarnemingen op de braakveldjes kan hiermee een beeld worden gevormd van de stikstofmineralisatie in de loop van het jaar. Deze waarnemingen worden gebruikt bij het bepalen van een bemestingsstrategie die beter rekening houdt met de N-mineralisatie. Door de braakveldjes ook in volgende jaren op dezelfde plaats

aan te houden kan tevens een indruk gekregen worden hoe snel de achtergrond mineralisatie terugloopt bij het ontbreken van een aanvoer van organische stof.

Ook op het Preibedrijf is incidenteel een 0N en braakveldje aangelegd om een indruk te krijgen van de achtergrond mineralisatie, dit is gedaan op een gefertigeerd prei perceel omdat met name bij fertigatie een goede schatting van de mineralisatie van belang is.

Een verdere indicatie van de mineralisatie kan nog gehaald worden uit een laboratorium bepaling van de potentiële mineralisatie: in het voorjaar genomen monsters worden ingezet onder omstandigheden die optimaal zijn voor de mineralisatie. Onderzocht is of de hoeveelheid stikstof die na 12 weken is gemineraliseerd gebruikt kan worden als indicatie voor de mineralisatie onder veldomstandigheden.

Risicoanalyse

Emissies beperken gaat gepaard met 'op het scherp van de snede' bemesten. Vaak is niet duidelijk wat voor de teler hierbij de risico's zijn op een mogelijk optredend tekort. Om hierover een risicoanalyse uit te kunnen voeren is het van belang om van verschillende processen de snelheid en ook de mate van onzekerheid te kennen. In dit kader is het bijvoorbeeld van belang om de snelheden van processen als gewasopname, mineralisatie en uitspoeling te kwantificeren. Uiteindelijk kan een bepaalde bemestingsstrategie dan niet alleen beoordeeld worden op een mogelijke verlaging van de emissies maar voor een ondernemer ook de kans op een mogelijk tekort en daarmee opbrengstderving gedurende de teelt.

Organische stof

In samenwerking met het NMI zal een aantal deelvragen over het organische stof management behandeld worden. In eerste instantie betreft het hier het doorrekenen van de aangelegde systemen voor wat betreft de duurzaamheid van organische stof beheer. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van het koolstofafbraakmodel MINIP (Janssen, 1984; 1986), een model waarin de afbraak van koolstof (C) verloopt volgens een exponentiële afbraakcurve:

$$\frac{dY}{dt} = -kY$$

waarin Y de hoeveelheid organisch C (kg/bouwvoor) is, t de tijd (jaren) en k de relatieve afbraaksnelheid ($k=2.82 \cdot t^{-1.6}$, (-)). De relatieve afbraaksnelheid k is niet constant in de tijd. Integratie van vergelijking 1 levert een constante op die de *apparent initial age* genoemd wordt, a (jaren). De stikstof (N) mineralisatie is een bijkomend product uit het model MINIP.

Het model is gevalideerd aan de hand van C-mineralisatiemetingen en N-mineralisatiemetingen in het laboratorium van braakplotjes, aangelegd in 2001. Tevens is de berekende Nmineralisatie vergeleken met veldmetingen op braakplotjes.

Daarna zijn de C-balansen van de percelen 22, 24, 26 en 34 voor de periode 1991-2000 doorgerekend met de gemeten initiële condities en de gerealiseerde input van organische C. Deze percelen liggen allen in het bladgewassenbedrijf. De bekende standaardwaarden voor C-afbraak van de bodem en van de inputs aan C zijn hiervoor gebruikt, waarbij de effecten van oogstresten, organische bemestingen, het onderwerken van stro e.d. op de C-huishouding en de N-mineralisatie berekend zijn. Op deze percelen is geen organische mest aangevoerd in de periode van 1991-2000.

3. Resultaten

3.1 Bladgewassenbedrijf

Schoon milieu nutriënten

A. Evenhuis, J.J. de Haan, P.J. Wanten (PPO) & A.L. Smit (PRI)

Evaluatie bemesting

In de bemesting wordt uitgegaan van algemeen geldende bemestingsadviezen en wordt gebruik gemaakt van bijmestsystemen of geleide systemen.

Ijssla

De bemesting van ijssla is gebaseerd op het stikstofbijmeststelsel. Bij vroege teelten werd een hogere startgift gegeven dan bij zomerteelten in verband met lagere beschikbaarheid van stikstof uit mineralisatie in de vroege teelten. De inzet van organische mest bleef beperkt tot een herfstteelt ijssla in het synthese deel omdat de toedieningsmachine niet eerder beschikbaar was. Bewerkte VDM werd toegepast in de vorm van rijenbemesting, waardoor de opname-efficiëntie hoger is. Bij dubbelteelten werd geen startgift gegeven bij aanvang van de tweede teelt. In Bijlage II staan de bemestingsstrategieën van de ijssla.

Chinese kool

Chinese kool werd bemest volgens het stikstofbijmeststelsel. Bij een nateelt Chinese kool werd geen startgift gegeven. In Bijlage II staan de bemestingsstrategieën van de Chinese kool.

Prei

Zowel in het synthese deel als in het analyse deel werd winterprei geteeld. De winterprei in het synthese-deel werd bemest volgens het stikstofbijmeststelsel, aangepast op basis van ervaringen uit BSO (zie hoofdstuk 2.2). In het analyse deel werd fertigatie toegepast. In Bijlage II staan de bemestingsstrategieën van de prei.

Groenbemesters en nateelt maatregelen

Als groenbemester werd rogge geteeld na de bladgewassen. Dit gewas is bedoeld om de stikstof vast te leggen en wordt daarom niet bemest. De rogge werd ingewerkt vlak voor de teelt in 2002. Gekozen werd voor rogge omdat het winterhard is, laat gezaaid kan worden en vrijwel geen problemen met aaltjes geeft. Voor de Chinese kool herfst bewaar is triticale geteeld. Dit gewas is ook geoogst.

Nutriëntenbalansen

In Tabel 6 zijn de werkelijke en de MINAS stikstof- en fosfaatbalans op bedrijfsniveau weergegeven. De aanvoer volgens MINAS is de aanvoer uit mest. De MINAS-normen 2003 voor droge zandgronden worden in alle gevallen voor zowel stikstof als fosfaat gehaald. De streefwaardes voor de werkelijke overschotten van stikstof worden niet gehaald. Voor fosfaat worden de streefwaardes wel gehaald.

Tabel 6. *Werkelijke en MINAS stikstof- en fosfaatbalans bladgewassenbedrijf synthesesedeel (kg ha⁻¹).*

	Stikstof	Fosfaat
Totale aanvoer	212	4
Dierlijke mest	16	2
Kunstmest	146	0
Beregeningswater	8	0
Depositie	42	2
Werkelijke afvoer	134	42
Werkelijk overschot	79	-38
<i>Streefwaarde</i>	<i>60</i>	<i>0</i>
Aanvoer volgens MINAS	162	2
Forfaitaire afvoer MINAS	165	65
Overschot volgens MINAS	-3	-63
<i>Verliesnorm MINAS droge zandgronden 2003</i>	<i>60</i>	<i>20</i>

Het werkelijk stikstofoverschot is 19 kg ha⁻¹ hoger dan de streefwaarde. Bij toepassing van het aangescherpt NBS of Cultan in het analysesedeel was de aanvoer beduidend lager en werden de gewasresten afgevoerd waardoor de streefwaarde wel gehaald kon worden.

In 2001 werd nauwelijks dierlijke mest ingezet op het synthesesedeel van het bedrijf. Hierdoor werd weinig fosfaat aangevoerd, waardoor er geen verschil was met het analysesedeel van het bedrijf. In beide gevallen was het fosfaatoverschot sterk negatief.

Het synthesesedeel van het bladgewassenbedrijf had een negatief Kali-overschot van 16 kg K₂O ha⁻¹. In Tabel 7 staat per teeltwijze de stikstofbalans vermeld. Hoge overschotten komen nog voor in de vroege teelten waar de mineralisatie nog beperkt is en de groeiperiode lang. Ook de preiteelten met NBS hebben nog een groot overschot. De late teelten hebben over het algemeen een negatief overschot omdat geprofiteerd kan worden van de mineralisatie van het voorgaande gewas of groenbemester. In enkele gevallen was de stikstofaanvoer zelfs 0.

In een herfst teelt ijssla werd bewerkte varkensdrijfmest in de rij toegepast. Echter het gebruik van de mest leidde wel tot een onregelmatiger gewas en een lagere opbrengst. De toedieningstechniek moet nog verbeterd worden.

De aanvoer bij prei fertigatie was lager dan bij prei laat winter geteeld volgens NBS. De stikstofafvoer bij prei geteeld volgens NBS was echter hoger dan bij de gefertigeerde prei. Dit had tot gevolg dat bij prei bemest volgens NBS 42 kg N ha⁻¹ meer werd afgevoerd dan werd aangevoerd. Bij prei fertigatie was de afvoer vrijwel gelijk aan de aanvoer.

Tabel 7. *Werkelijke stikstofbalans per teeltwijze in kg ha⁻¹ excl. depositie. Planttijdstippen tussen analyse en synthese kunnen verschillen bij gelijke teeltwijzen.*

Systeem	Gewas	Teeltwijze	Aanvoer	Afvoer	Overschot	Opmerkingen
Synthese	Chinese kool	vroeg bedekt	176	68	108	
Analyse	Chinese kool	zomer	111	76	35	
Synthese	Chinese kool	herfst	6	63	-57	
Analyse	Chinese kool	herfst	6	156	-150	afvoer gewasresten
Synthese	Chinese kool	herfst bewaar	103	103	0	
Synthese	Ijssla	vroeg bedekt	204	55	149	twee teeltwijzen
Synthese	Ijssla	zomer vroeg	130	66	64	
Analyse	Ijssla	zomer vroeg	73	79	-6	
Synthese	Ijssla	zomer laat	10	38	-28	
Synthese	Ijssla	herfst vroeg	80	35	45	dierlijke mest
Analyse	Ijssla	herfst vroeg	130	115	15	afvoer gewasresten
Synthese	Ijssla	herfst laat	52	60	-8	
Analyse	Ijssla	herfst laat	76	130	-54	afvoer gewasresten
Synthese	Prei	winter vroeg	218	289	-71	afvoer gewasresten
Synthese	Prei	winter laat	184	202	-18	afvoer gewasresten
Analyse	Prei	winter laat	133	142	-9	fertigatie, afvoer gewasresten

In Tabel 8 staat per perceel de stikstofbalans vermeld. Hieruit blijkt dat bij toepassing van Cultan in plaats van NBS in de teelt van ijssla de aanvoer ongeveer 30 kg N ha⁻¹ lager is.

In het analyse deel werden de gewasresten van de laatste teelten in de herfst afgevoerd; in het synthese deel bleven ze op het land. Het afvoeren van de gewasresten had tot gevolg dat de stikstofafvoer groter was.

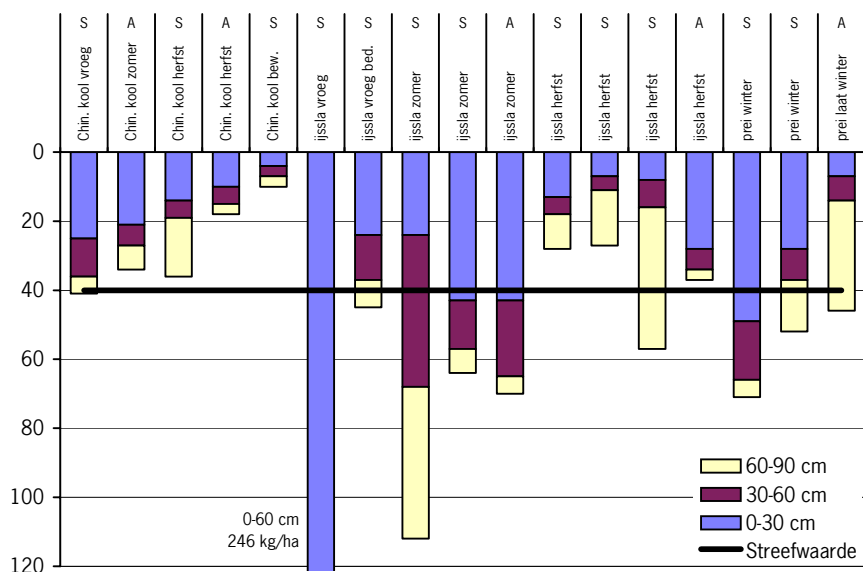
Bij de twee dubbelteelten ijssla is het stikstofoverschot gemiddeld hoger dan bij de dubbelteelt Chinese kool. Dubbelteelten in het analysedeel waarbij Chinese kool en ijssla gecombineerd worden komen uit met de laagste overschotten. Met name wanneer Chinese kool als tweede gewas geteeld wordt is de aanvoer van stikstof laag.

N-min na oogst

N-min na oogst geeft aan in hoeverre de bemesting was afgestemd op het gewas. Bij een van de vroege ijsslateelten was een enorme overschrijding van de streefwaarde (Figuur 4). De N-min na oogst van de overige gewassen was vaak ook hoger dan 40 kg N ha⁻¹ in de laag 0-30 voor ijssla en 0-60 cm voor Chinese kool. Dit geeft aan dat de bemesting, volgens de theorie, niet afgestemd was op de behoefte. Alleen bij de Chinese koolteelten en een enkele teelt ijssla was de N-min na oogst lager dan de gewenste 40 kg N ha⁻¹. Ijssla heeft mogelijk een minder hoge stikstofbuffer nodig heeft dan volgens NBS wordt aangenomen. De overschrijding zitten vooral in de vroege en zomerteelten, hetgeen suggereert dat een deel van de N-min na oogst verklaard wordt door onvermijdelijke mineralisatie. Het gebruik van Cultan is alleen uitgeteeld in herfstteelten, waar de overschrijdingen minder hoog waren. In die periode is de mineralisatie ook lager. In vergelijking met NBS was de N-min na oogst bij gebruik van Cultan iets lager. Desalniettemin zou gebruik van Cultan in vroegere teelten mogelijk ook een deeloplossing zijn. Een andere manier om de aanvoer te verminderen is rijenbemesting. Beide methode zullen nog getest moeten worden.

Tabel 8. *Werkelijke stikstofbalans per perceel in kg ha⁻¹ incl. depositie. Perceel 20 en 21 zijn gesplitst in 2 delen, een deel bemest volgens standaard NBS met KAS en een deel bemest met Cultan.*

Systeem	Perceel	Hoofdgewassen	Aanvoer	Afvoer	Overschot	Opmerkingen
Synthese	23	Ijssla	122	35	87	
Synthese	24	Chin. kool 2x	224	131	93	
Synthese	25	Ijssla 2x	256	93	163	
Synthese	26	Prei	260	289	-29	afvoer gewasresten
Synthese	27	Ijssla	246	55	191	
Synthese	34	Prei	226	202	24	afvoer gewasresten
Synthese	35	Chin. kool bewaar	145	103	42	
Synthese	36	Ijssla 2x	224	126	98	
Analyse	19	Prei	175	142	33	afvoer gewasresten
Analyse	20 Cultan	Chin. Kool + Ijssla	166	124	42	
Analyse	20 NBS	Chin. Kool + Ijssla	229	206	23	afvoer gewasresten
Analyse	21 Cultan	Ijssla	130	34	96	
Analyse	21 NBS	Ijssla	172	115	57	afvoer gewasresten
Analyse	22	Ijssla + Chin. kool	121	235	-114	afvoer gewasresten

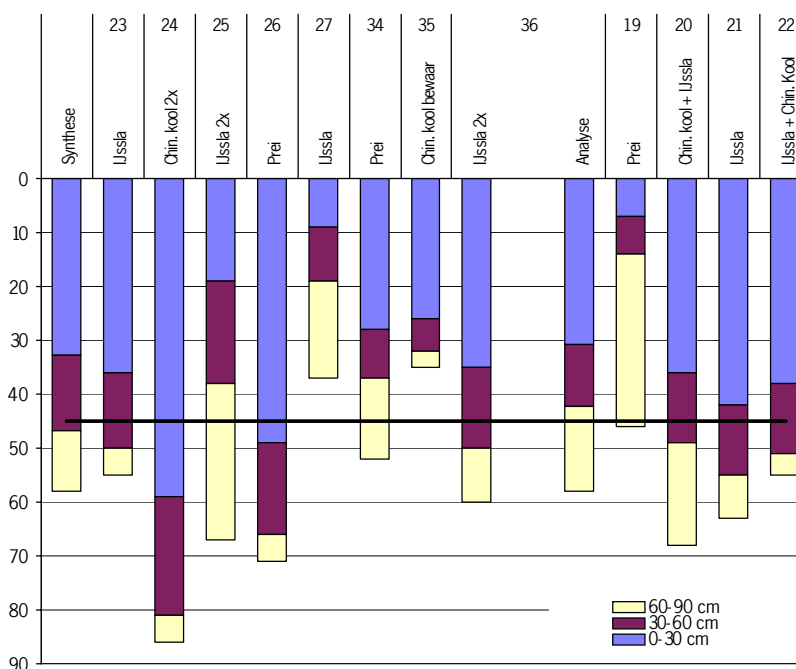


Figuur 4. *N-min na oogst per teeltactiviteit (kg ha⁻¹).*

N-min najaar

N-min najaar werd begin november gemeten (Figuur 5). Zowel het synthesesedeel als het analysesedeel voldeden op bedrijfsniveau nog niet aan de streefwaarde van 45 kg N ha⁻¹ in de laag 0-90 cm. De overschrijding was in beide gevallen ongeveer 13 kg N ha⁻¹. De N-min najaar is in vergelijking met de gemeten uitspoeling laag, immers bij behalen van de streefwaarde zou ook aan de uitspoelingsnorm voldaan moeten worden. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de grote neerslaghoeveelheden in september waardoor reeds veel stikstof is uitgespoeld. Echter oktober was weer warm waardoor weer stikstof gemineraliseerd is. Daarmee komen de gemeten waarden van dit jaar overeen met de gemiddelde waarden over de afgelopen jaren (rond de 50 kg ha⁻¹).

Overschrijdingen van de streefwaarde werden met name veroorzaakt door de dubbelteelten sla en Chinese kool en prei laat winter. Ondanks dat stikstofefficiënte (diepere en intensievere beworteling) en stikstofinefficiënte gewassen werden afgewisseld werd ook in het analysedeel de streefwaarde niet gehaald. Overschrijding in het analysedeel vond ook plaats bij de herfstteelt sla. Overschrijding werden vooral gevonden wanneer in de herfst nog een gewas werd geogst. De N-min najaar is mogelijk hoger dan de streefwaarde door mineralisatie van gewasresten in de warme maand oktober.



Figuur 5. N-min november bladgewassenbedrijf synthesesedeel, analysedeel en per perceel in kg ha^{-1} .

Procesonderzoek

Om het mineralisatieproces nader te kunnen kwantificeren zijn in juni 2001 monsters genomen en onder (voor mineralisatie) optimale omstandigheden geïncubeerd in het lab ter bepaling van de zogenaamde potentiële mineralisatie.

Verder zijn er subvelden aangelegd in perceel 26 (winterprei 26 juni) en perceel 22: (Chinese kool herfstteelt, plantdatum 1 augustus). De subvelden bestonden uit een onbemest braakveldje en een subveld met een onbemest gewas (in het eerste jaar waren de veldjes 3m x 1.50m (bedbreedte)). De rest van het veld werd bemonsterd als bemest gewas. Alles is in enkelvoud aangelegd, op de subvelden is maandelijks de Nmin bepaald en het gewas op het onbemeste veld is op dezelfde datum als het hoofdveld geogst waarbij de N-inhoud van de gewassen bepaald is.

Een potentiële mineralisatiebepaling werd alleen uitgevoerd voor perceel 26 (monsters genomen 26 juni).

Potentiële mineralisatie

Van gemengde grondmonsters uit de lagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm is, na bepaling van de Nmin – 100 g grond op een drogestof gehalte van 85% gebracht en vervolgens geïncubeerd bij 20°. Na 2, 6 en 12 weken is de minerale N opnieuw bepaald (in duplo) en omgerekend naar een hoeveelheid N in kg N ha^{-1} , hierbij is een volumegewicht van 1.4 aangehouden (Tabel).

Tabel 9. De hoeveelheid N (omgerekend naar kg N ha⁻¹ per laag) die gedurende de incubatie van de monsters (drie bodemlagen) gemineraliseerd is.

Perceel	Tijdstip (weken)	kg N ha ⁻¹ per laag		
		0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
26	0	70	31	25
	2	94	43	25
	6	104	51	32
	12	160	73	45
		kg N ha ⁻¹ per laag dag ⁻¹		
	2-12	1.0	0.5	0.3

De hoeveelheid stikstof die gedurende 12 weken onder labomstandigheden mineraliseerde was sterk afhankelijk van de bodemlaag (90 kg N/ha (0-30 cm), 42 (30-60cm) en 20 kg N (60-90 cm). De toename van N uit mineralisatie was in de periode 2-12 weken redelijk lineair. Op basis van een lineaire regressie werden de snelheden in kg N/ha/dag berekend (resp. 1.0, 0.5 en 0.3 kg N/ha/dag in de drie lagen). In totaal zou er dus potentieel 1.8 kg N/ha/dag in het hele profiel kunnen mineraliseren.

Dit resultaat kan niet direct naar de praktijk vertaald worden omdat daar de omstandigheden anders zijn. Ook na correctie voor de veldtemperatuur kan de gevonden potentiële mineralisatie soms een factor 2 hoger liggen dan onder veldomstandigheden gevonden wordt. Dit kan worden verklaard doordat het vochtgehalte in het veld niet optimaal is, naast het feit dat de monsters bij het mengen worden 'verstoord' wat de mineralisatie kan stimuleren. Vooral bij de diepere lagen zou dit een rol kunnen spelen.

Uit Tabel blijkt dat een niet te verwaarlozen hoeveelheid stikstof mineraliseert beneden de laag 0-30 cm. Deze stikstof en dan vooral de N uit de laag 60-90 cm kan door het gewas niet of nauwelijks benut worden omdat beneden de 50 cm op KB Meterik nauwelijks wortels voorkomen.

ON en braakvelden

Tabel 9 geeft een samenvatting van opbrengst en gehalten van bemeste en onbemeste objecten in perceel 22 en 26. Hierbij moet opgemerkt worden dat het gehele perceel 22 niet bemest is vanwege het feit dat de Chinese kool geplant werd op een moment dat er zeer veel N in het profiel aanwezig was. Bij de prei op perceel 22 zakt bij het ON veld de opbrengst van 34 naar 30 ton product terwijl het grootste effect zichtbaar is bij de hoeveelheid oogstresten, ruim tweederde lager bij het ON veld. De niet bemeste prei had in totaal een N-inhoud van ca. 127 kg N, opgenomen in de periode van planten (eind juni) tot de oogst eind januari in het jaar daarop.

Tabel 9. Opbrengsten (vers en droge stof (ds)), gehalten en afvoer aan nutriënten bij bemeste en onbemeste velden op percelen 22 (Chinese kool) en 26 (winterprei) op het bladgewassenbedrijf.

		Gehalten in g/kg ds						Afvoer (kg/ha)			
		Vers (t/ha)	ds	N- totaal	P	K	NO ₃	Droge stof (t/ha)	N totaal	P ₂ O ₅	K ₂ O
Chin. kool (22)											
Bemest	Product	50.4	48	31.1	8.2	50.5	39.3	2.4	75	45	147
	Gewasrest	44.9	55	36.1	8.5	63.3	26.9	2.5	89	48	188
	Totaal	95.3						4.9	164	94	336
0N veld	Product	50.4	48	29	7.8	53.2	48.9	2.4	70	43	155
	Gewasrest	43.9	54	34.6	8.8	73.8	33.6	2.4	82	48	211
	Totaal	94.3						4.8	152	91	366
Winterprei (26)											
Bemest	Product	33.6	104.0	39.0	5.7	36.6	5.7	3.5	136	46	154
	Gewasrest	35.5	188.0	18.7	2.5	18.3	0.9	6.7	125	38	147
	Totaal	69.1						10.2	261	84	301
0N veld	Product	30.0	118.0	28.0	4.6	31.8	1.9	3.5	99	37	136
	Gewasrest	12.1	205.0	11.4	1.7	13.5	0.0	2.5	28	10	40
	Totaal	42.2						6.0	127	47	176

Tabel 10. Karakteristiek van bemeste en onbemeste velden in Chinese kool en prei: zaai/plant- en oogstdata, N-gift, totale N-opname en de N_{min} in het profiel (0-90cm, resp. 0-60cm) bij begin en einde van de N-opname, ANR (gewas) en ANR (gewas-bodem).

Veld	Plantdatum	Oogst	N-gift	Totaal N	N _{min} (kg/ha)		ANR%	
			(kg /ha)	opgenomen (kg/ha)	0-90cm (0-60 cm)	Oogst	Gewas	Gewas- bodem
Chinese kool								
22	1-Aug	1-Okt.	0	164	216 (189)	26 (17)		
	1-Aug	1-Okt.	0	152	216 (189)	21 (17)	-	-
Prei								
26	26 Jun	21 Jan	0	127	126 (98)	37 (30)		
	26 Jun	21 Jan	201	251	126 (98)	63 (45)	62%	75% (69%)

In Tabel 10 is naast de totale hoeveelheid stikstof die is opgenomen in bemeste en onbemeste velden ook de voorraadwijziging van de N_{min} in het profiel op het moment van oogsten ten opzichte van het moment van planten weergegeven. Het is nu mogelijk om de benutting van de gegeven kunstmest N door het gewas te berekenen, de Apparent Nitrogen Recovery (ANR). Dit is het percentage dat aangeeft welk gedeelte van de kunstmest N is benut door het gewas. De ANR kan op twee manieren berekend worden, namelijk door niet of wel rekening te houden met de genoemde voorraadverandering van de N_{min} in de bodem (respectievelijk berekend als ANR-gewas en ANR-gewas-bodem). De twee berekeningswijzen zullen meer verschillen naarmate de N_{min} oogst van 0N en bemest veld uit elkaar lopen.

De gebruikte formules zijn:

ANR (gewas) =

$$(N_{\text{opname bemest}} - N_{\text{opname 0N}}) / N_{\text{bemesting}} * 100\%$$

ANR (gewas-bodem) =

$$((N_{\text{opname bemest}} - N_{\text{opname 0N}}) + (N_{\text{min, oogst, bemest}} - N_{\text{min, voorjaar, bemest}}) - (N_{\text{min, oogst, 0N}} - N_{\text{min, voorjaar, 0N}})) / N_{\text{bemesting}} * 100\%$$

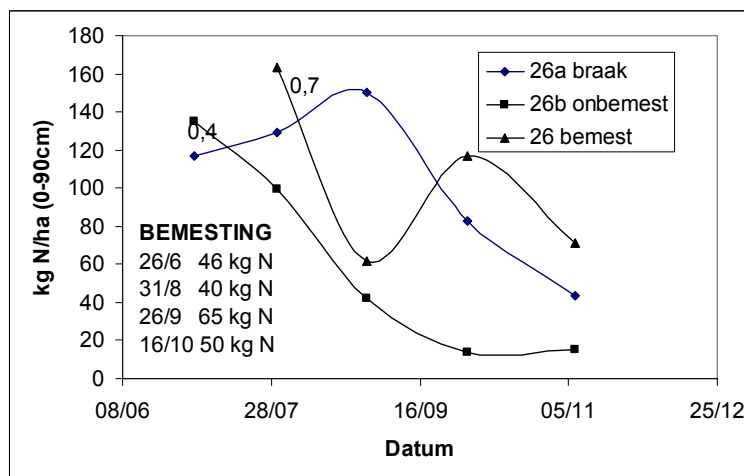
waarbij:

$N_{\text{opname bemest}}$	N-opname bemest gewas in kg N ha ⁻¹
$N_{\text{opname 0N}}$	N-opname onbemest gewas in kg N ha ⁻¹
$N_{\text{min, oogst, bemest}}$	Nmin profiel bij oogst bij bemest gewas (kg N ha ⁻¹)
$N_{\text{min, voorjaar, bemest}}$	Nmin profiel voorjaar bij bemest gewas (kg N ha ⁻¹)
$N_{\text{min, oogst, 0N}}$	Nmin profiel bij oogst bij onbemest gewas (kg N ha ⁻¹)
$N_{\text{min, voorjaar, 0N}}$	Nmin profiel voorjaar bij onbemest gewas (kg N ha ⁻¹)
$N_{\text{bemesting}}$	N-bemesting in kg N ha ⁻¹ .

Bij prei bleek bij de oogst eind januari dat het totale profiel van 0-90 cm slechts 26 kg N/ha minder bevatte dan het bemeste veldje. Deze relatief geringe hoeveelheid maakt dat de verschillen tussen ANR gewas- bodem en ANR gewas relatief gering zijn. Gesteld kan dus worden dat prei de stikstof in deze teelt voor 60-70% heeft benut. Dit lijkt gunstig maar als het niet benutte gedeelte verloren gaat wordt de nitraatrichtlijn niet gehaald, 40% van een bemesting is al 80 kg N!. Als we alleen rekening houden met de Nmin die zich in de laag 0-60 cm bevindt (op Meterik zal vrijwel alleen uit deze laag opname plaatsvinden) dan zakt de ANR gewas-bodem nog tot 69%.

Het gewas Chinese kool nam ongeveer 160 kg N op. Als we ons richten op de laag 0-60 cm dan zakt de N-inhoud van deze laag van 189 kg/ha bij planten naar 26 kg /ha bij de oogst, het verschil (163 kg) is ongeveer gelijk aan de opname. Dit betekent dat alle N die in de loop van de gewasperiode gemineraliseerd is verloren is gegaan. (Dit kan gaan om een hoeveelheid van 60 kg N).

Bij de prei kan berekend worden dat van het 0N veldje minstens 59 kg N geleverd is door N-mineralisatie uit de bodem (er is een voorraadvermindering in de bodem 68 kg N (laag 0-60cm), het gewas heeft 127 kg N opgenomen, dus 127-68 = 59 kg N is in ieder geval afkomstig uit mineralisatie.



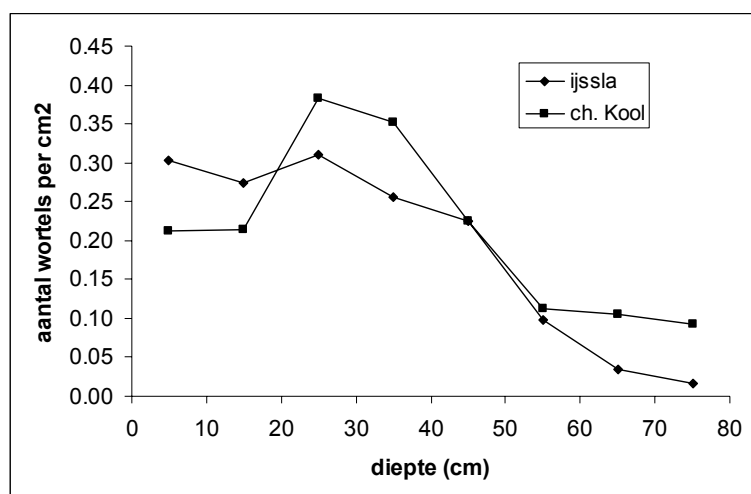
Figuur 6. Verloop van de Nmin (in de laag 0-90 cm) in perceel 26 bij braak, onbemest en bemest. Cijfers bij curve 26a geven de snelheid van toename aan in kg N/ha/dag.

Een schatting van de mineralisatie in deze periode kan ook nog afgeleid worden uit het verloop van de Nmin in een braakveldje op dit perceel. We zien in Figuur 6 dat van eind juni tot begin september de Nmin oploopt van ca. 120 naar 150 begin september, afgaande op deze figuur wordt er dus per dag tussen de 0.4 en 0.7 kg N per dag gemineraliseerd. Ook dit is een minimale schatting omdat de tussen-

tijdse uitspoeling niet direct gemeten wordt met de N_{min} . Afgaande op de potentiële mineralisatiebepaling zou er in het hele profiel wel 1.8 kg N/ha (20 °C en optimaal vocht) kunnen mineraliseren. Duidelijk is wel dat na begin september het profiel in een snel tempo de aanwezig N verliest (hoogst waarschijnlijk door uitspoeling) zodat bij de jaarwisseling de inhoud van vrijwel alle profielen weer minimaal was.

Beworteling

Op 3 oktober zijn op het bladgewassen bedrijf waarnemingen gedaan ten aanzien van de beworteling bij Chinese kool (veld 24) en Ijssla (veld 20). De bepalingen zijn gedaan op 4 plaatsen op het veld, op iedere plaats zijn weer 4 kolommen gestoken die representatief waren, rekening houdend met plant- en rijafstand. De gebruikte methode was de zgn. core-break methode waarbij een kolom grond van 10 cm lengte in tweeën wordt gebroken en het aantal wortels geteld. Vervolgens is het aantal wortels per cm^2 grondoppervlak berekend. We zien in Figuur 7 dat bij ijssla nauwelijks wortels beneden 50 cm te vinden zijn. Chinese kool lijkt iets meer wortels te hebben bij deze diepten, in het algemeen echter is de bewortelingsintensiteit laag te noemen. Indien aangenomen wordt dat de richting van de beworteling willekeurig is dan zegt een vuistregel weer dat het aantal wortels/ cm^2 vermenigvuldigd met 2 de bewortelingsintensiteit in cm/cm^3 is. Dat zou voor deze gewassen uitkomen op 0.4-0.8 cm/cm^3 . Bij deze intensiteit kan de lengte van het wortelstelsel beperkend zijn voor de N-opname, zeker bij drogere omstandigheden. Met name de lage bewortelingsintensiteit beneden 50 cm maakt dat het uitspoelingsgevaar voor N groot.



Figuur 7. Beworteling van de gewassen ijssla en Chinese kool op kernbedrijf Meterik in 2001. Beworteling is bepaald met core-break methode en uitgedrukt in aantal wortels per cm^2 op het breukvlak van de grondkolom.

Discussie mineralisatieonderzoek

In 2001 heeft de eerste kwantificatie van het mineralisatie proces op KB Meterik plaatsgevonden. Afgaande op de potentiële mineralisatiebepaling zou bijna 1.7 kg N/ha/dag in de laag 0-90 kunnen mineraliseren. Het braakveldje liet in juni een snelheid zien van ongeveer 0.4-0.7 kg N/ha/dag. Aanzienlijk lager dus, wat veroorzaakt kan worden door de lagere temperatuur, de vochtstatus in het profiel of door een onderschatting vanwege tussentijdse uitspoeling.

Is met de mineralisatie voldoende rekening gehouden bij de N-bemesting van de gewassen?

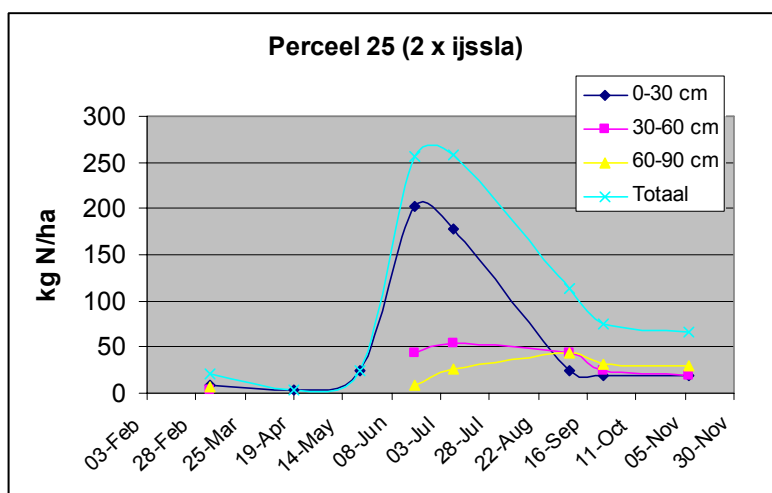
Hoge N_{min} waarden bij de oogst zijn voorgekomen bij Chinese kool en de ijssla teelten. Als voorbeeld perceel 25 waar achtereenvolgens twee teelten ijssla voorkwamen. De eerste teelt is geplant op 20 april

en geoogst op 13 juni, en werd bemest met resp. 100 kg N /ha bij planten en nog eens 100 kg N op 31 mei.

Op de laatstgenoemde datum was weinig stikstof in de laag 0-30 cm aanwezig die de gift van 100 kg N rechtvaardigde.

Desalniettemin was bij de oogst op 13 juni 200 kg N aanwezig in de laag 0-30 cm (Figuur 8). Deze hoge waarde lijkt geen meet- of bemonsteringsfout te zijn omdat ook na enkele weken nog steeds hoge hoeveelheden in het profiel werden aangetroffen. Een mogelijke verklaring kan zijn dat na de laatste bemesting van 100 kg N de mineralisatie pas goed op gang kwam maar de gemeten hoeveelheid lijkt hiervoor te hoog. Wellicht is eind mei de hoeveelheid N in de laag 0-30 cm sterk onderschat (deze werd gemeten met een nitracheck bepaling). Om te eindigen met lage N_{min} cijfers bij de oogst zal ook rekening moeten worden gehouden met de mineralisatie die nog gaat komen. Een gift van 100 kg N voor de laatste twee weken van de groei van het gewas is dan rijkelijk veel, vooral als hier nog de mineralisatie bijkomt.

Het gevolg was dat de tweede teelt van ijssla met een hoge N_{min} (alleen in de laag 0-30 al 180 kg N) begon, er is dan ook niet bemest in deze tweede teelt. Bij de eindoogst bleek het gewas 185kg N te hebben opgenomen. De stikstof in de lagen 30-90 cm zal slecht benut zijn en ook de stikstof die in de gewasperiode nog mineraliseerde zal hoogst waarschijnlijk verloren zijn gegaan. Figuur 8 laat zien dat in de twee onderste lagen van het profiel (door uitspoeling) eind september bijna 100 kg N is terechtgekomen, deze N zal hoogstwaarschijnlijk in het er opvolgende winterseizoen verloren zijn gegaan.



Figuur 8. Verloop N_{min} op perceel 25 in verschillende bodemlagen in de loop van het seizoen.

Schoon milieu gewasbescherming

A. Evenhuis, J.J. de Haan & P.J. Wanten (PPO)

Evaluatie gewasbescherming

Ijssla

De onkruidsituatie werd wekelijks in kaart gebracht om het beste moment van onkruidbestrijding te bepalen. In de vroege teelt is Chloor IPC gebruikt om onkruid te bestrijden. In alle andere teelten is de onkruidbestrijding geheel mechanisch uitgevoerd door te schoffelen. Soms werd gebruik gemaakt van een harkje achter de schoffel, om het onkruid los te trekken. Een enkele keer werd handmatig gewied, om ontsnappers op te ruimen en zaadvorming van onkruid te voorkomen.

Smet werd bestreden met Ronilan. Preventieve bestrijding werd alleen uitgevoerd indien vochtige periodes werden voorspeld. De bestrijding is in alle teelten op één na uitgevoerd.

Rupsen werden bestreden met Decis. Luizen werden bestreden met Pirimor of dimethoaat. Bij de vroege en de vroeg bedekte teelten was een plaagbestrijding niet nodig.

Chinese kool

Onkruidbestrijding werd geheel mechanisch uitgevoerd in deze teelten. Hiervoor werd geschoffeld, met aanhangende harkjes. Mechanische bestrijding werd zoveel mogelijk uitgevoerd op nog klein onkruid, om de kans op ontsnappers zo gering mogelijk te houden.

Een bestrijding tegen *Alternaria* werd alleen uitgevoerd in de bewaarteelt.

Plaagbestrijding werd voornamelijk uitgevoerd door het gewas te bedekken met agryl of insectengaas.

In herfstteelten was één bestrijding met Decis tegen rups en koolvlieg evenwel nodig. In de teelt waarbij geen insectengaas werd gebruikt moest frequent met Decis (5x) en Pirimor (3x) worden gespoten.

Prei

Onkruidbestrijding werd chemisch uitgevoerd met het lage doseringssysteem Lentaflan + Butisan. Daarnaast was in twee van de drie teelten een bestrijding met Chloor-IPC nodig.

Purpervlekken en roest komen in de meeste teelten voor en werden chemisch bestreden. Papiervlekken komen meestal alleen bij de winterteelt prei voor. De schimmel werd bestreden met een combinatie van Eupareen. Exact werd toegepast tegen roest.

Tijdens de teelt werd preiplanten uit het veld gehaald en beoordeeld op het voorkomen van trips en andere insecten. Een bestrijding tegen trips werd uitgevoerd indien tripslarven of volwassen exemplaren werden gevonden in de planten. De tripsbestrijding werd vrijwel volledig uitgevoerd met Mesurol en Decis.

Tagetes

Onkruidbestrijding werd uitgevoerd met een combinatie van Goltix en fenmedifam. Ziekte- en plaagbestrijdingen werden niet uitgevoerd.

Milieukundige resultaten

De streefwaarden voor de emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar lucht, grondwater en bodem (BRI) worden op bedrijfsniveau allen gehaald (Tabel 11). De streefwaarden voor de schadeparameters (MBP) worden nog niet gehaald. Ongeveer 50% van de bespuitingen veroorzaakt nog risico voor schade aan het waterleven, waarvan 45% van de bespuitingen een ernstig risico veroorzaakt. Nog 12% van de bespuitingen veroorzaakt risico voor schade aan het bodemleven. De resultaten van het synthese-deel en analyse-deel zijn vergelijkbaar door overeenkomende strategieën, verschillen worden veroorzaakt door verschillen in bouwplan.

Tabel 11. Resultaten op bedrijfsniveau voor emissie, schade en gebruik van pesticiden in het bladgewassenbedrijf (synthesedeel).

Maatstaf	Eenheid	Doel	Resultaat
BRI-lucht	kg ha ⁻¹	0,70	0,38
MBP-waterleven	% toep. <10	100%	50%
	% toep. <100	100%	55%
BRI-grondwater	ppb	0,50	0,07
BRI-bodem	kg dagen ha ⁻¹	200	188
MBP-bodemleven	% toep. <100	100%	88%
Actieve stofgebruik	kg ha ⁻¹	ALARA	2,8

Tabel 12 geeft een overzicht van de belangrijkste milieubelastende middelen. Deze middelen overschrijden of de 10 puntengrens bij MBP-waterleven of de 100 puntengrens bij MBP-bodemleven. Probleemmiddelen zijn de vetgedrukte middelen Eupareen (prei), Pirimor, Decis (ijssla en Chinese kool), Folicur (prei) en Goltix (tagetes). Een alternatief voor Eupareen is Kenbyo zolang dat middel niet wordt toegepast in het najaar (na 1 september) en Previcur. Grondbedekking behoort tot de mogelijkheden, maar kent het risico van vorstschade. Nassanovia-resistente ijsslarassen kunnen het aantal bespuitingen met Pirimor verminderen. De belangrijkste luizensoort wordt daarmee in toom gehouden, maar de resistentie werkt niet tegen alle luizensoorten. Alternatieven zijn zaadcoating (maar nog niet toegelaten in 2001) en toepassing van Dimethoaat.

Tabel 12. *Overzicht van de belangrijkste milieubelastende middelen (analyse 1), vetgedrukt de middelen die de streefwaarde overschrijden in het bladgewassenbedrijf.*

	Middel 1	Middel 2	Middel 3	Middel 4	Middel 5
BRI-lucht	Chloor-IPC	Ronilan	Eupareen	Pirimor	Mesurool
MBP-waterleven	Eupareen	Pirimor	Decis	Folicur	Goltix T Of
BRI-grondwater	Eupareen	Lentagran	Exact	Kenbyo	Folicur
BRI-bodem	Folicur	Mesurool	Pirimor	Chloor-IPC	Ronilan
MBP-bodemleven	Pirimor				

Op gewasniveau (Tabel 13) blijkt dat overschrijdingen van MBP-waterleven bij vrijwel alle gewassen voorkomen. De preiteelten hebben een hoge waarde voor BRI-bodem door gebruik van Folicur en Mesurool. De ijssla vroeg bedekt heeft een hoge waarde voor BRI-lucht door het gebruik van Chloor-IPC in de onkruidbestrijding.

Tabel 13. Resultaten per gewas voor emissie, schade en gebruik van pesticiden voor bladgewassenbedrijf, synthese-deel, cijfers zijn vet wanneer streefwaarde wordt overschreden.

Gewas	Actieve stof toepassingen	BRI-lucht	MBP-waterleven	BRI-grondwater	BRI-bodem	MBP-bodemleven	Actieve stof
	aantal	kg ha ⁻¹	% toep. <10	ppb	kg dagen ha ⁻¹	% toep. <100	kg ha ⁻¹
Bedrijf	74	0,38	50	0,07	188	88	<i>2,8</i>
Chin. kool zomer	0	0,00	100	0,00	0	100	<i>0,0</i>
Chin. kool herfst	1	0,00	0	0,00	0	100	<i>0,01</i>
Chin. kool herfst bew.	10	0,12	20	0,01	152	70	<i>1,8</i>
Ijssla vroeg bedekt	3	1,03	100	0,00	142	100	<i>3,1</i>
Ijssla zomer vr	6	0,14	17	0,00	93	50	<i>1,0</i>
Ijssla zomer lt	2	0,11	50	0,00	25	100	<i>0,8</i>
Ijssla herfst vr	4	0,15	25	0,00	56	75	<i>1,0</i>
Ijssla herfst lt	4	0,15	25	0,00	56	75	<i>1,0</i>
Prei winter vr	16	0,64	81	0,25	275	100	<i>5,9</i>
Prei winter lt	16	0,65	81	0,26	600	100	<i>6,2</i>
Tagetes	12	0,04	50	0,01	102	100	<i>1,6</i>

Duurzaam beheer productiemiddelen

Chemische bodemvruchtbaarheid (Pw en K-getal)

A. Evenhuis, J.J. de Haan, P.J. Wanten (PPO) & A.L. Smit (PRI)

De Pw op het bladgewassenbedrijf in Meterik was 129 in 2001. Volgens de projectdoelstellingen moet de Pw dalen naar de milieukritische Pw, die Pw waarbij aan de waterkwaliteitsdoelstellingen voor fosfaat voldaan wordt. Omdat deze Pw nog niet bepaald is wordt in eerste instantie een streefwaarde van 30 aangehouden. Op het bladgewassenbedrijf werd nauwelijks fosfaat aangevoerd. Één slateelt heeft een dierlijke mestgift gehad. Het fosfaatoverschot was daarom zowel in het synthese als in het analyse-deel sterk negatief.

Het K-getal ligt op 17 en zit daarmee onder het BLGG-streefniveau voor vollegrondsgroenten en aardbeien (30-39), maar in het streeftraject zoals gehanteerd in het bedrijfssystemenonderzoek (11-19). Gemiddeld genomen was er een kalitekort. Verwacht mag worden dat het K-getal gaat dalen.

Organische stof

R. Postma (NMI) & A.A. Pronk (PRI)

Modelvalidatie

De gemeten C-mineralisatie is ongeveer 350 kg C per ha per maand voor de laag 0-30 cm op perceel 22 en 26 (Tabel 14). De berekende C-mineralisatie is lager, rond de 230 kg C per ha per maand. Op grond hiervan is de verwachting dat het model de C-afbraak iets zal onderschatten, dat er meer C in de bodem zal zijn dan er gemeten is.

Tabel 14. Resultaten van de metingen van de C-mineralisatie in het laboratorium (afgeleid van meetgegevens van Alterra) en berekende C-mineralisatie.

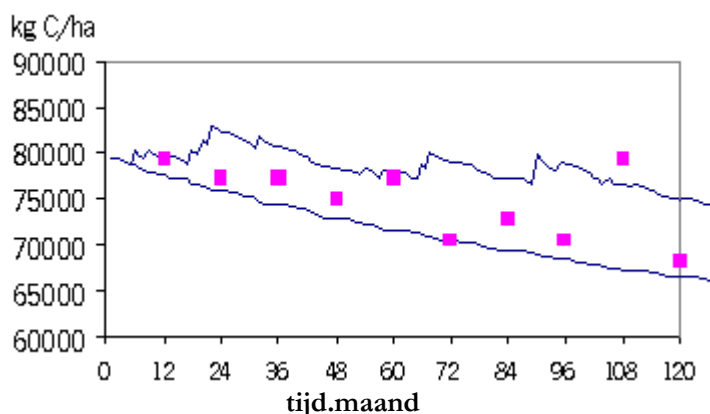
Perceel	Bodemlaag, cm	Gewasrest	C-mineralisatie, kg C/ha per maand	
			Gemeten	Berekend
22	0-30	-	354	234
26	0-30	-	356	223

Hoewel er veel verklaringen zijn voor het verschil tussen gemeten en berekende C-mineralisatie, is het onderschatten van de aanvoer van vers organisch materiaal in de berekening een van de meest waarschijnlijke. De metingen zijn in de braakplotjes verricht. Hier kan echter nog relatief veel vers organisch materiaal in zitten van de jaren ervoor, die een bijdrage leveren aan de C-mineralisatie. Daardoor kan de standaardwaarde voor de initiële leeftijd te hoog zijn, die houdt namelijk alleen rekening met organische C die langer dan een jaar in de bodem zit.

Modelberekeningen

De berekeningen voorspellen een daling van de hoeveelheid organische C (Figuur 9) en daarmee een daling van het percentage organische stof. Dit wordt berekend voor alle percelen, er wordt hier alleen ingegaan op de resultaten voor perceel 22.

De meetgegevens laten een grote variatie tussen de jaren zien, maar in het algemeen is er een dalende tendens. Hoewel dit in overeenstemming is met de berekeningen, neemt de berekende hoeveelheid organisch C juist sterker af van de gemeten hoeveelheid organisch C voor de oude organische stof (bovenste blauwe lijn in Figuur 9). De hogere C-afbraak bij de berekeningen is in tegenspraak met de resultaten van de validatie van het model: de gemeten C-afbraak was daar juist lager dan de berekende C-afbraak. Een goede scheiding tussen bodemorganische (oude) C en verse (jong) organische C is nog niet goed, evenals de keuze van de *apparent initial age* voor de bodemorganische stof en de gewasresten. Hier zal in komende rapportages nog verder op ingegaan worden.



Figuur 9. Berekend verloop van de hoeveelheid oude (onderste lijn), jonge (verschil tussen onderste en bovenste lijn) en totale organische stof (bovenste lijn) van perceel 22 in de periode van 1991 tot 2000 (maand 0 - 120). Resultaten van metingen zijn weergegeven met vierkantjes (uit Postma 2002).

De berekende hoeveelheid stikstof die mineraliseert nam toe in de tijd en was redelijk in overeenstemming met de gemeten waarden (Tabel 15).

Tabel 15. Gemeten (afgeleid van Nmin-metingen) en berekende N-mineralisatie in grond van percelen 22 en 26 in de periode van april tot eind augustus 2001.

Perceel	Bodem-laag, cm	Nmin-voorraad, kg N ha ⁻¹			N-mineralisatie, kg N ha ⁻¹	
		2 juli	30 juli	29 augustus	'Gemeten'	Berekend
22	0-30			23	23-15= 8	
	30-60			49	49-10=39	
	60-90			23	23-5=18	
	0-60			72	47	73
26	0-30	65	46	41	41-15=26	
	30-60	28	59	66	66-10=56	
	60-90	24	25	43	43-5=38	
	0-60	93	105	107	82	77

Kwaliteitsproductie

A. Evenhuis, J.J. de Haan & P.J. Wanten (PPO)

De streefwaarde voor de kwantiteit werd in alle gewassen niet gehaald, met uitzondering van één prei winterteelt (Tabel 16). Op bedrijfsniveau werd gemiddeld 82% van de kwantiteitstreefwaarden gehaald op het synthesesedeel. De streefwaarde voor kwaliteit werd evenmin gehaald. Op bedrijfsniveau werd gemiddeld 70 % van de kwaliteitsstreefwaarden gehaald op het synthesesedeel. De ijssla zomer 1 werd niet geoogst, omdat er teveel inwendig rand in de bol voor kwam. Bij de herfstsla 1 waren de bollen te licht en kwam luis voor. Dit was aanleiding het gewas niet te oogsten. De kwaliteit van de geoogste ijssla wisselde. Met name door de aanwezigheid van luis in de bol en smet op het onderste blad. Gemiddeld bleef de kwaliteit net onder de streefwaarde. Bij Chinese kool werd de streefwaarde in het geheel niet gehaald. In de vroege teelt werd dit veroorzaakt door de koolvlieg. In de herfstteelt trad aantasting op door *Alternaria*. De streefwaarde voor de kwaliteit van prei werd wel gehaald bij prei winter 1. Bij prei winter 2 traden witte vlekken en papiervlekkenziekte op, waardoor het percentage klasse 1 op slechts 55% uit kwam.

Er waren geen grote verschillen in opbrengst tussen het synthesesedeel en het analysesedeel. Soms scoorde analyse iets beter, soms synthese. In het analyse deel leidde het gebruik van Cultan tot een iets compactere bol, die beter gevuld was en minder gewasresten in vergelijking met het NBS-systeem.

Tabel 16. Opbrengsten per systeem (ton ha⁻¹), ijssla in stuks per hectare en kwaliteit.

Gewas	Systeem	Kwantiteit		Kwaliteit		
		Streefwaarde	Resultaat	Maatstaf	Streefwaarde	Resultaat
		stuks/t ha ⁻¹	stuks/t ha ⁻¹		%	%
Chinese kool vroeg	Synthese	50	49	% > 800 gr.	90	74
Chinese kool zomer	Analyse	50	48	% > 800 gr.	90	78
Chinese kool herfst	Synthese	45	37	% > 800 gr.	90	72
Chinese kool herfst	Analyse	45	50	% > 800 gr.	90	82
Chinese kool herfst bew.	Synthese	35	33	% > 800 gr.	90	43
Ijssla vroeg bedekt	Synthese	67100	55231	% > 500 gr.	80	70
Ijssla vroeg	Synthese	67100	58638	% > 500 gr.	80	83
Ijssla zomer 1	Synthese	67100	0	% > 500 gr.	80	0
Ijssla zomer 1	Analyse	67100	0	% > 500 gr.	80	0
Ijssla zomer 2	Synthese	67100	51156	% > 500 gr.	80	76
Ijssla herfst 1	Synthese	58700	0	% > 500 gr.	80	0
Ijssla herfst 1	Analyse	58700	0	% > 500 gr.	80	0
Ijssla herfst 2	Synthese	58700	52026	% > 500 gr.	80	84
Ijssla herfst 2	Analyse	58700	56268	% > 500 gr.	80	83
Prei winter 1	Synthese	35	40	% klasse 1	75	76
Prei winter 2	Synthese	30	29	% klasse 1	75	55
Prei laat winter	Analyse	30	28	% klasse 1	60	50

3.2 Preibedrijf

Schoon milieu nutriënten

A. Evenhuis, J.J. de Haan & P.J. Wanten (PPO)

Evaluatie bemesting

In het synthesesedeel is de bemesting met behulp van bijmestssystemen van de prei gebaseerd op de adviesbasis bemesting. Deze bijmestssystemen voor prei zijn aangepast op basis van eerdere ervaringen in het BSO-onderzoek. In Bijlage II staat de bemestingstrategie van de prei weergegeven. Op geen van de percelen werd vooraf een groenbemester geteeld. In de prei werd geen organische mest gebruikt; in de suikerbieten werd wel organische mest gebruikt. De suikerbieten zijn ruimer bemest dan gepland door te late planning. Er is in de bemesting geen rekening gehouden met hogere mineralisatie door langjarig gebruik van dierlijke mest of andere bronnen.

In het analysedeel is fertigatie toegepast in de prei. De bemestingsstrategie voor de suikerbieten was in het analysedeel gelijk aan het synthesesedeel.

Bij de prei laat herfst in het synthesesedeel is in de tweede gift 50 kg N ha⁻¹ teveel gegeven, en daarmee is afgeweken van het advies volgens de bemestingsstrategie voor deze teelt.

De bemesting lijkt niet beperkend te zijn geweest voor de opbrengst, immers de streefwaarden voor de opbrengst werden in alle preiteelten gehaald. In het analysedeel is met de fertigatie meer aantasting door *Erwinia* en in mindere mate purpervlekkenziekte geconstateerd. Het synthesesedeel had meer bladresten in vergelijking met het analyse systeem terwijl de opbrengst vergelijkbaar was.

Na de zomerprei werd bladrammenas gezaaid welke niet is bemest. In de tweede week van november is het gewas bevroren.

Nutriëntenbalansen

In Tabel 17 zijn de werkelijke en de MINAS stikstof- en fosfaatbalans weergegeven. Het werkelijk stikstofoverschot is lager dan de streefwaarde voor het preibedrijf. Worden de suikerbieten meegerekend dan wordt de streefwaarde niet gehaald door de ruime bemesting met alleen dierlijke mest van de suikerbieten. Voor fosfaat wordt de streefwaarde zowel op het preibedrijf alleen als in combinatie met de suikerbieten gehaald omdat op het preibedrijf geen fosfaat wordt aangevoerd vanwege de hoge Pw. Overigens werden alle gewasresten afgevoerd en niet op de percelen teruggebracht, wat resulteerde in relatief hoge afvoercijfers.

De aanvoer volgens MINAS is de aanvoer uit mest. Op het preibedrijf wordt de MINAS-norm voor stikstof op droge zandgronden net gehaald. Wanneer de suikerbieten worden meegerekend wordt de MINAS-norm niet gehaald. De MINAS-normen 2003 voor fosfaat worden wel gehaald zowel op het preibedrijf alleen als in combinatie met de suikerbieten.

In het analysedeel werd in de herfstteelt prei slechts 169 kg N ha⁻¹ aangevoerd (prei laat herfst synthese 326 kg N ha⁻¹) en de werkelijke afvoer is 24 kg ha⁻¹ hoger dan prei laat herfst in het synthesesdeel.

Hiermee kan zowel aan de MINAS-norm als aan de streefwaarde voor de werkelijke verliesnorm worden gedaan.

Het kalioverschot is op het preibedrijf sterk negatief door een hoge afvoer. In combinatie met de suikerbieten is het kali-overschot iets hoger dan de streefwaarde van 40 kg N ha⁻¹ door een lagere kali-afvoer in de suikerbieten dan verwacht. Het kali-overschot was daardoor iets groter dan de doelstelling. Er was geen verschil in de kalibemestingsstrategie tussen het synthesesdeel en het analysedeel.

Tabel 17. *Werkelijke en MINAS stikstof- en fosfaatbalans preibedrijf synthese deel (kg ha⁻¹), exclusief akkerbouw deel.*

	Stikstof						Fosfaat					
	Prei zomer	Prei laat herfst	Prei laat winter	Prei bedrijf	Suiker- Prei- akk. bedrijf	Prei akk.	Prei zomer	Prei laat herfst	Prei laat winter	Prei bedrijf	Suiker- Prei- akk. bedrijf	Prei- akk.
Werkelijke balans												
Totale aanvoer	280	368	200	283	324	309	2	2	2	2	101	66
Kunstmest	202	315	151	223	0	74	0	0	0	0	0	0
Dierlijke mest	0	0	0	0	276	184	0	0	0	0	99	64
Beregeningswater	34	11	7	17	6	9	0	0	0	0	0	0
Depositie	42	42	42	42	42	42	2	2	2	2	2	2
Afvoer	377	253	187	272	137	182	120	100	48	89	69	76
Overschot	-99	115	13	10	187	127	-118	-98	-46	-87	32	-8
<i>Streefwaarde</i>				<i>60</i>						<i>0</i>		
MINAS-balans												
Aanvoer				223		258				0		64
Afvoer (forfaitair)				165		165				65		65
Overschot				58		93				-65		-1
<i>Verliesnorm MINAS</i>												
<i>droge zandgronden 2003</i>				<i>60</i>		<i>60</i>				<i>20</i>		<i>20</i>

N-min na oogst

N-min na oogst geeft aan in hoeverre de bemesting was afgestemd op het gewas. Wanneer de gemeten hoeveelheid in de bewortelbare diepte (meestal 0-60 cm) lager is dan de streefwaarde, 40 kg N ha⁻¹, is de bemesting afgestemd op de behoefte. Bij prei laat herfst en de suikerbieten vallen de N-min cijfers na de oogst samen met de N-min cijfers in november.

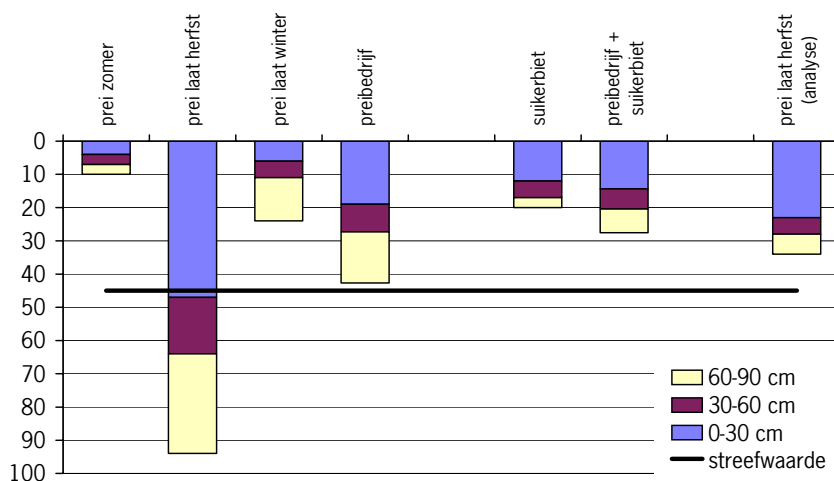
De N-min na-oogst bij prei zomer is erg hoog met 186 kg N ha⁻¹ in de laag 0-60. De hoge N-min na oogst bij zomerprei werd waarschijnlijk veroorzaakt door mineralisatie uit bodem en gewasresten, waarop niet voldoende is ingespeeld met de aanvoer. Vlak voor de oogst werd nog 45 kg N ha⁻¹ gegeven. Dit kan echter het hoge N-min cijfer na de oogst niet alleen verklaren. Met de inzaai van bladrammenas na de teelt kan voor een deel van de stikstof uitspoeling worden voorkomen.

Ook de N-min na oogst van prei laat herfst is hoger dan de streefwaarde (64 kg N ha⁻¹). Ook hier was de bemesting blijkbaar niet afgestemd op de gewasbehoefte. Met toepassing van fertigatie (analysedeel) werd de streefwaarde wel gehaald omdat minder stikstof is aangevoerd dan met het NBS-systeem (synthese). De N-min na oogst van de suikerbieten en de prei laat winter waren lager dan de streefwaarde.

N-min najaar

N-min najaar is gemeten begin november (Figuur 10). Zowel het preibedrijf als het prei-akkerbouwbedrijf voldeden aan de streefwaarde van 45 kg N ha⁻¹ in de laag 0-90 cm op bedrijfsniveau.

De N-min najaar van prei zomer, prei laat winter en suikerbiet waren lager dan de streefwaarde voor N-min najaar. De lage waarde voor N-min na een zomerteelt prei kan verklaard worden door het inzetten van bladrammenas als groenbemester, waardoor de stikstof uit gewasresten en door mineralisatie wordt vastgelegd. Daarnaast kan een rol spelen dat de maand september erg nat was waardoor een deel van de stikstof is uitgespoeld. Prei laat herfst had een hogere N-min najaar (94 kg N ha⁻¹) dan de streefwaarde. De N-min najaar van prei laat herfst in het analysedeel was 34 kg N ha⁻¹. Het verschil met het synthese deel wordt veroorzaakt door de ruim 150 kg N ha⁻¹ lagere stikstofaanvoer in het analysedeel door toepassing van fertigatie.



Figuur 10. N-min najaar per gewas en gemiddeld per systeem (kg ha⁻¹).

Procesonderzoek

Mineralisatieonderzoek op het preibedrijf is beperkt gebleven tot veld 40 (fertigatie van late herfstprei). In dit veld is een 0N en een braakveld aangelegd (elk veld 2 bedden breed en 3 meter lang). Tevens is van monsters gestoken op 27 juni de potentiële mineralisatie bepaald.

Potentiële mineralisatie

Van gemengde grondmonsters uit de lagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm is, na bepaling van de N_{min} – 100 g grond op een drogestof gehalte van 85% gebracht en vervolgens geïncubeerd bij 20°. Na 2, 6 en 12 weken is de minerale N opnieuw bepaald (in duplo) en omgerekend naar een hoeveelheid N in $kg\ N\ ha^{-1}$, hierbij is een volumegewicht van 1.4 aangehouden. Tabel 18 laat de hoeveelheid N zien die na 0, 2, 6 en 12 weken in de monsters aanwezig was. Voor de periode 2-12 weken is een snelheid in $kg\ N/ha/dag$ uitgerekend voor de drie bodemlagen.

Tabel 18. De hoeveelheid N (omgerekend naar $kg\ N\ ha^{-1}$ per laag) die gedurende de incubatie van de monsters (drie bodemlagen) gemineraliseerd is.

perceel	Tijdstip (weken)	kg N ha^{-1} per laag		
		0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
40	0	88	36	26
	2	119	48	29
	6	145	53	36
	12	203	76	49
		kg N ha^{-1} per laag dag ⁻¹		
	2-12	1.22	0.42	0.28

Evenals op het bladgewassenbedrijf was de hoeveelheid stikstof die gedurende 12 weken onder lab-omstandigheden mineraliseerde sterk afhankelijk van de bodemlaag (115 $kg\ N/ha$ (0-30 cm), 41 (30-60cm) en 23 $kg\ N$ (60-90 cm). Op basis van een lineaire regressie in de periode 2-12 weken na incubatie werden de snelheden in $kg\ N/ha/dag$ berekend (resp. 1.2, 0.4 en 0.3 $kg\ N/ha/dag$ in de drie lagen). Vergeleken met de bepaling op het bladgewassenbedrijf is in de laag 0-30 sprake van een fors hogere mineralisatie (+20%), dieper in het profiel is de mineralisatiesnelheid vergelijkbaar. In totaal zou er dus potentieel 1.9 $kg\ N/ha/dag$ in het hele profiel kunnen mineraliseren.

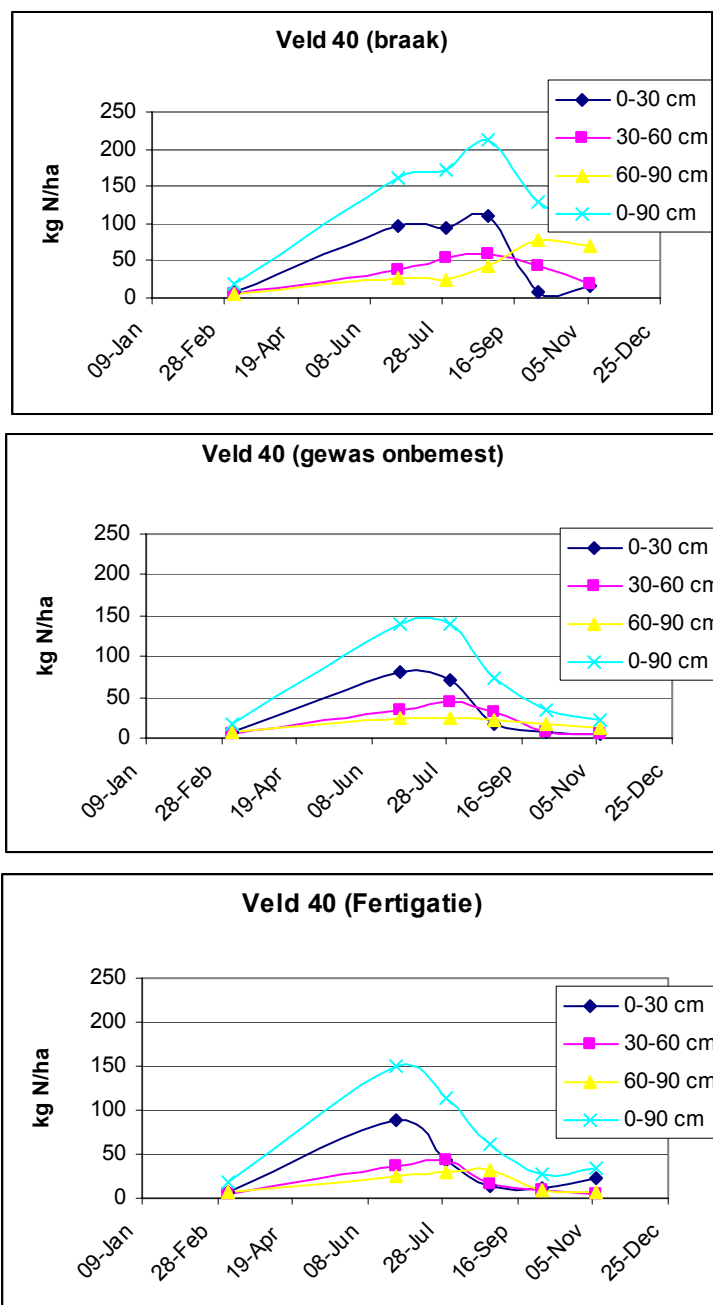
ON en braakvelden

De potentiële mineralisatie bepaling gaf al aan dat de mineralisatie op het preibedrijf waarschijnlijk hoger ligt dan op het bladgewassenbedrijf. Figuur 11 geeft aan dat bij het planten van de prei eind juni al 150 $kg\ N$ gemineraliseerd was in de totale laag 0-90 cm. Gerekend over de maanden maart t/m juni is dat gemiddeld meer dan 1.2 $kg\ N/ha/dag$.

Tabel 19 geeft een samenvatting van opbrengst van het gefertigede en van het onbemeste veldje van perceel 40. Bij de oogst bleek dat er nauwelijks verschil in opbrengst was tussen het bemeste en niet bemeste object. Ook tijdens het groeiseizoen viel al op dat er geen verschillen zichtbaar werden. De N-opbrengst was ook gelijk hoewel hier wel de kanttekening bij geplaatst moet worden dat met dezelfde gehalten gerekend is. Zeer waarschijnlijk zal het ON object iets lagere gehalten hebben gehad.

Een opname van 230 $kg\ N$ op een niet bemeste veld geeft ook aan dat er op dit perceel een sterke mineralisatie heeft plaatsgevonden, voor de teelt maar ook tijdens de teelt. Het merkwaardige is dat dit alleen zichtbaar wordt als een ON en een braakveldje aangelegd worden omdat N_{min} oogst bij het gefertigede object zelfs onder de streefwaarde viel. Tijdens de teelt genomen grondmonsters waarbij de N_{min} via nitrameet bepaald was gaven ook steeds relatief lage waarden aan.

Hoewel N_{min} oogst zou kunnen suggereren dat er een goede benutting heeft plaatsgevonden is het tegendeel waar. Tabel 20 laat zien dat de recovery van de met de fertigatie gegeven N (totaal meer dan 200 $kg\ N$) zeer slecht benut is (2%). Waarschijnlijk heeft de fertigatie ook gezorgd van een uitspoeling van N naar de diepere lagen, in Figuur 11 zijn hier aanwijzingen voor te vinden.



Figuur 11. Verloop van Nmin in drie bodemlagen in braak, gewas onbemest en een gefertigeerd gewas van veld 40 van het preibedrijf.

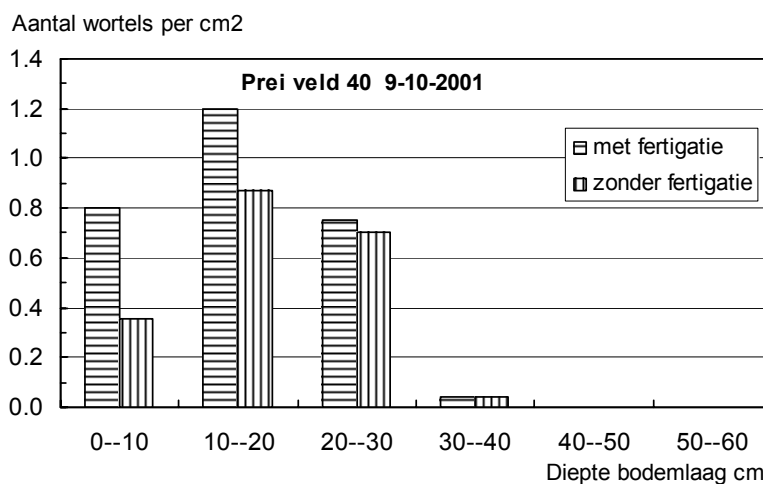
Tabel 19. Opbrengsten en afvoer van nutriënten bij bemeste en onbemeste velden op perceel 40 (late gefertigeerde herfstprei) op het preibedrijf (gebruik is gemaakt van standaardgehalten uit FARM).

Late herfst prei (v. 40)		Afvoer (kg/ha)			
		Vers (t/ha)	N totaal	P ₂ O ₅	K ₂ O
Gefertigeerd	Product	40.8	123	37	163
	Gewasrest	41.8	126	29	172
	Totaal	82.7	248	66	335
0N veld	Product	41.2	123	37	165
	Gewasrest	36.2	109	25	149
	Totaal	77.4	232	62	313

Tabel 20. Karakteristiek van bemeste en onbemeste prei: zaai/plant- en oogstdata, N-gift, totale N-opname en de N_{min} in het profiel (0-90cm, resp. 0-60cm) bij begin en einde van de teelt, ANR (gewas) en ANR (gewas-bodem).

Veld	Plantdatum	Oogst	N-gift (kg/ha)	Totaal N opge- nomen (kg/ha)	N _{min} (kg/ha)		ANR%	
					0-90cm (0-60 cm)	Planten	Oogst	Gewas
Prei 40	20 Jun	19 Nov	0	232	140 (115)	22 (10)		
	20 Jun	19 Nov	202	248	140 (115)	34 (28)	8%	2% (-1%)

Beworteling



Figuur 12. Beworteling van prei op veld 40 op 9 oktober, uitgedrukt in aantal per cm² (core-break methode).

Bewortelingsonderzoek (gemiddelde van 12 bemonsteringsplaatsen) op dit perceel leerde dat onder prei beneden de 40 cm nauwelijks wortels doordrongen (Figuur 12). Fertigatie lijkt de beworteling in de bovenste 20 cm te bevorderen wat te maken kan hebben met de gemiddeld vochtiger omstandigheden bij deze vorm van bemesting.

Conclusies

Door de aanleg van ON en braakvelden is gebleken dat op het preibedrijf een zeer sterke mineralisatie optreedt. Ook de uitslag van de potentiële mineralisatiebepaling wees in deze richting. Een en ander kan te maken hebben met de historie van dit perceel (voormalig fruitteelt). Geïllustreerd is dat deze sterke mineralisatie niet zichtbaar wordt als alleen afgegaan wordt op de N_{min} bij oogst, het vermoeden bestaat dat door fertigatie veel van de stikstof is doorgespoeld naar diepere lagen. Deze stikstof komt op dit perceel al gauw buiten bereik van de wortels door de zeer ondiepe beworteling (maximaal 30-40 cm).

Schoon milieu gewasbescherming

A. Evenhuis, J.J. de Haan & P.J. Wanten (PPO)

Evaluatie gewasbescherming

Zomerprei

De onkruidbestrijding is gestart met twee bespuitingen volgens het lage doseringssysteem met Butisan en Lentagran. De bespuitingen werden zoveel mogelijk uitgevoerd op klein onkruid. Vervolgens werd twee maal geschoffeld en een maal de vingerwieder gebruikt. Tenslotte werd eenmaal handmatig gewied om ontsnappers te pakken en zaadvorming van onkruid te voorkomen.

Tijdens de teelt werd de prei regelmatig beoordeeld op de aanwezigheid van ziekten. In de teelt werd een maal gespoten tegen roest met Corbel.

Tijdens de teelt werd de prei regelmatig gemonsterd en beoordeeld op het voorkomen van trips en andere insecten. Zo lang geen tripslarven werden aangetroffen werd geen bespuiting uitgevoerd. Tegen trips werd twee keer Decis en één keer Mesurol ingezet. Het principe van scouting en monitoring werden ook gebruikt bij de andere preiteelten.

Herfstprei

Bij de zaaibedbereiding werd het eerste onkruid aangepakt, door twee bewerkingen met de cultivator.

De verdere onkruidbestrijding werd geheel uitgevoerd door drie bespuitingen volgens het lage doseringssysteem met Lentagran en Butisan. Hiermee werd het onkruid afdoende bestreden.

Ter bestrijding van bladvlekkenziektes werden Kenbyo (2x), Folicur, Tilt en Exact ingezet.

De bestrijding van trips is vrijwel geheel uitgevoerd met Mesurol (4 bespuitingen en 1 bespuiting Decis). Overigens was dit niet voldoende om een goede kwaliteit prei te garanderen.

Prei laat winter

Bij de zaaibedbereiding werd het eerste onkruid aangepakt, door vier bewerkingen met de cultivator. De verdere onkruidbestrijding werd uitgevoerd door twee bespuitingen volgens het lage doseringssysteem met Lentagran en Butisan. Dit werd aangevuld met een tussentijdse mechanische onkruidbestrijding en 1 bespuiting met Chloor-IPC tegen muur.

Tegen bladvlekkenziektes werden diverse fungiciden ingezet: Kenbyo (2x), Tilt, Exact en Eupareen.

Drie maal werd gespoten tegen trips, twee keer met Mesurol en één keer met Decis.

Milieukundige resultaten

De milieukundige resultaten staan in Tabel 21. Op het preibedrijf worden de streefwaarden voor de emissie naar de lucht (BRI-lucht) gehaald. De overige streefwaarden voor emissie naar grondwater (BRI-grondwater) en bodem (BRI-bodem) en de streefwaarde voor schade aan het waterleven (MBP-waterleven) en bodemleven (MBP-bodemleven) worden niet gehaald. In combinatie met de suikerbieten worden de streefwaarden voor emissie allen gehaald. De streefwaarde voor schade worden beide nog niet gehaald al zijn de resultaten iets beter. De milieuprestaties zijn dus beter door opname van suikerbieten in het bedrijf vergeleken met alleen prei.

Tabel 21. Resultaten op bedrijfsniveau voor emissie, schade en gebruik van pesticiden op het preibedrijf en prei-akkerbouwbedrijf (inclusief suikerbieten).

Maatstaf	Eenheid	Doel	Preibedrijf	Prei-akkerbouw
BRI-lucht	kg ha ⁻¹	0,70	0,41	0,25
MBP-waterleven	% toep. <10	100%	50%	59%
	% toep. <100	100%	85%	89%
BRI-grondwater	ppb	0,50	0,82	0,38
BRI-bodem	kg dagen ha ⁻¹	200	401	188
MBP-bodemleven	% toep. <100	100%	83%	87%
Actieve stofgebruik	kg ha ⁻¹	ALARA	3,9	1,8

Tabel 22 geeft een overzicht van de belangrijkste milieubelastende middelen op het preibedrijf. Probleemmiddelen zijn de vetgedrukte middelen Eupareen, Decis, Folicur, Kenbyo, Lentagran en Mesurol. Deze middelen overschrijden of de 10 puntengrens bij MBP-waterleven of dragen meer bij dan 10% aan de overschrijding van de streefwaarde bij BRI-grondwater of bodem.

Tabel 22. Overzicht van de belangrijkste milieubelastende middelen (analyse 1), de middelen die de streefwaarde overschrijden op het preibedrijf overschrijden zijn vetgedrukt.

	Middel 1	Middel 2	Middel 3	Middel 4	Middel 5
BRI-lucht	Corbel	Chloor-IPC	Mesurol	Eupareen	Butisan-S
MBP-waterleven	Eupareen	Decis	Folicur	Kenbyo	Lentagran
BRI-grondwater	Kenbyo	Lentagran	Eupareen	Exact	Folicur
BRI-bodem	Folicur	Mesurol	Tilt	Kenbyo	Corbel
MBP-bodemleven	Mesurol				

Toepassing van Kenbyo in het najaar (na 1 september) geeft een overschrijding van de emissie naar grondwater. Toepassing voor 1 september geeft geen risico voor milieuschade. Een strodek kan toegepast worden tegen papiervlekkenziekte, maar daarmee neemt de kans op vorstschade toe. Chemische alternatieven voor Eupareen zijn Previcur of Kenbyo (toegepast voor 1 september). Bij toepassing voor 1 september kan Folicur vervangen worden door Kenbyo (tegen purper- en fluweelvlekken en roest), of Tilt of Exact (tegen roest).

Alternatieven voor Decis zijn Mesurol en Dimethoaat. Vanwege de resistentieproblematiek is het echter van belang met zoveel mogelijk verschillende insecticiden afwisselend te spuiten. Ook heeft Mesurol een hoge emissie naar de bodem en geeft het middel grote schade aan het bodemleven.

Alternatieven voor Lentagran zijn niet aanwezig.

Op gewasniveau (Tabel 23) blijkt dat met name de late winterprei bijdraagt aan de milieubelasting. De overschrijding van de BRI-grondwater wordt veroorzaakt door het gebruik van Kenbyo in het najaar. Bestrijding van bladvlekkenziekten en trips veroorzaken de problemen met betrekking tot de BRI-bodem en MBP-bodemleven. In de suikerbieten wordt alleen de MBP-waterleven overschreden. Er was geen verschil tussen analyse en synthese in de gewasbescherming.

Tabel 23. Resultaten per gewas voor emissie, schade en gebruik van pesticiden voor synthese, in vet wanneer streefwaarde op bedrijfsniveau wordt overschreden.

Gewas	Actieve stof toepassingen	BRI-lucht	MBP-waterleven	BRI-grondwater	BRI-bodem	MBP-bodemleven	Actieve stof
	aantal	kg ha ⁻¹	% toep. <10	ppb	kg dagen ha ⁻¹	% toep. <100	kg ha ⁻¹
Preibedrijf	38	0,41	50%	0,82	401	83%	3,9
Prei zomer	8	0,42	50%	0,12	108	88%	2,0
Prei herfst lt	16	0,19	50%	0,21	562	75%	4,7
Prei winter lt	14	0,61	50%	2,13	531	86%	5,0
Suikerbiet	24	0,17	88%	0,17	81	100%	0,8

Duurzaam beheer productiemiddelen

Chemische bodemvruchtbaarheid (Pw en K-getal)

A. Evenhuis, J.J. de Haan, P.J. Wanten (PPO) & A.L. Smit (PRI)

De Pw op het prei-akkerbouwbedrijf in Meterik is 99. Volgens de projectdoelstellingen moet de Pw dalen naar de milieukritische Pw, die Pw waarbij aan de waterkwaliteitsdoelstellingen voor fosfaat voldaan wordt. Omdat deze Pw nog niet bepaald is wordt in eerste instantie een streefwaarde van 30 aangehouden. Op het preibedrijf werd geen fosfaat aangevoerd. In de suikerbieten werd met de dierlijke mest een aanzienlijke hoeveelheid fosfaat aangevoerd. Toch was het fosfaatoverschot van de combinatie preibedrijf en suikerbieten nog negatief.

Het K-getal ligt op 17 en zit daarmee onder het BLGG-streefniveau voor vollegrondsgroenten en aardbeien (30-39), maar in het streeftraject zoals gehanteerd in het bedrijfssystemenonderzoek (11-19).

Kwaliteitsproductie

A. Evenhuis, J.J. de Haan & P.J. Wanten (PPO)

De preiobbrengst was goed. In alle gevallen werd de streefwaarde voor kwantiteit gehaald (Tabel 24).

De kwaliteit van de herfstprei viel tegen door tripsschade en haalde de streefwaarde niet. In de zomer-teelt en de prei laat winter werd de beoogde kwaliteit wel gerealiseerd.

Bij toepassing van fertigatie werd iets minder prei geoogst dan bij toepassing van NBS. Dit kwam door het optreden van *Erwinia* en in mindere mate purpervlekkenziekte. De oogstbare gefertigede prei was wel van een iets betere kwaliteit dan de vergelijkbare teelt volgens NBS.

Tabel 24. Opbrengst en kwaliteit van prei (ton ha⁻¹).

Gewas	Kwantiteit		Kwaliteit	
	Streefwaarde	Resultaat	Streefwaarde	Resultaat
Prei zomer	50	67	80	86
Prei laat herfst synthese	40	44	80	60
Prei laat herfst analyse	40	43	80	64
Prei laat winter	30	33	60	76

3.3 Aardbeienbedrijf

Schoon milieu nutriënten

A. Evenhuis, J.J. de Haan & P.J. Wanten (PPO)

Evaluatie bemesting

Voor de teelt van aardbeien is geen gebruik gemaakt van dierlijke mest. In de productieteelt wordt organische stof aangevoerd in de vorm van stro. Alle productieteelten zijn gefertigeerd. Per week is twee maal gefertigeerd, waarbij stikstof en kali meegegeven werden. De hoeveelheden nutriënten die aangeboden werd was gebaseerd op een stikstofopnamecurve voor de verlate teelt van aardbeien. Vanaf planten tot de bloei en tijdens de pluk is 5 kg N ha⁻¹ week⁻¹ gefertigeerd. Tijdens de bloei is de bemesting verhoogd tot 10 kg N ha⁻¹ week⁻¹. Als de N-min boven de 60 kg N ha⁻¹ kwam is niet gefertigeerd. Verder is geen rekening gehouden met mineralisatie. Evenmin is de aanvoer van stikstof via beregeningswater verdisconteert. In het opstellen van de stikstofbalans is wel rekening gehouden met stikstof in het beregeningswater.

De wachtbedden zijn volvelds bemest volgens NBS. Uitgegaan werd van 40 kg N ha⁻¹ – N-min. Bij de start is geen gift gegeven. Deze is uitgesteld tot half september om het gewas voldoende vegetief te houden.

Tagetes is niet bemest. Na de vroege teelt werd bladrammenas ingezaaid als groenbemester. Na beide andere productieteelten werd gekozen voor rogge vanwege de late zaaidatum

Nutriëntenbalansen

In Tabel 25 is de werkelijke en de MINAS stikstof- en fosfaatbalans weergegeven. De aanvoer volgens MINAS is de aanvoer uit mest. De MINAS-normen 2003 voor droge zandgronden worden voor stikstof en fosfaat gehaald. Het werkelijk stikstofoverschot was met 88 kg ha⁻¹ hoger dan de streefwaarde. Met stro wordt relatief veel stikstof aangevoerd (10 ton stro per teelt is 58 kg N ha⁻¹) wat niet door het gewas benut kan worden. Wel kan de stikstof ter beschikking komen in vervolgteelten. In hoeverre toch stikstof verloren gaat wordt in mineralisatieproeven en modelberekeningen door PRI en Alterra onderzocht. Een ander oorzaak voor het hoge stikstofoverschot ligt in de lage afvoer van nutriënten met het geoogst product.

De streefwaarde voor fosfaat wordt ondanks de lage afvoer wel gehaald omdat fosfaat alleen met stro wordt aangevoerd. De totale aanvoer van fosfaat was echter wel meer dan de helft van de totale afvoer, waardoor een versnelde afname van het Pw-getal theoretisch niet bereikt kan worden.

Bij de vroege aardbeien zijn niet alleen de vruchten vermarkt, maar is ook het gewas afgevoerd omdat veel planten aangetast waren door *Verticillium* (Tabel 26). Met het verwijderen van het plantmateriaal wordt het inoculum van de schimmel afgevoerd. Met de afvoer van gewasresten komt het overschot rond de streefwaarde te liggen. Ook in de wachtbeddenteelt is het overschot relatief laag. Door productieve gewassen te telen in de rustjaren kan het overschot ook vergroot worden.

De aardbei is een kalibehoefstig gewas. Met name voor een goede uitgroei van de vruchten is kali nodig. De afvoer via de vruchten is echter veel lager dan de aanvoer. Hierdoor ontstaat een kalioverschot, die met 89 kg ha⁻¹ groter is dan de streefwaarde van 40 kg ha⁻¹.

Tabel 25. *Werkelijke en MINAS stikstof- en fosfaatbalans bedrijfsniveau (kg ha⁻¹).*

	Stikstof	Fosfaat
Totale aanvoer	115	10
Aanvoer mest	31	0
Beregeningswater	13	0
Stro	29	8
Depositie	42	2
Werkelijke afvoer	28	16
Werkelijk overschot	87	-6
<i>Streefwaarde</i>	<i>60</i>	<i>0</i>
Aanvoer volgens MINAS	31	0
Forfaitaire afvoer MINAS	165	65
Overschot volgens MINAS	-134	-65
<i>Verliesnorm MINAS droge zandgronden 2003</i>	<i>60</i>	<i>20</i>

Tabel 26. *Werkelijke stikstofbalans per gewas (kg ha⁻¹) (excl. depositie).*

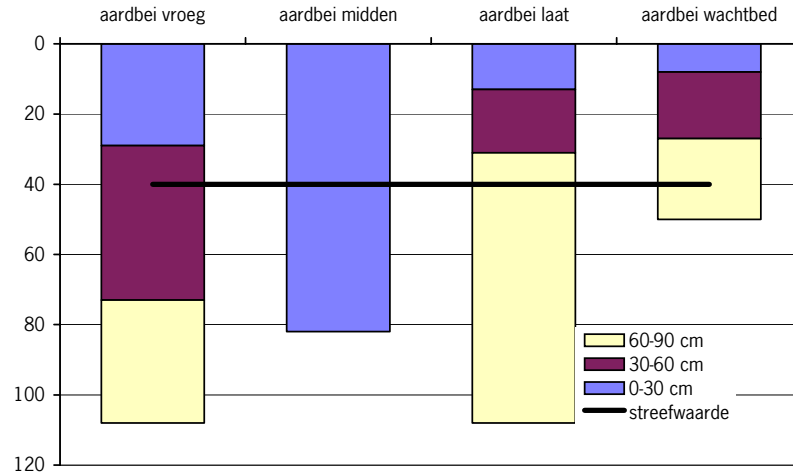
	Aanvoer	Afvoer	Overschot
Aardbei vroeg	134	64	70
Aardbei midden	128	27	101
Aardbei laat	118	19	99
Aardbei wachtbed	60	49	11

N-min na oogst

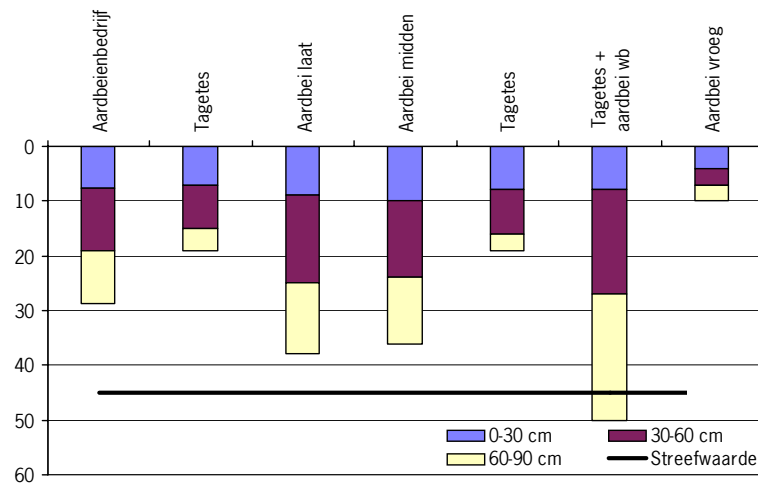
N-min na oogst geeft aan in hoeverre de bemesting was afgestemd op het gewas. Bij de vroege en midden productietelten was de N-min na de oogst hoger dan 40 kg ha⁻¹ (0-60 cm), zoals blijkt uit Figuur 13. Na de teelt van aardbeien werd een groenbemester gezaaid om de stikstof alsnog vast te leggen. Mogelijk dat N – aanvoer beperkt kan worden door per keer minder stikstof te fertigeren of een lagere buffer aanhouden.

N-min najaar

N-min najaar is gemeten in het begin van november (Figuur 14). De wachtbeddenteelt voldoet nog niet aan de streefwaarde van 45 kg ha⁻¹ (0-90 cm). Het gewas staat op het moment van meten nog op het veld. In de productietelten worden de streefwaardes wel gehaald.



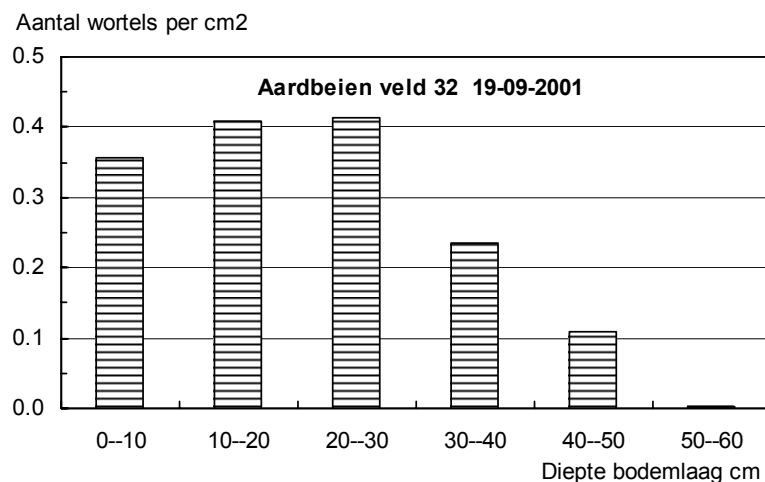
Figuur 13. N-min na oogst per gewas en gemiddeld per systeem ($kg ha^{-1}$).



Figuur 14. N-min najaar per gewas en gemiddeld voor het bedrijf ($kg ha^{-1}$).

Beworteling

Aangezien van de bewortelingsdiepte van aardbeien weinig bekend was is eenmalig op veld 32 de bewortelingskarakteristiek bepaald met de core-breakmethode (Figuur 15). Aardbeien bewortelen het profiel met een redelijke intensiteit tot 30 cm, op grotere diepte zal de lage bewortelingsintensiteit al gauw een beperking kunnen zijn voor de opname van nutriënten. Stikstof aanwezig beneden 40 cm zal niet of nauwelijks kunnen worden opgenomen.



Figuur 15. Beworteling gemeten op veld 32 op 19 september 2001.

Schoon milieu gewasbescherming

A. Evenhuis, J.J. de Haan & P.J. Wanten (PPO)

Evaluatie gewasbescherming

Aardbei productieteelten

Voor het planten is een vals zaaibed aangelegd waarna een aantal keren geëgd werd. Alleen bij de vroegste teelt werd niet met een vals zaaibed gewerkt. De onkruidbestrijding is uitgevoerd door ongeveer 10 dagen na planten te schoffelen en te vingerwieden. Vervolgens is folie gelegd. Door deze werkwijze is het gebruik van bodemherbiciden voorkomen. Met name in de plantgaten kwam nogal wat muur op, daarom werd het laatste onkruid handmatig gewied.

De vruchtrot bestrijding is uitgevoerd door het afwisselen van diverse fungiciden tijdens de bloei. Het moment van bespuiting is bepaald met behulp van een Botrytis waarschuwingsmodel (OPTIBOL). Trips is bestreden werd met herhaalde bespuitingen met Decis. Om het juiste moment te bepalen werd gekeken naar de aantallen trips in bloeiende bloemen.

Aardbei wachtbed

De onkruidbestrijding is uitgevoerd door herhaalde bespuitingen met fenmedifam bij een dosering van 6 liter ha⁻¹. Straatgras wordt door fenmedifam niet bestreden. In het perceel kwam nogal wat opslag van straatgras voor. Een goed alternatief voor de bestrijding van straatgras is niet beschikbaar. Mechanische grondbewerking leidt tot beschadiging aan de wortels, waardoor meer kans ontstaat op het optreden van bodemziekten. Daarnaast gaat het ten koste van de kwaliteit van het plantmateriaal.

In de wachtbeddenteelt wordt feitelijk het uitgangsmateriaal voor de productieteelt gemaakt. Het streven moet er dan ook op gericht zijn het materiaal ziekte- en plaagvrij te produceren. Met name spint en de bodemziekten, *P. cactorum* en *C. acutatum*, moeten voldoende bestreden worden om problemen in de productieteelten te voorkomen. Hiervoor zijn de insecticiden Acarastin en Nissorun en de fungiciden Aliette, Paraat en Eupareen ingezet.

Tagetes en groenbemesters

In Tagetes is drie keer Goltix en fenmedifam gespoten. Ziekte- en plaagbestrijdingen werden niet uitgevoerd. In bladrammenas en winterrogge zijn geen gewasbeschermingsmaatregelen genomen.

Milieukundige resultaten

De streefwaarden voor de emissie naar lucht en grondwater (BRI-lucht en BRI-grondwater) worden beiden gehaald (Tabel 27). De streefwaarde voor de emissie naar de bodem (BRI-bodem) wordt niet gehaald. De streefwaarden voor de schadeparameters (MBP) worden nog niet gehaald. Ongeveer 64% van de bespuitingen heeft een risico voor veroorzaken van schade aan het waterleven, 21% van de bespuitingen veroorzaakt zelfs een groot risico.

Tabel 27. Resultaten op bedrijfsniveau voor emissie, schade en gebruik van pesticiden.

Maatstaf	Eenheid	Doel	Resultaat
BRI-lucht	kg ha ⁻¹	0,70	0,40
MBP-waterleven	% toep. <10	100%	36%
	% toep. <100	100%	79%
BRI-grondwater	ppb	0,50	0,13
BRI-bodem	kg dagen ha ⁻¹	200	257
MBP-bodemleven	% toep. <100	100%	91%
Actieve stofgebruik	kg ha ⁻¹	ALARA	5,1

In Tabel 28 is een overzicht opgenomen van de belangrijkste milieubelastende middelen op het aardbeienbedrijf. Probleemmiddelen zijn de vetgedrukte middelen Acarstin, Eupareen, Pirimor, Decis, Fenmedifam, Paraat en Scala. Deze middelen overschrijden de 10-puntengrens bij MBP-waterleven, de 100-puntengrens bij MBP-bodemleven of dragen meer dan 10% bij in de overschrijding van de streefwaarde van BRI-bodem.

Tabel 28. Overzicht van de belangrijkste milieubelastende middelen, vetgedrukt de middelen die de grootste bijdrage leveren aan het overschrijden van de streefwaarde in het aardbeienbedrijf.

	Middel 1	Middel 2	Middel 3	Middel 4	Middel 5
BRI-lucht	Eupareen	Scala	Goltix T Of	Pirimor	Paraat
MBP-waterleven	Acarstin	Eupareen	Pirimor	Decis	Fenmedifam
BRI-grondwater	Eupareen	Topaz 100 ec	Goltix T Of	Fenmedifam	Pirimor
BRI-bodem	Paraat	Fenmedifam	Scala	Goltix T Of	Eupareen
MBP-bodemleven	Acarstin	Pirimor			
Actieve stof	Eupareen	Paraat	Teldor	Fenmedifam	Aliette

Voor de bestrijding van vruchtrot zijn er diverse alternatieven, waaronder Rovral en Teldor. Voor de bestrijding van meeldauw was in 2001 alleen Nimrod beschikbaar, in 2002 is Stroby beschikbaar gekomen. Frupica heeft een nevenwerking op meeldauw. Als alternatief voor de insecticiden Decis, Pirimor en Acarstin komt spruzit eigenlijk niet in aanmerking. De ervaringen in de teelt van glasaardbeien met dit middel geven aan dat maar een beperkte werking verwacht mag worden. Daar komt bij dat milieubelastend is voor het waterleven. In de glasaardbeienteelt is de inzet van natuurlijke vijanden normaal. Deze predatoren zijn echter niet of beperkt aangepast aan het klimaat buiten. Hier en daar zijn wat ervaringen opgedaan met inzet van natuurlijke vijanden, maar een praktijkrijpe strategie ontbreekt nog. Voor Acarstin is alleen Mitac als alternatief beschikbaar dat volwassen spintmijten

doodt. Andere middelen doden alleen eieren en/of larven. Bij toepassing van acariciden is er kans op resistentie. Afwisseling van middelen wordt aanbevolen. Paraat is het enige beschikbare middel dat een aantasting door *Phytophthora* spp. tot stilstand kan brengen. Alternatieven voor Fenmedifam in de wachtbeddeenteelt ontbreken. Mechanische onkruidbestrijding geeft teveel gewasschade.

In Tabel 29 wordt zichtbaar dat met name de wachtbeddeenteelt zorgt voor milieubelasting. In de wachtbeddeenteelt kan weinig risico worden genomen omdat het uitgangsmateriaal voor de productieteelt geteeld wordt. Wel betekend een goede bestrijding op het wachtbed een verlaagde inzet van gewasbeschermingsmiddelen in de productieteelt

Tabel 29. Resultaten per gewas voor emissie, schade en gebruik van pesticiden, in vet wanneer streefwaarde op bedrijfsniveau wordt overschreden.

Gewas	Actieve stof toe-passingen	BRI-lucht	MBP-waterleven	BRI-grondwater	BRI-bodem	MBP-bodemleven	Actieve stof
	aantal	kg ha ⁻¹	% toep.<10	ppb	kg dagen ha ⁻¹	% toep.<100	kg ha ⁻¹
Bedrijf	53	0,40	36	0,13	257	91	5,1
Aardbei vroeg	7	0,54	29	0,01	78	100	4,1
Aardbei midden	9	0,31	33	0,02	233	78	4,9
Aardbei laat	11	0,86	55	0,27	297	100	5,1
Aardbei wachtbed	14	0,58	36	0,05	669	86	12,6
Tagetes	12	0,03	50	0,07	89	100	1,3

Duurzaam beheer productiemiddelen

Chemische bodemvruchtbaarheid (Pw en K-getal)

A. Evenhuis, J.J. de Haan, P.J. Wanten (PPO) & A.L. Smit (PRI)

De Pw op het aardbeienbedrijf in Meterik is 129. Volgens de projectdoelstellingen moet de Pw dalen naar de milieukritische Pw, die Pw waarbij aan de waterkwaliteitsdoelstellingen voor fosfaat voldaan wordt. Omdat deze Pw nog niet bepaald is wordt in eerste instantie een streefwaarde van 30 aangehouden. De afname van de Pw zal waarschijnlijk langzaam gaan, omdat met de vruchten slechts een geringe hoeveelheid fosfaat wordt afgevoerd. Daarnaast wordt fosfaat aangevoerd via het stro. Telen zonder strobedekking is geen alternatief. Hooguit kan de hoeveelheid ingebrachte stro beperkt worden. Het K-getal ligt op 17 en zit daarmee onder het BLGG streefniveau voor vollegrondsgroenten en aardbeien (30–39), maar in het streeftraject (11–19). Omdat aardbeien een kalibehoeftig gewas is zal er waarschijnlijk jaarlijks een kali-overshot ontstaan. Het K-getal zal door de teelt van aardbeien op termijn waarschijnlijk gaan stijgen.

Kwaliteitsproductie

J.J. de Haan & P.J. Wanten (PPO)

De streefwaarde voor de kwaliteitsproductie werd in de drie aardbeienteelten gehaald (Tabel 30). In de wachtbeddenteelt ligt de productie ongeveer 10% onder de streefwaarde. Het al of niet halen van de streefwaarde voor de vruchtproductie hangt zeer sterk samen met de weersomstandigheden in het voorafgaande najaar. In deze periode worden namelijk de trossen aangelegd voor productie in het volgende voorjaar. De streefwaarde voor de vroege productie teelt is met 20 ton ha⁻¹ aan de voorzichtige kant. De kwaliteit was gemiddeld genomen iets lager dan de streefwaarde. Een groot percentage aardbeien in de drie teelten was kleiner dan 28 mm (klasse I > 28 mm). Een oorzaak van deze mindere maat kan zijn dat ze vochttekort hebben gehad en dat het gewas niet afdoende is gekoeld waardoor stress in de plant kan zijn ontstaan.

Tabel 30. Opbrengsten productie teelt (ton ha⁻¹) en wachtbeddenteelt (aantal ha⁻¹) en kwaliteit van aardbeien (klasse I > 28 mm).

Gewas	Kwantiteit		Kwaliteit		
	Streefwaarde	Resultaat	Maatstaf	Streefwaarde	Resultaat
Aardbei gekoeld vroeg	20	27	% klasse 1	80	72
Aardbei gekoeld midden vroeg	20	22	% klasse 1	80	71
Aardbei gekoeld laat	15	16	% klasse 1	75	79
Aardbei wachtbed	80000	71920	% >18 mm	95	85

4. Waterkwaliteit

In dit hoofdstuk wordt onderzoek naar de waterkwaliteit zoals dit is gedaan door Alterra en RIVM beschreven. Metingen van de twee instellingen zijn niet direct vergelijkbaar omdat in het ene geval (Alterra) het bodemvocht onder de bewortelbare zone bemonsterd is en bij het RIVM het grondwater geanalyseerd is.

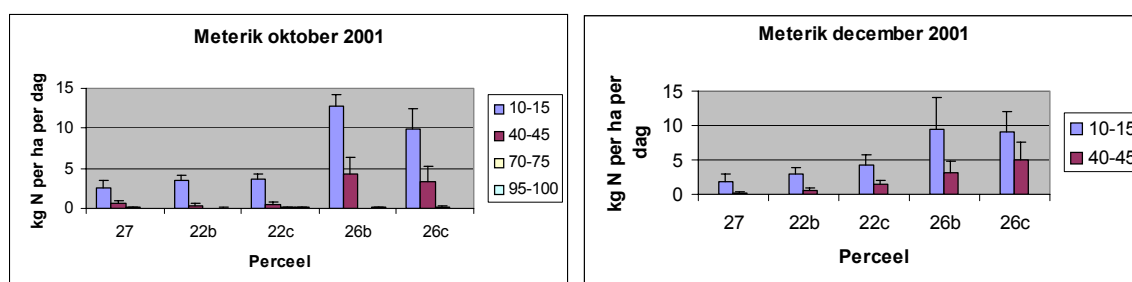
4.1 Metingen Alterra

K.B. Zwart & A. Smit (Alterra)

Potentiële denitrificatie

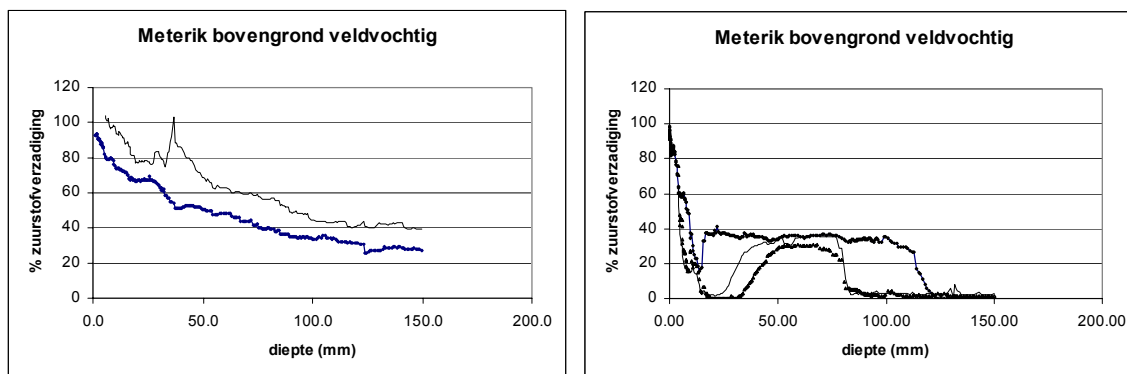
(Samenvatting Zwart et al., 2002), OV0202

De potentiële denitrificatie van een aantal percelen op Meterik in de maanden november en december 2001 staat weergegeven in Figuur 16. De potentiële denitrificatie ligt rond de 4 kg per ha per dag in de bovenste 30 cm van perceel 22 en 27 en 10 kg per ha per dag op perceel 26. In de laag 30-60 cm is de activiteit 3-6 keer zo laag en daaronder was de activiteit verwaarloosbaar klein. Alleen op perceel 26, waar ten tijde van de bemonstering nog prei stond, was nog een behoorlijke activiteit meetbaar. In de ondergrond is de potentiële denitrificatie zeer laag en op grond daarvan mag worden verondersteld dat de bijdrage van de ondergrond in de denitrificatie ook gering zal zijn.



Figuur 16. Potentiële denitrificatie op percelen van het proefbedrijf Meterik in verschillende lagen van de bodem (gemiddelde van 4 metingen inclusief standaarddeviatie (balkje in de kolommen)). De letter b en c geven aan dat het om plekken van braakvelden in het betreffende perceel ging (Zwart et al., 2002).

In tegenstelling tot Kernbedrijf Vredepeel geldt dat op bepaalde plekken in de bovenste laag van de bodem binnen enkele millimeters van het oppervlak anaërobe condities optreden onder de veldcondities van november en tevens wanneer de bodem volledig verzadigd is met vocht (Figuur 17a,b).



Figuur 17. Zuurstofprofielen in verschillende bodemlagen van Meterik bij verschillende vochtcondities. Iedere lijn vertegenwoordigt de meting van één electrode (Zwart *et al.*, 2002).

Nitraat in bodemvocht

De Alterra waterkwaliteitsmetingen zijn uitgevoerd vanaf 10 december 2001. Op een diepte van 1 m (onder de bewortelbare zone) werd bodemvocht verzameld (voor meer details zie Smit *et al.*, 2004, rapport nr. OVO403). De gemeten nitraatgehalten in mg/L in de eerste meetperiode t/m mei 2002 staan vermeld in Tabel 31. Omdat pas in december met de metingen is begonnen mag verwacht worden dat al een gedeelte van de aanwezige N is uitgespoeld voor de eerste decembermeting.

Tabel 31. Gemeten nitraatgehalten in bodemvocht per perceel periode december 2001 tot mei 2002.

Perceel	S/A	10/dec/01	10/jan/02	30/jan/02	19/feb/02	27/feb/02	2/mei/02
21	A	35	94	73	5	1	6
22	A	14	36	27	5	4	0
23	S	48	84	49	12	2	0
24	S	32	380	285	84	64	51
25	S	148	39	3	2	1	12
26	S	165	29	24	0	0	178
27	S	326	28	2	2	0	1
34	S	258	71	0	0	0	131
35	S	17	87	119	72	42	10
36	S	75	301	205	88	68	51

4.2 Metingen RIVM

M. van den Berg & M.M. Pulleman (RIVM)

Doel van het onderzoek

De hoofddoelen van het in dit hoofdstuk gepresenteerde gedeelte van het onderzoek is uitspraken te kunnen onderbouwen over het al dan niet halen van de gestelde waterkwaliteitsnormen op bedrijfsniveau en een vergelijking te presenteren met de grondwaterkwaliteit op de andere deelnemende bedrijven. Daarnaast wordt ingegaan op de vraag in hoeverre de resultaten kunnen worden gerelateerd aan de bedrijfsvoering in de afgelopen jaren.

De hier gepresenteerde resultaten hebben betrekking op het grondwateronderzoek dat uitgevoerd is in het voorjaar en de zomer van 2002. Grofweg kan gesteld worden dat met name nitraat in het bovenste grondwater grotendeels 2 à 3 jaar voorafgaande aan de bemonstering uit de bovengrond is uitgespoeld. In die zin zou er dus een samenhang zijn met de bedrijfsvoering in het jaar 2000 en daarvoor.

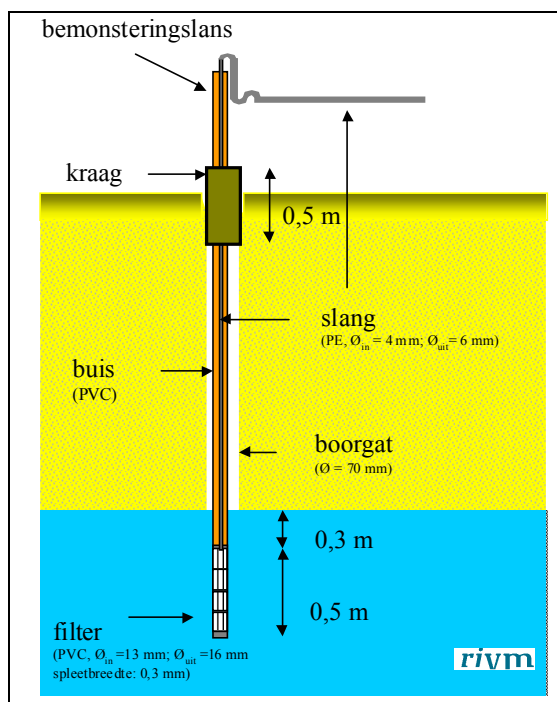
De gevolgde werkwijze is er in principe niet op gericht onderscheid te kunnen maken op perceelsniveau of tussen het synthese- en het analysedeel van de kernbedrijven. Desalniettemin is getracht om aan de hand van de nitraatanalyses (Nitrachek) die per individueel monsterpunt zijn verricht uitspraken te doen over mogelijke verschillen tussen de verschillende bedrijfsonderdelen.

Door jaarlijkse herhaling van de metingen op dezelfde wijze en locatie zal in de toekomst een verloop in de tijd worden vastgesteld.

Werkwijze

Het onderzoek is uitgevoerd zoals in grote lijnen is beschreven door Pulleman (2002). De gevolgde werkwijze is in detail vastgelegd in RIVM protocols en zogenaamde Standaard Operating Procedures (SOP's; zie o.a. RIVM, 2000 en RIVM, 2002a en b).

De grondwaterbemonstering op Meterik vond plaats in de periode van 19 t/m 26 juni 2002. De bemonstering werd uitgevoerd door RIVM-medewerkers, op 48 locaties (zie figuur 4). Deze locaties werden vastgesteld volgens een gestratificeerde aselechte verdeling. De stratificatie vond plaats op basis van de grootte van de verschillende bedrijfsonderdelen (S: synthese bladgewassen/prei; SA: synthese aardbei; en A: analyse) en de perceelsindeling; zodanig dat in elk perceel 1 à 2 locaties werden bemonsterd. Op iedere locatie werd m.b.v. de edelmanboor een gat geboord tot een diepte van ca 1 m beneden de grondwaterspiegel. Het grondwater in elk gat werd bemonsterd m.b.v. een bemonsteringslans (zie Figuur 18) gekoppeld aan een slangenpomp en 0,48 µm filter. Van elke locatie werd een deel van het bemonsterde water in het veld geanalyseerd m.b.t. de nitraatconcentratie (nitrachek), de EC en de pH. De nitrachekresultaten werden achteraf gecorrigeerd voor het effect van temperatuursverschillen tussen de veldomstandigheden en de omstandigheden waarbij de (dagelijkse) calibratie werd uitgevoerd, zoals beschreven in RIVM (2002c). De andere delen van het monster werden gekoeld -en voor bepaalde analyses aangezuurd- voor vervoer naar het laboratorium. Op basis van de aangeleverde monsters werden in het laboratorium 4 mengmonsters per bedrijf vervaardigd, die werden geanalyseerd op de concentratie van nitraat, ammonium, Kjehldal-N, DOC, sulfaat, chloride, totaal P, orthofosfaat-P, Na, K, Ca, Mg, Fe en Zn. In het geval van Meterik heeft één mengmonster betrekking op het analysegedeelte. De overige drie mengmonsters hebben betrekking op het synthesegedeelte; hiervoor werd een random tabel gebruikt.



Figuur 18. Schets van de methode van grondwaterbemonstering. Bron: RIVM (2000).

Een soortgelijke bemonstering vond plaats op de andere Tmt bedrijven in de periode van april tot september 2002.

Resultaten en discussie

De resultaten van de veldanalyses zijn gegeven in Bijlage III. Een overzicht van de labanalysesresultaten is gegeven in Tabel 32.

Vergelijking met andere Tmt bedrijven

Tabel 32 geeft, naast de bedrijfsgemiddelde concentraties in het grondwater voor Meterik, ook de betreffende normwaarden en de gemiddelde concentratie van Tmt bedrijven (inclusief de kernbedrijven; exclusief de 4 bedrijven waar bodemvocht i.p.v. grondwater werd geanalyseerd). Wat betreft de nitraatconcentratie zit Meterik met 146 mg l^{-1} ver boven de norm van 50 mg l^{-1} ook boven de bedrijfsgemiddelden van alle Tmt bedrijven.

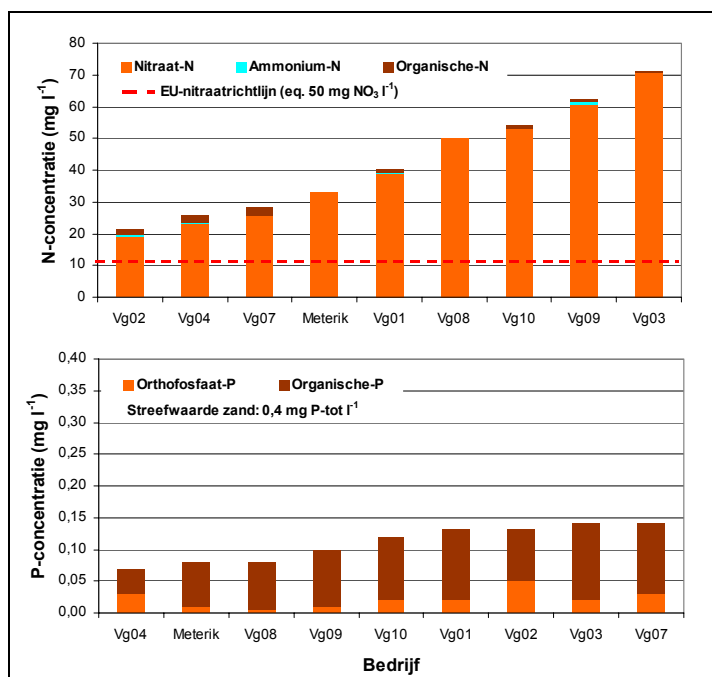
Tabel 32. *Overzicht van gemeten grondwaterkwaliteit in seizoen 2002 op kernbedrijf Meterik en voor de 33 bemonsterde Tmt-bedrijven.*

Meting	Kernbedrijf Meterik	Gemiddeld Tmt-bedrijf	Norm
Nitraat (NO ₃)	146	95	50
Ammonium-N	0,02	1,45	2,0 ²
Organisch-N ¹	<0,05	1,5	-
Totaal-N ¹	33	24,5	-
Ortho-fosfaat (P)	0,01	1,47	-
Totaal-fosfaat (P)	0,08	1,55	0,40

¹ De concentratie organisch N is berekend als de concentratie Kjelldal-N - Ammonium-N. Voor het berekenen van de totale stikstofconcentratie (Totaal-N) is het nitraat-N (NO₃ × 0,226) opgeteld bij het Kjelldal-N.

De 'positie' van Meterik ten opzichte van de andere Tmt vollegrondsgroentetelers is voor wat betreft de concentraties van verschillende vormen van stikstof en fosfaat nader weergegeven in Figuur 19. De fosfaatconcentratie in het grondwater van Meterik is laag in vergelijking met de overige vollegrondsgroentetelers, die overigens ook allemaal ruim onder de norm van 0,4 mg l⁻¹ zitten. Voor wat betreft nitraat-N zit Meterik iets onder de mediaan van de bedrijfsgemiddelden. De kwaliteit van het grondwater voldoet bij geen enkele vollegrondsgroenteteler aan de norm van 50 mg nitraat l⁻¹ (~ 11,3 mg nitraat-N l⁻¹). Andere vormen van stikstof in het grondwater spelen bij deze bedrijven nauwelijks een rol.

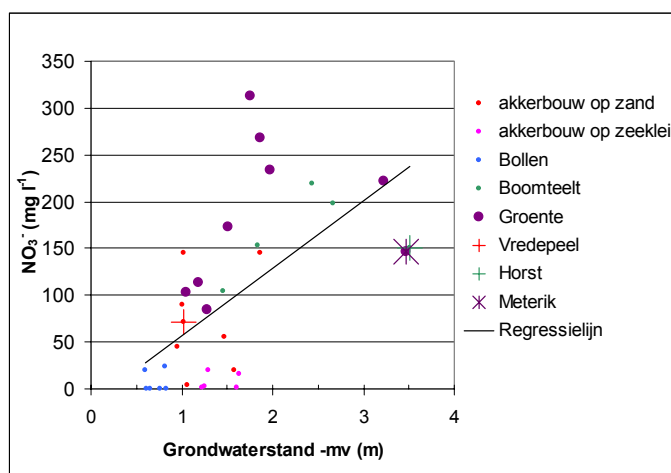
Het voorkomen van hoge of lage nitraatconcentraties is niet een simpele afspiegeling van het nutriëntenmanagement maar het resultaat van complexe interacterende processen die, behalve van het nutriëntenmanagement, mede afhankelijk zijn van o.a. de hydrologie, de bodemtextuur en de organische stof dynamiek.



Figuur 19. Gemiddelde concentraties van verschillende vormen van stikstof (boven) en fosfaat (onder) in het grondwater van de deelnemende Tmt bedrijven met vollegrondsgroenteteelt. De bedrijven zijn gerangschikt in volgorde van de concentraties van resp. totaal N en totaal P. Organische-P is berekend als totaal-P minus orthofosfaat-P.

Voor een betrouwbare uitspraak over de relatie tussen N-management en de nitraatconcentratie in het grondwater bij een bepaald bedrijf is daarom een grondige analyse nodig over meerdere jaren, waarbij met name ook de invloed van het vrijkomen van stikstof door mineralisatie zou moeten worden bekeken, evenals het voorkomen van denitrificatie onder hydromorfe omstandigheden.

Dit laatste wordt geïllustreerd in Figuur 20, waarin de relatie tussen de (bedrijfs-gemiddelde) grondwaterstand t.o.v. maaiveld en de nitraatconcentratie is weergegeven. Bij een hoge grondwaterstand vindt men meestal een lage nitraatconcentratie omdat dan op geringe diepte anaërobe omstandigheden op kunnen treden waardoor een groot deel van de nitraat zal verdwijnen door denitrificatie. Voor Meterik ligt de nitraatconcentratie duidelijk onder de regressielijn en ook lager dan bij andere bedrijven waarbij het grondwater op > 2 m diepte voorkomt, hetgeen suggereert dat het bedrijf wat betreft N-management uit ecologisch oogpunt 'beter' heeft gepresteerd dan andere Tmt deelnemers die onder vergelijkbare omstandigheden opereren.

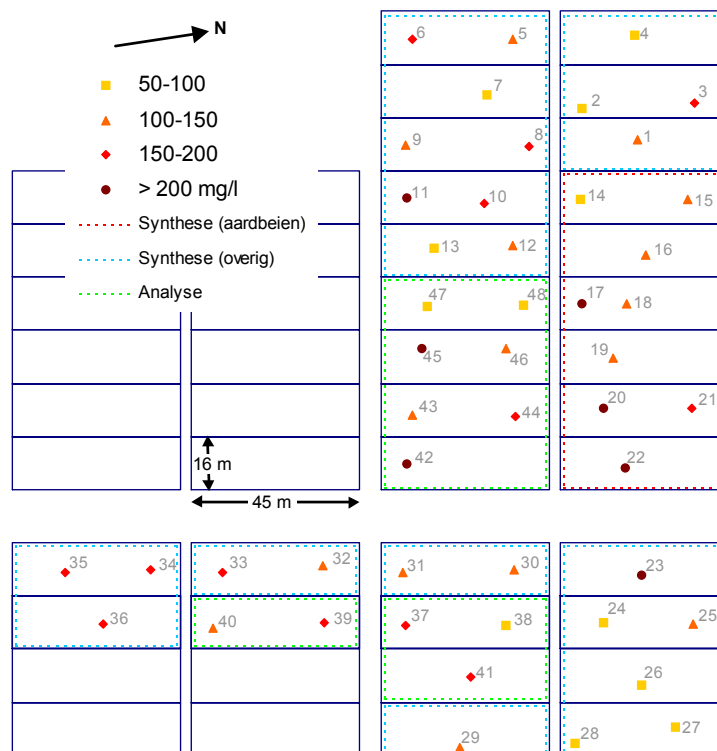


Figuur 20. Bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie in het grondwater in relatie tot de bedrijfsgemiddelde grondwaterstand op het moment van bemonsteren.

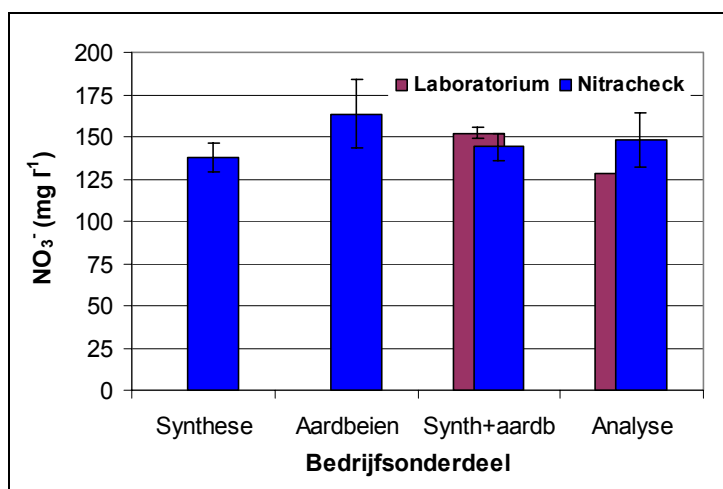
Ruimtelijke variaties binnen het bedrijf

De resultaten in Bijlage III en Figuur 21 suggereren dat de ruimtelijke variabiliteit binnen het bedrijf, wat betreft de nitraatconcentratie in het grondwater, bijzonder groot is. Dit is, met name op zandgronden, een normaal fenomeen. De variatie in de data kan worden toegeschreven aan een groot aantal factoren zoals lokale variaties in bodemgesteldheid en hydrologische omstandigheden, gewasmanagement en waarnemingsfouten. In het geval van Meterik worden twee factoren nader bekeken: (1) de onderverdeling van het bedrijf in ‘analyse’ en ‘synthese’ delen met verschillend nutriëntenmanagement en (2) de mogelijke invloed van bedrijfsvreemd grondwater, via laterale grondwaterstroming.

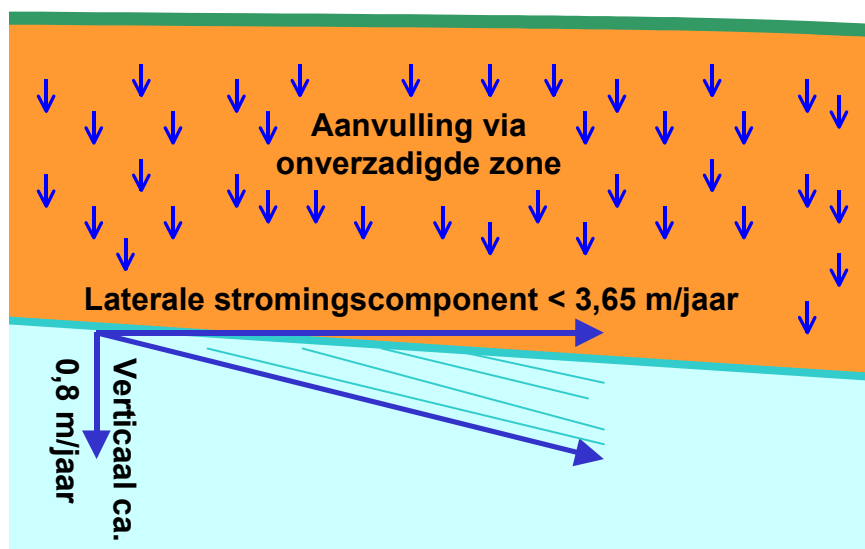
ad. 1. Het bedrijf is onderverdeeld in ‘synthese bladgewassen/prei’, ‘synthese aardbei’ en ‘analyse’ (zie figuur 4). Qua nutriëntenmanagement staan de synthese gedeeltes het dichtst bij de praktijk, terwijl het management in het analyseonderdeel het sterkst gericht is op het minimaliseren van emissies. Op grond hiervan zou men verwachten dat de nitraatconcentratie in het grondwater in de analyseonderdelen lager is dan in de synthese gedeeltes. Deze hypothese wordt gesteund door bodemvochtanalyses (op 1 m diepte t.o.v. het maaiveld) verricht door Alterra (Annemieke Smit *et al.*, 2004). Zij vonden nitraatconcentraties van gemiddeld 29 mg l⁻¹ onder het analysegedeelte en 94 mg l⁻¹ onder de syntheseonderdelen. Figuur 22 toont de gemiddelde nitraatconcentraties in het grondwater voor de verschillende bedrijfsonderdelen, zoals gemeten in het veld (Nitrachek) en in het laboratorium (drie mengmonsters voor synthese + aardbeien; één voor het analysegedeelte). De veldgegevens laten geen significante verschillen tussen de bedrijfsonderdelen zien. De in het laboratorium bepaalde waarde voor het analyseonderdeel is echter wel lager dan die van de syntheseonderdelen. De oorzaak van deze discrepantie is onduidelijk. Aangezien slechts één mengmonster betrekking heeft op het analyseonderdeel kunnen hier geen conclusies uit worden getrokken.



Figuur 21. Ruimtelijke variatie van de nitraatconcentratie in het grondwater van kernbedrijf Meterik. De getallen naast de symbolen hebben betrekking op de nummering van de monsterpunten (zie ook Bijlage III, Figuur 4).



Figuur 22. Nitraatconcentratie in het grondwater van kernbedrijf Meterik. Gemiddelde waarden voor de verschillende bedrijfsonderdelen, zoals gemeten in het veld (Nitracheck) en in het laboratorium (drie mengmonster voor synthese + aardbeien; één mengmonster voor het analysegedeelte). De lengte van de 'error bars' is gelijk aan twee maal de 'standard error' van de betreffende gemiddelden.



Figuur 23. Laterale en verticale componenten van de verplaatsing van het bovenste grondwater op kernbedrijf Meterik.

ad 2. Het kernbedrijf ligt in de Slenk van Venlo, ten oosten van de Tegelenbreuk, een gebied dat uiteindelijk afwatert op de Maas. Volgens de Grondwaterkaart van Nederland (TNO, 1978) neemt de stijghoogte in de omgeving van het kernbedrijf af met een verhang van ca. 2 m per km. Verschillen in de grondwaterstand binnen het bedrijf (Bijlage I en Figuur 21) suggereren eenzelfde verhang. Op grond van de ligging van de isohypsen op de grondwaterkaart kan een laterale grondwaterstroming in oost-noord-oostelijke richting verwacht worden. De vraag is in hoeverre een dergelijke stroming invloed kan hebben op de samenstelling van het grondwater op het kernbedrijf.

Volgens een grove berekening zou het bovenste grondwater aan de west-zuidwestelijke rand van het bedrijf, zich na één jaar maximaal op 3,65 m van de rand binnen het bedrijf bevinden, op een diepte van ca. 0,85 m beneden de grondwaterspiegel; en na twee jaar op 7,3 m afstand, op een diepte van ca. 1,7 m beneden de grondwaterspiegel. Aangezien alleen de bovenste meter van het grondwater bemonsterd wordt, en niet dichtbij de randen van de percelen (normaal minstens 10 m, op Meterik 5 m), kan op grond van bovenstaande worden gesteld dat de invloed van grondwater van buiten het bedrijf vrijwel te verwaarlozen is.

Een veel grotere laterale component van de grondwaterstroming (enkele tientallen meters per jaar) kan worden verwacht in de watervoerende laag onder de deklaag van lemig fijn zand. Volgens TNO (1978) bevindt de bovengrens van deze laag zich op een diepte van 5 a 10 m -mv. Deze laag bevat afzettingen van grind en grof zand met een doorlatendheid (K -waarde) die 5 à 10 maal hoger is dan die van de deklaag. Bij de grondwaterbemonstering die voor de huidige studie is uitgevoerd, waarbij tot een diepte van maximaal ca. 5 m is geboord, werd deze laag echter nooit aangetroffen.

Een meer voor de hand liggende verklaring voor het ontbreken van eenduidige verschillen in de samenstelling van het grondwater van het analyseonderdeel enerzijds en de syntheseonderdelen anderzijds, is dat de betreffende onderverdeling pas is ingesteld in 2001. Bij een grondwaterstand van ca. 3,5 m -mv kan grofweg gesteld worden dat de aangetroffen nitraat in het grondwater grotendeels 2 à 3 jaar vóór de bemonstering uit de bovengrond is uitgespoeld, dus in de periode 1999/2000. De aangetroffen concentraties in het grondwater corresponderen wel goed met de bodem N-min en het N-overschot (140 kg ha^{-1}) op het bedrijf in de periode 1997-2000, zoals vermeld in Tabel 3 van Langeveld (2002).

Conclusies

- Het grondwater op kernbedrijf Meterik voldeed in de periode van bemonstering niet aan de gestelde normen voor de concentratie van nitraat. De bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie was 146 mg l⁻¹, bij een gestelde norm van 50 mg l⁻¹.
- Het grondwater op kernbedrijf Meterik voldeed op bedrijfsniveau wel aan de overige gestelde normen voor de parameters die in beschouwing zijn genomen. In vergelijking met de andere Tmt bedrijven is de gevonden fosfaatconcentratie van het grondwater op Meterik (totaal-P= 0,08 mg l⁻¹) erg laag.
- Er zijn op grond van de tot nu toe verkregen resultaten geen duidelijke aanwijzingen dat het stikstofmanagement op de analyse-onderdelen van Meterik tot lagere nitraatconcentraties in het grondwater heeft geleid dan op de syntheseonderdelen van het bedrijf. De meest plausibele reden hiervoor is dat de onderverdeling slechts één jaar voor de bemonstering is ingesteld.
- Het lijkt onwaarschijnlijk dat de samenstelling van het bovenste grondwater op de monsterlocaties is beïnvloed door laterale aanvoer van grondwater van buiten het bedrijf.

5. Discussie en conclusie

J.J. de Haan, J.A. Rovers, P.J. Wanten (PPO) & A.L. Smit (PRI)

5.1 Meetresultaten

Algemeen

Het bladgewassenbedrijf in het synthesesedeel is met drie teelten ijssla of Chinese kool in twee jaar vrij extensief en sluit daarom niet volledig aan op de praktijk. Omdat het teeltplan van 2001 economisch niet erg rendabel is wordt in 2002 overgeschakeld van drie teelten per twee jaar naar twee teelten per jaar. Ook het aardbeienbedrijf is met een teelt (gekoeld of wachtbed) per perceel + 1/3 van de percelen met *Tagetes* vrij extensief. Om dezelfde redenen als bij het bladgewassenbedrijf wordt een perceel met *Tagetes* ingeruild voor een peenteelt.

Nutriënten

Nmin-najaar

Op het preibedrijf en het aardbeienbedrijf kan met de gehanteerde bemestingsstrategie voor stikstof de streefwaarde voor N-min november worden gerealiseerd. Dit geldt niet voor het bladgewassenbedrijf. Dit komt door het hoge stikstofniveau dat bij ijssla en Chinese kool tot de oogst nodig is. Deze gewassen worden geoogst wanneer het gewas nog volop in de groei zit en tot het einde van de teelt stikstof opneemt. Daarnaast laten deze gewassen veel N in de gewasresten na. De gewasresten van een eerste teelt kunnen slechts gedeeltelijk door het volggewas worden opgenomen. Hoe dieper het volggewas wortelt hoe meer vrijkomende N dit gewas er tijdens de volgteelt weer uit de bodem kan halen. In het analysesysteem hebben we daarom in plaats van een dubbelteelt ijssla en een dubbelteelt Chinese kool de vruchtwisseling gewijzigd in 1 jaar ijssla gevolgd door Chinese kool en 1 jaar Chinese kool gevolgd door ijssla. De gewasresten van een tweede teelt mineraliseren al grotendeels in het najaar en zorgen voor uitspoeling. Een groenbemester kan hier vaak slechts nog maar een klein deel van de stikstof vastleggen.

N, P en K-overschotten

De streefwaarden voor de werkelijke stikstofoverschotten kunnen op het preibedrijf worden gerealiseerd, op de bladgewassen en aardbeienbedrijf echter niet.

Bij prei lukt dit omdat naast het product ook de gewasresten worden afgevoerd. Ijssla en Chinese kool zijn gewassen die beduidend meer stikstof nodig hebben dan er via het product wordt afgevoerd. Bij aardbei is weliswaar geen grote aanvoer van stikstof nodig, maar de afvoer van stikstof via het product is erg gering.

Door de hoge Pw-getallen is geen kunstmestfosfaat en in beperkte mate dierlijke mest aangevoerd. Door deze aanpak kunnen de streefwaarden voor fosfaatoverschot in alle systemen vrij gemakkelijk worden gerealiseerd.

Met de strategie voor kali (evenwichtsbemesting + een onvermijdbaar verlies van 40 K₂O kan de streefwaarde voor het kali-overschot op het bladgewassen bedrijf en preibedrijf worden gerealiseerd, op het aardbeibedrijf echter niet. Bij de teelt van aardbei is een groot gedeelte van de kali afkomstig van het stro (bij een gift van 10 ton stro wordt 100 kg K₂O aangevoerd). Deze kali komt niet rechtstreeks aan het betreffende gewas beschikbaar.

Gewasbescherming

Op het bladgewassenbedrijf kan met de huidige gewasbeschermingsstrategie alle streefwaardes voor emissie naar lucht, grondwater en bodem worden gehaald (BRI-lucht, grondwater en bodem) gehaald. Op het preibedrijf en aardbeienbedrijf lukt dit nog niet en worden de streefwaarde van BRI-bodem en in mindere mate van BRI-grondwater overschreden; de streefwaarde voor lucht wordt wel op deze twee bedrijven gehaald. De situatie ligt anders voor het realiseren van de doelstellingen voor schade aan water en bodemorganismen (MBP-waterleven en bodemleven). Nog in geen enkel systeem worden deze doelstellingen gehaald. De belangrijkste overschrijdingen zijn te vinden bij MBP-waterleven. Echter geen van de systemen in Meterik heeft watervoerende sloten waardoor in de bespuitingen ook niet gewerkt wordt aan het verlagen van de emissie naar oppervlaktewater. Om toch in beeld te krijgen wat de prestaties zijn als er wel watervoerende sloten zijn wordt MBP-waterleven wel berekend. Bij het berekenen van deze maatstaf is uitgegaan van het standaard driftpercentage zoals dat is vastgesteld in kader van het Lozingenbesluit Open Teelten. Het driftpercentage is te verlagen door aanpassingen van de teeltvrije zone, spuitapparatuur en spuitdoppen en inzaai van vanggewassen. Bij de vertaling naar de praktijk kan bij het toepassen van deze maatregelen de schade aan het waterleven worden gereduceerd.

Productie

Bij het preibedrijf werd de streefwaarde voor de opbrengst bij alle teeltwijzen gehaald. Dit was niet het geval bij de kwaliteit. Deze werd bij zomerteelt ruimschoots gerealiseerd, echter niet bij de herfstteelt. Dit kwam door een onvoldoende bestrijding van trips. Bij de winterteelt werd de kwaliteitsnorm net gehaald, maar toch zorgde bladvlekkenziektes voor veel declassering.

In het bladgewassenbedrijf werd niet voldaan aan de norm voor productie en kwaliteit. De productie bleef 20% en de kwaliteit 30% achter. Twee teelten ijssla werden niet geoogst, vanwege inwendig rand en luis. Bij Chinese kool werd de kwaliteitsnorm niet gehaald door koolvlieg in de vroege teelt en *Alternaria* in de late teelt. In een van de twee preiteelten werd de kwaliteitsnorm niet gehaald vanwege bladvlekken.

In de productieteelt aardbei werd een voldoende hoge opbrengst gehaald. De streefwaarde voor kwaliteit werd echter niet gehaald. Dit werd veroorzaakt door een te hoog percentage klasse 2 als gevolg van kromme aardbeien (fysiogene kwaal).

Duurzaam beheer

De Pw varieert per bedrijf van 99 tot 129 en is daarmee veel hoger dan de streefwaarde van 30. Met de negatieve fosfaatoverschotten in alle bedrijfssystemen is de verwachting dat de Pw op termijn gaat dalen in de richting van de streefwaarde, het sterkst op het preibedrijf. De daling op het aardbeibedrijf zal vanwege het geringe negatieve fosfaatoverschot beperkt zijn. Overigens bleek er de afgelopen jaren nog niet of nauwelijks sprake van een daling.

Het K-getal ligt met 17 binnen de streefwaarde van 11 – 19. Aanvulling van kali zal nodig zijn vanwege het negatieve overschot bij het prei- en in mindere mate het bladgewassenbedrijf. Op het aardbeienbedrijf is er kans op stijging van het K-getal of uitspoeling van kali door het hoge kali-overschot.

Procesonderzoek

Het proces onderzoek heeft zich gericht op het zo goed mogelijk in beeld brengen van de nutriëntenstromen. Daarom werd naast de gebruikelijke registratie van de aan- en afvoer van nutriënten ook aandacht besteed aan andere componenten van de N-cyclus (mineralisatie, denitrificatie, verliezen via uitspoeling). De stikstofmineralisatie werd op verschillende manieren geschat: via potentiële mineralisatie, via de aanleg van braakveldjes en via de aanleg van 0N velden. Uit de in het veld aangelegde objecten

kwam vooral op het preibedrijf een zeer sterke N-mineralisatie naar voren. De bepaling van de potentiële mineralisatie gaf al aan dat op Meterik in de lagen 30-60 en 60-90 cm veel N kan mineraliseren, hoeveelheden die moeilijk opneembaar voor het gewas zullen zijn omdat ook de beworteling in deze lagen minimaal bleek. Op jaarbasis zal in het hele profiel waarschijnlijk minstens 100-150 kg N/ha mineraliseren, een hoeveelheid N waar met de bemesting rekening moet worden gehouden. De stikstof die buiten het bereik van de wortels geraakt zal waarschijnlijk ook in het grondwater terecht komen omdat de mogelijkheden van denitrificatie op Meterik gering blijken.

Waterkwaliteit

De stikstofconcentratie in het bovenste grondwater (146 mg nitraat l⁻¹) zoals gemeten door RIVM voldeed niet aan de gestelde nitraatnorm maar wel aan de normen voor fosfaat, sulfaat en ammonium. In deze fase van het onderzoek was het nog niet mogelijk om uitspraken te doen omtrent de relatie tussen stikstofmanagement op de verschillende analyse en synthese onderdelen van het bedrijf en de behaalde nitraatconcentratie. Op basis van metingen van Alterra in bodemvocht werden dezelfde conclusies getrokken.

5.2 Knelpunten en oplossingsrichtingen

Bemesting algemeen

De grond in Meterik is sterk mineraliserend. Door tevoren de te verwachten mineralisatie vast te stellen kan de stikstofaanvoer nog beter afgestemd worden op de gewasopname. De gift bestaat dan uit opname (voor een bepaalde periode) minus de te verwachten mineralisatie minus de N-mineraal van de wortelzone plus een buffer.

Een apart knelpunt is dat mineralisatie ook optreedt dieper in het profiel, afgaande op de potentiële mineralisatiemetingen kan dit een niet onaanzienlijk deel van de door mineralisatie beschikbaar komende N zijn. Doordat de beworteling in deze lagen gering is zal deze stikstof gemakkelijk verloren gaan. Een oplossing hiervoor is niet gemakkelijk te geven. Een diepere beworteling stimuleren is geen eenvoudige zaak, omgekeerd kan gesteld worden dat teeltmaatregelen die een oppervlakkige beworteling stimuleren averechts werken op de benutting van stikstof. In die zin kunnen fertigatie en beregening een ongewenst effect hebben.

Afvoeren van gewasresten leidt tot een sterke toename van de stikstofafvoer en een verlaging van het werkelijke stikstofoverschot. Bij prei wordt dit al gedaan, bij de overige gewassen zijn hiervoor ook duidelijk mogelijkheden om de stikstofafvoer te vergroten en de N-mineraal in november te verkleinen. Hierbij moet wel in ogenschouw genomen worden wat er met de af te voeren oogstresten gebeurt (composteren, afvoeren naar stortplaats etc) om stikstofverliezen via andere routes te beperken.

Prei

Bemesting

In het NBS bij prei wordt in oktober nog een stikstofgift gehanteerd van 100-Nmin. De maximale opname bij prei vindt 6-8 weken na het planten plaats en is geringer in de tweede helft van de teelt. Door de stikstofgift in de beginperiode te verhogen en in de tweede helft van de teelt te verlagen kan de aangevoerde N beter benut worden en wordt de kans op uitspoeling verminderd.

Bij de start is er nog nauwelijks opname van N, zodat een verlaging van stikstofgift bij de start mogelijk moet zijn.

De bewortelbare diepte bij prei varieert, in beginperiode is deze 30 cm en later in de teelt wordt deze 40 cm. Het is goed om bij de monsternamen hiermee rekening te houden.

De hoge N-mineraal na de zomerprei kan enerzijds teruggedrongen worden door aanpassing van de bemesting (meer vervroegen van de bemestingstijdstippen) als door zaai van een groenbemester.

Bladrammenas of Italiaans raaigras komen hiervoor in aanmerking.

Technieken zoals Cropscan, maar ook aanwending van langzaam werkende meststoffen zijn zaken die bij prei tot een nog optimalere mestgift kunnen leiden en daarom nader bezien dienen te worden.

Gewasbescherming

In prei komen meerdere schimmelziekten voor die voor veel kwalitatieve schade kunnen zorgen. Bij de rassenkeuze wordt al zoveel mogelijk rekening gehouden met tolerantie/resistentie voor deze schimmels. Frequent waarnemen en op tijd starten met bestrijding zijn noodzakelijk om deze kwalen onder de knie te houden.

Papiervlekkenziekte kan na 1 november sterk om zich heen grijpen en tot een ernstige opbrengst-reductie leiden. Ter voorkoming van papiervlekkenziekte kan een strodek worden toegepast, maar hiermee neemt ook de kans op vorstschade toe. Na 1 november zijn bespuitingen eigenlijk niet meer mogelijk zijn (regenachtig weer, lage temperaturen). Toch wordt dat in de praktijk wel gedaan. Omdat er geen goede curatieve middelen voorhanden zijn zal aan de hand van een preventief schema gespoten moeten worden, te beginnen op het moment dat de eerste papiervlekkenziekte in de naaste omgeving is waargenomen en de omstandigheden voor uitbreiding van de schimmel gunstig zijn. Vanaf dat moment zal afhankelijk van de weersomstandigheden, werkingsduur van het middel, mate van groei een regelmatig preventieve bespuiting nodig zijn. Een redelijk middel tegen papiervlekkenziekte is Previcur.

Bij optreden van meerdere schimmels is Kenbyo landbouwkundig een van de betere middelen, maar het middel heeft bij toepassing in de herfst (na 1 september) een grote kans op uitspoeling naar het grondwater. Ter voorkoming van resistentie is afwisseling van de verschillende middelen nodig. Vóór 1/9 kan Folicur vervangen worden door Kenbyo (tegen purper- en fluweelvlekken en roest) of Tilt of Exact (tegen roest).

De tripsbestrijding wordt steeds moeilijker door het ontbreken van goed werkende middelen. Het in 2001 nog beschikbare Mesurol is sterk milieubelastend, terwijl er geen goede alternatieven voorhanden zijn. Plantmateriaal vrij van trips is een eerste stap in de goede richting. Zaadcoating kan hiertoe een goede bijdrage leveren. Een probleem dat ook zeer sterk in de praktijk wordt gevoeld en waar een goede oplossing zeer gewenst is. Voor de chemische bestrijding is Decis op moment van schrijven het enige toegelaten middel. Mesurol en dimethoaat zijn niet meer toegelaten. Ter voorkoming van resistentie is afwisseling van insecticiden uit verschillende groepen van belang. Het biologische middel Mycotal is niet geschikt gebleken als vervanger. Een goede tripsbestrijding is noodzakelijk om een goed product te telen.

Ook de onkruidbestrijding kent problemen. Zeker in de herfst- en winterteelten is uitsluitend mechanische onkruidbestrijding niet voldoende en is een goed herbicide onmisbaar. Alternatieven voor het herbicide Lentagran zijn niet aanwezig. Onderzoek en toelating van nieuwe herbiciden is zeer gewenst.

Ijssla

Bemesting

Door de N dicht bij de wortels aan te brengen kan er geminderd worden op de gift. Dit kan door bij de start de N aan te brengen op de plaats waar de potjes komen staan (rijenbemesting) en bij de bijmesting alleen tussen de rijen te bemesten (bandbemesting) en niet op de trekkersporen.

Toepassing van Entec en Cultan is bij ijssla zeer wel mogelijk, maar niet te combineren met een stikstofbijmeststelsel. Vanwege de langzame werking en de noodzakelijke minimale hoeveelheid meststof dienen beide meststoffen bij de start toegediend te worden. De meerwaarde is dan ook beperkt en zal vooral interessant zijn bij de herfstteelt.

Bij dubbelteelten kan een startgift vanwege de hoge N-mineraal van de eerste teelt en de stikstof die uit de gewasresten vrijkomt veelal achterwege blijven.

Gewasbescherming

De kwaliteitsproblemen bij ijssla zijn gedeeltelijk fysiogeen van aard. Enigszins te ondervangen door op tijd de vereiste teeltechnische maatregelen uit te voeren (grondbewerking, beregenen).

Luis kan op meerde manieren worden aangepakt. Door resistente rassen en door zaadcoating.

Nassanovia-resistente ijsslarassen kunnen het aantal bespuitingen met Pirimor verminderen. De belangrijkste luizensoort wordt daarmee in toom gehouden, maar de resistentie werkt niet tegen alle luizensoorten. Dus aanvullend bespuitingen blijven nodig. Een goed alternatief is zaadcoating in combinatie met een of twee aanvullende bespuitingen met een insecticide.

Chinese kool

Bemesting

De geschatte gewasopname is met 120 kg N/ha aan de krappe kant. Door de komst van nieuwere rassen is de gewasopname toegenomen. Een verhoging van minimaal 20 kg is nodig om ruim binnen de gewenste gewichtsklassen >800 g per stuk te komen.

Chinese kool wortelt veelal niet dieper dan 40 cm, toch wordt er in de advisering uitgegaan van een monsterdiepte van 60 cm. Aanpassing richting 40 cm is gewenst.

Toepassing van Entec en Cultan is bij Chinese kool zeer wel mogelijk, maar niet combineren met een stikstofbijmeststelsel. Vanwege de langzame werking en de noodzakelijke minimumgift voor een goede werking dienen beide meststoffen bij de start toegediend te worden. De meerwaarde is dan ook beperkt en zal vooral interessant zijn bij de herfstteelt.

Gewasbescherming

De made van de koolvlieg zorgde in de vroege teelt voor deklassering van het product.

Koolvlieg in de Chinese kool verschijnt meestal in de twee de helft van april. De vroege teelt is bedekt, maar de afdekking wordt veelal tijdelijk verwijderd voor de onkruidbestrijding en de bijbemesting.

Tijdens deze tijdelijke blootstelling krijgt de koolvlieg de kans om eieren af te zetten. Als koolvlieg de grootste schade berokkent dan zal het doek niet meer verwijderd moeten worden. Dit betekent dat er geen mechanische onkruidbestrijding meer kan plaatsvinden en alle stikstof aan de basis toegediend moet worden.

Aardbei

Bemesting

Via het stro wordt in de gekoelde teelt van aardbei nog veel P en K aangevoerd. Om deze aanvoer te verminderen dient te worden nagegaan of de hoeveelheid stro kan worden verminderd en of er eventueel alternatieven beschikbaar zijn.

Gewasbescherming

Vruchtrot en meeldauw kunnen met het huidige pakket van middelen goed worden bestreden. Voor de bestrijding van vruchtrot in aardbei zijn diverse middelen beschikbaar, waaronder Rovral en Teldor.

Voor de bestrijding van meeldauw is in 2002 ook Stroby beschikbaar gekomen. Frupica heeft een nevenwerking op meeldauw.

Voor de insecticiden Decis en Pirimor is Spruzit geen goed alternatief. Toch zijn alternatieven zeer gewenst vanwege ongevoeligheid van enkele luizensoorten voor Pirimor. Voor het acaricide Acarstin is

Mitac als alternatief beschikbaar dat volwassen spintmijten doodt. Inmiddels is in 2004 ook het acaricide Envidor op de markt verschenen, zodat de spintbestrijding landbouwkundig en milieutechnisch weinig problemen hoeft op te leveren.

Paraat is het enige beschikbare middel dat een aantasting door *Phytophthora* spp. in aardbei tot stilstand kan brengen. Rijntoepassing en afwisseling met Aliette is echter wel mogelijk

Een groot knelpunt vormt de onkruidbestrijding in de teelt van aardbeiplanten op het wachtbed.

Bodemherbiciden zijn niet meer voorhanden, alternatieven voor het contactherbicide fenmedifam in de wachtbeddenteelt ontbreken. Mechanische onkruidbestrijding geeft teveel gewasschade. Een groot knelpunt in de aardbeienteelt.

De kromme vruchten bij aardbeien zijn fysiogeen van aard en dienen met teelttechnische maatregelen te worden voorkomen bijvoorbeeld extra beregenen.

5.3 Conclusies en discussiepunten

Organische stofvoorziening

In de systemen wordt vrij weinig dierlijke organische mest toegediend. Daarnaast wordt gekeken naar de mogelijkheden om oogstresten te verwijderen. Dit betekent dat de grond op termijn minder stikstof zal vrijgeven via mineralisatie (minder N uit organische mest, uit oogstresten). Het voordeel hiervan is dat er minder N ongecontroleerd naar diepere lagen zakken.

Het sterke verminderen van de aanvoer van organische mest heeft echter ook andere consequenties. Zo wordt de nutriëntenaanvoer kleiner die gedeeltelijk door duurdere kunstmest moet worden vervangen, terwijl ook de nawerking in de herfst minder wordt. Daarnaast kan de vochthoudendheid van de grond afnemen als de organische stof niet voldoende op peil wordt gehouden. Er dient dan ook naar alternatieven voor de organische mest worden gezocht. Plantaardige organische mest is er een van maar ook deze mestsoorten bevatten vrij veel nutriënten (N en P). Bijdrage van groenbemesters kan groot zijn, maar op intensieve bladgewassenbedrijven is er weinig ruimte voor het inzaaien van groenbemesters.

Kosten en risico's

Met behulp van frequente metingen wordt het stikstofniveau in de grond gemeten en zonodig aangevuld tot het gewenste stikstofniveau. In de preiteelt wordt bijvoorbeeld vier tot vijf keer gemeten om een goed beeld te krijgen van de stikstofsituatie. De kosten van het meten en het nadien uitrijden van de kunstmest dient goed in beeld gebracht te worden. Ook neemt door de geringere stikstofbuffer in de grond het risico bij de teelt toe. Dit staat haaks op de wens van de telers om de risico's bij de teelt zoveel mogelijk te beperken. Vandaar de grote belangstelling voor langzaam werkende meststoffen als Entec of systemen zoals Cultan, die weinig risico en arbeid met zich meebrengen. In de herfstteelten van prei hebben deze toepassingen dan ook zeker een plaats. Bij ijssla en Chinese kool zijn deze meststoffen vanwege hun langzame werking minder gemakkelijk in te passen binnen een stikstofbijmest-systeem.

Ontwikkeling meet- en toedieningstechnieken

Wil het snel inspelen op de bodemvoorraad in de grond perspectief bieden dan dienen er technieken ontwikkeld te worden die snel een beeld geven van de toestand van de grond en die tevens in staat zijn om kort nadien of tegelijkertijd de benodigde N toe te dienen (meting en toediening). Denk hierbij aan een gewasmeting voorop de trekker waarvan het resultaat meteen wordt vertaald naar het instellen van de dosering van de kunstmeststrooier. Toepassing van deze technieken moet eenvoudig zijn, weinig risico's met zich meebrengen en nauwelijks kostenverhogend zijn.

Bij de vertaling van onderzoek naar de praktijk dient in oenschouw te worden genomen dat de bedrijven steeds groter worden met veel huurpercelen, waardoor frequent met de hand monsters steken

steeds minder uitvoerbaar zal zijn. Daarnaast is op de huurpercelen veelal geen of onvoldoende informatie beschikbaar over de bodemvruchtbaarheid.

Mineralisatietabellen

Met het schatten van de mineralisatiegraad van de grond kan ingespeeld worden op het vrijkomen van stikstof in een bepaalde teeltperiode. In Meterik varieert deze bij de teelt van prei op een sterk mineraliserende grond van 80-130 kg N per ha. Een hoeveelheid om zeker rekening mee te houden. Deze hoeveelheid kan in mindering gebracht worden op de gift. De mineralisatiegraad is sterk afhankelijk van meerdere bodemfactoren en voorvrucht. Het vaststellen van de mineralisatiegraad wordt in het lab vastgesteld en duurt circa 6 weken.

Om toch op een eenvoudige manier de mineralisatiegraad van een bepaalde bodem te kunnen gebruiken zou het goed zijn om voor een aantal bodemtypen een tabel te maken met de te verwachten mineralisatie per maand.

Afwisseling gewassen

In het analysedeel wordt ijssla opgevolgd door Chinese kool. De N die de ijssla achterlaat en vrijkomt via de gewasresten wordt weer voor een groot gedeelte opgenomen door de Chinese kool. Omdat er nu op eenzelfde perceel niet twee maar een teelt van Chinese kool plaatsvindt, zal het gewas Chinese kool bij een gelijkblijvend areaal sneller op het perceel terugkeren. In plaats van een rotatie van 1 op 4 (twee teelten per jaar dan drie jaar niet) wordt nu 1 op 2 (een teelt per twee jaar) geteeld. De kans op toename van knolvoet wordt hierdoor groter.

6. Referenties

- Fraters, B., L.J.M. Boumans & H.P. Prins, 2001.
Achtergrondconcentraties van 17 sporenmatalen in het grondwater van Nederland. Bilthoven, RIVM, RIVM rapport 711701017/2001.
- Langeveld, J.W.A., 2002.
Inleiding. In (Ed. J.W.A. Langeveld) Projectplan Telen met toekomst. Kernbedrijf Meterik. Wageningen, Plant Research International, Interne publicatie VGKBPP.
- Postma, R., 2002.
Organische stof opbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven; toetsing model Janssen. Rapport OV 0203. Wageningen: Wageningen: Plant Research International/Nutriënten Management Instituut.
- Pulleman, M., 2002.
Metingen grond- en oppervlaktewater. In (Ed. J.W.A. Langeveld) Projectplan Telen met toekomst. Kernbedrijf Meterik. Wageningen, Plant Research International, Interne publicatie VGKBPP. RIVM, 2000.
Grondwaterbemonstering met bemonsteringslans en slangenpomp op zandgronden. Bilthoven, RIVM, SOP LBG/424.
- RIVM, 2002a.
Onderzoeksplan 'Telen met toekomst', beschrijving van het RIVM-aandeel in het project 'Telen met toekomst'. Bilthoven, RIVM, Protocol LBG/P099.
- RIVM, 2002b.
Bepaling van de ligging van de bemonsteringspunten. Bilthoven, RIVM, SOP LBG/618.
- RIVM, 2002c.
Het meten van de nitraatconcentratie in water m.b.v. een Nitratek reflectometer (type 404). Bilthoven, RIVM, SOP LBG/110.
- Smit, Annemieke, Kor Zwart & Jan van Kleef, 2004.
 Stikstofstromen op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik. De grondwaterkwaliteit gemeten. Telen met toekomst, OVO403
- TNO, 1978.
Grondwaterkaart van Nederland, blad 52-Oost (Venlo). Delft, TNO, Dienst Grondwaterverkenning.
- VROM, 2000.
Circulaire streefwaarden en interventiewaarden bodemsanering. Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, nr. DBO/1999226863.
- Zwart, Kor, Annemieke Smit & Kees Rappoldt, 2002.
 Stikstofverliezen door denitrificatie in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. Onderzoek op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik van het project 'Telen met toekomst'. Rapport OV0202.

Bijlage I.

Overzicht behaalde resultaten en waarden in cirkel

Tabel 33. Behaalde resultaten en cirkelwaarden per parameter voor preibedrijf, bladgenassenbedrijf en aardbeienbedrijf.

Thema	nr	Parameter	Dimensie	Streefwaarde		Behaald		Waarde in cirkel	
				Bladgewas	Prei	Aardbei	Bladgewas	Prei	Aardbei
Schoon milieu nutriënten	1	Nmin najaar (0-90 cm)	kg ha ⁻¹	<45	43	29	0,74	1,00	1,00
	2	N-overschot	kg ha ⁻¹	<60	10	87	0,68	1,00	0,55
	3	P-overschot	kg ha ⁻¹	<0	-87	-6	1,00	1,00	1,00
	4	K-overschot	kg ha ⁻¹	<40	-97	89	1,00	1,00	0,00
Schoon milieu pesticiden	5a	MIBP-waterleven	% toep.>10	=0	50	64	0,50	0,50	0,36
	5b	MIBP-bodemleven	% toep. >100	=0	17	7	0,88	0,83	0,93
	6a	BRI-lucht	kg a.s. ha ⁻¹	<0.7	0,41	0,40	1,00	1,00	1,00
Duurzaam beheer productiemiddelen	6b	BRI-grondwater	ppb	<0.5	0,82	0,13	1,00	0,36	1,00
	6c	BRI-bodem	kg dagen ha ⁻¹	<200	401	257	1,00	0,00	0,72
	7	Pw-getal (0-30 cm)	-	20-30	99	129	0,00	0,00	0,00
Kwaliteitsproductie	8	K-getal (0-30 cm)	-	11-19	17	17	1,00	1,00	1,00
	9	organische stofbalans	kg ha ⁻¹	>1	-	-	0,00	0,00	0,00
Multifunctionaliteit Continuïteit van de bedrijfsvoering	10	Kwantiteit	-	>1	1,00	0,97	0,82	1,00	0,97
	11	Kwaliteit	-	>1	0,92	0,92	0,70	0,92	0,92
Continuïteit van de bedrijfsvoering	12	geen parameters	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00
	13	Opbrengst/€100 kosten Uren handwieden	- uur ha ⁻¹	>100 <5	- -	- -	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00

Aan de thema's Multifunctionaliteit en Continuïteit van de bedrijfsvoering is (nog) geen aandacht besteed. De organische stofbalans is nog niet berekend.

Bijlage II.

Bemestingsstrategieën

Prei

Prei zomer

De **bemesting** werd uitgevoerd met kunstmest. Kali werd gegeven via een startgift. Prei werd bemest volgens NBS zoals aangegeven in onderstaand schema:

Start	85 – Nmin (0 - 30 cm)
2 ^e meting	105 – Nmin (na 6 weken) bewortelbare diepte
3 ^e meting	100 – Nmin (na 9 weken) bewortelbare diepte
4 ^e meting	100 – Nmin (na 12 weken) bewortelbare diepte

Prei laat herfst

De basisbemesting werd uitgevoerd met patentkali en Kas. Vervolgens werd de prei bemest volgens NBS zoals aangegeven in onderstaand schema.

Start	85 – Nmin (0 - 30 cm)
2 ^e meting	125 – Nmin (begin augustus) bewortelbare diepte
3 ^e meting	125 – Nmin (eind september) bewortelbare diepte
4 ^e meting	75 – Nmin (vanaf oktober) bewortelbare diepte

Bij de 2^e meting is 50 kg ha⁻¹ stikstof meer gegeven dan volgens de strategie nodig.

Prei laat winter

Kali werd gegeven met een startgift Patentkali. Prei werd bemest volgens NBS zoals aangegeven in onderstaand schema.

Start	85 – Nmin (0 - 30 cm)
2 ^e meting	125 – Nmin (begin augustus) bewortelbare diepte
3 ^e meting	125 – Nmin (eind september) bewortelbare diepte
4 ^e meting	75 – Nmin (vanaf oktober) bewortelbare diepte

Een startbemesting werd niet uitgevoerd vanwege een hoge N-min in de bouwvoor. Bij de 2^e en 3^e meting werd aanvullend bemest. Bij de 4^e meting werd niet bemest ondanks de lage N-min waarde.

Prei (fertigatie)

De kaligift werd uitgevoerd met een startgift van 120 K₂O. De rest van de kali werd meegegeven via fertigatie. De stikstof werd geheel gegeven door fertigatie. Hierbij werd gebruik gemaakt van een opname curve van stikstof door prei:

Aanvoer volgens opname curve (= behoefte per week – N_{min} (0-30/40 cm,))

Effectief werd stikstof gegeven volgens onderstaan schema.

juli	15 kg N/ha gift
Augustus	50 kg N/ha gift
September	45 kg N/ha gift
Oktober	20 kg N/ha gift
November	10 kg N/ha gift
December	0 kg N/ha gift

Prei laat winter (bladgewassen bedrijf)

NBS

Start	80 – Nmin (0 - 30 cm)
2 ^e meting	90 – Nmin (half september) bewortelbare diepte
3 ^e meting	100/130 – Nmin (begin maart) bewortelbare diepte

Prei laat winter (fertigatie; bladgewassenbedrijf)

Fertigatie

Augustus	25 kg N/ha gift
September	20 kg N/ha gift
Oktober	20 kg N/ha gift
November	10 kg N/ha gift
Dec/Jan/Febr	0 kg N/ha gift
Maart	35 kg N/ha gift
April	40 kg N/ha gift
Mei	10 kg N/ha gift

IJssla

Bij ijssla werd de bemesting aangepast op de teeltwijze. Bij een dubbelteelt werd geen startgift gegeven voor het tweede gewas.

vroeg bedekt

190 - 1.4*Nmin (0-30 cm)

vroeg

start: 100 – Nmin

2^e meting: 130 – Nmin

zomer 1

start: 60 – Nmin

2^e meting: 125 – Nmin

zomer 2

start: 0 (2^e teelt geen startgift)

2^e meting: 125 – Nmin (2 – 3 weken na planten)

herfst 1 en 2 NBS:

start: 60 - Nmin (bij tweede teelt startgift 0 kg N)

2^e meting: 125 - Nmin (2 – 3 weken na planten)

herfst 1 en 2 Cultan:

start : 60 – Nmin (minimale Cultan gift 40 kg N)

2^e meting: 120 - Cultan gift- Nmin (2 - 3 weken na planten)

Chinese kool

Bij Chinese kool werd in de bemestingstrategie geen onderscheidt gemaakt voor de verschillende teeltwijzen.

Start 80 – Nmin (0-30, 30-60 cm)

2^e gift 120 – Nmin (0-30)

AardbeiTabel 34. *Watergiften met fertigeren in aardbeien in kg ha⁻¹.*

Aardbei vroeg		Aardbei midden		Aardbei laat	
Datum	Gift	Datum	Gift	Datum	Gift
19/04/01	4	07/06/01	6	05/07/01	6
26/04/01	4	11/06/01	4	12/07/01	4
03/05/01	4	14/06/01	4	16/07/01	4
10/05/01	4	15/06/01	4	19/07/01	4
15/05/01	4	18/06/01	4	23/07/01	4
18/05/01	6	20/06/01	4	26/07/01	4
21/05/01	6	21/06/01	4	31/07/01	4
24/05/01	6	25/06/01	6	02/08/01	4
29/05/01	8	28/06/01	6	06/08/01	4
31/05/01	8	29/06/01	6	13/08/01	4
07/06/01	4	02/07/01	4	20/08/01	4
11/06/01	4	05/07/01	6	27/08/01	4
14/06/01	4	11/07/01	4	31/08/01	8
16/06/01	4	13/07/01	4		
18/06/01	4	16/07/01	4		
21/06/01	4	19/07/01	4		
25/06/01	6	26/07/01	4		
26/06/01	8	30/07/01	4		
28/06/01	6				
29/06/01	6				
02/07/01	4				
05/07/01	6				

Tabel 35. *Totale water en mestgiften.*

	Water	Kalksalpeter	Kalialpeter
	mm	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
Aardbei Vroeg	114	288	49
Aardbei Midden	82	263	141
Aardbei Laat	58	213	168

De midden en late productieteelt aardbeien zijn bekalkt met 2500 kg Dolokal per hectare.

De wachtbeddenteelt werd bemest met 233 kg ha⁻¹ Patentkali aan de basis. Halverwege september werd bijbemest met 148 kg ha⁻¹ KAS.

Bijlage III.

Resultaten van de veldanalyses (RIVM-metingen)

Zie Figuur 21 voor de ligging van de bemonsteringslocaties.

Monster punt	Datum monstername	Gewas	EC (mS m ⁻¹)	pH	Grondwaterstand (cm -mv)	Resultaten nitratek (NO ₃ ⁻ , mg l ⁻¹) ⁽¹⁾			
						1	2	3	gemiddeld
1	19-06-2002	ijssla + rogge	67	5,2	360	146	131	-	139
2	19-06-2002	ijssla + rogge	36	5,1	325	65	-	-	65
3	19-06-2002	ijssla + rogge	73	4,9	345	176	166	-	171
4	19-06-2002	triticale	53	4,9	355	94	90	-	92
5	19-06-2002	rogge + prei	58	5,0	325	122	149	137	136
6	19-06-2002	rogge + prei	67	5,1	300	200	-	-	200
7	19-06-2002	ijssla	53	5,1	325	98	-	-	98
8	19-06-2002	chinese kool	65	5,0	355	193	-	-	193
9	19-06-2002	chinese kool	69	5,0	335	130	-	-	130
10	19-06-2002	ijssla + rogge	94	4,9	340	168	-	-	168
11	20-06-2002	ijssla + rogge	71	4,8	325	202	212	-	207
12	20-06-2002	prei	54	4,6	315	144	115	139	133
13	20-06-2002	prei	49	4,6	320	90	98	-	94
14	20-06-2002	tagetes	58	4,9	335	76	78	-	77
15	20-06-2002	tagetes	63	4,9	305	143	145	-	144
16	20-06-2002	aardbeien laat	64	5,0	330	141	135	-	138
17	20-06-2002	aardbeien	71	4,9	345	228	237	-	233
18	20-06-2002	aardbeien	56	4,9	345	117	121	-	119
19	20-06-2002	aardbeien	61	4,5	330	102	110	-	106
20	20-06-2002	peen	85	4,9	350	240	265	-	252
21	21-06-2002	peen	70	4,9	335	190	182	-	186
22	21-06-2002	tagetes	82	5,0	350	213	217	-	215
23	21-06-2002	prei	58	5,4	340	211	214	-	213
24	21-06-2002	prei	34	5,5	350	82	73	83	79
25	21-06-2002	prei	48	4,9	330	147	151	-	149
26	21-06-2002	erwten	44	5,4	360	90	92	-	91
27	21-06-2002	erwten	54	4,9	380	94	93	-	94
28	21-06-2002	erwten	45	4,9	365	94	97	-	96
29	21-06-2002	erwten	42	5,2	360	103	109	-	106
30	21-06-2002	prei	62	4,7	340	112	105	-	108
31	25-06-2002	prei	46	5,5	340	131	158	148	145
32	25-06-2002	maïs	48	5,0	370	126	150	156	144
33	25-06-2002	maïs	53	5,4	375	144	160	158	154
34	25-06-2002	maïs	62	5,2	385	164	170	-	167
35	25-06-2002	maïs	65	4,9	320	171	180	-	176
36	25-06-2002	maïs	52	5,4	370	184	163	163	170
37	25-06-2002	prei	48	5,0	370	159	162	-	160
38	25-06-2002	prei	42	5,1	385	74	77	-	76
39	25-06-2002	maïs	52	5,2	390	169	166	-	168
40	25-06-2002	maïs	59	5,2	385	125	122	-	124
41	26-06-2002	erwten	48	5,0	375	163	167	-	165
42	26-06-2002	chinese kool	66	4,9	365	231	240	-	236
43	26-06-2002	rogge	49	5,1	365	129	142	-	135
44	26-06-2002	rogge	70	5,2	340	176	183	-	179
45	26-06-2002	ijssla	62	5,2	345	230	243	-	236
46	26-06-2002	ijssla	47	4,8	355	149	140	-	144
47	26-06-2002	rogge	36	4,8	350	54	59	-	56
48	26-06-2002	rogge	42	5,1	325	98	103	-	100

(1) Nitraatconcentraties werden in principe in duplo bepaald. Bij aanzienlijke afwijkingen tussen de duplo's (zoals gedefinieerd in RIVM, 2002c) werd een triplo-bepaling uitgevoerd. I.v.m. problemen met de nitratek apparatuur zijn de nitraatbepalingen voor de punten 1 t/m 10 gedeeltelijk visueel verricht, en zonder duplo. De gegevens hebben betrekking op de waarden na correctie voor temperatuursfluctuaties.

Reeds verschenen externe rapporten

Telen met toekomst

36. Kernbedrijf Meterik; Resultaten eerste fase. A.L. Smit & J.J. de Haan (eds.). Rapport OV 0415, 2004.
35. Variatie in afvoer nutriënten binnen Telen met toekomst; een verkenning bij consumptie-aardappelen en prei. J.W.A. Langeveld & P.W.J. Uithol. Intern rapport, 2004.
34. Organische stofopbouw en N-mineralisatie: op kernbedrijven; verfijning model MINIP. R. Postma & T.A. van Dijk. Rapport OV 0414, 2004.
33. Organische stofopbouw en N-mineralisatie; praktijktoepassing van een verbeterd model. R. Postma, T.A. van Dijk & A.G.G. van der Weijden. Rapport OV 0413, 2004.
32. Afvoer van gewasresten ter beperking van stikstofverliezen. Bureaustudie naar de effecten op de stikstofbalans, mineralisatie en organische stof. F.J. de Ruijter & R. Postma. Rapport OV 0412, 2004.
31. Kernbedrijf Vredepeel. Resultaten eerste fase. J.W.A. Langeveld & A.L. Smit. Rapport OV 0411, 2004.
30. Stikstofopnamecurven voor akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Doorrekenen van de gewasrotaties op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik van Telen met toekomst. A.A. Pronk & K. Groenwold. Rapport OV 0410, 2004.
29. Evaluatie Nitraatprojecten, bijdrage vanuit Telen met toekomst. Hans Langeveld. Rapport OV 0409, 2004.
28. Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven; toetsing MINIP met resultaten 2002 en 2003. R. Postma & T.A. van Dijk. Rapport OV 0408, 2004.
27. De Telen met toekomst Energie- en klimaatmeetlat. Eindrapport. Herbert Mombarg & Anton Kool. Rapport OV 0407, 2004.
26. Nitraatuitspoeling Vredepeel 2002-2003. J.A. de Vos & F.B.T. Assinck. Rapport OV 0406, 2004.
25. Stikstofstromen op het kernbedrijf Meterik. Modelberekeningen met FUSSIM2 en MOTOR. F.B.T. Assinck & P. de Willigen. Rapport OV 0405, 2004.
24. Fosfaatkarakteristieken van de bodem van de kernbedrijven Meterik en Vredepeel. Een gedetailleerd beeld van het bodemprofiel. P. Ehlert & G. Koopmans. Rapport OV 0404, 2004.
23. Stikstofstromen op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik. De grondwaterkwaliteit gemeten. A. Smit, K.B. Zwart & J. van Kleef. Rapport OV 0403, 2004.
22. Stikstofstromen op het kernbedrijf Vredepeel. Modelberekeningen met FUSSIM2 en MOTOR. F.B.T. Assinck & P. de Willigen. Rapport OV 0402, 2004.
21. Bemesting en Nmin op gewasniveau op de praktijkbedrijven van Telen met toekomst (2000-2002). F.J. de Ruijter & J. Groenwold. Rapport OV 0401, 2004.
20. Stikstofstromen op de kernbedrijven Meterik en Vredepeel. Mineralisatie van bodem en gewasresten. A. Smit & K.B. Zwart. Rapport OV 0304, 2003.
19. Grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit op de Telen met toekomst bedrijven in 2002. M. van den Berg & M.M. Pulleman. Rapport OV 0303, 2003.
18. AcTA: Accesdatabase Telen met toekomst – Alterra. A. Smit & K.B. Zwart. Rapport OV 0302, 2003.
17. Relaties tussen nitraat in het grondwater en potentiële indicatoren voor nitraatverlies op de voorloperbedrijven van Telen met toekomst. F.J. de Ruijter. Rapport OV 0301, 2003.
16. Telen met toekomst, voor telers met toekomst: Jaaroverzicht 2002. Anonymus, 2003.
15. Hoe staat het met de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater? B.M.A. Kroonen-Backbier & J.A.J.M. Rovers. Rapport WDNB03, 2003.
14. Hoe staat het met de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater? J.A.J.M. Rovers & B.M.A. Kroonen-Backbier. Rapport WDZHZ03, 2003.

13. Startgiften van de stikstofbemesting in tulp. Modelstudie naar de effecten van neerslag op de stikstofbeschikbaarheid in de wortelzone. F.J. de Ruijter. Rapport OV 0206, 2002.
12. De Telen met toekomst Energie- en klimaatmeetlat. Methodiek en rekenregels. H.F.M. Mombarg, A. Kool, W.J. Corré, J.W.A. Langeveld & W. Sukkel. Rapport OV 0205, 2003.
11. Waterretentie en waterdoorlatendheidskarakteristieken van 'Telen met toekomst' proefvelden Meterik en Vredepeel. J.A. de Vos, E.W.J. Hummelink & T.S. van Steenbergen. Rapport OV 0204, 2002.
10. Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven; toetsing model Janssen. R. Postma. Rapport OV 0203, 2002.
9. Stikstofverliezen door denitrificatie in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. Onderzoek op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik van het project 'Telen met toekomst'. Kor Zwart, Annemieke Smit & Kees Rappoldt. Rapport OV 0202, 2002.
8. Gebruik van Global Positioning System (GPS) binnen 'Telen met toekomst'. Plaatsbepaling bij monsternamen op de Voorloperbedrijven'. A.L. Smit. Rapport OV 0201, 2002.
7. 'Telen met toekomst', kansen en knelpunten in zicht: Jaaroverzicht 2001. Anonymus, 2002.
6. Fosfaattoestanden op de praktijkbedrijven van 'Telen met toekomst'. Een analyse van de situatie bij de start van het project. Philip Ehlert & Gerwin Koopmans, 2002.
5. Stikstof- en fosfaatverliezen in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. Projectplan voor het bodemonderzoek op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik van het project 'Telen met toekomst'. Kor Zwart & Annemieke Smit, 2002.
4. 'Telen met toekomst', voor telers met toekomst: Jaaroverzicht 2000. Anonymus, 2001.
3. Detaillering projectplan 'Telen met toekomst'. Rennie Booij, Wim van Dijk, Bert Smit, Frank Wijnands, Hans Langeveld, Janjo de Haan, Annette Pronk, Jaap Schröder, Jet Proost, Harm Brinks, Peter Dekker, Philip Ehlert, 2001.
2. Projectplan 'Telen met toekomst'. Jacques Neeteson, Rennie Booij, Wim van Dijk, Janjo de Haan, Annette Pronk, Harm Brinks, Peter Dekker & Hans Langeveld, 2001.
1. Voorwaarts met de milieuprestaties van de Nederlandse open-teelt sectoren: een verkenning naar 2020. A.J. de Buck, F.J. de Ruijter, F. Wijnands, P.L.A. van Enckevort, W. van Dijk, A.A. Pronk, J. de Haan & R. Booij, 2000.

