

Eindverslag Kernbedrijf Vredepeel

Telen met toekomst

PPO-deel rapportage

Janjo de Haan
Brigitte Kroonen
Harry Verstegen

Inhoudsopgave

Voorwoord	4
1 Samenvatting	4
1.1 Resultaten.....	5
Algemeen	5
Bedrijfsvoering	6
Procesonderzoek	7
Waterkwaliteit.....	7
1.2 Discussie en conclusies	7
2 Opzet van het onderzoek.....	9
2.1 Bedrijfssystemen.....	9
<i>Synthese</i>	9
<i>Analyse-1</i>	9
<i>Analyse-2</i>	9
2.2 Procesonderzoek	10
3 Nutriëntenmanagement	11
3.1 Teeltkundige aspecten	11
3.2 Milieukundige aspecten	12
4 Gewasbescherming.....	19
4.1 Teelttechnische evaluatie	19
4.2 Milieukundige aspecten	20
5 Kwaliteitsproductie.....	22
6 Duurzaam beheer productiemiddelen.....	25
6.1 Chemische bodemvruchtbaarheid (Pw en K-getal).....	25
6.2 Organische stof.....	Error! Bookmark not defined.
7 Procesonderzoek.....	Error! Bookmark not defined.
7.1 Stikstofmineralisatie	Error! Bookmark not defined.
7.2 Denitrificatie.....	Error! Bookmark not defined.
7.3 N-binding door vlinderbloemigen	Error! Bookmark not defined.
8 Waterkwaliteit	Error! Bookmark not defined.
8.1 Metingen Alterra.....	Error! Bookmark not defined.
8.2 Metingen RIVM	Error! Bookmark not defined.
Opzet en werkwijze.....	Error! Bookmark not defined.
Resultaten	Error! Bookmark not defined.
9 Discussie en conclusie	Error! Bookmark not defined.
9.1 Meetresultaten	Error! Bookmark not defined.
Bedrijfsvoering	Error! Bookmark not defined.

Procesonderzoek	Error! Bookmark not defined.
Waterkwaliteit.....	Error! Bookmark not defined.
9.2 Knelpunten en oplossingsrichtingen.....	Error! Bookmark not defined.
10 Literatuur	26
Bijlage 1. Plattegrond Vredepeel 2001	27
Bijlage 2. Tabel met cirkelwaarden.....	28
Bijlage 3. Bemestingsstrategieën.....	29
Bijlage 4. Resultaten van de veldanalyses.	31

Voorwoord

J.W.A. Langeveld (Plant Research International) en 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, terwijl het behalen van voldoende opbrengst van goede kwaliteit essentieel blijft voor het bedrijfsinkomen. Het terugdringen van de emissies van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen is een van de belangrijkste speerpunten bij de ontwikkeling van maatschappelijk gewenste productiesystemen. Het project Telen met toekomst stelt zich ten doel zulke systemen te ontwikkelen en te testen. Dit gebeurt op vier onderzoekslocaties (kernbedrijven), waar onderzoek wordt gedaan naar de volgende 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 projectplannen (Neeteson e.a., 2001, en Booij e. a., 2001).

Het geïntegreerde bedrijfssystemenonderzoek op de onderzoekslocatie Vredepeel fungeert als kernbedrijf voor de akkerbouw (in het bijzonder voor bedrijven 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 beïnvloeden, zoals (de)nitrificatie, mineralisatie en uitspoeling. De opzet van onderzoek is elders beschreven (Langeveld e.a., 2002). Het voorliggende rapport beschrijft onderzoeksresultaten over de onderzoeksperiode 2001-2003. Het effect van de bedrijfsvoering op de grondwaterkwaliteit is elke keer in het volgende jaar gemeten (2002-2004). Het rapport geeft hiermee een zo compleet mogelijk beeld van de teelt en bijhorende gevolgen voor de waterkwaliteit.

Dit rapport is het resultaat van een intensieve samenwerking van verschillende instituten: Praktijkonderzoek Plant & 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: Marc Kroonen (PPO, bedrijfsleider), Harry Verstegen (PPO), Jan van Kleef (Alterra) en Herman Smid (Plant Research International). Zonder hun inzet, maar ook die van anderen – hier niet genoemd – was dit rapport niet mogelijk geweest.

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. Hierna volgen de resultaten op de verschillende gebieden, namelijk: bemesting (hoofdstuk 3), gewasbescherming (hoofdstuk 4), productie (hoofdstuk 5), bodemvruchtbaarheid en organische stof (hoofdstuk 6), procesonderzoek (hoofdstuk 7), en waterkwaliteit (hoofdstuk 8). Hoofdstuk 9, tenslotte, sluit af met een korte discussie en enkele conclusies.

1 Samenvatting

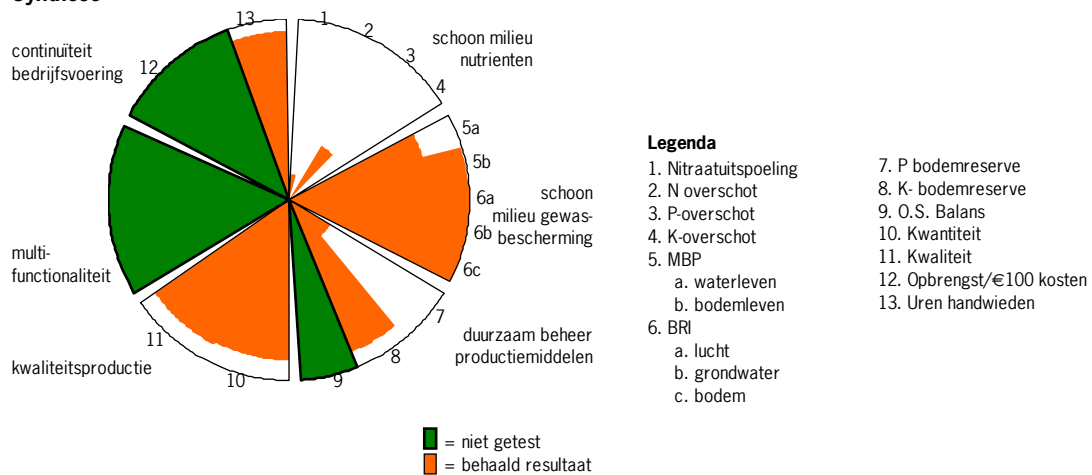
J.J. de Haan (PPO), J.W.A. Langeveld (PRI), A.L. Smit (PRI), K.B. Zwart (Alterra), A. Smit (Alterra), R. van den Berg (RIVM), R. Postma (NMI)

1.1 Resultaten

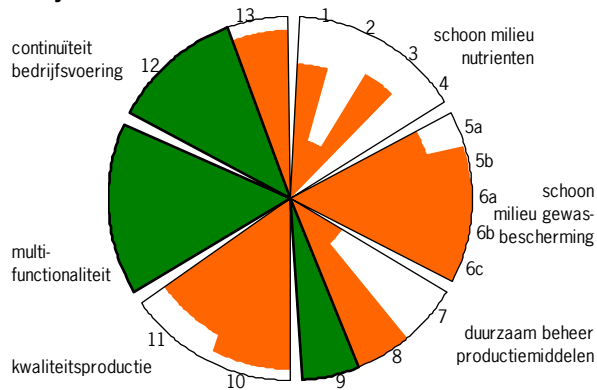
Algemeen

Het bedrijfssystemenonderzoek op het kernbedrijf Vredepeel bestaat uit een drietal systemen: *Synthese*, een systeem dat aansluit bij de praktijk, *Analyse-2*, een systeem waar alles erop gericht is milieudoelstellingen te halen (desnoods ten koste van het economische resultaat), en *Analyse-1*, dat een tussenpositie inneemt. Binnen Telen met toekomst worden behaalde resultaten weergegeven in een cirkelvormige figuur (Figuur 1). Voor verschillende onderdelen wordt hier aangegeven in hoeverre de gestelde streefwaarden worden gerealiseerd. In 2001 scoorde het bedrijf relatief goed in de thema's gewasbescherming en kwaliteitsproductie. Resultaten voor het thema nutriënten blijven het verste achter bij de doelen. Voor een overzicht van de streefwaarden en resultaten wordt verwezen naar Bijlage 2.

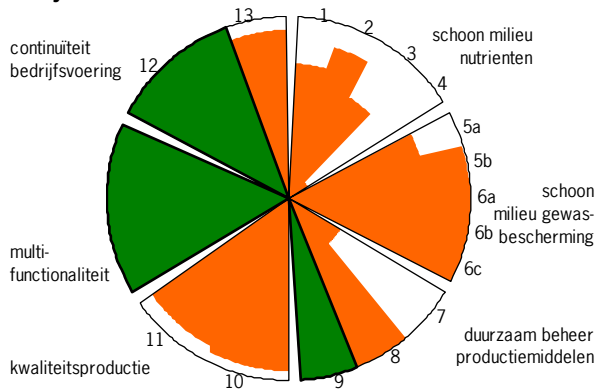
Synthese



Analyse 1



Analyse 2



Figuur 1: Realisering van de gewenste resultaten (relatief) van de systemen

Bedrijfsvoering

Resultaten van de bedrijfsvoering worden besproken aan de hand van de verschillende, in de inleiding genoemde, onderzoeksthema's.

Nutriëntenmanagement

Alle systemen voldeden ruimschoots aan de MINAS-normen 2003 (zie Tabel 1), maar niet aan de norm voor werkelijk stikstofoverschot (al zit *Analyse-2* wel in de buurt). De fosfaatoverschotten zijn hoger uitgevallen dan gepland, maar waren in de *Analyse*-systemen nog wel laag genoeg om de Pw te doen dalen (zij het minder snel dan voorzien). De verschillen tussen de systemen zijn volledig terug te voeren op verschillen in nutriëntenaanvoer. De afvoer van nutriënten was nagenoeg gelijk.

Tabel 1: Stikstof en fosfaatoverschotten volgens MINAS en werkelijk en N-min november (0-100 cm) in kg ha⁻¹ in 2001-2003

	Jaar	MINAS		Werkelijk		N-min november
		Stikstof	Fosfaat	Stikstof	Fosfaat	
Streefwaarde		60	20	60	*	45
<i>Synthese</i>	2001	39	-3	120	13	53
	2002	53	-9	150	7	52
	2003	29	-7	122	9	68
<i>Analyse-1</i>	2001	19	-29	100	-13	41
	2002	31	-36	135	-16	43
	2003	4	-21	118	2	42
<i>Analyse-2</i>	2001	-9	-54	68	-38	37
	2002	-33	-58	86	-34	26
	2003	-61	-50	14	-49	33

* Afhankelijk van systeem: *Synthese* 0 kg ha⁻¹, *Analyse-1* -17 kg ha⁻¹ en *Analyse-2* -45 kg ha⁻¹

De gemeten gehalten minerale stikstof in november op de *Analyse*-delen lag beneden de streefwaarde van 45 kg ha⁻¹. In het *Synthese*-systeem was dit niet het geval. Berekeningen laten zien dat de nitraatconcentratie in alle systemen boven de streefwaarden zal uitvallen (50 mg NO₃ l⁻¹ voor *Synthese* en 25 mg NO₃ l⁻¹ voor de *Analyse*-systemen). Verschillen tussen de systemen onderling worden in het bijzonder veroorzaakt doordat stamslaboon in de dubbelteelt conservenerwt/stamslaboon in de *Analyse*-systemen is vervangen door een groenbemester (Tagetes). Hiernaast wordt de nitraatconcentratie in *Analyse 2* verlaagd door de toepassing van groenbemesters na vroege aardappel en tritcale.

Duurzaam beheer productiemiddelen

De Pw valt met 50 hoger uit dan de streefwaarde van 30. Met de negatieve fosfaatoverschotten wordt verwacht dat de Pw zal dalen maar dit zal naar alle waarschijnlijkheid niet binnen de projectperiode gebeuren. Het K-getal ligt gemiddeld rond de onderkant van het streeftraject (11). Enkele percelen hebben echter een duidelijk lager K-getal. Door perceelsspecifieke toepassing van kalibemesting bij kalibehoefte gewassen zal naar verwachting het optreden van kalitekorten kunnen worden voorkomen. Dit betekent echter wel dat het kali-overschot boven de streefwaarde uit zal komen. Met behulp van modellen is verder berekend dat het gehalte organische stof gedurende de projectperiode kan gaan dalen. Deze daling zal echter gering zijn; ook verschillen tussen de verschillende percelen zijn gering.

Gewasbescherming

De streefwaarden voor de emissieparameters (BRI) worden op bedrijfsniveau gehaald door alle systemen. Slechts één middel (Curzate) overschrijdt de norm voor BRI-grondwater op middelniveau (0,1 ppb). Streefwaarden voor schadeparameters (MBP) worden echter niet gehaald. Eén op de vijf bespuitingen veroorzaakt schade aan het waterleven; wel is het aantal bespuitingen boven de 100 punten beperkt tot één. Bij 4% van de bespuitingen wordt de streefwaarde voor MBP-bodemleven nog overschreden.

Problemen worden vooral veroorzaakt door insecticiden toegepast in aardappel, zomergerst en conservenerwt. Vervanging van deze middelen is niet mogelijk wegens ontbreken van niet-chemische strategieën of milieuvriendelijke alternatieven niet voorhanden zijn. Zie ook Tabel 5.

Kwaliteitsproductie

De opbrengsten waren over het algemeen goed. Aardappel, snijmais en doperwt scoorden boven de streefwaarde. De opbrengst van stamslaboon viel tegen; opbrengsten van de andere gewassen weken minder dan 20% af van de streefwaarde. Er waren geen duidelijke verschillen tussen de systemen. De kwaliteit lag over het algemeen onder de streefwaarde; het onderwatergewicht van de aardappel en het suikergehalte van de bieten kwamen onder de doelstellingen uit, al waren deze misschien erg hoog gesteld. Wel gehaald zijn doelstellingen voor tarrapercentage van stamslaboon en droge stofgehalte van snijmais.

Continuïteit van de bedrijfsvoering

Er is nog geen economische analyse uitgevoerd van de huidige systemen. Een analyse van een op het *Synthese* systeem gelijkend bouwplan in de periode 1993-1999 liet zien dat de opbrengst met ongeveer €75 per €100 kosten gelijk lagen aan die in de praktijk (Smid en Spruijt, 2002). Voor een rendabele bedrijfsvoering het echter noodzakelijk meer goed renderende gewassen te verbouwen. Dit kan door deze gewassen een meer prominente plaats te geven in het bouwplan, of door uitbreiding van het geteelde areaal met goed salderende gewassen door deze te verbouwen op geruid of gehuurd land. Gemiddeld was 5,7 uur handwieden nodig per hectare. Dit ligt nog iets hoger dan de streefwaarde van 5 uur ha⁻¹. Oorzaak van het hoge aantal uren ligt vooral in het grote aantal schieters in de suikerbieten.

Procesonderzoek

Waterkwaliteit

1.2 Discussie en conclusies

Grootste knelpunt in het systeem is de hoge nitraatuitspoeling. Ondanks een voorzichtige bemesting zal het moeilijk worden de gestelde streefwaarden (50 mg l⁻¹ nitraat in de *Synthese* en 25 mg l⁻¹ in de *Analyse* delen) te behalen. Hoewel in sommige gevallen door fine-tuning van de bemesting nog enige ruimte gevonden kan worden, zal dit naar verwachting onvoldoende zijn voor het behalen van de streefwaarden. Dit betekent dat – in het bijzonder voor *Analyse*-systemen – een andere opzet van de rotatie en/of een suboptimale bemesting (met alle gevolgen voor de opbrengst van dien) niet kunnen worden uitgesloten. In 2002 is besproken in hoeverre een andere opzet en het accepteren van opbrengstderving mogelijk en acceptabel is. Hierbij is afgesproken om de grenzen nog verder op te zoeken, maar niet bewust zo ver te gaan dat opbrengstderving onontkomelijk wordt. Dit geldt met name voor *Analyse-2*, waar het uiterste gedaan wordt om de normen te halen.

De belangrijkste aanpassingen in de opzet van 2002 zijn:

- Verlagen van de bemesting in aardappel (*Analyse-2* startbemesting), vroege suikerbieten (*Analyse-2*) en conservenerwt (door keuze ander ras);
- Toepassen van CropScan in aardappel (*Analyse-2*), gecombineerd met bijbemestingen met urean;
- Inwerken van stro na vroege suikerbieten in plaats van late aardappel (om conflicten met opslagbestrijding aardappel te voorkomen);
- Kiezen van een snijmaïsras met zo laat mogelijke bloei (alle systemen);
- Inzaaien van groenbemester na snijmais (*Analyse-2*) in plaats van onderzaai;
- Besparen van 20% op mestgift in snijmais door toepassen van rijenbemesting (dierlijke mest in *Analyse-1*; kunstmest in *Analyse-2*);
- Kunstmestfosfaatgift in snijmais (*Analyse*-systemen) laten vervallen;
- Stamslaboon in dubbelteelt conservenerwt/stamslaboon vervangen door groenbemester (*Analyse-2*).

2 Opzet van het onderzoek

2.1 Bedrijfssystemen

J.J. de Haan en B.M.A. Kroonen-Backbier (PPO)

Op Kernbedrijf Vredepeel zijn drie bedrijfssystemen aangelegd. De grootste verschillen tussen de systemen zijn gerelateerd aan de nutriëntendoelen. De gewasbeschermingsstrategieën zijn vergelijkbaar. Meer over de opzet van het systeem is te vinden in het projectplan voor het kernbedrijf (Langeveld e.a. 2002). De rotaties staan beschreven in Tabel 2. Een plattegrond van het bedrijf is te vinden in Bijlage 1.

Synthese

Het *Synthese* systeem sluit aan bij de praktijk. Voor de organische bemesting wordt gebruik gemaakt van traditionele mestvarkensdrijfmest. Om de Pw omlaag te krijgen wordt fosfaat evenwichtsbemesting toegepast. Groenbemesters worden terughoudend ingezet in verband met risico op vermeerdering van nematoden. Alleen uitgeteste bedrijfszekere technieken worden ingezet om het risico voor opbrengstderving te beperken en een optimaal economisch resultaat te realiseren.

Analyse-1

Het *Analyse-1* systeem gaat een stap verder dan de praktijk. In plaats van de drijfmest wordt gebruik gemaakt van verwerkte varkensmest met een laag fosfaatgehalte. Om de Pw versneld af te bouwen wordt een negatieve fosfaatbalans aangehouden (aanvoer is de helft van de afvoer). De dubbelteelt conserverwt/stamslaboon is in het eerste jaar vervangen door conservenerwt/groenbemester vanwege de hoge stikstofverliezen in deze dubbelteelt. In 2002 en 2003 is besloten in dit systeem toch stamslaboon te telen. De inzet van groenbemesters wordt beperkt in verband met vermeerdering van nematoden. Niet volledig uitgeteste technieken worden toegepast als ze helpen om de doelen te bereiken. Dit brengt enig risico voor opbrengstderving met zich mee, iets wat het economische resultaat mogelijk aantast.

Analyse-2

Het *Analyse-2* systeem is sterk gericht op behalen van milieudoelen, het economische resultaat is van minder belang. Om de Pw snel te verlagen in de richting van de milieukritische Pw wordt - behalve wanneer dat nodig is voor een goede startgroei - geen fosfaat aangevoerd. De bemesting wordt uitsluitend met kunstmest uitgevoerd. Groenbemesters worden ingezet waar mogelijk, ongeacht het risico voor vermeerdering van nematoden. Niet volledig uitgeteste technieken worden toegepast als ze helpen om de doelen te bereiken. Risico voor opbrengstderving is dus aanwezig.

Tabel 2 Vruchtwisseling per bedrijfssysteem. In 2001 is in verband met de aaltjessituatie zomergerst geteeld in plaats van waspeen

Jaar	Synthese	Analyse-1	Analyse-2
1.	Aardappel laat	Aardappel laat ¹	Aardappel laat + stro
2.	Suikerbiet	Suikerbiet	Suikerbiet ⁸
3.	Triticale	Triticale + hergroei	Zomergerst + zomergerst ²
4.	Waspeen ³	Waspeen ³	Waspeen ³
5.	Aardappel vroeg ⁷	Aardappel vroeg + bladrammenas ^{5,7}	Aardappel vroeg ⁷ + bladrammenas ⁹
6.	Suikerbiet	Suikerbiet	Suikerbiet ⁸ + zomergerst
7.	Snijmaïs laat	Snijmaïs laat	Snijmaïs vroeg + zomergerst
8.	Conservenerwt + stamslaboon	Conservenerwt + stamslaboon ³	Conservenerwt + bladrammenas ^{6,9}

¹ 2001 inclusief inwerken stro

² 2001 triticale + groenbemester

³ 2001 zomergerst in verband met aaltjesbesmetting

⁴ 2001 conservenerwt/tagetes

⁵ 2001 geen groenbemester

⁶ 2001 tagetes in plaats van bladrammenas

⁷ 2001 normale vroege aardappelen met oogst augustus, 2002 en 2003 cela-vitateelt oogst juli

⁸ 2003 afvoeren van gewasresten

⁹ 2003 maaien en afvoeren van groenbemester

2.2 Procesonderzoek

3 Nutriëntenmanagement

J.J. de Haan en B.M.A. Kroonen-Backbier (PPO)

3.1 Teeltkundige aspecten

In de bemesting wordt uitgegaan van algemene bemestingsadviezen en bijmest- of geleide bemestingssystemen. Vrijkomende nutriënten uit verderende groenbemesters of gewasresten worden in mindering gebracht op de gift. Hierbij wordt geen rekening gehouden met eventuele extra mineralisatie door langjarig gebruik van dierlijke mest of andere bronnen. Voor de teelt van aardappel, suikerbiet en snijmaïs is dierlijke mest gebruikt: mestvarkensdrijfmest of MDM in aardappel en suikerbiet van het *Synthese* en het *Analyse-1* systeem, runderdrijfmest (RDM) in snijmaïs van het *Synthese*-systeem en bewerkte mestvarkensdrijfmest in *Analyse-1*. Overige gewassen in *Synthese* en *Analyse-1*, alsmede alle gewassen in *Analyse-2* ontvingen alleen kunstmest. Nutriëntengehaltes van dierlijke mest zijn tevoren bepaald, zodat de te geven hoeveelheid precies kan worden afgestemd op de behoefte van het gewas. Hierbij wordt gerekend met een werkingspercentage voor stikstof van 70% voor MDM, 65% voor RDM en 85% voor de bewerkte MDM. Kalibemesting met kunstmest en bemestingen met sporenelementen worden uitgevoerd in het vroege voorjaar (februari-maart).

Het jaar 2001 kende een nat voorjaar. Samen met de MKZ-crisis zorgde dit voor een lange periode tussen de toediening van dierlijke mest en zaaien en poten. Dit kan mogelijk verliezen tot gevolg gehad hebben. De warme zomer, met veel regen eind augustus en september, veroorzaakte een verstoring van de groei van late gewassen (vooral stamslaboon) alsmede een behoorlijke stikstofuitspoeling. Door de extreme warmte in oktober is verder veel stikstof gemineraliseerd. Bemestingsstrategieën van de verschillende systemen worden gegeven in Bijlage 3. Hieronder staan verder voor een aantal gewassen enkele bijzonderheden vermeld. Suikerbiet, conservenerwt en stamslaboon zijn volgens de strategie uitgevoerd en worden hier niet behandeld.

Aardappel

De bemesting is uitgevoerd zoals vermeld in Bijlage 3. Zowel in vroege als late aardappels is bijbemesting nodig geweest in alle systemen. *Synthese* en *Analyse-1* kregen in zowel de vroege als late aardappels een bijbemesting van 30 kg stikstof (in de vorm van KAS). Bijbemesting in de *Analyse-2* is uitgevoerd op basis van CropScan (zoals vermeld met Urean in plaats van KAS). Vroege aardappels kregen twee giften (van respectievelijk 20 en 10 kg stikstof ha⁻¹); late aardappels kregen 40 kg stikstof ha⁻¹ (CropScan adviseerde hier een gift van 60 kg stikstof ha⁻¹). Deze hoge gift heeft echter niet tot bladverbranding geleid. Uit een latere meting bleek dat de resterende 20 kg stikstof ha⁻¹ niet nodig was.

Snijmaïs

Door de MKZ-crisis met een uitrijverbod van mest en het natte voorjaar was de periode tussen de organische mestgift en zaai 6 weken. Mogelijk is in deze periode stikstof verloren gegaan voor de teelt. Dit zou het geval kunnen zijn in *Analyse-1* waar bewerkte mest met een hoge fractie minerale stikstof is gebruikt. Dit was ook te zien aan de gewasstand en de opbrengst (die lager was dan in de andere systemen). Zowel in *Synthese* en *Analyse-1* is gebruik gemaakt van een laat bloeiend ras om een zo lang mogelijke opnameperiode te realiseren. Gezien het feit dat een maïs vanwege aaltjes problemen niet gevolgd kan worden door een groenbemester is dit de enige mogelijkheid om de hoeveelheid reststikstof te beperken. In *Analyse-2* is gebruik gemaakt van een zeer vroeg ras om de onderzaai met zomergerst (groenbemester) mogelijk te maken. Helaas is de onderzaai mislukt (mogelijk door gebrek aan licht) en is de groenbemester na de oogst opnieuw ingezaaid. Ook was uiteindelijk de oogst op hetzelfde tijdstip als in *Synthese* en *Analyse-1*.

Triticale/zomergerst

Dit jaar is in de *Analyse-2* de triticale nog niet vervangen door de zomergerst omdat de triticale al gezaaid

was voor de plannen rond waren. Wel is in plaats van waspeen zomergerst geteeld vanwege de aaltjessituatie en een vruchtopvolgingsprobleem, 3 jaar geleden had namelijk ook reeds waspeen op het perceel gestaan. Er was geen verschil in bemesting tussen de systemen. Triticale heeft in alle gevallen een tweede bemesting gekregen van 60 kg ha⁻¹ waarbij het tijdstip van de gift is bepaald met een venster.

Groenbemesters en nateelt maatregelen

Bladrammenas na de vroege aardappel (*Analyse-2*) was matig ontwikkeld door wateroverlast. De groenbemester na zomergerst (ook zomergerst) in de *Analyse-2* was goed ontwikkeld. De onderzaai van gerst in snijmaïs is mislukt. Na de oogst van de maïs is deze opnieuw ingezaaid; de gerst wist zich nog redelijk te ontwikkelen. Het inwerken van stro na late aardappels op de *Analyse*-percelen ging goed, al kon het stro niet diep worden ingewerkt om verliesknollen niet te diep weg te werken. Tagetes, ingezaaid na conservenerwt in de *Analyse*-systemen, heeft zich goed ontwikkeld.

3.2 Milieukundige aspecten

Milieukundige resultaten worden besproken aan de hand van nutriëntenbalansen en de gemeten hoeveelheid bodemstikstof bij de oogst en in het najaar.

Nutriëntenbalansen

Tabel 3 geeft de werkelijke en de MINAS balansen van de verschillende systemen. Aanvoer volgens MINAS bestaat uit mest en stikstof uit fixatie. Alle systemen haalden de MINAS-normen voor droge zandgronden voor 2003 voor zowel stikstof als fosfaat.

Streefwaarden voor werkelijk fosfaatoverschot zijn afgeleid van de plannen (berekend op basis van verwachte opbrengsten):

- in *Synthese* is aanvoer gelijk aan afvoer: overschot is 0 kg/ha;
- in *Analyse-1* is aanvoer 50% van de afvoer met enkele beperkte startgiften (erwt in alle jaren en maïs in 2001): overschot is -17 kg/ha;
- in *Analyse-2* wordt geen fosfaat aangevoerd behalve enkele beperkte startgiften (erwt in alle jaren waspeen in 2003 en maïs in 2001): overschot is -45 kg/ha.

Streefwaardes voor de werkelijke overschotten worden alleen in *Analyse-2* in 2003 gehaald door het afvoeren van gewasresten en groenbemesters. In 2003 was het fosfaatoverschot in *Analyse-1* hoog ten opzichte van de streefwaarde vanwege een veel hogere fosfaatinhoud van de mest dan verwacht. De fosfaatoverschotten liggen verder over het algemeen vrij dicht bij de streefwaarde. Bij toepassing van dierlijke mest is een precieze dosering in ieder geval moeilijk.

De gemiddelde afvoer over de drie jaar is het hoogste in *Analyse-2* maar dit komt vooral door de afvoer van groenbemesters en gewasresten in 2003. Wordt hier geen rekening mee gehouden dan is de afvoer in 2003 slechts 101 kg/ha. Dit komt vooral door lagere gehalten in de geoogste producten. Ook de fosfaatafvoer is hoog door de afvoer van gewasresten en groenbemesters. De afvoer met de gewassen in 2003 was 49 kg/ha. De opbrengstverschillen zijn beperkt en voor zover te zien niet veroorzaakt door de bemesting (zie hoofdstuk kwaliteitsproductie).

De systemen *Synthese* en *Analyse-2* voldoen in alle jaren net aan de nieuwe mestwetgeving vanaf 2006 met de gebruiksnormen. Als gebruiksnorm is het landelijke advies gehanteerd uit het WOG-rapport. Voor snijmaïs is gerekend met de norm voor zandgrond zoals gepresenteerd aan de Tweede kamer. De aanvoer in *Analyse-1* is wel ruim lager dan de gebruiksnorm door het gebruik van de dunne fractie van verwerkte mest. In de tabel is de werkingscoëfficiënt voor drijfmest (60%) gebruikt voor de organische mest. De werkingscoëfficiënt van dunne fractie van verwerkte mest is echter aanzienlijk hoger. In de bemestingsplannen is gerekend met 85% tot 90%. Het is nog onduidelijk welke werkingscoëfficiënt voor deze mestsoort gaat gelden.

Voor zandgronden gaat op termijn (vanaf 2007) zeer waarschijnlijk een norm onder het advies gelden (10%). Wanneer de gebruiksnormen 10% gekort worden was de bemesting in 2001 en 2002 in *Synthese* en *Analyse-2* iets boven de gebruiksnorm.

Tabel 3a: Werkelijke en MINAS stikstofbalans bedrijfsniveau (kg ha⁻¹)

Stikstof	Synthese			Analyse-1			Analyse-2		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Totale aanvoer	258	275	250	239	255	225	211	191	161
Aanvoer mest	194	208	184	178	186	159	150	126	98
<i>Dierlijke mest</i>	<i>98</i>	<i>113</i>	<i>102</i>	<i>120</i>	<i>133</i>	<i>100</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Kunstmest</i>	<i>95</i>	<i>95</i>	<i>82</i>	<i>58</i>	<i>53</i>	<i>59</i>	<i>150</i>	<i>126</i>	<i>98</i>
Fixatie	10	10	10	6	10	10	6	6	6
Uitgangsmateriaal	3	4	4	3	4	4	3	4	4
Depositie	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Werkelijke afvoer	138	125	128	139	120	107	143	105	147
Werkelijk overschot	120	150	122	100	135	118	68	86	14
<i>Streefwaarde</i>	<i>60</i>								
Aanvoer volgens MINAS	204	218	194	184	196	169	156	132	104
Forfaitaire afvoer MINAS	165	165	165	165	165	165	165	165	165
Overschot volgens MINAS	39	53	29	19	31	4	-9	-33	-61
<i>Verliesnorm MINAS droge zandgronden 2003</i>	<i>60</i>								
Aanvoer volgens gebruiksnormen	154	163	143	130	133	119	150	126	98
<i>Gebruiksnorm (advies)</i>	<i>167</i>	<i>164</i>	<i>164</i>	<i>152</i>	<i>164</i>	<i>164</i>	<i>152</i>	<i>139</i>	<i>139</i>
<i>Gebruiksnorm (0,9 * advies)</i>	<i>150</i>	<i>148</i>	<i>148</i>	<i>137</i>	<i>148</i>	<i>148</i>	<i>137</i>	<i>125</i>	<i>125</i>

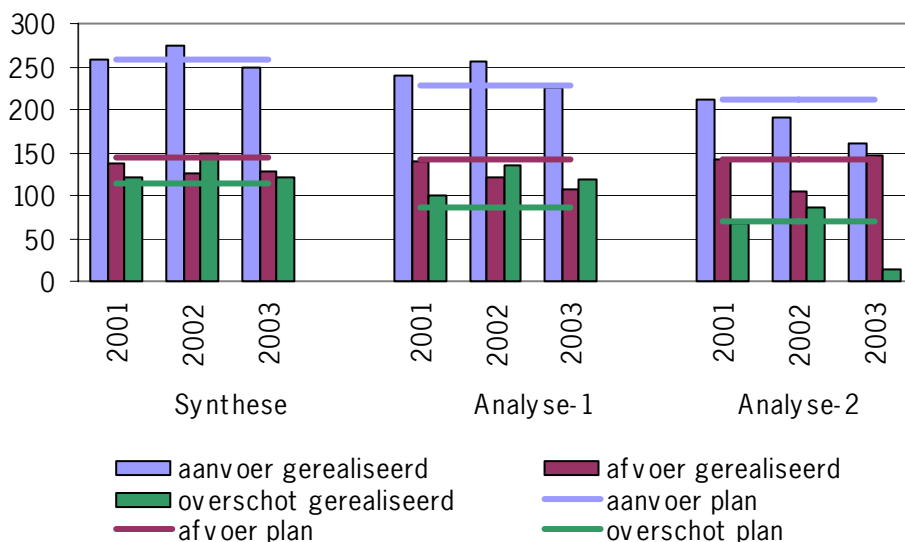
Tabel 4b: Werkelijke en MINAS fosfaatbalans bedrijfsniveau (kg ha⁻¹)

Fosfaat	Synthese			Analyse-1			Analyse-2		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Totale aanvoer	65	59	61	39	34	47	14	13	18
Aanvoer mest	62	56	58	36	29	44	11	7	15
<i>Dierlijke mest</i>	<i>54</i>	<i>56</i>	<i>58</i>	<i>25</i>	<i>21</i>	<i>37</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Kunstmest</i>	<i>7</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>11</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>11</i>	<i>7</i>	<i>15</i>
Uitgangsmateriaal	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Depositie	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Werkelijke afvoer	52	52	52	52	50	45	52	47	67
Werkelijk overschot	13	7	9	-13	-16	2	-38	-34	-49
<i>Streefwaarde</i>	<i>0</i>			<i>-17</i>			<i>-45</i>		
Aanvoer volgens MINAS en gebruiksnormen	62	56	58	36	29	44	11	7	15
Forfaitaire afvoer MINAS	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Overschot volgens MINAS	-3	-9	-7	-29	-36	-21	-54	-58	-50
<i>Verliesnorm MINAS droge zandgronden 2003</i>	<i>20</i>								
<i>Gebruiksnorm 2015</i>	<i>60</i>								

Het was vooraf bekend dat streefwaarden voor werkelijke stikstofoverschotten niet gehaald zouden worden (Figuur X). Vooraf werd aangenomen dat de bemesting niet verder om laag kon zonder de opbrengsten sterk te verlagen. Door introductie van verdergaande maatregelen is dit uiteindelijk in de Analyse-2 in 2003 wel gerealiseerd. In Analyse-2 daalt de aanvoer ten opzichte van gepland van 100% in 2001 naar 76% in

2003. De verschillen tussen de geplande en gerealiseerde overschotten worden vooral veroorzaakt doordat de afvoer 10% lager is dan gepland. In Analyse-1 is de aanvoer 5% hoger dan gepland, in combinatie met de lagere afvoer geeft dit een veel hoger overschot. In Synthese is de aanvoer gelijk aan de planning.

Figuur X. Stikstofbalansen per systeem in vergelijking met het plan gemaakt aan de start van het project



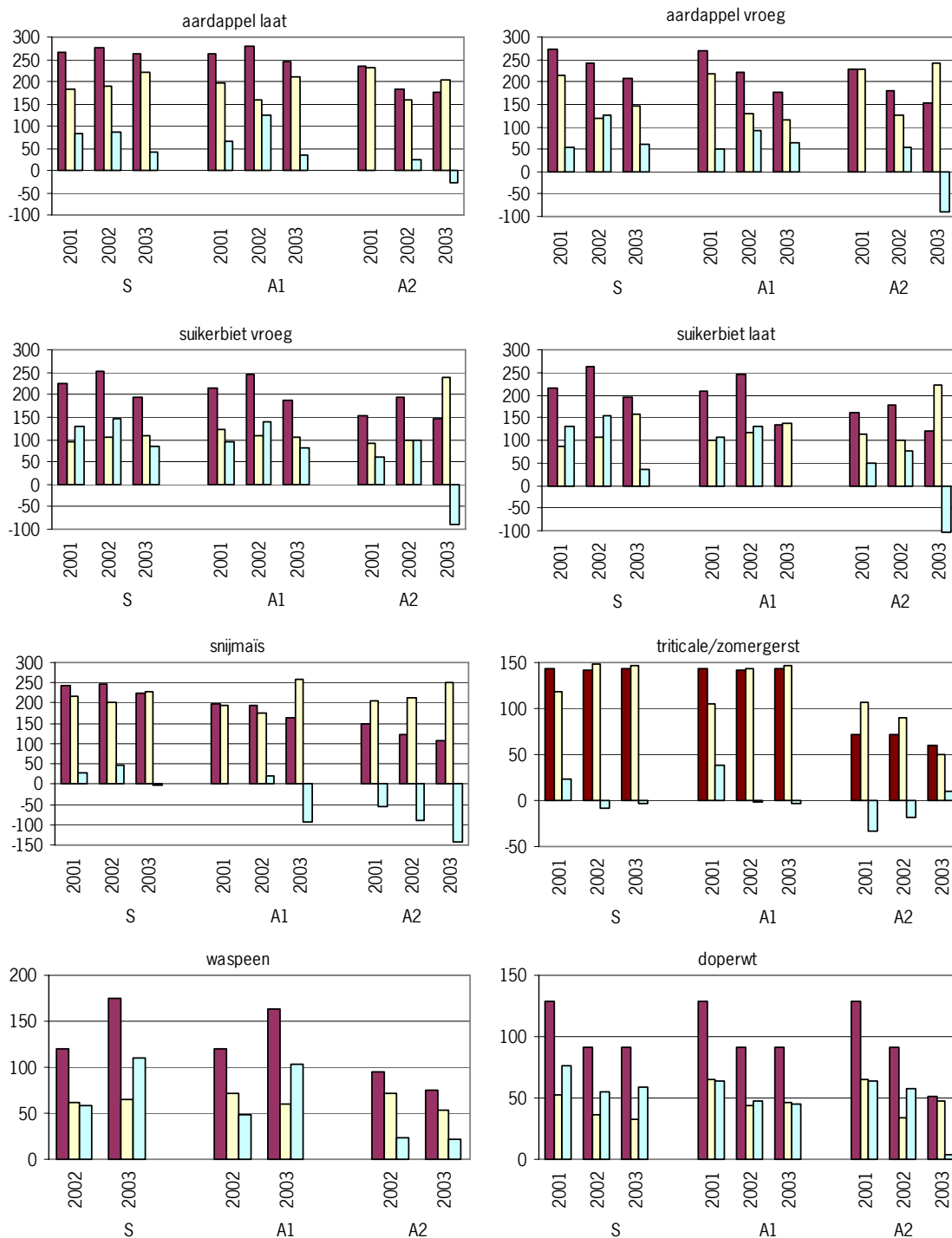
Tabel X geeft een globale verklaring voor de verschillen in aanvoer tussen *Synthese* en *Analyse-1* en *Analyse-2*. Niet alle maatregelen zijn in elk jaar uitgevoerd. Niet alle verschillen zijn direct verklaarbaar. Er zijn ook nog kleine verschillen door verschil in N-min voorjaar en verschil in bijbemestingen bij aardappel en waspeen veroorzaakt door verschil in bladsteeltjes en N-min voorraden in de bodem.

In *Analyse-2* wordt het verschil vooral veroorzaakt door gebruik van kunstmest in plaats van dierlijke mest. Op de tweede plaats komt de nalevering uit groenbemesters. Verlaging van de adviesbemesting is eigenlijk alleen in 2002 toegepast, maar is ook doorgetrokken naar 2003. Wanneer dat vergeleken wordt met de daadwerkelijk gehanteerde bemestingsstrategie in 2003 levert het expliciet vooraf rekening houden met mineralisatie nog eens 9 kg/ha extra op. Verder wordt het verschil verklaard door verandering in vruchtwisseling (het niet telen van de stamslaboon en de vervanging van tritcale door zomergerst) en een andere toepassingsmethode (rijenbemesting maïs).

Figuur X en bijlage X geven de verschillen in aanvoer, afvoer en overschot nog eens weer per gewas.

Tabel X. Globale verklaring voor lagere aanvoer in Analyse-1 en Analyse-2 ten opzichte van synthese in kg/ha op systeemniveau.

	Analyse 1			Analyse 2		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Vervanging varkensdrijfmest met dunne fractie varkensmest (A1) of kunstmest (A2)	2	15	9	33	37	24
Nawerking groenbemesters uit voorgaand jaar		1	6		16	16
Geen stamslaboon	11			11	16	11
Zomergerst i.p.v. tritcale					9	10
Expliciet vooraf rekening houden met mineralisatie						9
Verlaging adviesbemesting					4	7
Rijenbemesting maïs (dierlijk en plantaardig)		5	5		5	5
Totaal verklaarbare verschillen met synthese	13	21	20	44	87	82
Totaal verschil in aanvoer met synthese	19	20	25	47	84	89
<i>Niet verklaard</i>	6	-1	5	3	-3	7



Figuur X Werkelijke stikstofbalansen per gewas, systeem en jaar

N-min na oogst

De hoeveelheid minerale stikstof (N-min) die na de oogst achterblijft, is in indicatie van de afstemming van bemesting op de gewasbehoefte. De N-min na oogst in *Synthese* ligt gemiddeld iets onder de 40 kg/ha. In *Analyse-2* is de N-min na oogst in 2002 en 2003 met rond de 20 kg/ha beduidend lager (Figuur 2). De N-min na oogst in *Analyse-1* ligt daar tussen in.

Gewassen met een hoge N-min na oogst zijn aardappel vroeg, snijmais en stamslaboon. De N-min na oogst

van de overige gewassen is gemiddeld lager dan 40 kg ha^{-1} , wat aangeeft dat - indien er geen tussentijdse uitspoeling optreedt - de bemesting is afgestemd op de behoefte. De extreem hoge N-min na oogst bij de aardappel is in 2001 veroorzaakt door het inwerken van de voorvrucht in 2000 (waspeen). Mineralisatie van deze gewasresten kwam laat op gang, zodat er tijdens de bijbemesting (berekend aan de hand van analyses met bladsteeltjes en CropScan) onvoldoende rekening mee gehouden kon worden. In andere jaren is door de vroege oogst de aanwezige stikstof nog onvoldoende benut. Daarom zou uit mineralenoogpunt altijd een groenbemester geteeld moeten worden. Vanuit het oogpunt van aaltjesbeheersing is dit toch niet gedaan in *Synthese*. In *Analyse-1* (alleen 2002 en 2003) en *Analyse-2* (allen jaren) is wel een groenbemester gezaaid.

Stikstofopname van snijmaïs stopt na de bloei; de relatief hoge N-min na oogst bij dit gewas wordt waarschijnlijk veroorzaakt door vrijkomend stikstof uit mineralisatie. Overigens is de N-min na oogst in *Analyse-2* en *Analyse-1* door de rijenbemesting beduidend lager.

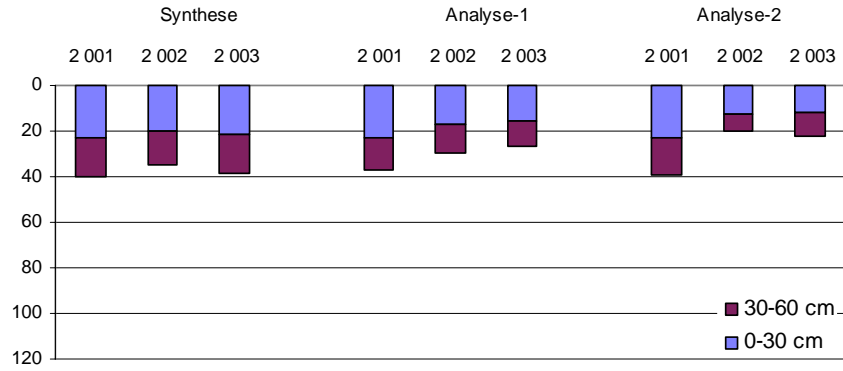
De hoge N-min na oogst bij de stamslaboon kan verklaard worden door de mineralisatie van de gewasresten van de conservenerwt. Deze kunnen blijkbaar onvoldoende door de stamslaboon benut worden.

N-min najaar

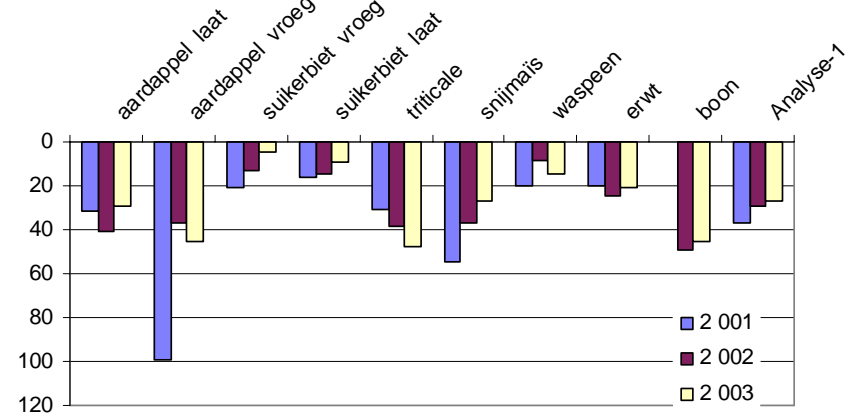
De N-min najaar (Figuur 3) is gemeten in het begin van november. *Synthese* voldoet nog niet aan de streefwaarde van 45 kg ha^{-1} , de *Analyse*-systemen doen dit wel, met name door de teelt van groenbemesters. N-min najaar is laag in vergelijking met de gemeten uitspoeling (zie paragraaf **Error! Reference source not found.** en hoofdstuk **Error! Reference source not found.????**) en de variatie over de jaren is gering; bij het behalen van de streefwaarde voor N-min najaar zou immers ook aan de uitspoelingsnorm voldaan moeten worden. Ook is het verschil in N-min najaar tussen de systemen kleiner dan de verschillen in uitspoeling.

Overschrijdingen van de streefwaarde worden in het bijzonder veroorzaakt door snijmaïs en de dubbelteelt conservenerwt/stamslaboon, daarnaast dragen ook de vroeg geoogste gewassen waar geen groenbemester is geteeld (aardappel vroeg en tritcale) bij aan de overschrijding. De late suikerbieten en de waspeen hebben een lage N-min najaar. De N-min najaar in de vroege suikerbieten is een stuk hoger dan die van de late suikerbieten door mineralisatie van gewasresten in oktober.

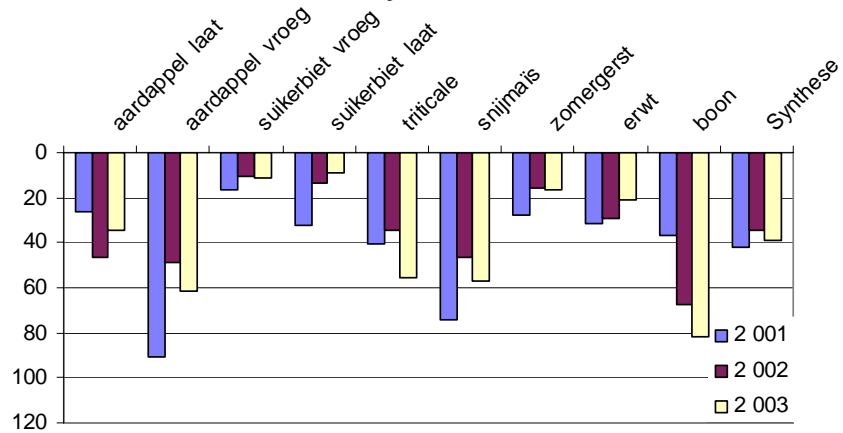
Systeemgemiddelden



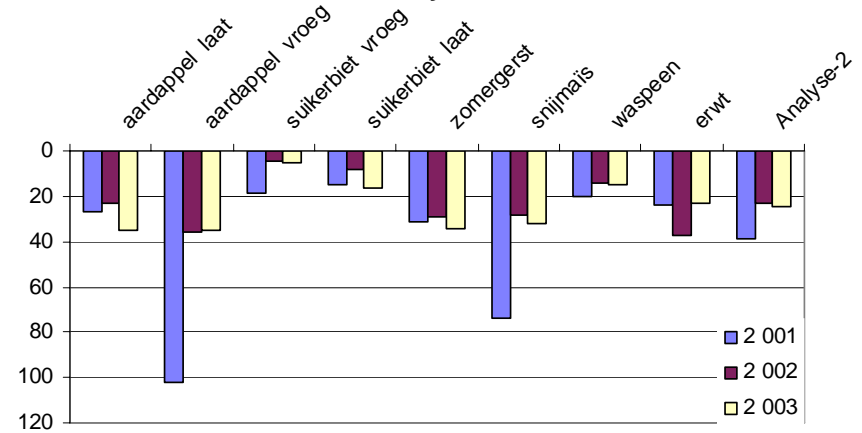
Analyse-1



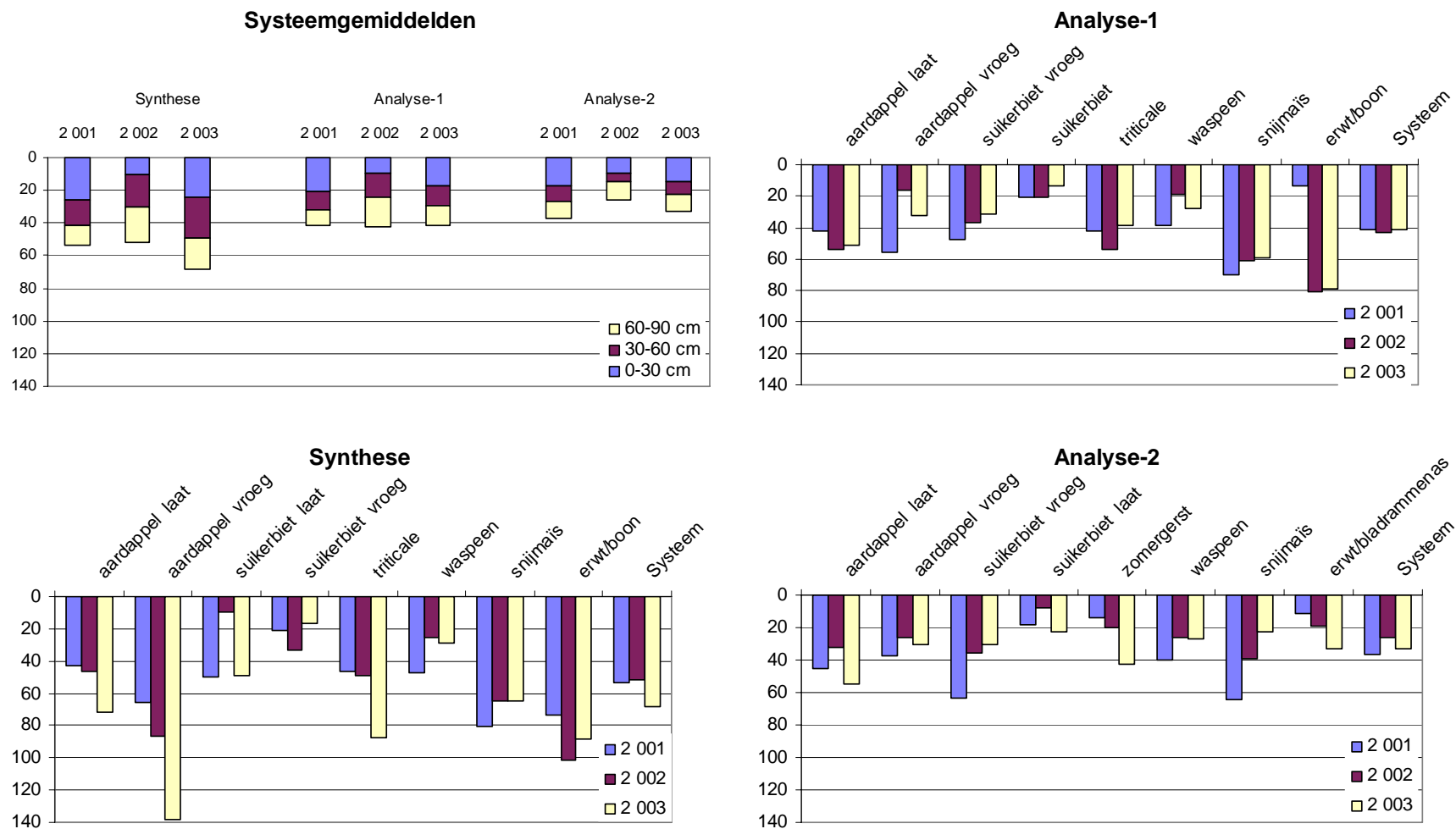
Synthese



Analyse-2



Figuur 2 :N-min na oogst per gewas en gemiddeld per systeem (kg ha⁻¹).



Figuur 3 N-min najaar per gewas en gemiddeld per systeem (kg ha⁻¹). VPGI-s staat voor Synthese, VPGI-a1 voor Analyse-1, en VPGI-a1 voor Analyse-2.

4 Gewasbescherming

J.J. de Haan en B.M.A. Kroonen-Backbier (PPO)

4.1 Teelttechnische evaluatie

De teelttechnische evaluatie wordt per gewas gegeven.

Aardappel

De onkruidbestrijding is geheel mechanisch uitgevoerd. Er is twee tot drie keer geëgd en één keer aangeaard. Vooral op de kopakkers van het perceel met late aardappel stond na de oogst zoveel onkruid (akker-munt, Melganzevoet, dieldelig tandzaad) dat een pleksgewijze bespuiting is uitgevoerd met Round Up en MCPA. De vroege aardappel heeft negen bespuitingen gehad tegen Phytophthora, de late aardappel 17. Begin augustus is Phytophthora geconstateerd in de late aardappel waardoor twee bespuitingen met Curzate nodig waren. In andere gevallen is Shirlan gebruikt in een lage dosering (0,2 l ha⁻¹ tot eind juli, daarna 0,3 l ha⁻¹). De late aardappel heeft verder twee bespuitingen met insecticiden (Decis en Somicidin) gehad, vroege aardappel één (alleen Decis). De loofdoeding was in zowel de late als de vroege aardappel mechanisch.

Suikerbiet

Op perceel 27 is een stuifdek noodzakelijk geweest. De onkruidbestrijding is daarom volvelds uitgevoerd. Onkruidbestrijding op perceel 17 is uitgevoerd met rijenbespuitingen in combinatie met schoffelen. Op beide percelen zijn vier bespuitingen uitgevoerd met met lage dosering Betanal Trio. Op perceel 17 was een extra bespuiting met Fenmedifam nodig op de kopakkers en de randen. Op perceel 27 was één bespuiting met Gallant nodig om het stuifdek dood te spuiten. Vanwege het voorkomen van straatgras is gekozen voor Gallant. Aan de Betanal Trio is op perceel 17 twee keer en op perceel 27 één keer Targa toegevoegd om de hanepoot te bestrijden. Daarnaast waren nog 23 uur ha⁻¹ handwerk nodig op perceel 17 en 15 uur ha⁻¹ op perceel 27 ter bestrijding van onkruid, aardappelopslag en schieters. Dit kwam vooral door het grote aantal schieters. Ook in de praktijk kende 'Laetitia' in dit jaar veel schieters. Dit ras was gekozen vanwege zijn resistentie/tolerantie voor Cercospora en Rhizoctonia. Vanwege die resistentie en de zaadontsmetting waren bespuitingen tegen ziekten en plagen niet nodig.

Granen en snijmaïs

De onkruidbestrijding in snijmaïs was deels mechanisch en deels chemisch. Er is gestart met drie keer eggen rond opkomst, daarna een chemische bestrijding met een mix van Mikado, Brophy en Milagro en een laatste bewerking aanaardend schoffelen. Er was nog 1 uur ha⁻¹ handwerk nodig. In *Analyse-2* is in de groenbemester pleksgewijs gespoten tegen akkermelkdistel met Round Up en MCPA. Vanwege de groenbemester was een mechanische bewerking niet mogelijk. In de tritcale is één chemische bestrijding uitgevoerd met Starane en MCPA. Vaak is geen bestrijding nodig maar vanwege de zachte winter waren er veel muurpollen en stond er veel klein kruiskruid. In de zomergerst is één chemische bestrijding uitgevoerd met Ally. In beide gewassen is in *Synthese* na de teelt een pleksgewijze bestrijding tegen akkermelkdistel uitgevoerd met Round Up. In de zomergerst is één ziektebestrijding uitgevoerd tegen netvlekken met Allegro. In beide granen is één bestrijding tegen luizen uitgevoerd met een lage dosering Pirimor.

Conservenerwt/stamslaboon (Tagetes)

Voor de onkruidbestrijding in conservenerwt is rond opkomst twee keer geëgd. Daarna zijn twee chemische bestrijdingen uitgevoerd met een lage dosering Basagran. Er was geen handwerk nodig. Er is één keer tegen luizen gespoten met Pirimor. In de stamslaboon is ook rond opkomst twee keer geëgd met daarna twee bespuitingen met Basagran in de rij. Daarnaast is afwisselend twee keer geschoffeld en twee keer aanaardend geschoffeld en is een grassenbestrijding met Fusilade uitgevoerd. Om de resterende onkruiden op te ruimen was nog 6 uur ha⁻¹ aan handwerk nodig. Ook hier was een stoppelbespuiting met Round Up en MCPA tegen akker-munt nodig. Tegen Botrytis en Sclerotinia is twee keer met Ronilan gespoten. In de

Tagetes is twee keer met Goltix en Betanal gespoten in lage dosering en één keer met Fusilade tegen grassen.

4.2 Milieukundige aspecten

De streefwaarden voor de emissieparameters (BRI) worden vrijwel allen in alle jaren gehaald (op bedrijfsniveau; Tabel 5). Verschillen tussen de systemen zijn klein en worden vooral veroorzaakt door verschillen in bouwplan (nateelt stamslaboon in *Synthese* en *Analyse-1* (2002, 2003), zomergerst in *Analyse-2* in plaats van triticale) en in noodzaak tot stoppelbespuitingen. Er was geen verschil in strategie tussen de systemen. Vandaar dat in deze paragraaf alleen de resultaten van synthese gepresenteerd worden

Tabel 5: Resultaten op bedrijfsniveau voor emissie, schade en gebruik van pesticiden voor het Synthese systeem

Maatstaf	Eenheid	Doel	2001	2002	2003
BRI-lucht	kg ha ⁻¹	<0,70	0,30	0,47	0,33
MBP-waterleven	<10 punten	100%	22%	16%	33%
MBP-waterleven	<100 punten	100%	1%	0%	0%
BRI-grondwater	Ppb	<0,50	0,35	0,16	0,27
BRI-bodem	kg dagen ha ⁻¹	<200	134	207	148
MBP-bodemleven	<100 punten	100%	4%	4%	5%
Actieve stofgebruik	kg ha ⁻¹	<2,6	2,1	3,6	2,4

Streefwaarden voor schadeparameters (MBP) worden niet gehaald. Variërend van eenderde tot eenzesde van de bespuitingen veroorzaakte schade aan het waterleven, waarbij in 2001 één bespuiting (Somicidin) de 100 punten overschreed. Somicidin had vervangen kunnen worden door Decis (al komt ook dit middel in de top-5 voor). Voor de andere middelen die in belangrijke mate bijdragen aan de overschrijding van de streefwaarden (de insecticiden Decis en Pirimor en het herbicide Dosanex) zijn echter geen alternatieven beschikbaar. In 2002 veroorzaken problemen met Phytophthora een hoge milieubelasting door de inzet van Tattoo C, Reglone en Aviso. Het aantal overschrijdingen van MBP-bodemleven beperkt zich alleen tot het middel Pirimor, toegepast in conservenerwt.

Tabel 6: Resultaten per gewas voor emissie, schade en gebruik van pesticiden voor Analyse-1 (stamslaboon Synthese), in vet wanneer streefwaarde op bedrijfsniveau wordt overschreden.

Jaar	Gewas	Aantal actieve stof toepassing	BRI-lucht kg ha ⁻¹	MBP-waterleven % bespuitingen <10 punten	BRI-grondwater ppb	BRI-bodem kg dagen ha ⁻¹	MBP-bodemleven % bespuitingen <100 punten	Actieve stof Kg ha ⁻¹
2001	aardappel laat	25	1,24	52%	0,93	335	100%	5,9
2002	aardappel laat	39	1,67	56%	0,79	865	97%	14,7
2003	aardappel laat	21	0,94	19%	0,00	300	100%	2,3
2001	aardappel vroeg	11	0,50	73%	0,00	159	100%	1,1
2002	aardappel vroeg	7	0,35	100%	0,00	108	100%	0,7
2003	aardappel vroeg	9	0,34	89%	0,00	117	100%	1,3
2001	conservenerwt	3	0,11	67%	0,04	54	67%	0,7
2002	conservenerwt	6	0,16	50%	0,05	85	67%	1,1
2003	conservenerwt	3	0,09	67%	0,03	46	67%	0,6
2001	snijmaïs	4	0,00	100%	0,06	16	100%	0,4
2002	snijmaïs	9	0,12	89%	0,06	72	100%	1,3

Jaar	Gewas	Aantal actieve stof toepassingen	BRI-lucht kg ha ⁻¹	MBP-waterleven % bespuitingen <10 punten	BRI-grondwater ppb	BRI-bodem kg dagen ha ⁻¹	MBP-bodemleven % bespuitingen <100 punten	Actieve stof Kg ha ⁻¹
2003	snijmaïs	3	0,00	100%	0,02	9	100%	0,1
2001	stamslaboon	7	0,32	86%	1,05	136	100%	3,4
2002	stamslaboon	8	0,36	100%	0,06	102	100%	2,1
2003	stamslaboon	7	0,36	86%	1,55	104	100%	3,2
2001	suikerbiet	18	0,09	97%	0,33	146	100%	2,2
2002	suikerbiet	14	0,08	100%	0,16	136	100%	2,0
2003	suikerbiet	21	0,12	90%	0,21	220	100%	3,0
2001	triticale	4	0,03	75%	0,05	21	100%	0,7
2002	triticale	3	0,09	100%	0,00	64	100%	1,9
2003	triticale	1	0,08	0%	0,15	32	100%	1,5
2002	waspeen	8	0,86	75%	0,01	84	100%	2,7
2003	waspeen	10	0,62	80%	0,00	135	100%	3,4
2001	zomergerst	4	0,02	75%	0,01	62	100%	0,3

Het is vooral de late aardappel die bijdraagt aan de milieubelasting (Tabel 6). Veel problemen (BRI-lucht, BRI-bodem, MBP-waterleven) worden veroorzaakt door de Phytophthora-bestrijding. Er zijn sinds 2003 echter wel iets milieuvriendelijkere alternatieven op de markt voor het hierbij gebruikte middel (Ranman, Tanos). Overigens is de overschrijding van MBP-waterleven door Shirlan gering (11 punten). De hoge BRI-grondwater en het hoge actieve stofgebruik in 2001 en 2002 worden vooral veroorzaakt door inzet van curatieve middelen als Curzate, Tattoo C en Aviso na aantasting met Phytophthora. Ook hiervoor is geen milieuvriendelijk alternatief voorhanden. Door de vroege oogst is het aantal Phytophthorabespuitingen in de vroege aardappels lager uitgevallen, zeker in 2002 en 2003 met de Cela Vita teelt; de score is verder beperkt gebleven door lage doseringen. Naast Phytophthora-bestrijding levert de stoppelbespuiting (MCPA) in aardappel en stamslaboon een aanzienlijke bijdrage aan de milieubelasting. In doperwt is de Pirimor bespuiting de boosdoener van overschrijdingen in MBP-waterleven en MBP-bodemleven. In de waspeen is de Dosanex de boosdoener met overschrijdingen in BRI-lucht en MBP-waterleven.

5 Kwaliteitsproductie en economie

J.J. de Haan en B.M.A. Kroonen-Backbier (PPO)

5.1 Opbrengsten

Over het algemeen waren de opbrengsten goed (Tabel 7). In vrijwel geen van de gevallen kon een lagere opbrengst worden gerelateerd aan een lagere opbrengst. Enkele opvallende zaken:

- Stamslaboon opbrengsten lagen altijd onder de streefwaarde, oorzaak niet duidelijk
- Opbrengsten suikerbiet vroeg lagen vrijwel altijd onder de streefwaarde, waarschijnlijk door schade van *Meloidogyne hapla*. Ook de rassen die geteeld worden hebben nog niet geheel de opbrengstpotentie van de streefwaarde. Deze rassen zijn echter nodig vanwege resistenties tegen *Rhizoctonia*, *Cercospora*.
- Snijmaïs vrijwel altijd boven streefwaarde behalve Analyse-1 in 2002 door slecht uitgevoerde rijenbemesting met dierlijke mest.
- Doperwt in synthese altijd onder de streefwaarde maar aangezien er geen of nauwelijks verschil was in strategie ligt dit waarschijnlijk aan perceelsspecifieke omstandigheden.
- Aardappel laat had in 2002 een zware trichodorus aantasting in Analyse-1 en Analyse-2
- Waspeen is in 2001 vanwege vruchtwisselingsproblemen en risico op aaltjesschade niet geteeld. In 2003 is de waspeen afgekeurd door

Tabel 7: Opbrengsten per systeem (ton ha⁻¹), suikerbieten in hoeveelheid suiker, snijmaïs in hoeveelheid droge stof

Gewas	Streefw.	Synthese			Analyse-1			Analyse-2		
		2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Aardappel laat	58	64	58	65	66	48	62	67	48	61
Aardappel vroeg	50 / 40	58	36	44	59	39	34	62	38	38
Suikerbiet vroeg	10,0	8,3	8,7	9,8	8,4	8,7	9,8	8,3	8,1	10,0
Suikerbiet laat	11,0	10,4	9,0	14,4	10,2	9,5	12,0	11,0	8,5	11,9
Triticale	7,0	6,6	6,6	6,8	6,6	6,6	6,5	6,6	-	-
Zomergerst	7,0	5,9	-	-	5,9	-	-	5,9	5,9	6,3
Waspeen	50	-	41	0	-	47,8	0	-	47,8	0
Snijmaïs	15,0	16,5	15,9	19,5	15,4	14,0	15,6	16,3	16,8	18,8
Doperwt	6,0	5,3	4,8	4,2	6,4	5,9	6,2	6,4	4,5	6,3
Stamslaboon	11,0	5,9	8,4	10,2	-	8,4	10,6	-	-	-

5.2 Kwaliteit

De kwaliteit is wisselend (Tabel 8); het onderwatergewicht van de aardappel is goed of vrijwel goed. In 2002 was de maatvoering van de Cela Vita aardappelen nog te grof, in 2003 was dit wel goed. Het suikergehalte van de bieten was behalve 2003 te laag. De rassen ingezet vanwege *Rhizoctonia* resistentie en een geringere gevoeligheid voor *Cercospora*, hebben van nature een laag suikergehalte. Het is hiermee het beste ras dat er is gezien de omstandigheden op Vredepeel. De droge stofgehalten van snijmaïs zijn over het algemeen te laag, dit betekent dat de maïs eigenlijk later geoogst had moeten worden, de maïs was nog onvoldoende afgerijpt.

Tabel 8: Kwaliteit van de productie

Gewas	Maatstaf	Streefw.	Synthese			Analyse-1			Analyse-2		
			2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Aardappel laat	owg	>370	389	394	367	381	367	383	374	370	353
Aardappel vroeg	owg	>370	373	-	-	367	-	-	362	-	-
	%maat	<45 mm	-	30	79	-	32	96	-	44	87
Suikerbiet vroeg	%suiker	>16,5	15,1	15,0	17,6	15,0	14,5	18,1	15,5	15,0	18,6
Suikerbiet laat	%suiker	>16,5	16,2	15,0	17,5	15,9	14,8	16,9	16,4	15,2	16,6
Snijmais	ds%	>31	25	29	32	25	23	23	30	25	28
Stamslaboon	%tarra	<9,0	7,9	7,9	9,3	-	7,9	9,3	-	-	-
Waspeen	Klasse I	>70%	-	60	-	-	70	-	-	70	-

5.3 Economie

Het verschil in kosten van bemesting tussen *Synthese* en de twee *Analyse* systemen is uitgerekend. Een totale economische evaluatie is niet nodig omdat er vanuit wordt gegaan dat er geen verschil in opbrengst is tussen de systemen als gevolg van bemesting en de uitvoering van de gewasbescherming ook vrijwel gelijk is.

Het verschil in kosten tussen *Synthese* en *Analyse-1* is beperkt. De kosten voor meststoffen in *Analyse-1* zijn lager, de kosten voor toediening verschillen weinig en de kosten voor groenbemesters zijn beperkt. De kosten in 2001 zijn nog ruim hoger door het inwerken stro en de teelt van *Tagetes*. Het blijkt echter dat inwerken van stro niet effectief is en de teelt van *Tagetes* lang niet altijd nodig is of zelfs contraproductief is door de vermeerdering van *Trichodorus*.

De kosten van *Analyse-2* zijn fors hoger dan van *Synthese* door hogere kosten voor de kunstmest, hogere toedieningskosten en kosten voor groenbemesters. In het laatste jaar komen daar de kosten voor het afvoeren van gewasresten nog eens bovenop. Door de lagere inzet van meststoffen nemen de extra bemestingskosten voor stikstof in 2003 wel af. Ook met de opbrengst van de stamslaboon moet rekening worden gehouden.

Tabel X. Verschil in kosten van bemesting tussen *Synthese* en de twee *Analyse* systemen per ha. Weergegeven zijn het verschil in kosten tussen *Analyse 1* en *Synthese* en *Analyse 2* en *Synthese* voor de 3 onderzoeksjaren.

	Analyse 1			Analyse 2		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003
<i>Meststoffen</i>						
organische mest	-15	1	-15	10	25	0
N	-19	-3	-13	40	61	15
P	0	4	4	0	4	37
K	3	5	3	33	41	7
overige meststoffen	6	0	-22	5	0	-5
Totaal meststoffen	-25	7	-43	88	131	54
<i>Toediening</i>						
organische mest	0	5	5	0	0	0
N	-1	-9	-7	17	5	12
P	0	2	2	0	2	4
K	2	2	0	11	7	9
Overige meststoffen	0	2	-3	0	2	0
Totaal toediening	1	3	-3	27	16	24

<i>Groenbemesters</i>						
stro	31	0	0	31	31	31
zomergerst	0	0	0	20	20	20
bladrammenas	0	15	15	15	30	30
tagetes	40	0	0	40	0	0
boon	9	-1	-7	9	46	76
gewasresten afvoer suikerbiet	0	0	0	0	0	14
gewasresten afvoer bladrammenas	0	0	0	0	0	61
Totaal groenbemesters	80	15	8	115	127	231
Totaal	56	24	-38	231	274	309

6 Duurzaam beheer productiemiddelen

Door de aandacht die in Telen met toekomst wordt gegeven aan het halen van strikte milieudoelstellingen bestaat het risico dat een aanpak wordt gekozen die op lange termijn nadelig is voor de productiecapaciteit van de bodem. Dit is niet de bedoeling; er moet gezocht worden naar oplossingen die ook op lange termijn duurzaam zijn. De lange termijn effecten worden gevolgd in een intensief meetprogramma over de gehele duur van het project. In dit hoofdstuk worden resultaten gerapporteerd over de fosfaat- en kaliumgehalten en het organische stofgehalte van de bodem.

6.1 Chemische bodemvruchtbaarheid (Pw en K-getal)

J.J. de Haan, B.M.A. Kroonen-Backbier (PPO) en A.L. Smit (PRI)

De Pw op Vredepeel ligt tussen de 40 en 50 (op perceelsniveau maximaal 68 en minimaal 26), waarbij er nauwelijks verschil is tussen *Analyse* en *Synthese*-delen doordat ze een vergelijkbare voorgeschiedenis hebben. Volgens de projectdoelstellingen moet de Pw dalen naar de milieukritische Pw, die Pw waarbij aan de waterkwaliteitsdoelstellingen voor fosfaat voldaan wordt. Deze Pw ligt lager dan 10. De vraag is of bij deze Pw landbouwkundige productie mogelijk is. Omdat ook het landbouwkundige streefgetal (30) lager ligt dan de huidige Pw wordt wel gewerkt aan het verlagen van de Pw. Dit gebeurt per systeem met een verschillende snelheid. In *Analyse-2* zal de afbouw het snelst plaatsvinden doordat er nog nauwelijks fosfaat wordt gegeven (enkel voor startgiften). In *Analyse-1* gaat de afbouw langzamer omdat hier de helft van de afvoer aangevoerd wordt. In *Synthese* zal de afbouw het langzaamste zijn omdat in dit systeem de strategie aanvoer is afvoer wordt toegepast die uitdraait op een overschot van rond de 10 kg ha⁻¹. In de projectperiode is zowel het landbouwkundige streefgetal als de kritische nog niet behaald. Een duidelijke trend in de afname van het Pw getal was ook nog niet zichtbaar (figuur X). Dit komt mede omdat de Pw-cijfers in 2003 extreem hoog zijn. Dit komt zeer waarschijnlijk door de warme zomer van 2003.

Figuur X Pw-cijfers vanaf de start van het bedrijfssystemenonderzoek

Het K-getal ligt aan de onderkant van het streeftraject (11-19). Door perceelsgerichte aanvulling voor gewassen met een grote kalibehoeftte en reparatiegiften wordt het K-getal op peil gehouden. Hierdoor is ook het kali-overschot hoger dan wordt nagestreefd.

6.2 Organische stof

Organische stofbalansen nog niet goed.

7 Literatuur

- Booij, R.; W. van Dijk, B. Smit, F. Wijnands, H. Langeveld, J. de Haan, A. Pronk, J. Schröder, J. Proost, H. Brinks, P. Dekker, en Ph. Ehlert, 2001. *Detailering projectplan 'Telen met toekomst'*. Publicatie no. 3. Wageningen: Plant Research International.
- Langeveld J.W.A. (red.), 2002. *Projectplan 'Telen met toekomst'. Kernbedrijf Vredepeel*. Interne publicatie AKKBPP. Wageningen: Plant Research International.
- Neeteson, J.; R. Booij, W. van Dijk, J. de Haan, A. Pronk, H. Brinks, P. Dekker en H. Langeveld, 2001. *Projectplan 'Telen met toekomst'*. Publicatie no. 2. Wageningen: Plant Research International.
- Postma, R., 2002. *Organische stof opbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven; toetsing model Jansen*. Rapport OV 0203. Wageningen: Wageningen: Plant Research International/Nutriënten Management Instituut.
- Pulleman, M., 2002. *Metingen grondwater*. In (Ed. J.W.A. Langeveld) *Projectplan Telen met toekomst. Kernbedrijf Vredepeel*. Interne publicatie AKKBPP. Wageningen, Plant Research International.
- 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 Nitratecheck reflectometer (type 404)*. Bilthoven, RIVM, SOP LBG/110.
- Smid, H. en J. Spruijt 2002. *Bedrijfsresultaat geïntegreerd vergelijkbaar met gangbaar*. In: F.Wijnands en B. Kroonen-Backbier (eds). *Geïntegreerde akkerbouw Zuidoost Nederland*. PPO-bedrijfssystemen 2002 No 10. Praktijk Onderzoek Plant en Omgeving, Lelystad.
- Wijnands, F. en B. Kroonen-Backbier (eds). 2002. *Geïntegreerde akkerbouw Zuidoost Nederland*. PPO-bedrijfssystemen 2002 No 10. Praktijk Onderzoek Plant en Omgeving. Lelystad.
- Zwart, K.; A. Smit en K. Rappoldt. *Stikstofverliezen door denitrificatie in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. Onderzoek op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik van het project 'Telen met toekomst'*. Rapport OV0202. Wageningen, Plant Research International/Alterra.

Bijlage 1. Plattegrond Vredepeel 2001

Telen met toekomst		Kernbedrijf locatie Vredepeel		2001	
<i>Synthese (S) en Analyse-1 en -2 (A1 en A2)</i>					
Peelkanaal					
pad			pad		
	Zomergerst	19.2 A2		Aardappel vroeg (bladrammenas)	29.2 A2
	Zomergerst	19.2 A1		Aardappel vroeg	29.1 A1
	Zomergerst	19.1 S		Aardappel vroeg	29.1 S
	Snijmaïs (onderzaai zomergerst)	18.2 A2		Aardappel laat (inwerken stro)	28.2 A2
	Snijmaïs	18.2 A1		Aardappel laat (inwerken stro)	28.2 A1
	Snijmaïs	18.1 S		Aardappel laat	28.1 S
	Suikerbiet	17.2 A2		Suikerbiet	27.2 A2
	Suikerbiet	17.2 A1		Suikerbiet	27.2 A1
	Suikerbiet	17.1 S		Suikerbiet	27.1 S
	Triticale (gbm triticale)	16.2 A2		Erwt & Tagetes	26.2 A2
	Triticale	16.2 A1		Erwt & Tagetes	26.2 A1
	Triticale	16.1 S		Erwt & stamslaboon	26.1 S
Kavelpad					

Bijlage 2. Tabel met cirkelwaarden

Thema	nr	Parameter	Dimensie	Streefwaarde	Behaald		
					<i>Synthese</i>	<i>Analyse-1</i>	<i>Analyse-2</i>
Schoon milieu nutriënten	1	Nitraatuitspoeling	mg l ⁻¹	<50	93	63	63
	2	N-overschot	kg ha ⁻¹	<60	120	100	68
	3	P-overschot	kg ha ⁻¹	<0/-17/-45	13	-13	-38
	4	K-overschot	kg ha ⁻¹	<40	79	99	75
Schoon milieu pesticiden	5a	MBP-waterleven	% toep.>10	0	78	79	76
	5b	MBP-bodemleven	% toep. >100	0	99	99	99
	6a	BRI-lucht	kg a.s. ha ⁻¹	<0.7	0.30	0.27	0.27
	6b	BRI-grondwater	ppb	<0.5	0.31	0.18	0.22
	6c	BRI-bodem	kg dagen ha ⁻¹	<200	131	133	132
Duurzaam beheer productiemiddelen	7	Pw-getal (0-30 cm)	-	20-30	52	50	50
	8	K-getal (0-30 cm)	-	11-19	10	11	11
	9	organische stofbalans	kg ha ⁻¹	>1	0	0	0
Kwaliteitsproductie	10	Kwantiteit	-	>1	0.89	0.94	0.95
	11	Kwaliteit	-	>1	0.74	0.64	0.67
Multifunctionaliteit		geen parameters	-	-	0	0	0
Continuïteit van de bedrijfsvoering	12	Opbrengst/€100 kosten	-	>100	0	0	0
	13	Uren handwieden	uur ha ⁻¹	<5	5.7	5.7	5.7

Bijlage 3. Bemestingsstrategieën

Jaar	(Tussen)gewas	<i>Synthese</i>	<i>Analyse-1</i>	<i>Analyse-2</i>
-	Bouwplan	Fosfaataanvoer = fosfaatafvoer	Fosfaataanvoer = 0,5 * fosfaatafvoer Toepassen van bewerkte varkensdrijfmest	Geen fosfa snijm
1	Aardappel Laat/vroeg (afhankelijk aaltjessituatie)	Basisbemesting tot 150 kg/ha N werkzaam (varkensdrijfmest). Bemesting wordt aangevuld met kunstmest tot 200 - Nmin (laag 0-30 cm) circa 4 weken na poten en door middel van aanaarden in de rug gebracht. Bijbemestingen nadien op basis van bladsteeltjesmethode met KAS	Basisbemesting tot 150 kg/ha N werkzaam (bewerkte varkensdrijfmest). Bemesting wordt aangevuld met kunstmest tot 200 - Nmin (laag 0-30 cm) circa 4 weken na poten en door middel van aanaarden in de rug gebracht. Bijbemestingen nadien verlaat op basis van bladsteeltjesmethode met KAS	Basi tot 2 pote rug Bijbe Crop
2	Suikerbiet Vroeg	220 - 1.7 x Nmin in laag 0-60 cm. 50-60% van de gift in de vorm van varkensdrijfmest; resterende N in de vorm van kunstmest in het 4 - 6 bladstadium.	220 - 1.7 x Nmin in laag 0-60 cm, deels in de vorm van verwerkte varkensdrijfmest, resterende N in de vorm van kunstmest in het 4 - 6 bladstadium.	220 van ploe blad
3	Triticale	110 - Nmin (laag 0-60 cm); tweede gift van 40 – 60 kg/ha afhankelijk van de gewasstand. Bij de eerste gift wordt een N-venster aangelegd om het moment van de tweede gift te bepalen. Wanneer aaltjespopulatie te hoog dan braak of Tagetes-teelt.	110 - Nmin (laag 0-60 cm); tweede gift van 40 – 60 kg/ha afhankelijk van de gewasstand. Bij de eerste gift wordt een N-venster aangelegd om het moment van de tweede gift te bepalen. Wanneer aaltjespopulatie te hoog dan braak of Tagetes-teelt. Berekening indien nodig.	90 - Wan of Ta Bere Verv volg
4	Waspeen (dit jaar vervangen door zomergerst i.v.m. nematoden besmetting)	80 - Nmin startgift met kunstmest. Een bijbemesting vindt plaats op basis van Nmin grond eind juni, juli en augustus.	80 - Nmin startgift met kunstmest. Een bijbemesting vindt plaats op basis van Nmin grond eind juni, juli en augustus. Eventueel toepassing verwerkte varkensmest voor startgift indien mest over.	80 - bijbe gron
5	Aardappel Vroeg/laat Afhankelijk aaltjessituatie	Basisbemesting tot 150 kg/ha N werkzaam (varkensdrijfmest). Bemesting wordt aangevuld met kunstmest tot 200 - Nmin (laag 0-30 cm) circa 4 weken na poten en door middel van aanaarden in de rug gebracht. Bijbemestingen nadien op basis van bladsteeltjesmethode met KAS	Basisbemesting tot 150 kg/ha N werkzaam (bewerkte varkensdrijfmest). Bemesting wordt aangevuld met kunstmest tot 200 - Nmin (laag 0-30 cm) circa 4 weken na poten en door middel van aanaarden in de rug gebracht. Bijbemestingen nadien verlaat op basis van bladsteeltjesmethode met KAS	Basi tot 2 pote rug Bijbe Crop
6	Suikerbiet Laat	220 - 1.7 x Nmin in laag 0-60 cm. 50-60% van de gift in de vorm van varkensdrijfmest; resterende N in de vorm van kunstmest in het 4 - 6 bladstadium.	220 - 1.7 x Nmin in laag 0-60 cm, deels in de vorm van bewerkte varkensdrijfmest, resterende N in de vorm van kunstmest in het 4 - 6 bladstadium.	220 van ploe blad

Jaar	(Tussen)gewas	<i>Synthese</i>	<i>Analyse-1</i>	<i>Analyse-2</i>
7	Snijmaïs	200 – Nmin (laag 0-60 i.p.v. 0-30 cm!) bestaande uit runderdrijfmest en een rijenbemesting van 50 kg N	200 – Nmin (laag 0-60) met bewerkte varkensdrijfmest aanvullen met kunstmest (KAS of NP-meststof) in de rij.	180 waar P-be
8	Conserven erwt/ stamslaboon/ groenbemester	Erwt: 80 kg N (startgift); P-bemesting erwt: bij huidige Pw moet 60 kg P ₂ O ₅ gegeven worden voor goede start Stamslaboon: Rijenbemesting met stikstof: 100-Nmin als basisbemesting	Erwt: 80 kg N (startgift); P-bemesting erwt: bij huidige Pw moet 60 kg P ₂ O ₅ gegeven worden voor goede start Tagetes: geen bemesting	Erwt bij h word Taget

Tabel 9 : Werkelijke stikstofbalans per gewas (kg ha⁻¹) (excl. depositie)

	Jaar	Aanvoer			Afvoer			Overschot		
		S	AI	A2	S	AI	A2	S	AI	A2
aardappel laat	2001	267	262	233	184	197	232	83	65	1
	2002	277	281	182	191	158	157	87	123	25
	2003	261	246	177	219	210	205	42	36	-28
aardappel vroeg	2001	271	268	229	216	217	229	55	51	0
	2002	243	221	179	118	128	125	125	93	53
	2003	206	177	153	146	114	126	60	63	27
suikerbiet vroeg	2001	225	216	153	95	122	92	130	94	61
	2002	251	247	194	104	108	97	147	139	97
	2003	194	186	146	108	105	237	86	81	-91
suikerbiet laat	2001	216	208	161	85	100	112	131	108	49
	2002	262	246	178	108	116	101	154	130	77
	2003	194	133	119	159	136	223	35	-3	-105
snijmais	2001	244	198	150	218	196	204	26	2	-54
	2002	246	196	122	201	177	213	45	19	-91
	2003	225	164	108	229	257	251	-3	-94	-143
triticale/zomergerst	2001	143	143	143	119	105	105	24	38	38
	2002	141	141	72	149	143	90	-8	-1	-18
	2003	143	143	60	146	147	50	-3	-4	10
zomergerst	2001	72	72	72	106	106	106	-34	-34	-34
waspeen	2002	120	120	95	61	72	72	59	48	23
	2003	175	164	75	n.g.	n.g.	105	175	164	-30
doperwt	2001	129	129	129	53	65	65	76	64	64
	2002	91	91	91	36	44	34	55	47	57
	2003	91	91	51	32	46	47	59	45	4
stamslaboon	2001	84	-	-	25	-	-	59	-	-
	2002	122	84	-	33	33	-	89	52	-
	2003	84	71	-	40	42	-	44	29	-
bladrammenas **	2003 na ca	-	-	0	-	-	117	-	-	-117
	2003 na ce	-	-	0	-	-	113	-	-	-113

n.g. = niet geoogst