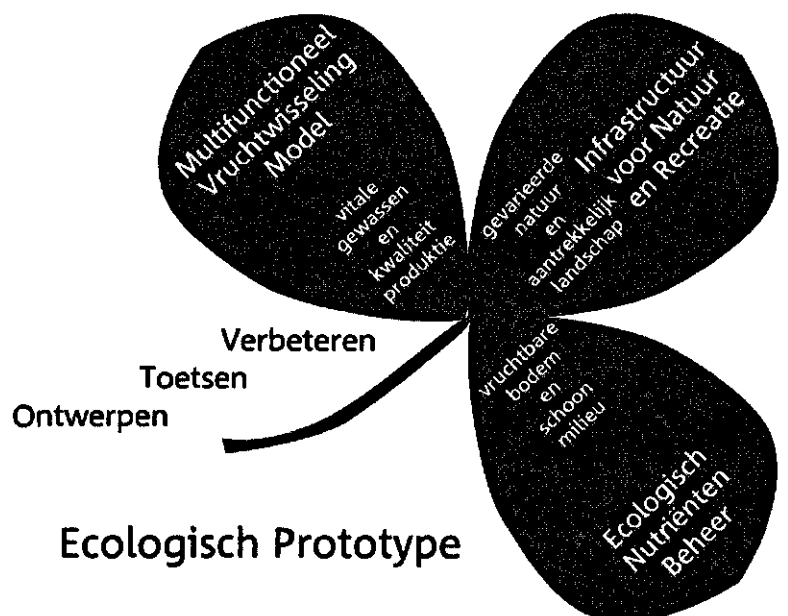


Innovatie van de EKO-akkerbouw en groenteteelt met 10 voorhoedebedrijven (1991-1997)

P.H. Vereijken, R.P. Visser en H. Kloen

In opdracht van de Europese Unie
en het Ministerie van LNV

ab-dlo



Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
1. Inleiding	3
1.1. Doelen van het innovatieproject	3
1.2. Prototype voor ecologische akkerbouw en groenteteelt	5
1.2.1. Multifunctioneel Vruchtwisseling Model	5
1.2.2. Ecologisch Nutriënten Beheer	7
1.2.3. Infrastructuur voor Natuur en Recreatie	8
1.2.4. Integratie van de drie methoden in één prototype	9
1.3. Samenwerking met voorhoedebedrijven	11
2. Toetsing en verbetering van het Multifunctioneel Vruchtwisseling Model (MVM)	13
2.1. Voorlopige verbeteringen in ontwerp en beheer	13
2.1.1. Preventie van ziekten en plagen in en door groenbemesters	14
2.1.2. Preventie van aaltjes met meerdere waardplanten	14
2.2. Aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid van MVM	17
2.3. Werkzaamheid van MVM	19
2.3.1. Kwaliteit Productie Index	19
2.3.2. Uren Hand Wieden	33
2.4. Verdere verbetering van het MVM	35
2.4.1. Meer kwaliteitsproductie	35
2.4.2. Betere onkruidbeheersing	39
3. Toetsing en verbetering van het Ecologisch Nutriënten Beheer (ENB)	47
3.1. Voorlopige verbeteringen in ontwerp en beheer	47
3.1.1. Begroting	48
3.1.2. Aanwending mest	57
3.2. Aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid van ENB	58
3.2.1. P- en K Jaar Balansen	60
3.2.2. Aandeel Vlinderbloemigen in Bouwplan	62
3.3. Werkzaamheid van ENB	63
3.3.1. P- en K- Bodem Reserves	63
3.3.2. N: Dekking van Behoeftte en Potentiële/Actuele Uitspoeling	65
3.4. Verdere verbetering van het ENB	71
4. Toetsing en verbetering van de Infrastructuur voor Natuur en Recreatie (INR)	75
4.1. Voorlopige verbeteringen in aanleg en beheer	75
4.1.1. Richtlijnen voor slootkanten	76
4.1.2. Richtlijnen voor permanente grasstroken	77
4.1.3. Richtlijnen voor nevenelementen	78

	pagina
4.2. Aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid van INR	78
4.2.1. Infrastructuur voor Natuur en Recreatie Index	79
4.2.2. Neven Elementen Diversiteit	80
4.3. Werkzaamheid van de INR	81
4.3.1. Bloem Dichtheid Index en Planten Doelsoorten Verdeling/Diversiteit	81
4.3.2. Waarde voor de agrariërs en hun partners	85
4.4. Verdere verbetering van de INR	87
4.4.1. Verlegging van kavelpaden	87
4.4.2. Verbreding en verdieping van sloten	87
4.4.3. Meer bomen en struiken	89
4.4.4. Gevarieerd maairegime voor de slootkanten	91
5. Samenvatting en perspectieven	93
5.1. Ecologische landbouw onder keurmerk voor het nodige sociale draagvlak	93
5.2. Ecologisch prototype voor akkerbouw en groenteteelt	94
5.3. Multifunctioneel Vruchtwisseling Model (MVM)	96
5.3.1. Aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid	96
5.3.2. Werkzaamheid	97
5.4. Ecologisch Nutriënten Beheer (ENB)	99
5.4.1. Aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid	99
5.4.2. Werkzaamheid	101
5.5. Infrastructuur voor Natuur en Recreatie (INR)	103
5.5.1. Aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid	104
5.5.2. Werkzaamheid	104
5.4. Nieuwe onderzoeksagenda	107
5.4.1. Kwaliteitsproductie	107
5.4.2. Onkruiden c.q. Uren Hand Wieden	108
5.4.3. Nutriëntenbeheer	108
5.4.4. Ecologisering als opstap naar multifunctionele landbouw	109
Literatuurlijst	110
Bijlage I	1 p.
Bijlage II	1 p.
Bijlage III	2 pp.

Voorwoord

Dit is het afsluitende rapport van het innovatieproject van AB-DLO en 10 voorhoedebedrijven voor de ecologische akkerbouw en groenteteelt. Als onderzoeksteam hebben we ons zeer ingespannen om een rapport te maken, dat helder en aantrekkelijk is naar vorm en dat informatief en inspirerend is naar inhoud. We willen met het rapport de volgende doelgroepen van dienst zijn:

BELEIDMAKERS, die ecologisering van de landbouw nastreven als een noodzakelijke eerste stap naar een multifunctionele inrichting en een duurzaam beheer van het platteland.

AKKERBOUWERS en GROENTETELERS, die ecologisch verantwoord en onder keurmerk willen produceren tegen benodigde en terechte prijzen, zodat hun werk en inkomen verzekerd blijft bij een steeds vrijere markt zonder overheidssubsidies.

ONDERZOEKERS, die duurzame en multifunctionele bedrijfssystemen willen ontwikkelen in samenwerking met agrarische ondernemers, om gebruik te maken van hun kennis en creativiteit en zich te verzekeren van goede aansluiting op hun mogelijkheden en wensen.

VOORLICHTERS en DOCENTEN, die nieuwe inzichten en methoden zoeken om hun doelgroepen te overtuigen van het belang van een meer ecologische aanpak en te informeren hoe ze daarbij te werk moeten gaan.

Het rapport wordt in een oplage van 500 exemplaren verspreid onder deze 4 doelgroepen. Wij hopen, dat het rapport ook andere lezers veel nieuwe en bruikbare inzichten biedt en hen inspireert om hun steentje bij te dragen aan de vernieuwing van onze landbouw en ons platteland.

Wij zien terug op een lange periode van intensieve samenwerking met de voorhoedebedrijven. Die heeft ons veel inspiratie en plezier in het werk gegeven. Daarvoor onze hartelijke dank.

Tenslotte onze dank voor het genoten vertrouwen van de opdrachtgevers en financiers. Dit waren de Europese Unie en het Ministerie van LNV, elk voor 50%.

Dr. P. Vereijken, onderzoeksleider

1. Inleiding

In 1991 startte het innovatieproject 'Ecologische Akkerbouw en Groenteteelt' als een samenwerkingsverband van 10 bedrijven in Flevoland (onder EKO-keurmerk) en onze onderzoeksinstituten (AB-DLO). In dit hoofdstuk bespreken we in het kort de doelen (hoofdstuk 1.1) en het ontwerp van een prototype voor akkerbouw en groenteteelt (hoofdstuk 1.2). Vervolgens lichten we de werkwijze toe (hoofdstuk 1.3) en de maatstaven voor toetsing en verbetering (hoofdstuk 1.4).

1.1. Doelen van het innovatieproject

De gangbare landbouw zit in een vicieuze cirkel van stijgende productie en dalende prijzen. Om inkomen en werkgelegenheid op peil te houden, wordt de productie verder opgevoerd, maar dat doet de prijzen verder dalen, omdat het aantal consumenten niet zo snel toeneemt. Hoe kan de landbouw uit deze vicieuze cirkel geraken? Volgens ons ligt de oplossing in een ecosysteemgerichte visie:

ECOSYSTEEMGERICHTE VISIE

Landbouw is het multifunctionele beheer van het platteland als agro-ecosystemen met als doel een duurzame voorziening van de thuismarkt met voedsel- en andere natuurproducten. Dit behoort te berusten op eerbied en verantwoordelijkheid voor en kennis van de biosfeer en te worden ondersteund door nationale en internationale wetten en overeenkomsten.*

In deze visie zorgen producenten voor ecologisch aanvaardbare producten onder een betrouwbaar keurmerk. Consumenten kopen bewust geen andere dan deze producten tegen benodigde en ook terechte prijzen, vanwege de toegevoegde waarde aan milieu, natuur en landschap. In de vrije wereldmarkt kunnen groepen van consumenten en producenten alleen zo de vicieuze cirkel doorbreken en een eind maken aan overschotproductie. Bovendien kunnen ze de technologie-ontwikkeling sturen in een sociaal en ecologisch gewenste richting. Want om handelsredenen zijn wettelijke richtlijnen hiervoor niet meer haalbaar.

Met name de ruim 3 miljoen leden van de diverse natuur- en milieu-organisaties kunnen in ons land zorgen voor een toenemende vraag naar ecologische producten. Dan ontstaat er de nodige ruimte op de markt voor massale omschakeling door de producenten op ecologische landbouw, waaraan het Ministerie van LNV meewerkt met een Plan van Aanpak (Lit. 1.1).

Met ons innovatieproject willen we een strategische bijdrage leveren aan deze omschakeling door ontwerp, toetsing, verbetering en verspreiding van een prototype van een ecologisch bedrijfsysteem. Hierbij werken we samen met een tiental voorhoedebedrijven onder EKO-keurmerk. De huidige biologische akkerbouw en groenteteelt met zijn tekortkomingen is hierbij het uitgangspunt. Dit betreft vooral kwaliteitsproductie (men laat pesticiden achterwege, maar

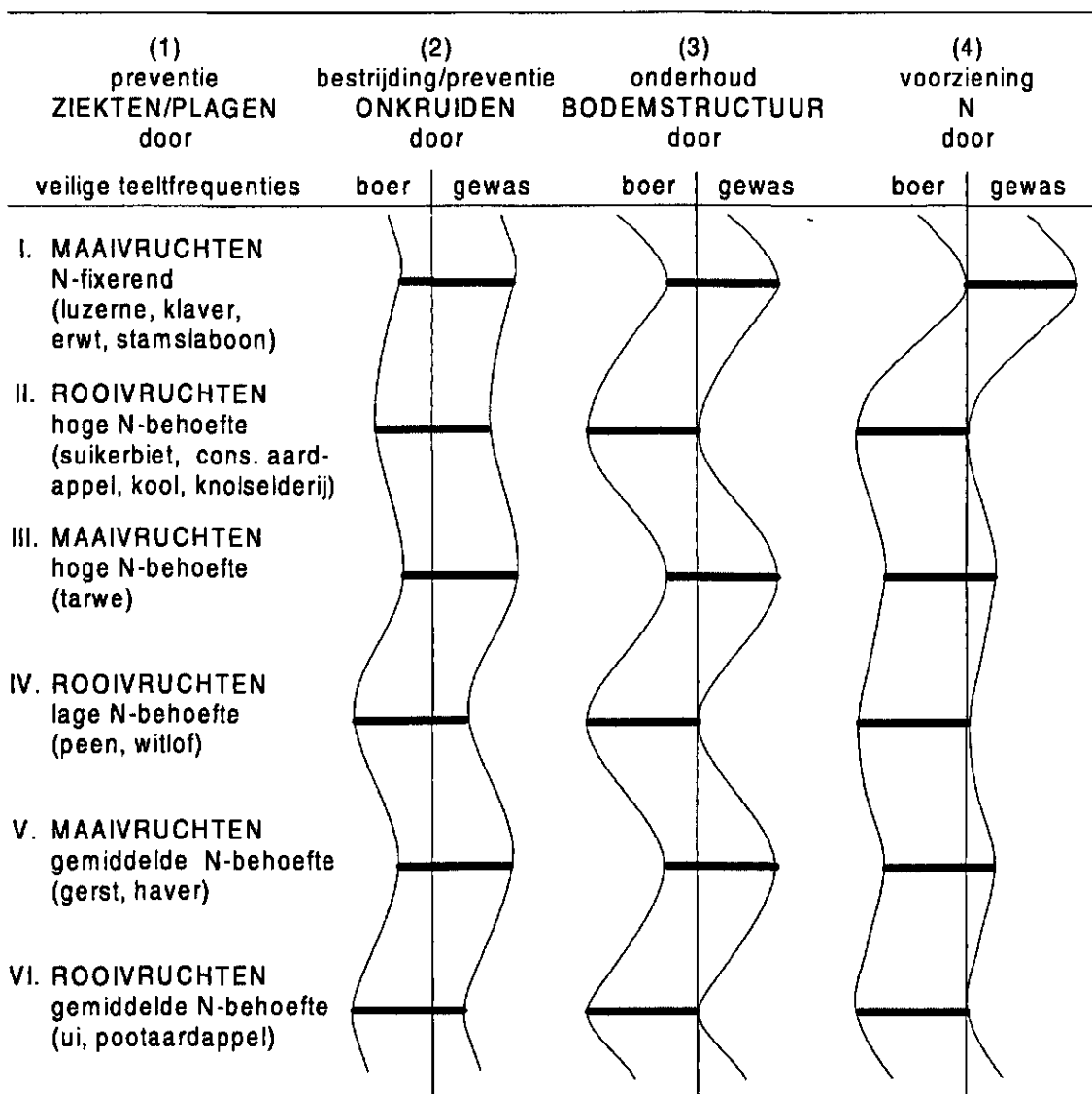
* Een ecosysteem is een ruimtelijke eenheid, met daarin een gemeenschap van planten en dieren in wisselwerking met elkaar en hun omgeving (bos, meer, gebergte). Agro-ecosystemen zijn een bijzondere vorm, namelijk aangelegd door de mens voor voedselproductie en gedomineerd door cultuurgewassen en huisdieren (akker, weide, polder).

men heeft onvoldoende alternatieve technologie), agrarisch en ecologisch verantwoord nutriëntenbeheer (zeer moeilijk als men uitsluitend de gewassen met organische mest wil voeden) en beheer van natuur en landschap (te verweven met de productie en te vermarkten met de producten).

Op basis hiervan zijn drie innovatiedoelen geformuleerd :

1. Zorg voor vitale gewassen en kwaliteitsproductie;
2. Zorg voor een vruchtbare bodem en een schoon milieu;
3. Zorg voor een gevarieerde natuur en een aantrekkelijk landschap.

Voor verdere toelichting van deze doelen wordt verwezen naar hoofdstukken 1.2 en 2 van ons eerste voortgangsrapport (Lit. 1.2).



Figuur 1.1 Multifunctioneel Vruchtwisseling Model voor zavel- en lichte kleigronden, met afwisseling van gewassen met sterke en zwakke bijdragen aan het behoud van bodemvruchtbaarheid

1.2. Prototype voor ecologische akkerbouw en groenteteelt

Om de drie innovatiedoelen te halen, hebben we drie nieuwe bedrijfsmethoden ontworpen. Tezamen vormen deze 3 methoden het prototype van een ecologisch bedrijfssysteem. Dit biedt perspectief voor kwalitatief betere producten met meer toegevoegde waarde aan milieu, natuur en landschap dan die van de huidige biologische akkerbouw en groenteteelt. Die heeft voor milieu nog maar ten dele en voor natuur en landschap nog geen duidelijke richtlijnen verbonden aan zijn EKO-keurmerk.

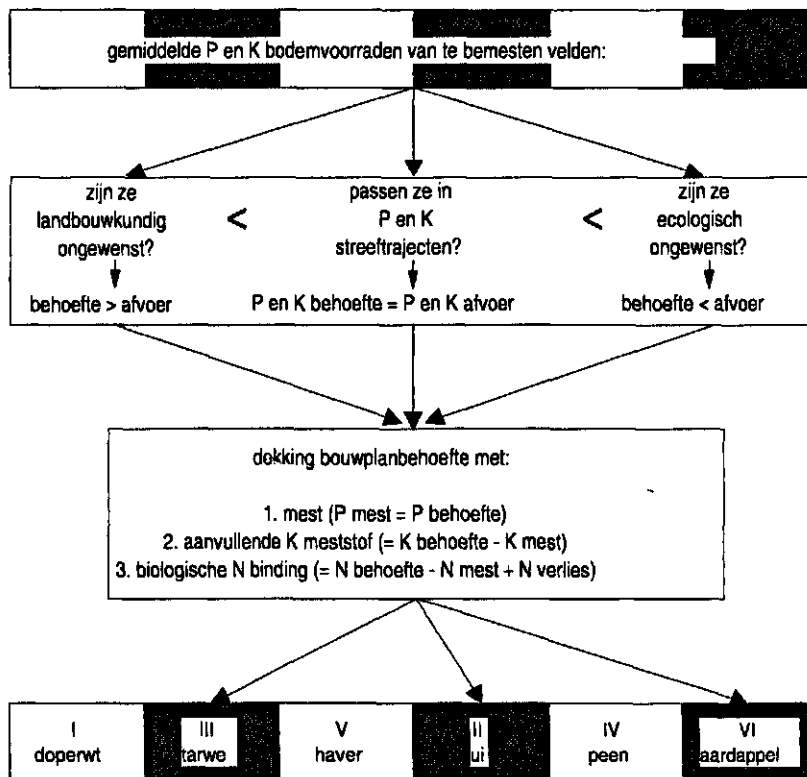
1.2.1. Multifunctioneel Vruchtwisseling Model

Voor ecologische bescherming van gewassen en producten is een integrale beheersing van de productieketen nodig. Preventieve maatregelen komen op de eerste plaats omdat bestrijding beperkt mogelijk is en bovendien veel arbeid en energie vergt. Hierbij staat een Multifunctioneel Vruchtwisseling Model centraal.

MULTIFUNCTIONEEL VRUCHTWISSELING MODEL is een bedrijfsmethode met een zodanige afwisseling van gewassen (in tijd en ruimte), dat hun vitaliteit en kwaliteitsproductie met een minimum aan overige maatregelen kan worden veiliggesteld.

Het model bestaat uit een 'team' van gewassen, dat de bodemvruchtbaarheid zoveel mogelijk zelf in stand houdt, zowel biologisch (ziekten, plagen, onkruiden), fysisch (structuur, lucht- en waterhuishouding) als chemisch (N-voorziening). Elk gewas in de vruchtwisseling levert een sterke of zwakke bijdrage aan deze drie functies. Een zwakke bijdrage wordt zoveel mogelijk door voor- en volggewassen met een sterke bijdrage gecompenseerd. Daardoor kan de inzet van arbeid, machines, meststoffen en energie tot een minimum beperkt blijven.

In Fig. 1.1 is aangegeven hoe gewasgroepen met verschillende eigenschappen elkaar zodanig afwisselen, dat ze in één ritme de belangrijkste 4 functies vervullen voor het behoud van bodemvruchtbaarheid ('Ecological Samba'). Dit Multifunctioneel Vruchtwisseling Model biedt niettemin ruimte voor een van jaar tot jaar wisselend bouwplan. Functioneel overeenkomstige gewassen binnen één vruchtwisselingsblok kunnen namelijk onderling worden verwisseld. Ook tussen de blokken met maaivruchten en tussen de blokken met rooivruchten kunnen gewassen verwisseld of vervangen worden, mits de maximale frequenties per gewas (1:6) en per gewasgroep (1:3) en afstemming van N-voorziening in acht worden genomen. Op deze wijze kunnen ook nieuwe gewassen worden opgenomen in het model.



Figuur 1.2 Ecologisch Nutriënten Beheer met afstemming op bouwplan- en veldniveau van aanvoer op bodemreserves en afvoer

1.2.2. Ecologisch Nutriënten Beheer

Het Ecologisch Nutriënten Beheer is gericht op zorg voor zowel een vruchtbare bodem als een schoon milieu. Dit vereist een balans tussen aan- en afvoer van nutriënten. Dit is echter geen doel op zich, maar een middel tot landbouwkundig gewenst en ecologisch aanvaardbaar beheer van bodemreserves. Een evenwicht tussen aan- en afvoer is namelijk geen garantie voor een vruchtbare bodem en een schoon milieu. Door onder- of overdosering in het verleden kan de bodemreserve immers op een landbouwkundig te laag of ecologisch te hoog peil zijn geraakt.

ECOLOGISCH NUTRIËNTEN BEHEER is een bedrijfsmethode met zodanige afstemming van aanvoer op afvoer van nutriënten, dat de bodemreserves passen in streeftrajecten, die landbouwkundig gewenst en ecologisch aanvaardbaar zijn.

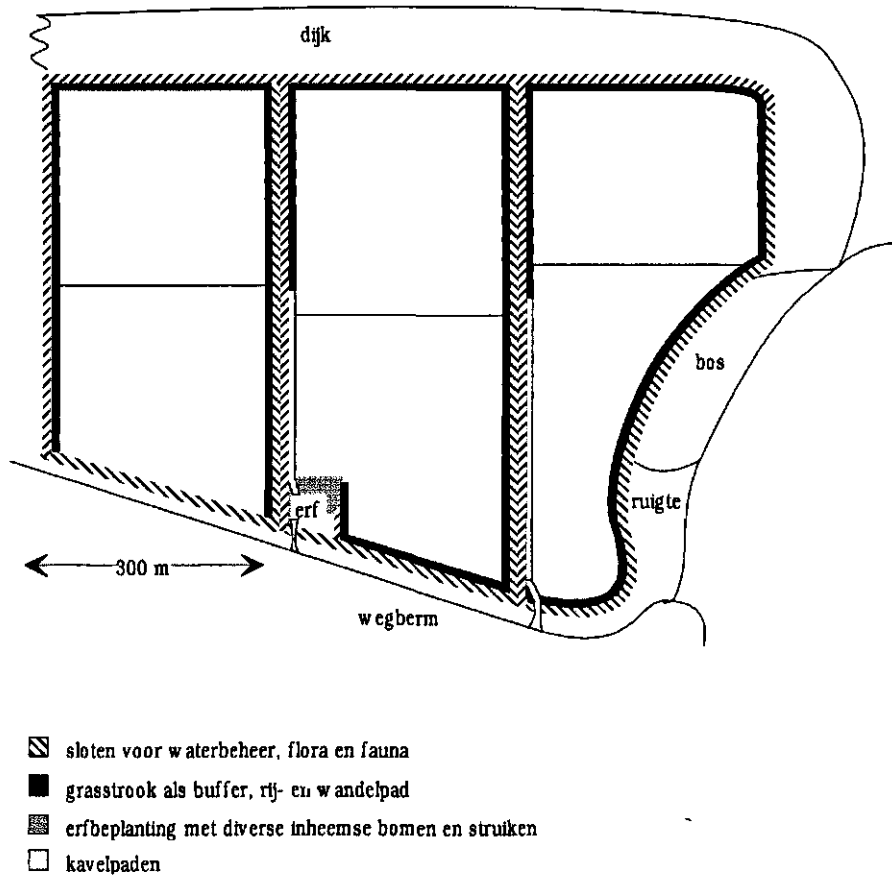
Bij Ecologisch Nutriënten Beheer (Fig. 1.2) wordt de mestaanvoer allereerst op bouwplanniveau afgestemd op de behoefte aan P (bouwplan is het Multifunctioneel Vruchtwisseling Model in een bepaald jaar). Deze mestaanvoer dekt ook een deel van de kalium (K)- en N-behoefte. Om de restbehoefte aan K te dekken kan een K-meststof worden gebruikt. De resterende N-behoefte wordt gedekt door biologische N-binding. Daartoe dienen soort en aandeel van vlinderbloemige gewassen in het Multifunctioneel Vruchtwisseling Model en de mate van afvoer van de vlinderbloemige producten te worden afgestemd op de resterende N-behoefte.

Als de P-bodemreserves van de te bemesten velden binnen het streeftraject liggen, dan wordt de benodigde P-aanvoer (P-behoefte) even hoog als de P-afvoer begroot. Liggen echter de bodemreserves boven het streeftraject, dan dient de aanvoer lager dan de afvoer te zijn.

Alleen zo wordt een verdere ophoping en uiteindelijke uitspoeling van P (en zware metalen) voorkomen. Op velden met bodemreserves ver boven het streeftraject moet de aanvoer van P met mest tot een minimum, liefst tot nul, worden beperkt (P-behoefte = 0). Zo worden de bovenmatige bodemreserves geleidelijk afgebouwd, door netto afvoer van P door geogoste producten. Op dezelfde wijze worden de K-bodemreserves beheerd.

Na de P- en K-aanvoer moet de N-aanvoer worden afgestemd. Gewassen verschillen sterk in N-behoefte. Bovendien kunnen ze zeer gevoelig zijn voor te lage of te hoge N-bodemreserves. Te lage N-bodemreserves leiden tot te lage opbrengsten. Te hoge N-bodemreserves kunnen leiden tot te zware loofontwikkeling, daardoor tot ziekten en legering en uiteindelijk tot verlies aan opbrengst en/of kwaliteit. Bovendien leiden te hoge N-bodemreserves tot hoge N-verliezen naar grond- en oppervlaktewater, hetgeen onaanvaardbaar is voor de kwaliteit van drinkwater en ecosystemen. Om deze redenen is het niet mogelijk een landbouwkundig gewenste en ecologisch aanvaardbare N-bodemreserve nauwkeurig vast te stellen op bouwplanniveau. Echter, zonder een dergelijke norm voor N-aanvoer op bouwplanniveau is het niet mogelijk de biologische N-binding af te stemmen op de N-behoefte die resteert na aftrek van de N-aanvoer door mest en depositie (luchtverontreiniging). Als voorlopige oplossing is ervoor gekozen de netto N-aanvoer even hoog te begroten als de N-afvoer door de producten, ongeacht de N-bodemreserve. Daarbij zijn diverse aannamen gemaakt over de netto N-aanvoer c.q. N-verliezen door mest, depositie en vlinderbloemigen.

Gezien de grote gevoeligheid van de gewassen en grond- en oppervlaktewater voor de N-bodemreserves, is fijnafstemming van de N-afvoer per gewas zeer gewenst. Daarvoor is een uitbreiding van Ecologisch Nutriënten Beheer op veldniveau in ontwikkeling (zie hoofdstuk 3.4).



Figuur 1.3 Voorbeeld van een Infrastructuur voor Natuur en Recreatie op een bedrijf

1.2.3. Infrastructuur voor Natuur en Recreatie

Bij de herindeling en opschaling van het landschap is de fijnmazige infrastructuur van sloten, houtwallen, paden en wegen in talloze vormen en combinaties geleidelijk vervangen door een grofmazige infrastructuur van eenvormige sloten en wegen met hier en daar nog een houtwal of bomenrij. Als gevolg hiervan is het agrarisch landschap enorm achteruitgegaan in de flora en de fauna, die deze infrastructuur nodig heeft als leefplaats en verbindingsweg (Lit. 1.3). De vergroving van de infrastructuur én de daarmee gepaard gaande achteruitgang in flora en fauna heeft ook de toegankelijkheid en de belevingswaarde van het agrarisch landschap voor streekbewoners en recreanten van elders sterk verminderd. Ook door de verbreding en asfaltering van de wegen en de intensivering van het autogebruik is wandelen, fietsen of paardrijden in het agrarisch landschap een beperkt genot.

Om het modern agrarisch landschap opnieuw te ontsluiten voor flora, fauna en recreanten is het noodzakelijk ze een eigen infrastructuur te geven, die minimaal gestoord wordt door gemotoriseerd verkeer. Maar niet-gemotoriseerde recreanten willen meer dan een rustig pad met een wijds uitzicht over bouwland en grasland. Ze willen ook beschutting tegen weer en wind door hagen of wallen (aan west of noordzijde!) en afwisseling aan vormen, kleuren, geuren en geluiden in hun directe omgeving. Vandaar het idee om één Infrastructuur voor Natuur en Recreatie (INR) te ontwikkelen, bestaande uit parallelle lijnelementen voor de diverse gebruikers in een zodanige vormgeving dat recreanten maximaal kunnen genieten van flora en fauna en ze tegelijk minimaal kunnen verstoren.

EEN INFRASTRUCTUUR VOOR NATUUR EN RECREATIE (INR) is een zodanig aangelegd en beheerd netwerk van landschapselementen dat het een of meerdere bedrijven toegankelijk maakt voor recreanten, maar ook genietbaar in alle rust, omdat het tegelijk leefplaats en verbindingsweg is voor een aantrekkelijke flora en fauna en vrij is van gemotoriseerd verkeer.

Uiteraard zijn er nogal wat kosten verbonden aan de inrichting en het beheer van een INR, zoals verlies van productie-areaal en kosten van aanleg en onderhoud. Tegenover deze kosten zullen baten moeten staan. Bedrijven onder EKO-keurmerk kunnen deze halen uit verbeterde afzet tegen een meerprijs. Daarnaast kunnen bedrijven met of zonder keurmerk de INR vermarkten op basis van beheersvergoedingen, natuurproductiebetaling of inkomsten uit recreatie c.q. directe verkoop van biologische- of streekproducten aan recreanten.

1.2.4. Integratie van de drie methoden in één prototype

De drie doelen moeten tegelijk worden gerealiseerd in het prototype van een ecologisch bedrijfssysteem. We moeten dus ervoor zorgen dat de drie bedrijfsmethoden, die hiervoor zijn ontworpen, elkaar niet tegenwerken maar juist versterken. Deze zijn daarvoor als volgt op elkaar afgestemd.

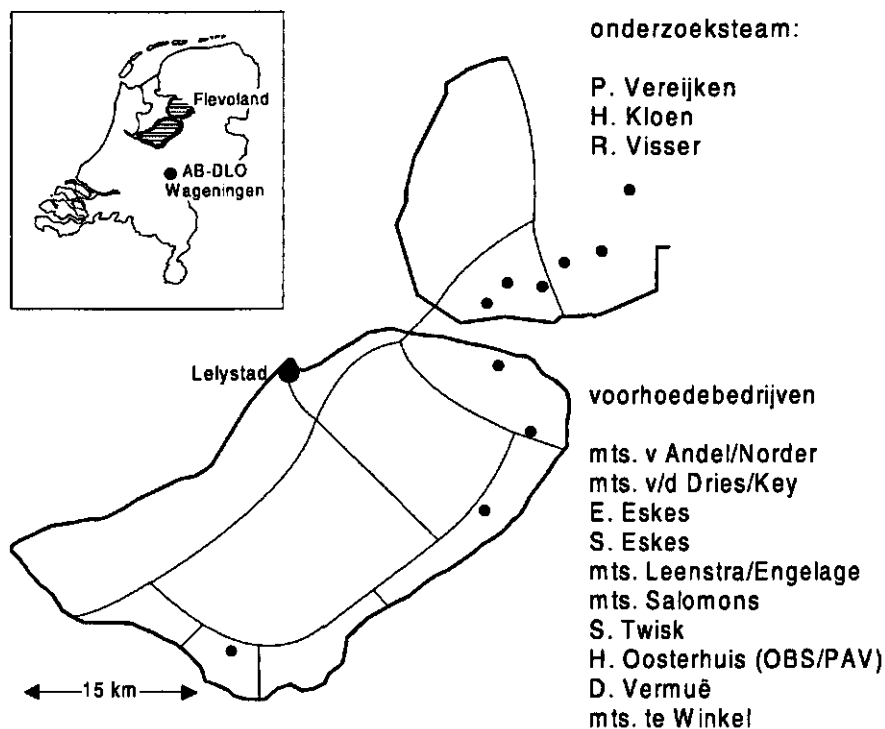
Het Multifunctioneel Vruchtwisseling Model wordt versterkt door het Ecologisch Nutriënten Beheer, doordat de bodemreserves aan nutriënten worden afgestemd op landbouwkundig gewenste streeftrajecten en doordat de nutriënten worden aangevoerd in organische vorm. Dit draagt bij aan de biologische, chemische en fysische bodemvruchtbaarheid en daardoor aan vitale gewassen en kwaliteitsproductie. Het Multifunctioneel Vruchtwisseling Model wordt in zorg voor vitale gewassen en kwaliteitsproductie ook versterkt door de Infrastructuur voor Natuur en Recreatie, doordat deze fungeert als overwinterings- en kweekplaats van biologische bestrijders, zoals loopkevers, spinnen, zweefvliegen en sluipwespen.

Het Ecologisch Nutriënten Beheer wordt versterkt door het Multifunctioneel Vruchtwisseling Model door een gewasopvolging gericht op maximale benutting van beschikbare nutriënten en door vlinderbloemigen voor N-voorziening bij beperkte N-aanvoer door mest. Dit draagt bij aan landbouwkundig gewenst en ecologisch aanvaardbaar beheer van bodemreserves. Het Ecologisch Nutriënten Beheer wordt ook versterkt door de Infrastructuur voor Natuur en Recreatie, doordat begroeide slootkanten met daarlangs permanente grasstroken bescherming bieden tegen erosie en oppervlakkige waterafvoer en daardoor verliezen van nutriënten naar het oppervlaktewater tegengaan.

De Infrastructuur voor Natuur en Recreatie wordt versterkt door het Multifunctioneel Vruchtwisseling Model door de variatie in gewassen en de maximale grondbedekking gedurende het jaar, mede door groenbemesters na de hoofdgewassen. Dit levert een afwisselend landschap, beschutting en gevarieerd voedsel voor onder andere vogels en bodemfauna gedurende een groot deel van het jaar. Vooral bloeiende hoofdgewassen en groenbemesters maken het landschap aantrekkelijk voor recreanten en vele bloembezoekende insecten. De Infrastructuur voor Natuur en Recreatie wordt ook versterkt door het Ecologisch Nutriënten Beheer, doordat nutriënten worden aangevoerd in organisch gebonden vorm en op basis van bodemreserves en afvoer, zodat de vermesting door oppervlakkige waterafvoer minimaal is.

Daardoor draagt het Ecologisch Nutriënten Beheer bij aan het verschralend beheer gericht op een gevarieerde flora en fauna.

Aldus verenigd in één prototype, versterken de drie bedrijfsmethoden elkaars bijdragen aan werkgelegenheid en basisinkomen/winst op bedrijfs- en regionaal niveau en aan gezondheid en welzijn van platteland en stad, door kwaliteitsproductie van voedsel met hoge toegevoegde milieu- en natuurwaarden.



Figuur 1.4 Innovatieproject Ecologische Akkerbouw en Groenteteelt met voorhoedebedrijven in Flevoland.

1.3. Samenwerking met voorhoedebedrijven

We ontwerpen, toetsen en verbeteren varianten van het prototype voor akkerbouw en groenteteelt in samenwerking met een groep voorhoedebedrijven. Binnen een Europees netwerk van een twintigtal onderzoeksteams uit 15 landen hebben we hiervoor een formele werkwijze ontwikkeld (Lit. 1.4). We onderscheiden de volgende fasen:

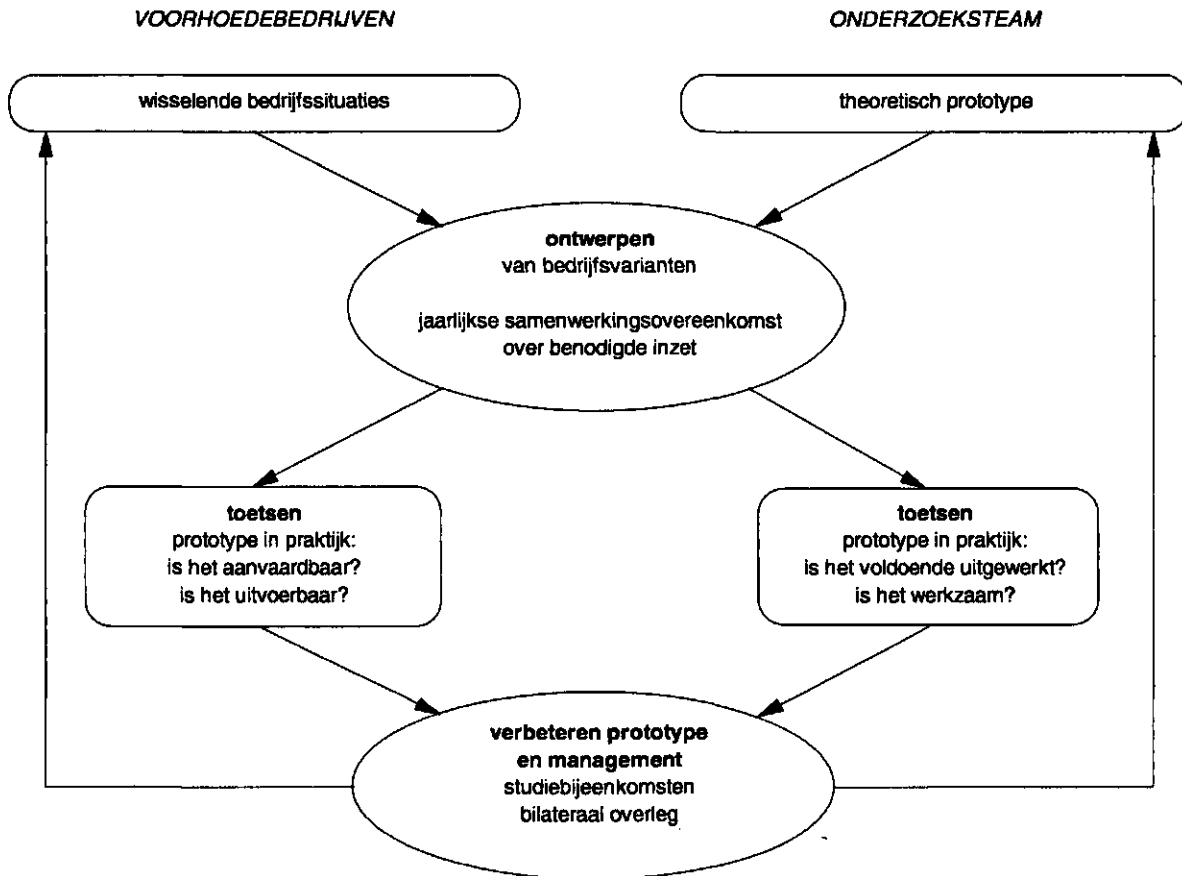
- In de *ONTWERPFASE* wordt een theoretisch prototype gemaakt, waarin de strategische doelen zijn voorzien van toetsbare maatstaven en voldoende uitgewerkte bedrijfsmethoden.
- In de *PRAKTIJKFASE* wordt het prototype getoetst en verbeterd totdat de gewenste doelen zijn behaald, zoals ze getalsmatig zijn weergegeven in de bijbehorende maatstaven. Dit komt erop neer, dat de bedrijfsmethoden waaruit het prototype is opgebouwd voldoende uitgewerkt, aanvaardbaar, uitvoerbaar en werkzaam zijn.
- In de *VERSPREIDINGSFASE* wordt het prototype door onderzoeksteam en bedrijven met steun van beleidsmakers, docenten en voorlichters in bredere kring verspreid, onder gebruikmaking van rapporten, artikelen, beleidsnota's, handleidingen, lezingen, bedrijfsbezoeken etc.

Deze 3 fasen van de planmatige werkwijze lopen tijdens de uitvoering van het innovatieproject in elkaar over. Momenteel ligt het zwaartepunt bij de praktijkfase.

Vanaf 1991 nemen acht praktijkbedrijven deel aan het project, in 1994 aangevuld met een negende. Eind 1994 is de samenwerking met 2 bedrijven beëindigd en zijn er twee nieuwe bedrijven in de groep gekomen. Het proefbedrijf Ontwikkeling Bedrijf Systemen (OBS) van het PAV (Praktijkonderzoek voor Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt, voorheen PAGV) neemt vanaf 1991 ook deel aan het project om deelproblemen gericht te kunnen onderzoeken. De deelnemers zijn allen kort voor aanvang van het project omgeschakeld van gangbare naar biologische landbouw, volgens de EU-richtlijnen voor het EKO-keurmerk. Omdat ze in het innovatieproject verder gaan dan de EKO-richtlijnen vereisen, noemen we ze voorhoedebedrijven (voor een geavanceerde ecologische landbouw). De deelnemende bedrijven en hun ligging zijn aangegeven in Fig. 1.4.

Voor een goede samenwerking tussen bedrijven en onderzoeksteam zijn duidelijke afspraken nodig over verdeling van taken en de daarvoor vereiste inzet. De samenwerking van bedrijven en onderzoeksteam is schematisch weergegeven in Fig. 1.5. Uitgaande van een theoretisch prototype met een voorlopige uitwerking van de drie bedrijfsmethoden, ontwerpt het onderzoeksteam bedrijfsvarianten voor de wisselende bedrijfssituaties, in overleg met de groep. Met specificatie van de benodigde inzet in een samenwerkingsovereenkomst worden de bedrijfsvarianten van het prototype jaarlijks in de praktijk getoetst.

De bedrijven registreren de met de drie bedrijfsmethoden samenhangende teeltmaatregelen en het onderzoeksteam verricht regelmatig waarnemingen en bemonsteringen. De vereiste inzet per bedrijf wordt voor elk doel in gezamenlijk overleg vastgesteld en bij voldoende inzet wordt de overeengekomen onkostenvergoeding uitbetaald.



Figuur 1.5 Ontwerpen, toetsen en verbeteren van het prototype door samenwerking tussen voorhoedebedrijven en onderzoeksteam

Elk van de drie bedrijfsmethoden wordt getoetst en verbeterd volgens vier criteria:

- Is de methode voldoende uitgewerkt?
- Is de methode aanvaardbaar voor de voorhoedebedrijven?
- Is de methode uitvoerbaar door de voorhoedebedrijven?
- Is de methode werkzaam?

De criteria zijn nader uitgewerkt in toetsbare maatstaven en dienen achtereenvolgens te worden vervuld. De werkzaamheid van de bedrijfsmethoden kan pas na verloop van jaren worden beoordeeld, aangezien de beoogde veranderingen in bodem, gewassen en bedrijf geleidelijk tot stand komen, mede omdat er nog voortdurend verbeteringen worden aangebracht in het prototype.

In studiebijeenkomsten (circa 6 per jaar) worden de resultaten zakelijk en objectief beoordeeld, met gebruik van bedrijfsnummers in plaats van persoonsnamen bij bespreking van bedrijfs- en onderzoeksgegevens. Daarna wordt besproken hoe ontwerp en praktijk van het prototype kunnen worden verbeterd, gelet op afzonderlijke bedrijfssituaties. In het volgend jaar wordt het verbeterde prototype opnieuw in de praktijk getoetst en verbeterd. Dit gaat in principe door tot het prototype aan alle gestelde criteria voldoet.

2. Toetsing en verbetering van het Multifunctioneel Vruchtwisseling Model (MVM)

In dit hoofdstuk bespreken we de voortgang met het Multifunctioneel Vruchtwisseling Model (MVM). Dit is de bedrijfsmethode die zorgt voor vitale gewassen en kwaliteitsproductie. In Hoofdstuk 2.1 behandelen we de voorlopige verbeteringen in ontwerp en beheer. In Hoofdstuk 2.2 toetsen we de aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid van het MVM in de praktijk. In Hoofdstuk 2.3 volgt toetsing van de werkzaamheid van het MVM aan de hand van maatstaven voor kwaliteitsproductie en onkruidbeheersing. In Hoofdstuk 2.4 bespreken we de mogelijkheden voor verdere verbeteringen van ontwerp en beheer.

2.1. Voorlopige verbeteringen in ontwerp en beheer

Voor ecologische bescherming van gewassen en producten is een integrale beheersing van de productieketen nodig. Preventieve maatregelen komen op de eerste plaats omdat bestrijding beperkt mogelijk is en bovendien veel arbeid en energie vergt. Hierbij staat een Multifunctioneel Vruchtwisseling Model centraal. In Hoofdstuk 1.2 is het MVM gemotiveerd en als volgt gedefinieerd:

Een MULTIFUNCTIONEEL VRUCHTWISSELING MODEL is een bedrijfsmethode met een zodanige afwisseling van gewassen (in tijd en ruimte), dat hun vitaliteit en kwaliteitsproductie met een minimum aan overige maatregelen kan worden veiliggesteld.

Het model bestaat uit een 'team' van gewassen, dat de bodemvruchtbaarheid dus zoveel mogelijk zelf in stand houdt, zowel biologisch (ziekten, plagen, onkruiden), fysisch (structuur, lucht- en water-huishouding) als chemisch (N-voorziening). Elk gewas in de vruchtwisseling levert een sterke of zwakke bijdrage aan deze drie functies. Een zwakke bijdrage wordt zoveel mogelijk door voor- en volggewassen met een sterke bijdrage gecompenseerd. Daardoor kan de inzet van arbeid, machines, meststoffen en energie tot een minimum beperkt blijven. Een bedrijfseigen variant van het MVM is voor ieder bedrijf als volgt ontworpen:

1. zorg voor voldoende afwisseling in de tijd:
 - niet vaker dan 1: 6 per gewas;
 - niet vaker dan 1: 3 per gewasgroep (groep van verwante gewassen);
 - niet vaker dan 1: 2 rooivruchten, bovendien strak afgewisseld met maaivruchten.
2. zorg voor voldoende afwisseling in de ruimte:
 - verplaats de gewassen jaarlijks verder dan het aangrenzende veld, om te verhinderen dat ziekten en plagen meegaan.

Na enige jaren van toetsen is het MVM verbeterd in preventie van ziekten en plagen in en door groenbemesters (Hoofdstuk 2.1.1) en preventie van aaltjes met meerdere waardplanten (Hoofdstuk 2.1.2).

2.1.1. Preventie van ziekten en plagen in en door groenbemesters

Groenbemesters zijn meestal verwant aan één of meerdere hoofdgewassen, zodat ze een aantal ziekten en plagen kunnen overdragen. Dit gevaar is vooral groot bij de gewasgroep van de vlinderbloemigen. Bij veelvuldige teelt van dezelfde of aanverwante groenbemesters neemt ook het risico toe dat de groenbemester zelf ziek wordt. Om risico's van vermeerdering van ziekten en plagen in groenbemestingsgewassen te vermijden gelden de volgende richtlijnen:

- Tel groenbemesters als half hoofdgewas mee (vanwege de kortere groeiperiode) in MVM:
 - niet vaker dan 1:6 per gewas betekent dus niet vaker dan 2:6 per groenbemester;
 - niet vaker dan 1:3 per gewasgroep betekent dus 1 hoofdgewas + 2 groenbemesters of 2 hoofdgewassen + 0 groenbemesters van dezelfde groep.
- Teel geen groenbemester van dezelfde gewasgroep als het voorafgaande- of nakomende hoofdgewas, om 'groene bruggen' voor ziekten en plagen te vermijden.

In Tabel 2.1 staan de belangrijkste groenbemesters naar gewasgroepen ingedeeld. Een uitgebreid overzicht van hoofdgewassen en groenbemesters naar gewasgroepen staat in Bijlage I.

Tabel 2.1 Indeling van groenbemesters met verwante hoofdgewassen in gewasgroepen

Groenbemestersoorten	Gewasgroepen	Hoofdgewassen in deze gewasgroepen
bladrammenas, gele mosterd	kruisbloemen- en ganzevoetfamilies	biet (rode-, voeder-, suiker-), kool (alle soorten), spinazie
engels -, italiaans-, westerwolds raaigras	grassen	grassen (alle soorten)
perzische-, rode- en witte klaver, wikke	vlinderbloemenfamilie	erwt (conserven-/droge-), stamslaboon, klaver (in grasklaver), luzerne
phacelia	bosliefjesfamilie	

2.1.2. Preventie van aaltjes met meerdere waardplanten

Op bedrijven 1 en 5 is op enige velden schade opgetreden door aaltjes. Het gaat hierbij om het wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*) en in mindere mate om het wortellesie-aaltje (*Pratylenchus penetrans*) en het vrijlevende wortelaaltje (*Paratrichodorus teres*). Dit zijn aaltjes met meerdere waardplanten (polyfagen) die ontsnappen aan de preventieve werking van het MVM. Deze aaltjes komen vooral voor op lichte gronden met een laag organische-stofgehalte. Samen met L. Molendijk van het PAV zijn voor de besmette velden vervangingsgewassen gekozen die binnen de varianten van het MVM de aaltjes kunnen terugdringen (zie Tabel 2.2). Uitgangspunten daarbij zijn:

- handhaaf de rooivruchten, omdat deze bedrijfseconomisch het belangrijkste zijn;
- kies maaivruchten en groenbemesters waarin de aaltjes niet kunnen vermeerderen;

- geef een rooivucht vooraf een gewas en eventuele groenbemester die het aaltje onderdrukken dat het meest schadelijk is voor deze rooivucht.

Als meerdere aaltjessoorten op een veld voorkomen, hoe dan een gewas te kiezen dat voor alle aaltjes niet of weinig geschikt is? Daartoe dienen besmette velden jaarlijks bemonsterd te worden, om na te gaan of, en zo ja welke, vervangingsgewassen moeten worden ingezet (zie voor uitgebreide lijst bijlage II). De bemonstering kan worden geëxtensiverd, als de besmetting is teruggebracht tot 'licht'. Op beide bedrijven is dit inmiddels het geval.

Tabel 2.2 Vervangingsgewassen in MVM van bedrijven 1 en 5 om polyfage aaltjes terug te dringen

bloknr	MVM-variant bedrijf 1				Vervangingsgewassen voor velden met			
	hoofdgewassen		groenbemers		<i>Pratylenchus penetrans</i>			
	gewasgroep	gewas	gewasgroep	gewas	hoofdgewas	groenbemester		
I	vlinderbl. fam.	peulvrucht/ erwt	bosliefjesfam.	phacelia	gerst	bladrammenas		
II	bollenfam. bollenfam.	(plant)ui bloembollen	kruisbloemen/ ganzevoet fam.	gele mosterd		bladrammenas		
III	tarwe/gerst	tarwe/spelt	vlinderbl. fam	witte klaver		grassen		
IV	nachtschade fam.	p. aardappel	kruisbloemen/ ganzevoet fam.	gele mosterd/ bladrammenas		bladrammenas		
V	vlas fam.	vlas	kruisbloemen/ ganzevoet fam.	gele mosterd/ bladrammenas		grassen		
VI	composieten fam. schermb. fam.	witlof peen				bladrammenas		

bloknr	MVM-variant bedrijf 5				Vervangingsgewassen voor velden met			
	hoofdgewassen		groenbemers		<i>Pratylenchus penetrans</i>		<i>Meiloidogyne hapla</i>	
	gewasgroep	gewas	gewasgroep	gewas	hoofdgewas	groenbemester	hoofdgewas	groenbemester
I	vlinderbl. fam. haver	erwt	grassen	it. raaigras	haver	bladrammenas	haver	(it. raaigras)
II	bollenfam.	ui	kruisbloemen/ ganzevoet fam. grassen	gele mosterd		bladrammenas		(it. raaigras)
III	haver tarwe/gerst	haver	kruisbloemen/ ganzevoet fam.	bladrammenas	gerst	bladrammenas	gerst	(it. raaigras)
IV	schermb. fam. composieten fam.	peen witlof						
V	mais	suikermais						
VI	nachtschade fam.	p. aard	grassen tarwe/gerst kruisbloemen/ ganzevoet fam.	it. raaigras bladrammenas		bladrammenas		(it. raaigras)

Tabel 2.3 Bedrijfsvarianten van het Multifunctioneel Vruchtwisseling Model in 1997 (conform Figuur 1.1 op pagina 2)

bedrijfs- nummer	vruchtwisselingsblok							VII
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1	tarwe wk	ui bloembollen	slaboon (gerst)	p. aardappel +rb/vw	gerst +gi/wr	peen		
2	gras-r.kl-luz.	ui kruiden/pompoen	tarwe +wk	kool suikermajis/spinazie	haver +wk	p./c. aardappel		
3	gerst +gi/wk	peen	tarwe +wk	ui +wr	erwt +mg	p. aardappel kool	+gi +mg	
4	stamslaboon +mg c. erwt +mg	ui suikermajis	haver +wk	peen/witlof teunisbloem	tarwe +rk	p. aardappel	+gi	
5	c. erwt +gi (haver) (rb/gi)	ui +mg	haver (gerst)	witlof peen	suikermajis	p. aardappel	+gi/wr	
6	bl.maanzaad +wk suikermajis +wk	ui	tarwe +wk	peen	stamslaboon +mg	c. aardappel		
8	gras-r.klaver	ui +mg	gerst snijmajs	kool c. erwt +ko	w. tarwe rk	p./c. aardappel		
9	z. tarwe +pk	ui knolselderij	haver wk	peen	erwt gi	p./c. aardappel	+gi	
11	gras-w.klaver	ui	suikermajis stamslaboon gi	peen witlof	tarwe +wk	p. aardappel		
12	gras-r.klaver	ui winterui	peen/kool suikermajis	w. tarwe +ph	rode biet voederbiet	stamslaboon	+mg c. aardappel	

rooivruchten (vet);

+ groenbemesters: ge = Engels raagras, gi = Italiaans raagras, mg = gele mosterd, ko = broccoli, luz = luzerne, ph = phacelia, pk = perzische klaver, rb = bladrammenas, rk = rode klaver, vw = voederwikke, wk = witte klaver, wi = tritcale, wr = rogge).

2.2. Aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid van MVM

In 1997 is het MVM voor het zesde jaar op de voorhoedebedrijven uitgevoerd. Ondanks grote verschillen in bedrijfsvisie en steeds veranderende afzetmogelijkheden zijn de bedrijven er steeds in geslaagd varianten van het MVM te ontwerpen, die beantwoorden aan de criteria. Daarbij heeft het MVM zich bewezen als een geschikte methode, om nieuwe marktgewassen te karakteriseren en te plaatsen in een geschikt vruchtwisselingsblok (conform bijlage 1). Tabel 2.3 geeft een overzicht van de meest recente invulling van de 10 MVM-varianten. Eén bedrijf heeft gekozen voor gewassen 1:7. Alle bedrijven hebben aardappel en ui als rooivruucht, en acht van de tien ook peen. Overige rooivruchten zijn kool, knolselderij, rode biet en witlof, deze worden gewoonlijk op een kleinere oppervlakte van een vruchtwisselingsblok verbouwd. Ook voor twee van de drie maaivruuchtblokken is er grote overeenstemming met betrekking tot de gewaskeuze. Negen van de tien bedrijven hebben één vruchtwisselingsblok met een vlinderbloemig hoofdgewas (erwt, slaboon of grasklaver), dat een belangrijke functie vervult in de N-voorziening, aanvullend op de mest (zie Hoofdstuk 3). En vrijwel alle bedrijven hebben een maaivruuchtblok met tarwe. De keuze van wintertarwe is de afgelopen jaren verschoven naar zomertarwe, in verband met de betere bakkwaliteit. De invulling van een derde vruchtwisselingsblok met maaivruchten is divers (haver, blauwmaanzaad, kruiden, suikermaïs, teunisbloem of vlas). Maar suikermaïs overheerst in dit blok; inmiddels komt het gewas hierin voor op 6 van de 10 bedrijven.

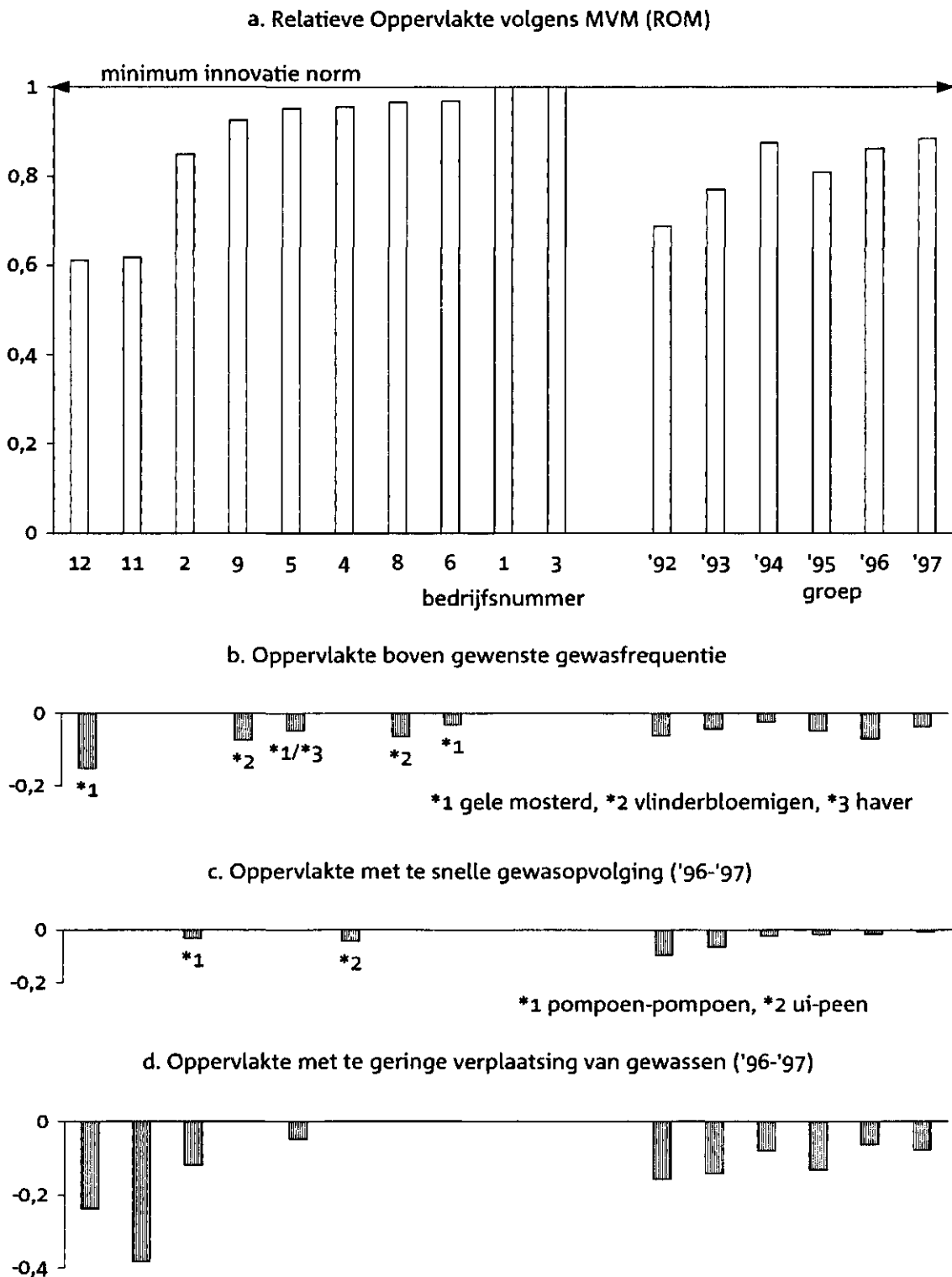
Om te toetsen in hoeverre MVM wordt aanvaard en conform wordt uitgevoerd, is een simpele maatstaf ontwikkeld: Relatieve (productie-) Oppervlakte volgens MVM.

Relatieve Oppervlakte volgens MVM (ROM) =

productie-oppervlakte van het bedrijf (ha), die voldoet aan de 4 modelcriteria (niet vaker dan 1:6 per gewas, resp. 1:3 per gewasgroep en 1:2 rooivruchten, gewassen jaarlijks voorbij het belendende veld verplaatsen) / totale productie-oppervlakte van het bedrijf (ha).

Minimum innovatienorm voor de ROM = 1.

Uit Fig. 2.1a blijkt dat het MVM in principe is aanvaard en sinds 1992 redelijk wordt uitgevoerd, ofschoon bedrijven 12, 11 en 2 duidelijk onder de minimum innovatienorm blijven. Te hoge frequentie van een gewas of gewasgroep komt weinig voor en berust voornamelijk op een te hoog aandeel aan gele mosterd (groenbemester) of vlinderbloemigen (combinatie erwt of boon met klavergroen-bemesters) (Fig.2.1b). Als gele mosterd en witte klaver té vaak worden ingezet, brengt dit risico's met zich mee voor opbrengst en kwaliteit van verwante hoofdgewassen, door opbouw van bodemgebonden ziekten en plagen zoals rattekeutelziekte (*Sclerotinia*) en erwtebladrandkever (*Sitona*). *Phacelia* biedt perspectieven als vervangende groenbemester, aangezien dit gewas aan geen enkel hoofdgewas verwant is en ook bij droge omstandigheden vlot kiemt, waardoor het de grond sneller kan bedekken dan andere groenbemesters. Te snelle opvolging van rooivruchten, dus rooivruucht na rooivruucht, komt vrijwel niet meer voor (Fig. 2.1c). De grootste afwijking van het MVM is dat gewassen slechts worden verplaatst naar het belendende veld (Fig. 2.1d), zodat semi-bodemgebonden ziekten en plagen (bladrandkever, bietekever, peenvlieg, koolvlieg etc.) kans krijgen hun favoriete gewas te volgen. Op bedrijf 11 is dit onvermijdelijk vanwege de ligging en vorm van de kavels, maar bedrijven 12 en 2 kunnen dit wel vermijden.



Figuur 2.1 Het Multifunctioneel Vruchtwisseling Model (MVM) in zijn varianten op de 10 voorhoede-bedrijven getoetst in 1997

2.3. Werkzaamheid van MVM

We toetsen en verbeteren het MVM, met inbegrip van de teeltsystemen en het management van de gewassen, met de Kwaliteit Productie Index als hoofdmaatstaf (Hoofdstuk 2.3.1). Een belangrijke nevenmaatstaf is het aantal Uren Hand Wieden (Hoofdstuk 2.3.2), in verband met de uitvoerbaarheid van het MVM inzake de benodigde handkracht voor sommige gewassen, de geestelijke en lichamelijke belasting van de betrokken bedrijfskrachten en de mogelijke negatieve gevolgen voor de vitaliteit en de kwaliteitsproductie van de gewassen.

2.3.1. Kwaliteit Productie Index

Vitale gewassen vormen de basis voor kwaliteitsproductie; dit is een optimale combinatie van kwaliteit en kwantiteit van de productie. Vitale gewassen zijn gewassen die optimaal groeien dankzij minimale stress, van zowel fysische -(bodemstructuur, water- en luchtvoorziening), chemische -(nutriëntenvoorziening) als biologische aard (onkruiden, ziekten en plagen). Als het MVM stress in brede zin tegengaat en aldus zorgt voor vitale gewassen en kwaliteitsproductie, kan de werkzaamheid van het MVM, mits correct uitgevoerd, per gewas c.q. product worden getoetst met de *Kwaliteit Productie Index (KPI)*:

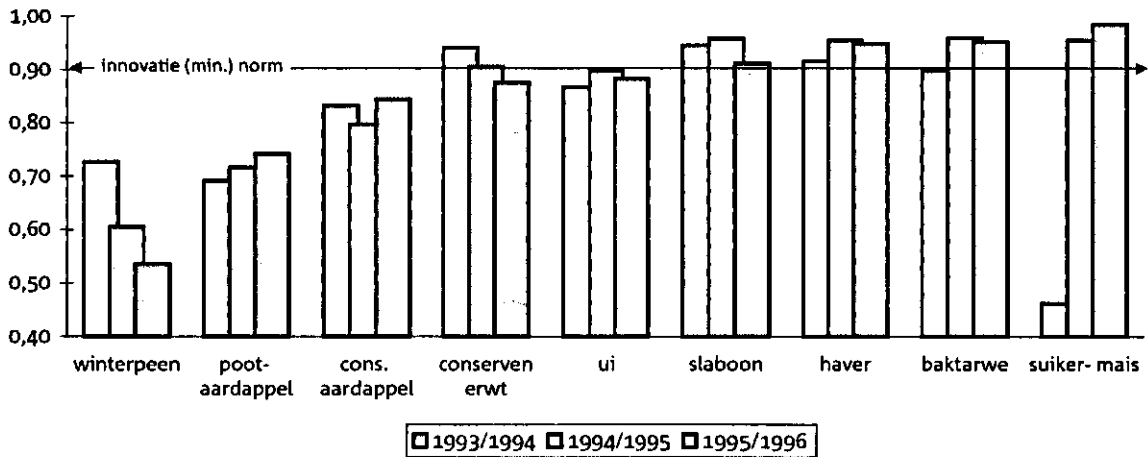
$$KPI = (KI \times PI) = \frac{\text{gld/kg behaald prijs}}{\text{gld/kg topkwaliteitsprijs}} \times \frac{\text{ton/ha marktopbrengst}}{\text{ton/ha veldopbrengst}}$$

Minimum innovatienorm = 0,9.

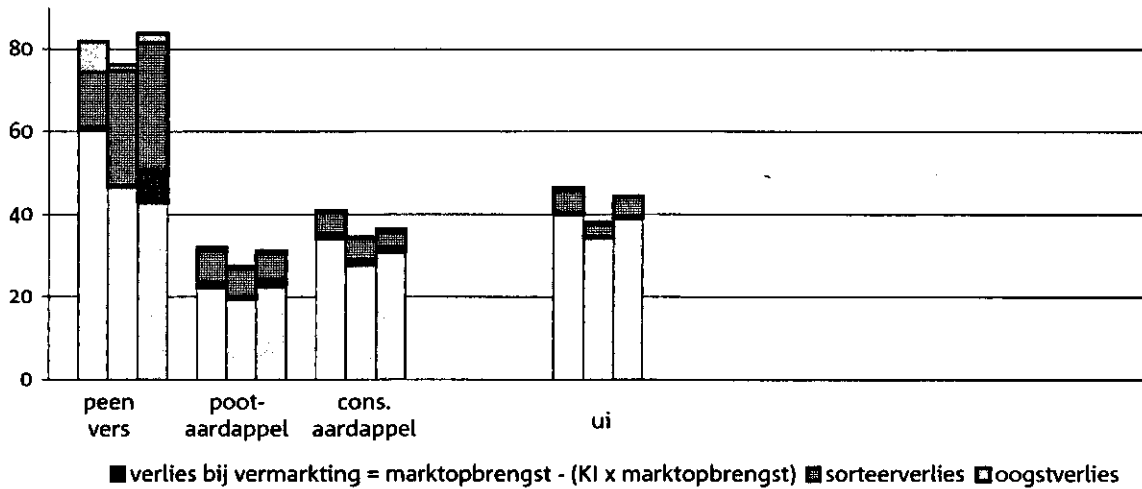
Theoretisch varieert de KPI binnen het traject: $0 \leq KPI \leq 1$, zodat het minimum 0 en het maximum 1 bedraagt. $KPI = 1$, als een product niet alleen de op moment van afzet geldende prijs/kg voor topkwaliteit weet te behalen ($KI = 1$), maar ook als de volledige veldproductie zonder oogst- en/of sorteerverliezen kan worden vermarkt tegen die prijs ($PI = 1$). $KPI = 0$, als een product niet kan worden vermarkt ($KI = 0$), of tijdens de bewaring verloren is gegaan ($PI = 0$), of niet is geoogst ($PI = 0$). Door 0,9 als minimum innovatienorm aan te nemen, hebben de voorhoedebedrijven zich ten doel gesteld met het MVM bij ieder marktgewas niet meer dan 0,1 van de veldproductie te verliezen in de vorm van oogst-, sorteer-, en kwaliteits- c.q. prijsverliezen.

Op het eerste oog lijkt de KPI niks meer te zeggen dan de bruto geldopbrengst van een product (kg/ha x gld/kg), maar dat is een onderschatting. In tegenstelling tot de bruto geldopbrengst laat de KPI zien in hoeverre kwaliteit en kwantiteit van de productie zijn achtergebleven bij het potentieel haalbare op basis van de gerealiseerde veldproductie (vlak voor de oogst). Door de voornaamste oorzaken na te gaan van de verschillen tussen behaalde en haalbare kwaliteit en vermarktbaar en oogstbaar product, kan gericht worden gewerkt aan verbetering van de KPI. Daarmee kunnen ook de rendementen van de teelten, die de bouwstenen vormen van het bedrijfsrendement van jaar tot jaar worden vergeleken en verbeterd. De oorzaken van verlies aan kwaliteit of kwantiteit van een product kunnen liggen aan het MVM, het teeltsysteem voor het betreffend gewas of het management (van MVM of teeltsysteem).

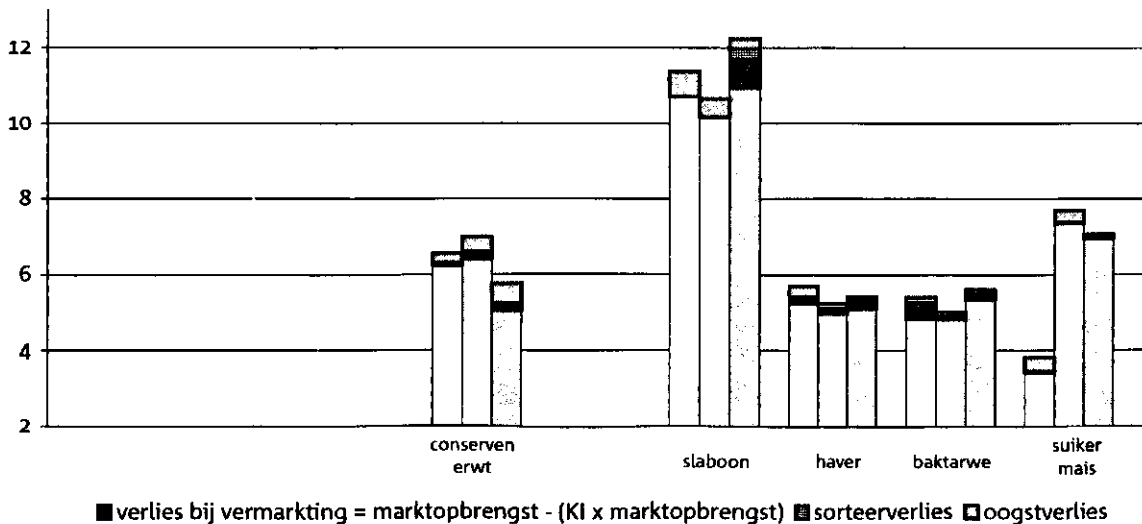
a. Kwaliteits Productie Index (KPI) per gewas



b. KPI-gecorrigeerde veldopbrengst per rooivruucht (ton/ha)



c. KPI-gecorrigeerde veldopbrengst per maaivruucht (ton/ha)



Figuur 2.2 Voortgang in de kwaliteitsproductie op de voorhoedebedrijven op basis van voortschrijdende gemiddelden van KPI en KPI-gecorrigeerde veldopbrengsten per gewas (1993-1996)

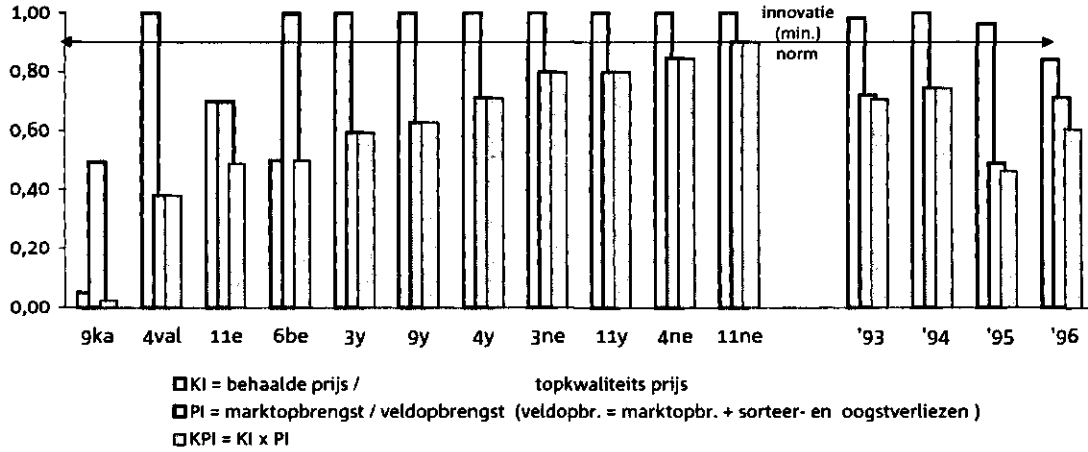
Het vergt een goede samenwerking tussen de bedrijven en het onderzoeksteam om de oorzaken van verlies in deze drie categorieën in te delen en zo vervolgens de één na de ander zoveel mogelijk op te heffen. Dit houdt dus in, dat de KPI pas een zuiver beeld van de werkzaamheid van het MVM gaat geven, zodra de gebreken in de teeltsystemen en het management zijn opgeheven. De KPI wordt berekend op basis van de teeltregistratie door de voorhoedebedrijven. Zij geven zelf aan wat de belangrijkste oorzaken van verlies aan KPI zijn, volgens de handleiding in bijlage III.

De KPI is een relatieve maatstaf en zegt daarom niets over absolute opbrengsten en verliesposten. Door de KPI te vermenigvuldigen met de veldopbrengst (KPI-gecorrigeerde veldopbrengst) wordt de voor een topkwaliteitsprijs vermarkte opbrengst berekend (hierin zijn eventuele prijsverliezen omgerekend in kg-verliezen). Dit is een betere maatstaf voor de absolute opbrengst dan de veldopbrengst of de vermarkte opbrengst, omdat hierin zowel de kwantiteit als de kwaliteit, kortom de kwaliteitsproductie, wordt weergegeven. De KPI-gecorrigeerde veldopbrengst, ofwel de voor een topkwaliteitsprijs vermarkte opbrengst hanteren we dus als de absolute maatstaf om de voortgang in kwaliteitsproductie over meerdere jaren te bestuderen.

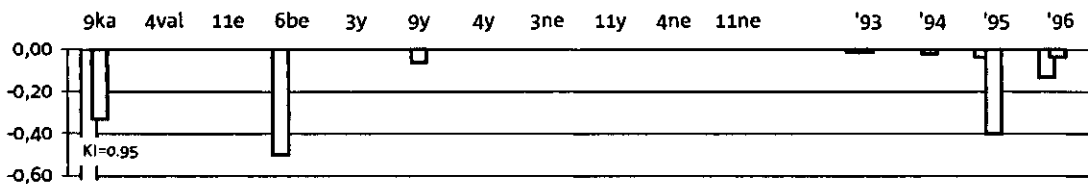
Fig. 2.2 toont de voortgang op de voorhoedebedrijven in kwaliteitsproductie 1993-1996 op basis van voortschrijdende gemiddelden (over 2 jaar) van KPI (relatief) en KPI-gecorrigeerde veldopbrengst (absoluut) van de voornaamste marktgewassen. Bij vijf van de negen gewassen wordt de innovatienorm $KPI > 0,9$ nog niet gehaald, althans bij de heersende kwaliteitseisen (Fig. 2.2a). Aangezien er een tendens is tot het opvoeren van de kwaliteitseisen aan EKO-producten, is de kans groot, dat de komende jaren de KPI van diverse gewassen zal dalen, tenzij de bedrijven erin slagen aan de steeds hogere eisen te voldoen. Uit de voortschrijdende gemiddelden van de KPI blijkt alleen bij suikermais een duidelijke vooruitgang. Maar het beeld is hier vertekend door misoogsten in 1993 tengevolge van niet opkomend zaaizaad, zeer late overzaai en te laat rijpende c.q. niet oogstbare producten. Bij winterpeen en in mindere mate bij conservenerwt lijkt zelfs een achteruitgang in KPI. Bij de overige gewassen lijkt de KPI vrij stabiel, zij het bij poot- en consumptie aardappelen en in mindere mate ook bij ui onder de innovatienorm.

Uit Figuren 2.2b en c blijkt, dat er in de negen voornaamste marktgewassen geen duidelijke tendens is in de veldopbrengsten, al of niet KPI-gecorrigeerd. Hieruit moet worden geconcludeerd, dat de innovatie van bedrijfs- en teeltsystemen, met inbegrip van het management, nog niet heeft geleid tot een duidelijke verbetering in kwaliteitsproductie in de periode 1993-1996. Daarbij moet het niveau bij de meeste gewassen laag worden genoemd. Dit geldt vooral voor de drie economisch meest belangrijke gewassen winterpeen, pootaardappel en consumptie aardappel, omdat hier naast een lage veldopbrengst ook nog grote sorteerverliezen optreden. Dit is echter het beeld op basis van groepsgemiddelden. Hoe is het beeld bij de afzonderlijke bedrijven? Dit wordt nader bekeken bij de vijf gewassen met KPI '95-'96 onder de innovatienorm, nl. winterpeen, pootaardappel, consumptie-aardappel, erwt en ui, met speciale aandacht voor de oorzaken van verliezen in KPI per bedrijf. Slaboon wordt eveneens besproken, omdat dit gewas in '96 voor het eerst onder de innovatienorm geraakte.

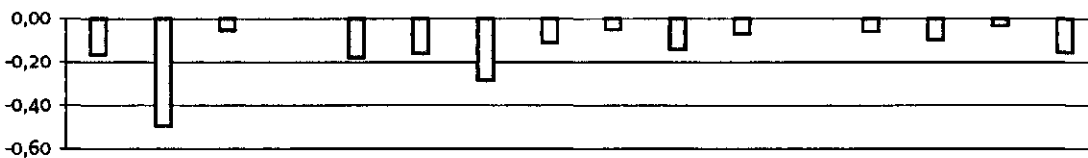
a. Winterpeen: Kwaliteit Productie Index (KPI) per bedrijf



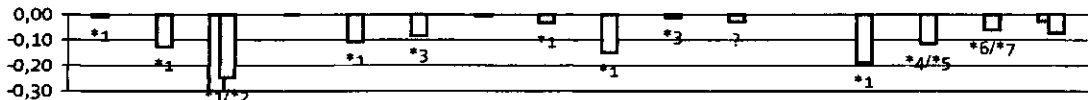
b. Verlaging KI en PI door Alternaria c.q. zwarte vlekjes



c. Verlaging KI en PI door breuk en misvorming

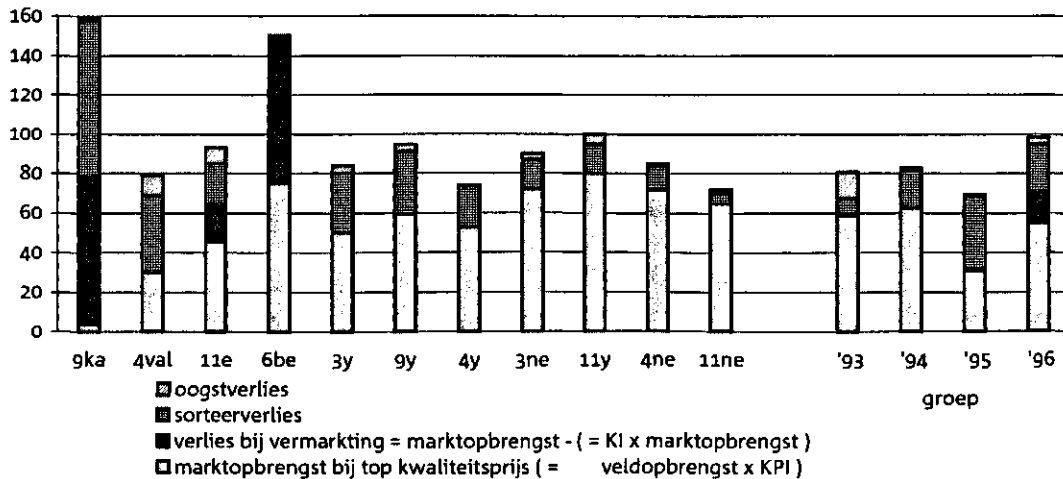


d. Verlaging KI en PI door overige oorzaken



*1 oogstverlies door zwak loof, *2 groene koppen, *3 diversen, *4 rot, *5 te grof, *6 te fijn, *7 stek

e. Veldopbrengst gecorrigeerd voor KPI c.q. oogst-, sorteer- en kwaliteitsverliezen (ton/ha)



Figuur 2.3 Kwaliteitsproductie van winterpeen per bedrijf in 1996 op basis van KPI, oorzaken van verliezen en KPI-gecorrigeerde opbrengst (rassen: be = bergen, e = ebros, ka = kamarin, ne = nerac, val = valor, y = yukon).

Winterpeen

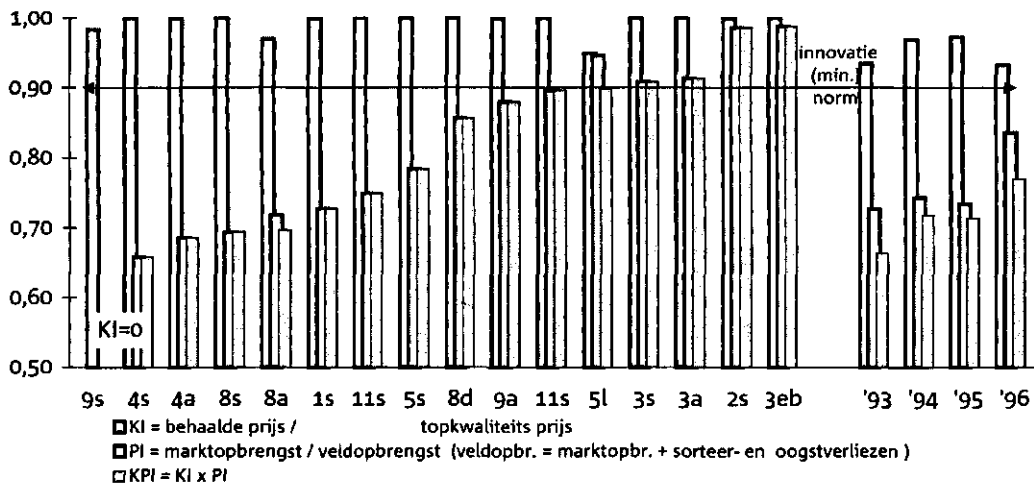
De meeste winterpeen wordt voor de versmarkt geteeld. Sommige bedrijven telen winterpeen voor de industrie; dit blijft buiten beschouwing omdat hieraan weinig eisen worden gesteld, afgezien van het nitraatgehalte.

Evenals in voorgaande jaren, varieert in 1996 de KPI van de peen bijna maximaal, nl. van 0 tot 0,9 (Fig. 2.3a). Een van de twee partijen van bedrijf 9 (ras Kamaran) en de helft van de partij van bedrijf 6 (ras Bergen) zijn afgekeurd wegens het optreden van zwarte vlekjes in de bewaring (Fig.2.3b). Meerdere schimmelziekten lijken hierbij een rol te spelen, o.a. *Alternaria caricina* ('zwarte vlekken ziekte'). Op het PAV vindt nader onderzoek plaats (Lit. 2.1). Diverse andere factoren veroorzaken eveneens aanzienlijke verliezen (Fig.2.3c-d). Misvorming en breuk leiden jaarlijks tot een gemiddeld verlies van 5-10%.

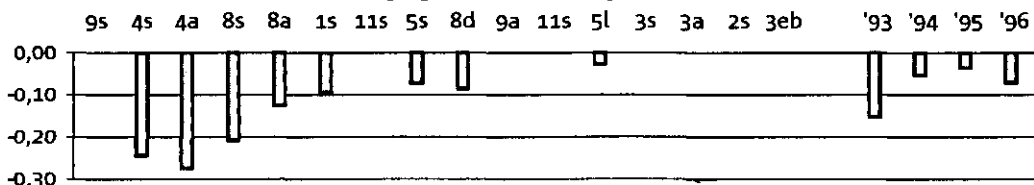
De KPI-gecorrigeerde veldopbrengst varieert van 0 tot 80 ton per ha (Fig.2.3e). Gemiddeld is deze 55 ton per ha, maar de veldopbrengst is bijna 100 ton per ha. Het verschil berust vooral op sorteerverliezen tengevolge van schimmelaantasting en misvorming.

Een drietal bedrijf/ras combinaties heeft een KPI-gecorrigeerde veldopbrengst van 70 ton per ha of meer; studie van de teelt- en bewaaraanpak die dit mogelijk hebben gemaakt kan leiden tot verbetering van de overige combinaties.

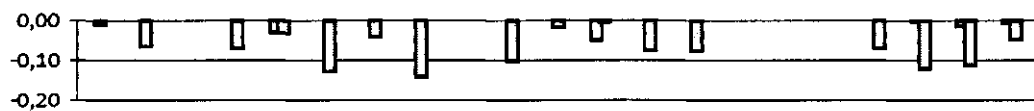
a. Pootaardappel: Kwaliteit Productie Index (KPI) per bedrijf



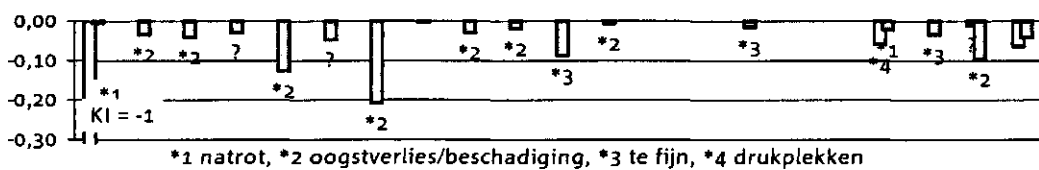
b. Verlaging KI en PI door te grove knollen



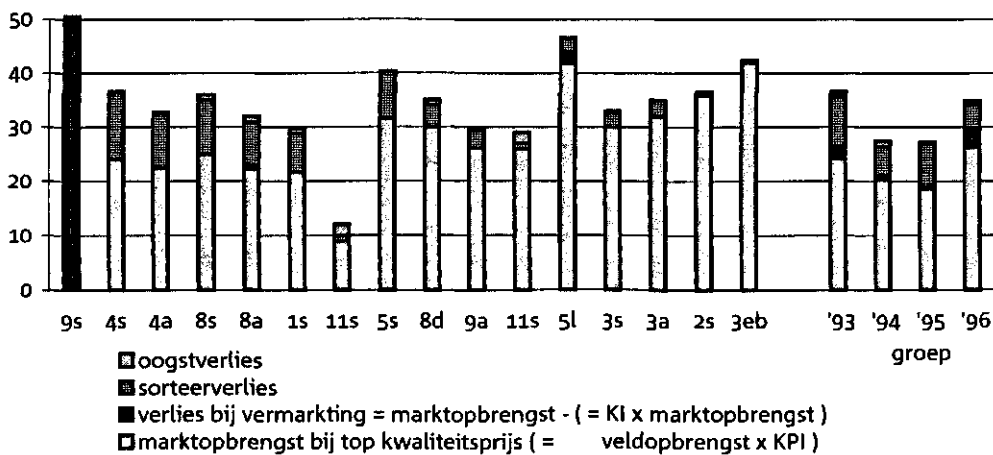
c. Verlaging KI en PI (>0.05) door Rhizoctonia c.q. groeischeuren



d. Verlaging KI en PI door overige oorzaken



e. Veldopbrengst gecorrigeerd voor KPI c.q. oogst-, sorteer- en kwaliteitsverliezen (ton/ha)



Figuur 2.4 Kwaliteitsproductie van pootaardappel per bedrijf in 1996 op basis van KPI, oorzaken van verliezen en KPI-gecorrigeerde opbrengst (a = agria, d = ditta, eb = eba, l = linda, s = sante)

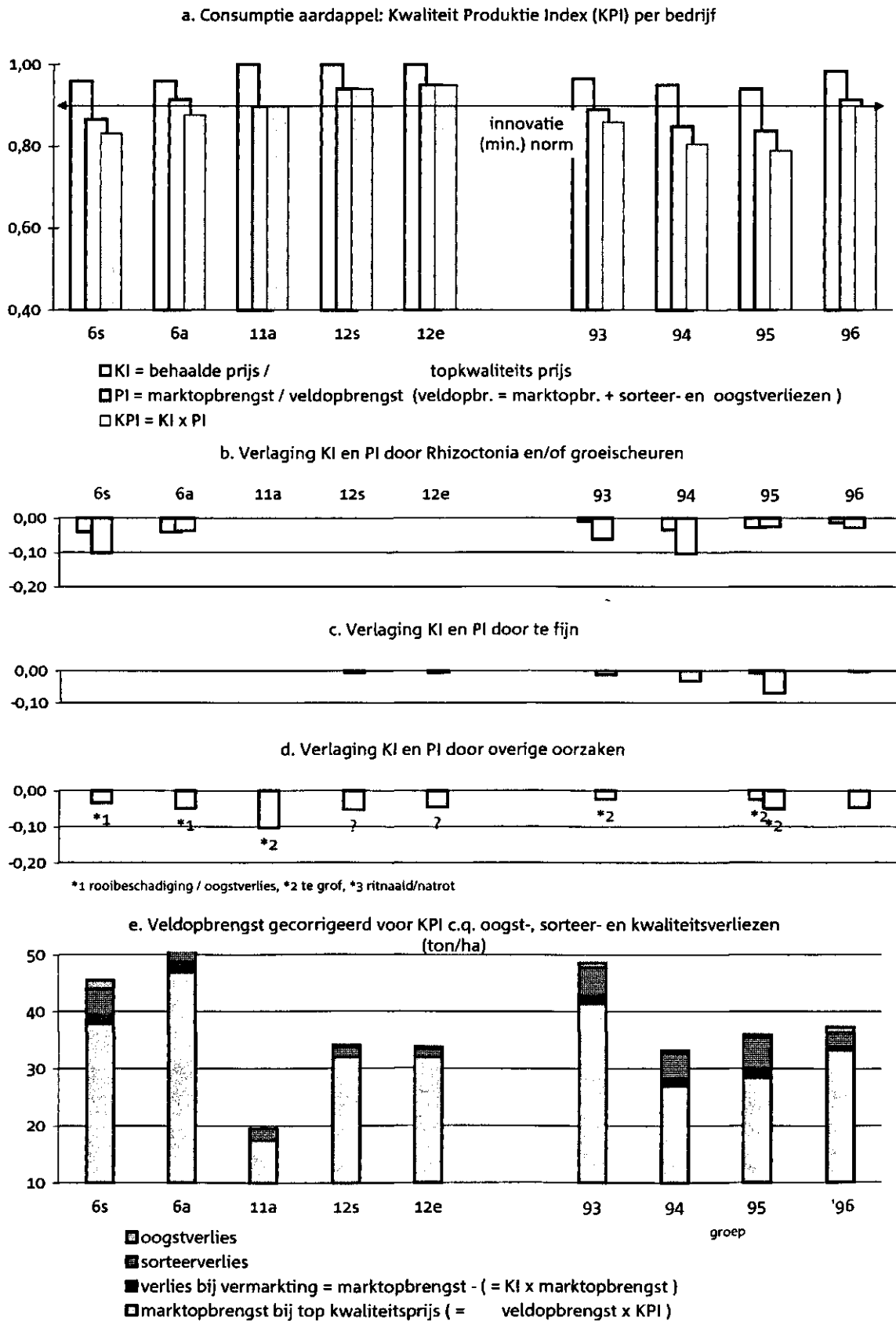
Pootaardappel

De KPI van pootaardappel varieert in 1996 maximaal, dus van 0 tot 1 (Fig.2.4a). De partij van bedrijf 9 (ras Santé) is geheel afgekeurd wegens natrot (veroorzaakt door de bacterie *Erwinia*).

De belangrijkste oorzaak van verliezen is het moeten uitsorteren van te grove knollen, met name op bedrijven 4 en 8 (Fig.2.4b). Een tweede oorzaak van verliezen is het moeten uitsorteren van knollen met lakschurft (*Rhizoctonia solani*) en groeischeuren, die ook vaak door deze schimmel worden veroorzaakt (Fig.2.4c). Nadat in voorgaande jaren de verliezen meer dan 10% hebben bedragen, lijken ze in 1996 tot minder dan 5% te zijn teruggedrongen. Diverse andere factoren kunnen voor verliezen zorgen, met name beschadiging tijdens het rooien (Fig.2.4d).

De KPI-gecorrigeerde veldopbrengst varieert van 0 tot ruim 40 ton per ha (Fig.2.4e). Gemiddeld is deze ruim 25 ton per ha, maar de gemiddelde veldopbrengst is 35 ton per ha. Het verschil berust vooral op sorteerverliezen tengevolge van te grof gegroeide knollen (te lage plantdichtheid c.q. stengeldichtheid) en aantasting door *Rhizoctonia*.

Een drietal bedrijf/ras combinaties heeft een KPI-gecorrigeerde veldopbrengst van 35 ton per ha of meer; studie van de teelt- en bewaaraanpak die dit mogelijk hebben gemaakt kan leiden tot verbetering van de overige combinaties.



Figuur 2.5 Kwaliteitsproductie van consumptie-aardappel per bedrijf in 1996 op basis van KPI, oorzaken van verliezen en KPI-gecorrigeerde opbrengst (a=agria, e=escort, s=sante)

Consumptie-aardappel

De KPI van consumptie-aardappel varieert in 1996 van 0,85 tot 0,95 en is gemiddeld is voor het eerst op de minimum innovatienorm (Fig.2.5a). Dit hangt samen met sterk teruggelopen verliezen door *Rhizoctonia* en te fijn (Fig.2.5b-c).

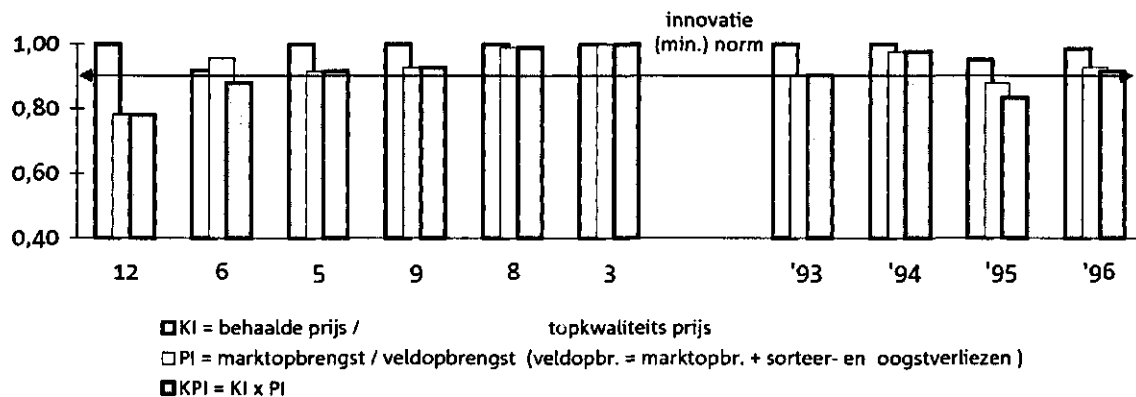
De KPI-gecorrigeerde veldopbrengst varieert van bijna 20 tot ruim 45 ton per ha (Fig.2.5e). Gemiddeld is deze bijna 35 ton per ha, weinig minder dan de gemiddelde veldopbrengst van ruim 35 ton per ha. Wel moet men zich hierbij realiseren, dat aantasting van de gewassen door de schimmel *Phytophthora infestans* meestal een vroegtijdig einde maakt aan de gewasperiode en daarmee de veldopbrengst aanzienlijk verlaagt. Daarom is het zeer opmerkelijk, dat bedrijf 6 met het ras Agria een KPI-gecorrigeerde veldopbrengst van ruim 45 ton per ha heeft behaald. Dit ras heeft een veel betere consumptiekwaliteit dan het meest geteelde ras Santé, maar is kwetsbaarder voor *Phytophthora* door een wat latere knolzetting en afrijping. Met het ras Santé heeft bedrijf 6 een KPI-gecorrigeerde opbrengst van bijna 40 ton per ha behaald. Studie van de teeltaanpak die deze hoge opbrengsten mogelijk heeft gemaakt kan wellicht leiden tot verbetering van de overige bedrijf/ras combinaties.

Conserven erwten

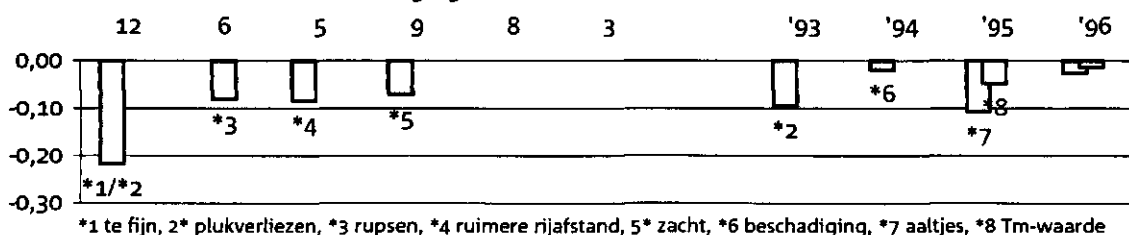
De KPI van conserven erwten varieert in 1996 van 0,5 tot 1 en haalt gemiddeld net niet de minimum innovatienorm (Fig.2.6a). Er zijn diverse oorzaken voor verliezen (Fig.2.6b).

De KPI-gecorrigeerde veldopbrengst varieert van rond 4 voor de in mei gezaaide gewassen tot ruim 9 ton per ha (eind april zaai); de door de conservenfabriek opgelegde spreiding van zaai (voor spreiding van oogst en verwerking) heeft dus een grote invloed (Fig.2.6c). Voor de door late zaai veroorzaakte minderopbrengst is een vergoedingsregeling, maar die voorziet niet in de enorme schade, die de erwtebladluis kan veroorzaken in laat gezaaide gewassen.

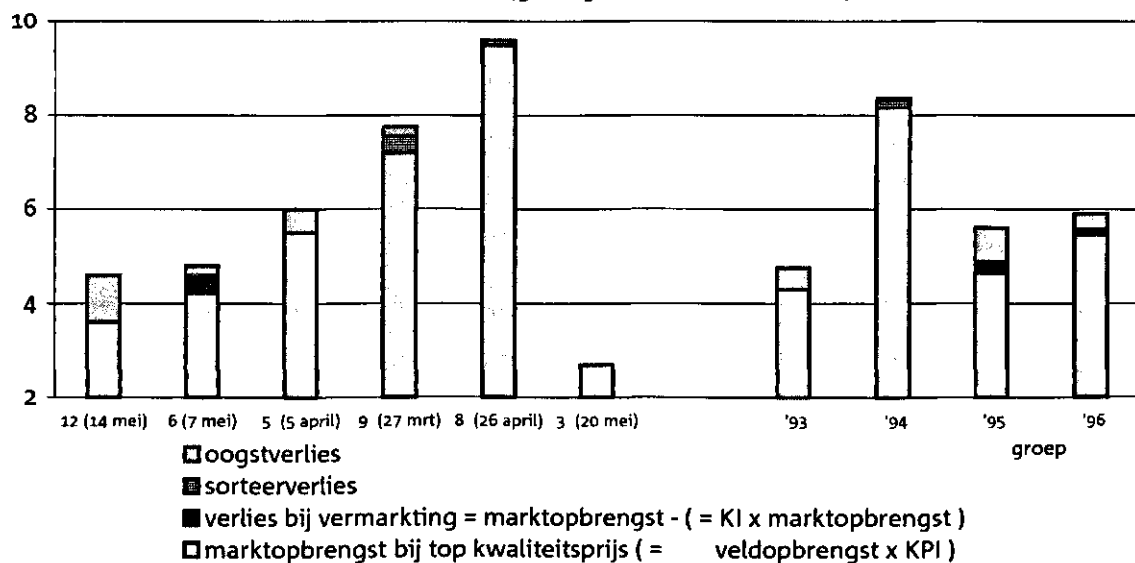
a. Conservenerwt: Kwaliteit Productie Index (KPI) per bedrijf



b. Verlaging KI en PI door diverse oorzaken



c. Veldopbrengst (ton/ha) gecorrigeerd voor KPI c.q. oogst-, sorteer- en kwaliteitsverliezen (gerangschikt naar zaaidatum)

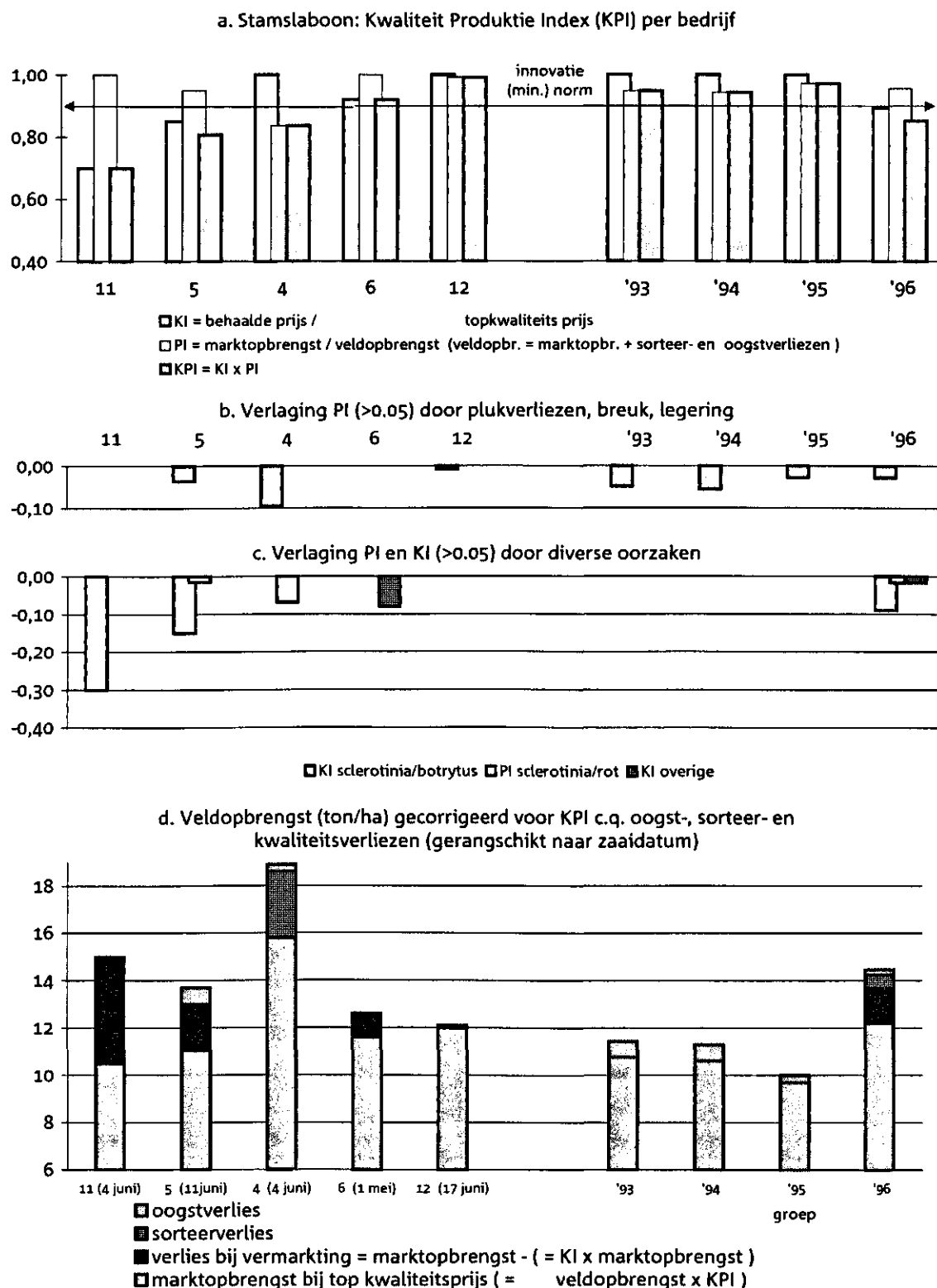


Figuur 2.6 Kwaliteitsproductie van conserven erwt per bedrijf in 1996 op basis van KPI, oorzaken van verliezen en KPI-gecorrigeerde opbrengst.

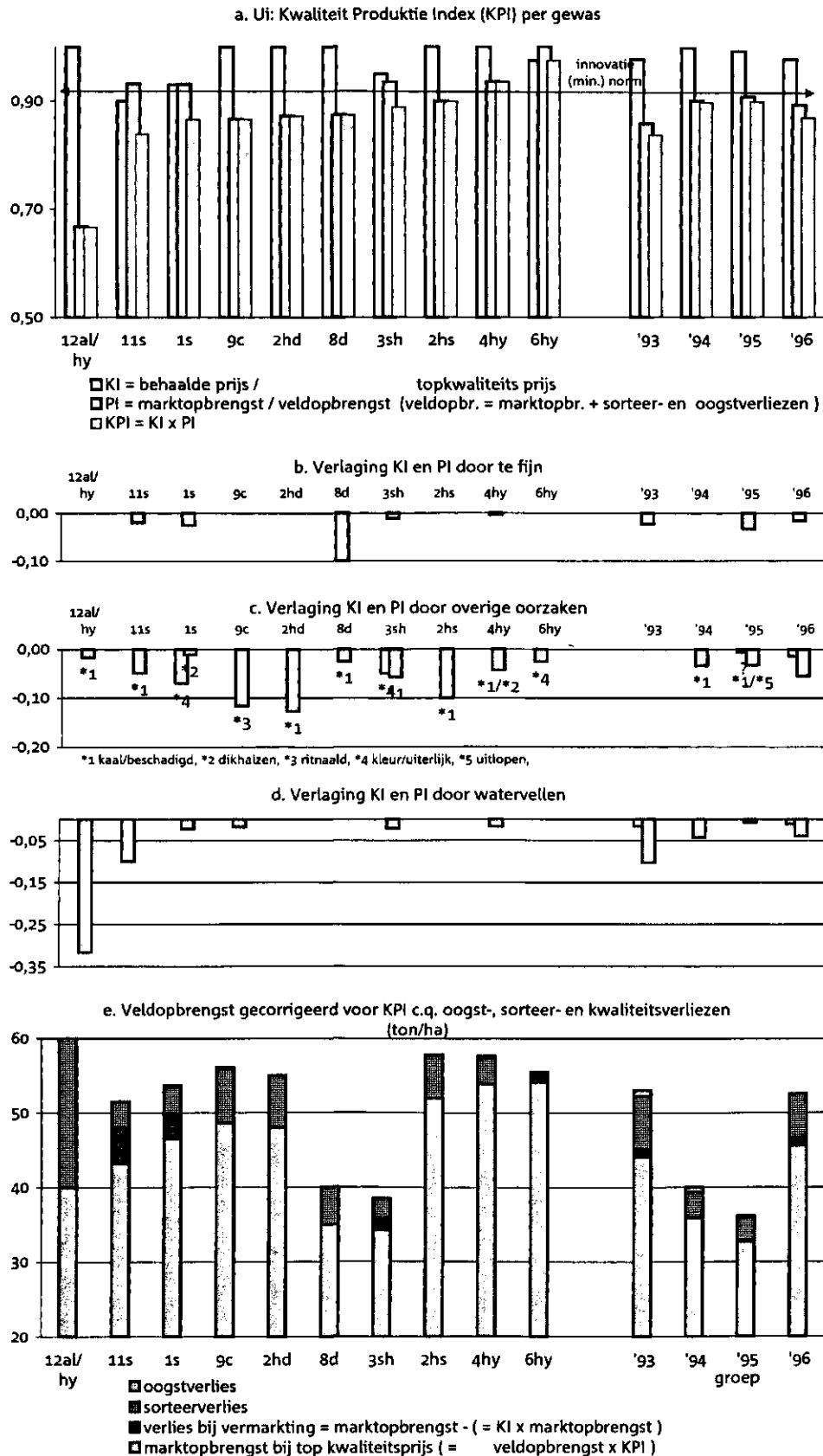
Slaboon

De KPI van slaboon varieert in 1996 van 0,70 tot 1 en haalt gemiddeld net niet de minimum innovatienorm (Fig.2.7a). De belangrijkste oorzaak voor verliezen is aantasting door schimmels, met name rattekeutelziekte (*Sclerotinia sclerotiorum*) (Fig.2.7c). Om de oogst te spreiden is de zaai gespreid; dit heeft geen duidelijk effect op de KPI-gecorrigeerde veldopbrengst, welke varieert van ruim 10 tot bijna 16 ton per ha (Fig.2.7d). Gemiddeld is deze ruim 12 ton per ha, behoorlijk minder dan de gemiddelde veldopbrengst van ruim 14 ton per ha. De belangrijkste

oorzaak van dit verschil is prijsverlaging wegens schimmelaantasting. Opmerkelijk is, dat bedrijf 4 een KPI gecorrigeerde veldopbrengst van bijna 16 ton per ha heeft behaald. Welke teeltaanpak of omstandigheden hebben dit succes mogelijk gemaakt?



Figuur 2.7 Kwaliteitsproductie van stamslaboon per bedrijf in 1996 op basis van KPI, oorzaken van verliezen en KPI-gecorrigeerde opbrengst



Figuur 2.8 Kwaliteitsproductie van ui per bedrijf in 1996 op basis van KPI, oorzaken van verliezen en KPI-gecorrigeerde opbrengst (al = alcanto, c = caribo, d = durco, hd = hydruo, hs = hyskin, hy = hystar, sh = sherpa, s = summit)

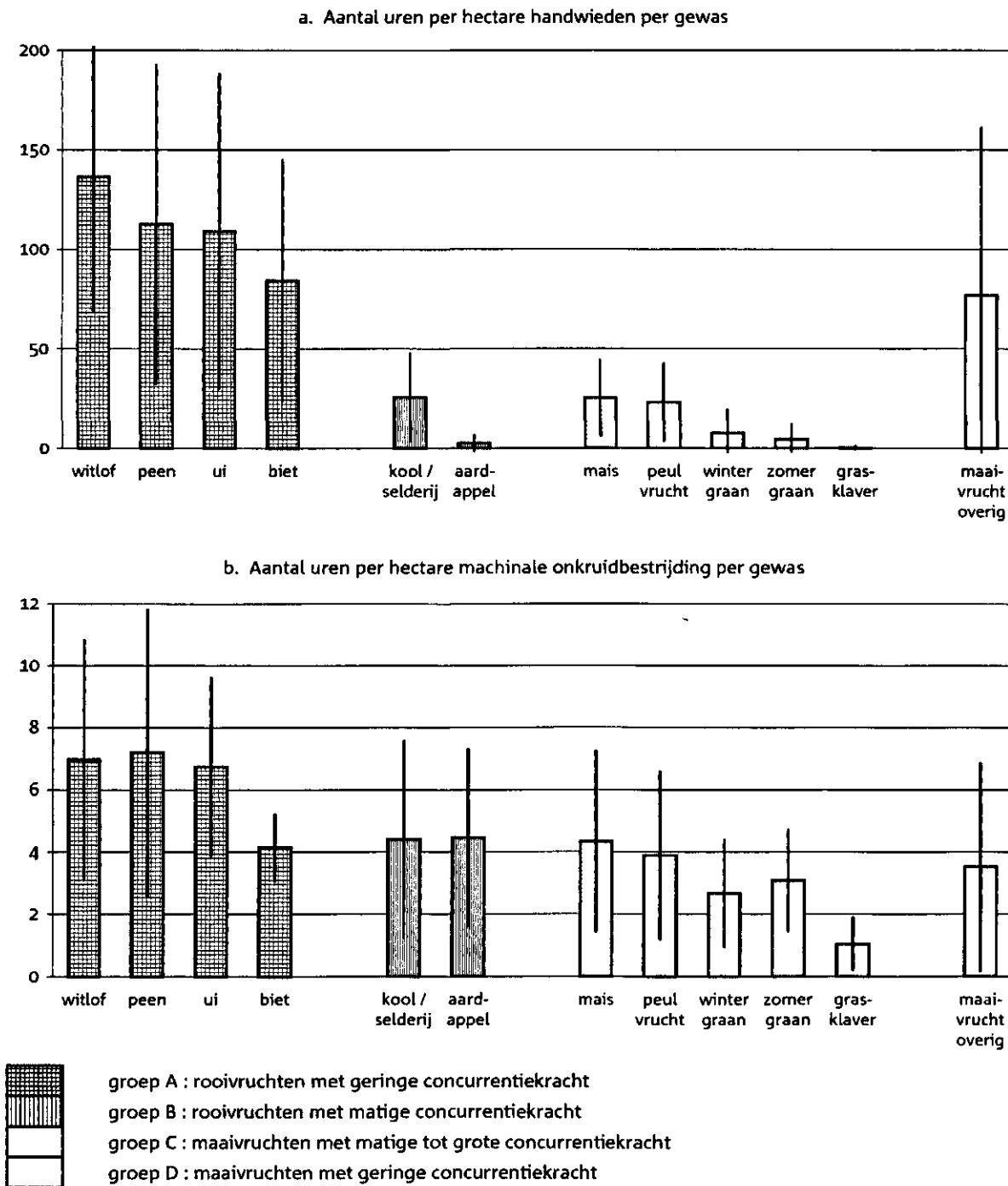
Ui

De KPI van ui varieert in 1996 van 0,7 tot 1 en haalt gemiddeld net niet de minimum innovatienorm (Fig.2.8a).

Er zijn diverse oorzaken voor verliezen (Fig.2.8b-d).

De KPI-gecorrigeerde veldopbrengst varieert van 35 tot bijna 55 ton per ha (Fig. 2.8e). Gemiddeld is deze ruim 45 ton per ha, weinig minder dan de gemiddelde veldopbrengst van ruim 50 ton per ha.

Een drietal bedrijf/ras combinaties heeft een KPI-gecorrigeerde veldopbrengst van 50 ton per ha of meer; studie van de teelt- en bewaaraanpak die dit mogelijk hebben gemaakt kan leiden tot verbetering van de overige combinaties.



Figuur 2.9 Handmatige en machinale onkruidbestrijding over de periode 1992-1996 (gemiddelden en standaardafwijking per gewas met > 5 velden). Op grond hiervan indeling van de gewassen in groepen.

2.3.2. Uren Hand Wieden

In de biologische akkerbouw/groenteteelt en op de voorhoedebedrijven vormen onkruiden een chronisch probleem. De combinatie van concurrentie door de gewassen en machinale bestrijding is zelden afdoende. Om te voorkomen, dat gewassen niet alsnog veronkruiden, moeten er aanvullend vele krachten worden ingezet en vele uren worden besteed aan het wieden van overgebleven of nagekiemd onkruid. Voor de ondernemer en zijn of haar partner of medewerker is de handmatige onkruidbestrijding lichamelijk en geestelijk zeer belastend. Dit geldt vooral onder natte omstandigheden, wanneer het onkruid welig tiert en wieden niet mogelijk is. Aan het eind van natte periodes moeten achterstallige wieduren worden ingehaald, maar kan er gebrek zijn aan voldoende en bekwame krachten van binnen en zelfs van buiten het bedrijf. Bovendien kan veelvuldige bewerking en betreding een negatieve invloed hebben op de bodemstructuur en de vitaliteit van de gewassen en daardoor op hun KPI's.

De strakke afwisseling van maai- en rooivruchten in het MVM is mede ontworpen, om een optimale combinatie te bereiken van gewasconcurrentie en machinale onkruidbestrijding. Zo kan het MVM bijdragen aan vermindering van de hoge behoefte aan handkracht van binnen en buiten het bedrijf, hetgeen momenteel de opschaling van de biologische akkerbouw/groenteteelt ernstig belemmert. Om deze redenen wordt de werkzaamheid van het MVM niet alleen getoetst met KPI, maar ook met de behoefte aan handmatige onkruidbestrijding, uitgedrukt in Uren Hand Wieden (UHW).

Uren Hand Wieden (UHW) = het aantal uren dat per bedrijf met eigen en gehuurde krachten wordt besteed aan het handmatig bestrijden van onkruid, met schop of hak of met blote handen, al of niet gelegen op een zg. wiedbed.

Maximum innovatienorm = 500 uur/bedrijf

De innovatienorm voor UHW is gebaseerd op het maximale aantal uren dat de ondernemer zelf kan leveren, zodat het bedrijf in principe niet afhankelijk is van gehuurde arbeid. Hierbij is aangenomen dat de arbeid nodig is van begin mei tot eind augustus en dat maximaal 30 uur per week kan worden besteed aan UHW (17 weken x 30 uur). Onder natte omstandigheden kan niet effectief worden gewied, zodat in werkelijkheid mogelijk slechts 250 uur beschikbaar zijn.

Fig. 2.9 laat de gemiddelde arbeidsinzet zien bij de handmatige en machinale onkruidbestrijding per gewas. Hieruit blijkt:

- de inzet aan handarbeid (UHW) is meer dan het 10-voudige van de inzet aan machine arbeid;
- UHW varieert sterk tussen de gewassen, van meer dan 100 per ha voor witlof, peen en ui tot minder dan 10 per ha voor granen en grasklaver;
- UHW per gewas varieert sterk tussen de bedrijven, gezien de grote standaardafwijking.

Op grond van Fig. 2.9a zijn de gewassen ingedeeld in 4 gewasgroepen:

A: Rooivruchten met geringe concurrentiekracht en veel UHW:

witlof, ui, winterpeen, rode-, suiker-, voederbiet, pastinaak, bloembollen.

B: Rooivruchten met matige concurrentiekracht en tamelijk veel UHW:

kool, knolselderij, aardappel.

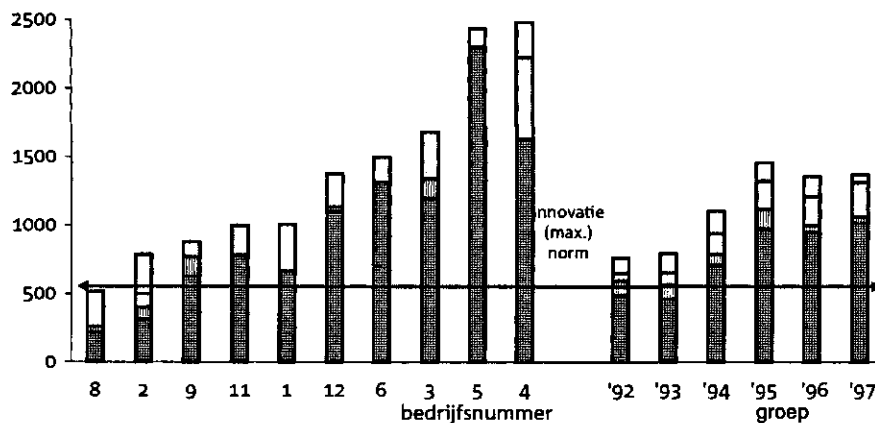
C: Maaivruchten met matige tot grote concurrentiekracht en weinig UHW:

peulvruchten, maïs, granen, luzerne/gras-klaver.

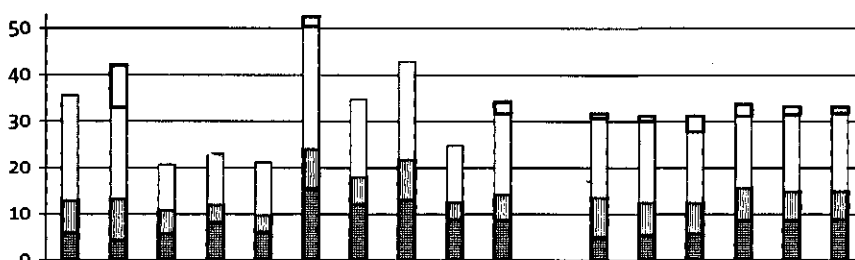
D: Overige maaivruchten met variabele concurrentiekracht en variabele UHW:

handelsgewassen (vlas, blauwmaanzaad, quinoa), kruiden, pompoen, spinazie.

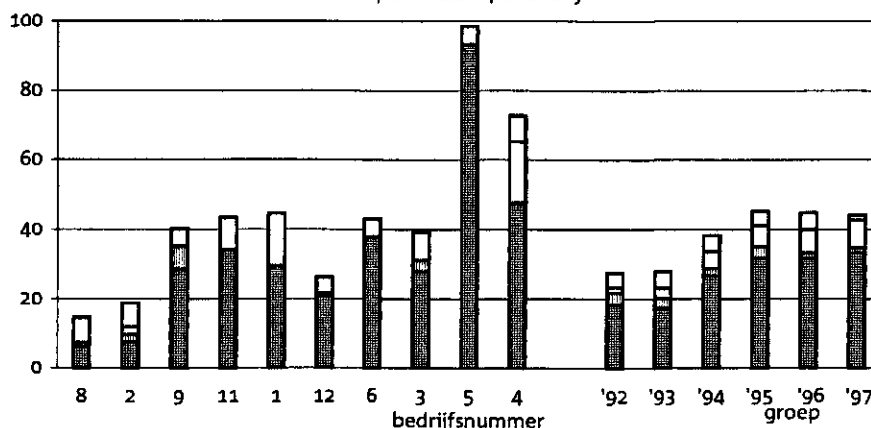
a. Uren Hand Wieden (UHW) per bedrijf en verdeling over de gewasgroepen (uren/ha)



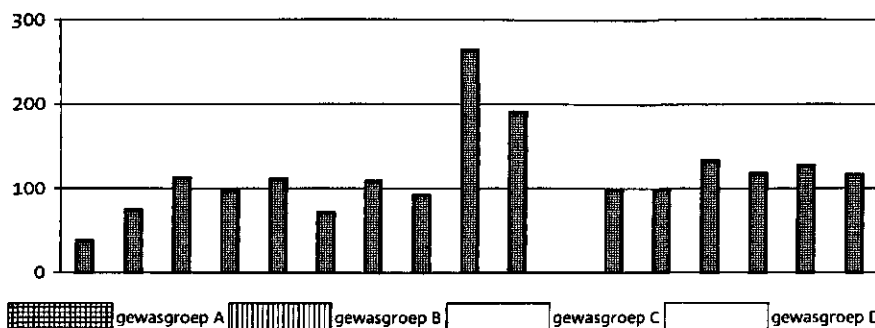
b. Oppervlakte (ha) per bedrijf en verdeling over de gewasgroepen



c. UHW per hectare per bedrijf



d. UHW per hectare van gewasgroep A per bedrijf



gewasgroep A
 gewasgroep B
 gewasgroep C
 gewasgroep D

Figuur 2.10 Uren Hand Wieden (UHW) bij onkruidbestrijding op de 10 voorhoedebedrijven in 1997 met de gemiddelden van de bedrijven 1992-1997.

UHW in 1997 varieert van 500-2400 per bedrijf (Fig. 2.10a). Dus pas 1 van de 10 bedrijven haalt de innovatienorm en behoeft in principe geen wiedkracht van buiten. De variatie tussen de bedrijven blijft groot, ook als gecorrigeerd wordt voor de oppervlakte (Fig. 2.10c). Voor UHW zijn minimaal 1 - 4,8 wiedkrachten nodig (bij 500 uren/wiedkracht in het groeiseizoen); maximaal het dubbele hiervan. Dit betekent dat de ondernemer er minimaal 0 - 3,8 en maximaal 1 - 7,6 wiedkrachten moet bijhalen.

In Fig. 2.10 zijn de UHW per bedrijf uitgesplitst over de verschillende gewasgroepen. Het overgrote deel van de UHW (gemiddeld 75%) wordt besteed in gewassen van groep A (ui, peen, witlof, biet). De UHW blijken nauwelijks af te hangen van de bedrijfsgrootte (vergelijk Fig. 2.10a met b). Ook het areaal van gewasgroep A verklaart de verschillen in UHW niet (Fig. 2.10b). De UHW per ha van gewasgroep A verschilt wel sterk tussen de bedrijven (Fig. 2.10d) en lijkt de voornaamste oorzaak van de verschillen in UHW op bedrijfsniveau te zijn (Fig. 2.10a en c). Dit kan samenhangen met de onkruiddruk en/of de tolerantie en de vakkundigheid van de ondernemer en zijn medewerkers. De onkruiddruk is afhankelijk van grondsoort en voorgeschiedenis. Als het MVM werkzaam is, dient echter over de gehele groep een verlaging van de onkruiddruk zichtbaar te worden in het afnemende UHW. Uit Fig. 2.10 blijkt echter dat in de periode 1992-1997 het totaal aan UHW per bedrijf is toegenomen, door toename van het areaal van gewasgroep A. Hierbij is de UHW per hectare van gewasgroep A vrijwel gelijk gebleven. Er blijft dus een nijpend probleem inzake de organisatie en uitvoering van de handmatige onkruidbestrijding.

Binnen het ontwerp van MVM is nog ruimte voor een iets groter aandeel peen en ui, tot maximaal 33% van de oppervlakte (1/6 peen en 1/6 ui). Door deze ruimte te benutten, kan het economisch resultaat van de bedrijven worden verbeterd. Maar dit zal de lichamelijke en geestelijke belasting op het bedrijf nog vergroten, tenzij de UHW in deze gewassen kan worden teruggedrongen. In Hoofdstuk 2.3.3 worden de mogelijkheden nader besproken.

2.4. Verdere verbetering van het MVM

Het MVM kan verder worden verbeterd in ontwerp en beheer. Dit kan leiden tot meer kwaliteitsproductie (Hoofdstuk 2.3.1) en betere onkruidbeheersing (Hoofdstuk 2.3.2).

2.4.1. Meer kwaliteitsproductie

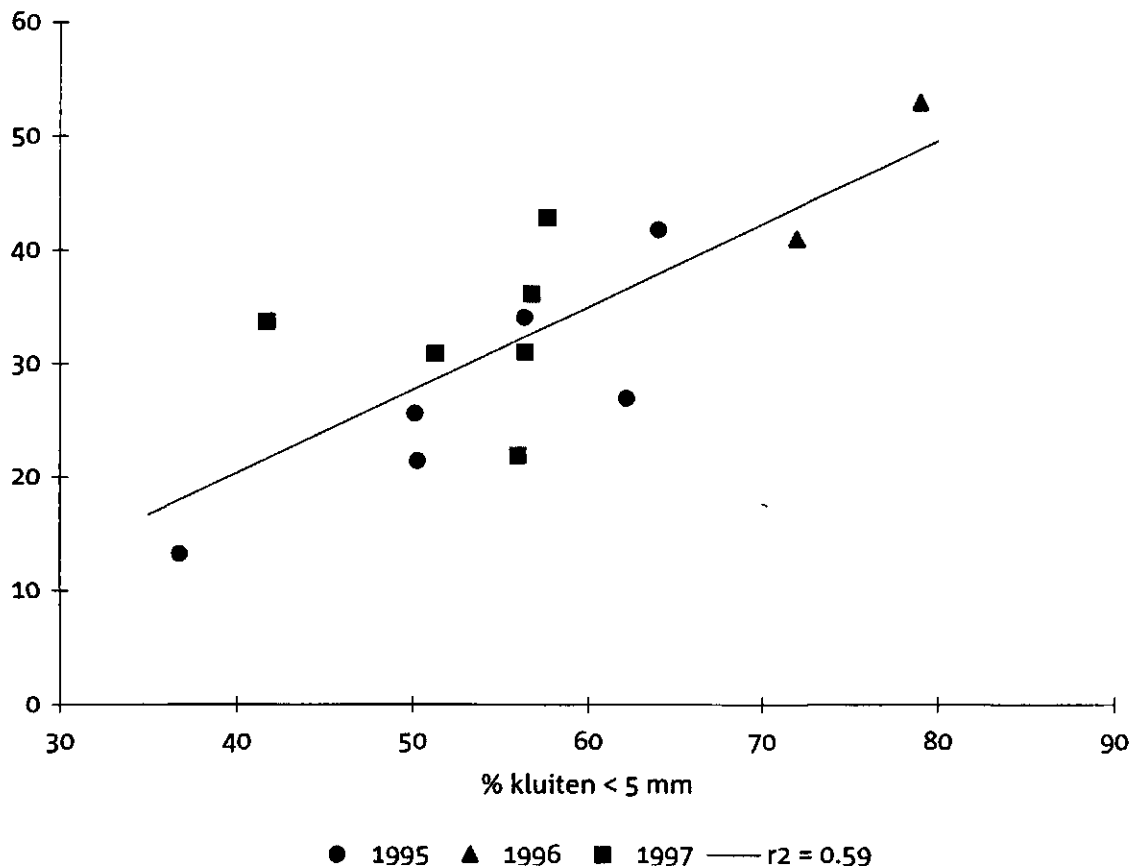
Uit de toetsing van het MVM op werkzaamheid is gebleken, dat gemiddeld over de groep van 10 bedrijven, de gewassen winterpeen, pootaardappel, consumptie aardappel, erwt, ui en slaboon de minimum innovatienorm voor KPI nog niet halen (Hoofdstuk 2.2). Hoe kunnen het MVM en de teeltsystemen in ontwerp en beheer worden verbeterd, opdat de innovatienorm wel wordt gehaald? Per gewas worden de mogelijkheden in het kort besproken.

Winterpeen

Winterpeen is het economisch meest belangrijke gewas, maar tegelijk het gewas met de laagste KPI (0,6 in '95-'96). De belangrijkste oorzaak van verliezen lijken schimmels, die soms de gehele partij in de bewaring ten gronde kunnen richten. Mogelijkheden om hieraan iets te doen, vergen systematisch onderzoek langs de gehele productieketen:

- zitten de schimmels al op het zaad en zijn er verschillen tussen rassen;

- kan het zaad worden gecoat met antagonisten (R. v.d. Bulk, CPRO-DLO);
- wordt het gewas geïnfecteerd vanuit de lucht en zijn er rasverschillen;
- is er een effect van N-bodemvoorraad c.q. loofdictheid;
- zijn er effecten van methoden- en omstandigheden bij het oogsten en bewaren (zie Lit. 2.1 voor optimaal inschuren en bewaren).



Figuur 2.11 Veldopbrengst per bedrijf (gemiddelde van 5 plotjes) bij winterpeen (klasse I, ton/ha) in relatie tot bodemstructuur op de voorhoedebedrijven

Een tweede oorzaak van verliezen is breuk en misvorming. Op de markt komen volkomen rechte en gave penen in klasse 1, in lichte mate misvormde penen (licht gebogen, ribbelig) in klasse 2 (prijskorting) en zwaar misvormde (vertakte, gebarsten, kromme) en te kleine penen in klasse 3 (voerprijs). Misvorming komt vooral voor op wat zwaardere grond en op grond met een verdichte structuur. In de afgelopen jaren hebben we op een aantal bedrijven gekeken naar de samenhang tussen de veldopbrengst (klasse 1) en de structuur van de grond. Het laatste is bepaald door de grond te verdelen in verschillende zeeffracties. Er lijkt inderdaad een zeker verband (Fig. 2.11). Op basis van dit verband kan de meeropbrengst aan klasse 1 voor iedere 10% toename van de fijne zeeffractie worden geschat op ruim 7 ton per ha. Dit komt overeen met ruim 5000 gulden per ha, uitgaande van een prijs van 70 cent per kg. Hoe kunnen bedrijven de structuur van hun grond in het algemeen en voor de peenteelt in het bijzonder verbeteren resp. niet verslechteren en aldus de sorteerverliezen (klasse 3) en in de toekomst wellicht prijsskortingen (klasse 2) tegengaan? Er zijn vele mogelijkheden, waarbij ieder bedrijf zelf moet beoordelen welke het nog beter kan benutten:

- plan de oogst van peen en andere late gewassen zo vroeg mogelijk, om de kans op een waterverzadigde en kwetsbare bodemstructuur zo klein mogelijk te maken;

- zorg voor een optimale waterafvoer door schone drains en sloten met voldoende breedte, diepte en verval;
- oogst en bewerk de grond in het najaar niet als de drains nog lopen of de bouwvoor nog waterverzadigd is;
- wacht in het voorjaar met de rugopbouw tot de gehele bouwvoor voldoende is opgedroogd;
- kies steeds voor werktuigen en machines die de structuur het minst verdichten.

Pootaardappel

Dit gewas is bedrijfseconomisch van groot belang, maar het is tegelijk het gewas met de op winterpeen na laagste KPI (0,7 in '95-'96). De belangrijkste oorzaak van verliezen is het moeten uitsorteren van te grove knollen. Vaak brengen deze uitgesorteerde knollen nog een aardige prijs op als consumptie aardappel, maar dit kan niet voor kwaliteitsproductie doorgaan. Want deze knollen zijn meestal niet goed afgerijpt, omdat het loof van een pootaardappelgewas meestal vroegtijdig wordt gedood, om te verhinderen dat de knollen te grof worden. Om het aandeel grove knollen terug te dringen, zijn de voornaamste mogelijkheden:

- zorg voor hoge plant- c.q. stengeldichtheid;
- zorg voor een regelmatige opkomst en stand, door gebruik van *Rhizoctonia*-vrij en goed voorgekiemd pootgoed.

Een tweede oorzaak van verliezen is het moeten uitsorteren van knollen met lakschurft (*Rhizoctonia solani*) en groeischeuren, die ook vaak door deze schimmel worden veroorzaakt. Nadat in voorgaande jaren de verliezen meer dan 10% hebben bedragen, lijken ze in 1996 tot minder dan 5% te zijn teruggedrongen. Dit geldt echter voor de KPI, die is gebaseerd op de veldopbrengst. Maar er zullen ongetwijfeld ook verliezen zijn in de vorm van lagere opkomst, minder stengels per plant en minder knollen per stengel. Al deze verliezen voor de oogst worden in de KPI niet meegenomen. Ook moet men zich realiseren, dat de wel vermarkte knollen licht bezet mogen zijn met lakschurft, zodat het volgende gewas steeds begint met een lichte mate van knolbesmetting. Vaak worden uitgesorteerde te dikke of met teveel *Rhizoctonia* bezette knollen voor eigen pootgoed gebruikt. Zo wordt de sanerende werking van het MVM op de bodembesmetting door *Rhizoctonia* ondermijnd. Om de verliezen door deze schimmel verder terug te dringen, moet het MVM door de volgende maatregelen worden ondersteund:

- strengere eisen aan het eigen pootgoed, ook voor consumptie-aardappel;
- pootgoed ontsmetten met *Verticillium biguttatum*, een parasitaire schimmel op *Rhizoctonia*;
- tijdige oogst na looftrekken, om knolbesmetting vanaf de stengels of uit de grond te voorkomen.

Consumptie aardappel

Dit gewas is bedrijfseconomisch bijna even belangrijk als pootaardappel, maar zit met zijn KPI ook onder de innovatienorm (0,85 in '95-'96). De belangrijkste oorzaak zijn verliezen door te fijne dan wel te grove knollen. Maar het grote probleem is de vroegtijdige doding van het gewas door de via de lucht aangevoerde schimmel *Phytophthora infestans* (aardappelziekte). Dit komt niet tot uiting in de KPI, maar wel in de KPI-gecorrigeerde veldopbrengst. Deze is nl. slechts 35 ton per ha, bijna de helft minder dan die van de gangbare akkerbouw in het gebied. Dat partijen soms veel grove en soms veel fijne knollen bevatten, kan samenhangen met *Rhizoctonia* (onregelmatige stand), maar ook met *Phytophthora*. Veel bedrijven houden nl. een ruime plantafstand aan in de rij, om te voorkomen dat het gewas te dicht en te vochtig wordt en daarmee vatbaar wordt voor *Phytophthora*. In jaren, waarin de schimmel laat is en het loof niet al te vroeg moet worden gedood, kunnen ruim staande gewassen gemakkelijk te grove

knolsortering geven, vooral wanneer ze ook vroeg knollen hebben gezet. Maar als de schimmel vroeg is en het loof zeer vroeg moet worden gedood, kunnen redelijk dicht geplante gewassen een te fijne sortering geven, zeker als ze ook nog eens laat zijn begonnen met de knolzetting. In afwachting van rassen met een betere resistentie tegen *Phytophthora* dan de huidige rassen, kunnen bedrijven diverse mogelijkheden benutten om de directe en indirecte verliezen door deze schimmel tegen te gaan:

- zorg voor een optimale structuur als basis voor een vitaal gewas (zie de 5 punten reeds genoemd bij winterpeen);
- zorg voor een egale N-beschikbaarheid als basis voor een egaal gewas zonder schrale of rijke plekken, door een fijne verdeling en een egale verspreiding van de N-bronnen (resten voorvrucht, groenbemester en eventuele organische mest) over het veld (horizontaal) en in de bouwvoor (vertikaal);
- zorg voor een vlotte, maar niet te zware loofontwikkeling, een vroege knolzetting en minimale vatbaarheid voor- en verliezen door *Phytophthora* door eerstgenoemde maatregelen en door een matige N-voorziening;
- zorg voor een vlotte en regelmatige opkomst, door gebruik van goed voorgekiemd en *Rhizoctonia*-vrij pootgoed;
- zorg voor voldoende stengel- en knoldichtheid als basis voor een hoge veldopbrengst, door alle voorgaande maatregelen en door een niet te ruime plantafstand in de rij.

Een probleem, dat tot nu toe te weinig aandacht krijgt, is de consumptiekwaliteit van de EKO-aardappel. Het ras Santé wordt momenteel het meest geteeld, omdat telers er een redelijke veldopbrengst mee weten te behalen ondanks vroegtijdige loofdoding door *Phytophthora* en omdat de knollen redelijk lang zijn te bewaren. Maar is de consumptiekwaliteit wel voldoende, om de zo begeerde markt te veroveren op de gangbaar geteelde rassen, met name Bintje? Santé is van nature rijk aan organische zuren en kan daardoor grauw kleuren na koken. Ook kan het droge stofgehalte erg laag zijn, wanneer het loof vroeg moet worden gedood vanwege *Phytophthora*. Als dit minder dan 20% is, wordt de partij niet geaccepteerd door de groothandel. Over smaak valt niet te twisten, maar kenners prefereren een ras als Agria boven Santé. Welk ras zouden de consumenten prefereren? Dit zou eerst eens moeten worden uitgezocht, alvorens verder te gaan met de promotiecampagne voor Santé als de EKO-aardappel bij uitstek!

De meeste telers prefereren tot nu toe Santé boven Agria, omdat Agria later is en wat vatbaarder lijkt voor *Phytophthora*. In de rassenlijst van 1997 worden twee rassen genoemd, die even productief zijn als Santé en Agria, maar aanmerkelijk minder vatbaar zijn voor *Phytophthora*. Dit zijn Aziza en Remarka. Bovendien heeft Aziza een hoger droge stofgehalte en is het weinig gevoelig voor schurft, een belangrijke ziekte op lichte gronden. Het zou goed zijn, als deze rassen eens werden beproefd op hun geschiktheid voor de teelt én voor de consumptie.

Ui

Ui is bedrijfseconomisch een belangrijk gewas, maar kan met zijn KPI de innovatienorm net niet halen. Er zijn diverse oorzaken voor verliezen in termen van KPI, zoals te fijne bollen en watervellen. Maar het grootste probleem voor dit gewas is de vrij lage KPI-gecorrigeerde veldopbrengst (40 ton per ha), als gevolg van vroegtijdig afsterven van het loof. Dit wordt veroorzaakt door via de lucht aangevoerde schimmels, met name bladvlekkenziekte (*Botrytis squamosa*) en valse meeldauw (*Peronospora destructor*). In de rassenlijst worden de uienrassen tot nu toe niet beoordeeld op resistentie tegen deze schimmels. In afwachting van meer gegevens over de huidige rassen en de komst van meer resistente rassen, kunnen de bedrijven proberen de aantasting van het loof door diverse schimmels als volgt te beperken:

- zorg voor een optimale structuur als basis voor een vitaal gewas (zie de 5 punten reeds genoemd bij winterpeen);
- zorg voor een egale N-beschikbaarheid als basis voor een egaal gewas zonder schrale of rijke plekken, door een fijne verdeling en een egale verspreiding van de N-bronnen (resten voorvrucht, groenbemester en eventuele organische mest) over het veld (horizontaal) en in de bouwvoor (vertikaal);
- zorg voor een vlotte, maar niet te zware loofontwikkeling, een vroege bolzetting en minimale vatbaarheid voor- en verliezen door schimmels, door eerstgenoemde maatregelen en door een matige N-voorziening;
- zorg voor een vroeg gewas door diverse maatregelen (rassenkeuze, voorgekiemd zaaizaad of voorgekweekte kiemplanten, tijdstip en techniek van zaaibedbereiding en zaai);
- beschadig het loof zo min mogelijk bij mechanische en handmatige onkruidbestrijding, dit laatste houdt in dat de handkrachten uitsluitend op een wiedebed gelegen hun werk mogen doen;
- geef de schimmels zou weinig mogelijk kans om beschadigd loof aan te tasten, door te wachten met iedere vorm van onkruidbestrijding, tot het gewas droog is.

Conservenerwt en slaboon

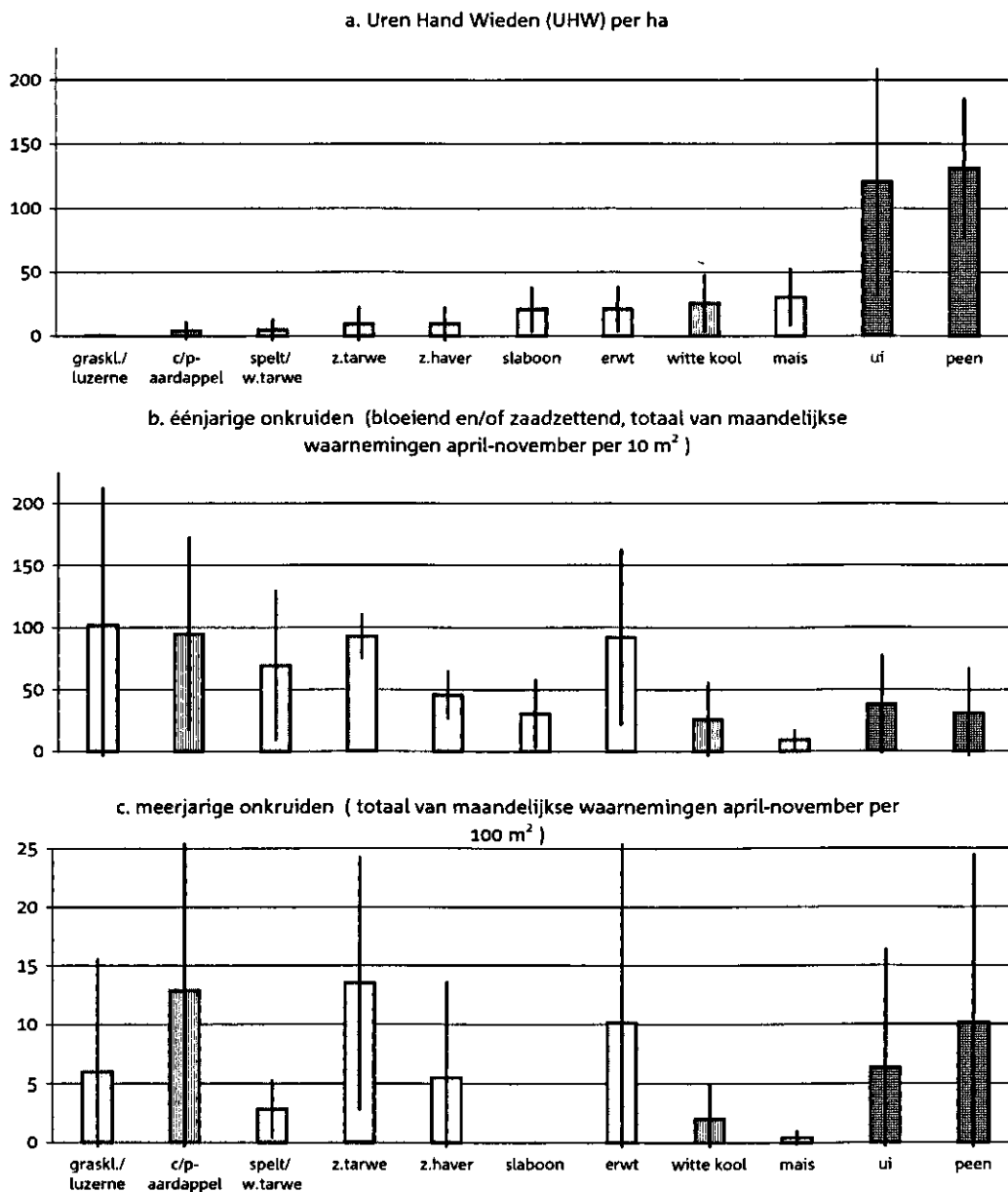
Deze twee gewassen voor de conservenindustrie zijn bedrijfseconomisch minder belangrijk dan bovengenoemde rooivruchten, maar zijn wel belangrijker dan tarwe, gerst en haver. Hun KPI schommelt rond de innovatienorm. Bij erwt zijn er diverse oorzaken van verliezen, bij slaboon is aantasting door *Sclerotinia sclerotiorum* (rattekeutelziekte) de belangrijkste oorzaak. Deze bodemschimmel kan in principe alle gewassen aantasten, behalve mais en granen. Economisch is de schimmel vooral schadelijk bij stamslaboon, knolselderij en witlof. De schimmel is een zg. zwakteparasiet; het gewas wordt aangetast nadat de grond twee weken onafgebroken vochtig is geweest. Dan ontwaken de sklerotiën in de bovenste centimeters van de grond en vormen paddestoeltjes. Die schieten hun sporen in het rond en deze infecteren de plant via verwelkende bloemen en beschadigd of afstervend loof. Juist vanwege hun uitbundige bloei zijn vlinderbloemigen kwetsbaar. Omdat in de meeste MVM-varianten de groep vlinderbloemigen als hoofdgewas en als groenbemester met maximale teeltfrequentie (1:3) wordt geteeld (omwille van de N-voorziening), zijn de varianten in principe zeer kwetsbaar voor deze polyfage bodemschimmel. Gelukkig blijkt er Europees veel aandacht voor deze schimmel en is men inmiddels in het stadium van commerciële toepassing van biologische bestrijding met een hyperparasitaire schimmel (*Coniothyrium minitans*). M. Gerlach van IPO-DLO doet mee aan de Europese werkgroep voor toetsing op praktijkschaal en is bereid een aantal innovatiebedrijven inoculum te leveren van de hyperparasiet. Bij voorkeur wordt deze verspoten over de oogstresten van slaboon. Maar doperwten en klavergroenbemesters zijn ook geschikt, mits ze zwaar zijn aangetast. Op proefbedrijf De Waag is gebleken, dat een dergelijke toepassing leidt tot 90% minder paddestoeltjes in het jaar daarop (Lit. 2.2).

2.4.2. Betere onkruidbeheersing

Probleem

Het MVM is mede ontworpen vanuit de visie, dat onkruiden moeten worden beheerst door een combinatie van concurrentie (om licht-, nutriënten- en water) door hoofdgewassen met groenbemesters en machinale onkruidbestrijding. De eerste component is het meest werkzaam in de maaivruchten, de tweede in de rooivruchten. Door een strakke afwisseling van maa- en rooivruchten kan worden verhinderd, dat onkruidsoorten zich opbouwen, die minder gevoelig

zijn voor de ene of de andere component. Handmatige onkruidbestrijding is een aanvullende component, die het bedrijf niet te zeer mag belasten en ook niet afhankelijk mag maken van krachten van buiten. Nu het MVM in zijn diverse bedrijfsvarianten op ieder veld (uitgezonderd die van de later bijgekomen bedrijven 4, 11 en 12) voor de eerste maal is gepasseerd, kan de werkzaamheid van het ontwerp t.a.v. de onkruid-beheersing worden getoetst. In Hoofdstuk 2.2.2 is uiteengezet, dat handmatige onkruidbestrijding, uitgedrukt in Uren Hand Wieden (UHW), de meest geëigende maatstaf hiervoor is. Uit de toetsing blijkt, dat UHW zeer hoog is in de rooivruchten met weinig concurrentiekracht, zoals winterpeen, ui, biet en witlof, en dat dit in de periode '92-'97 niet minder is geworden. Per bedrijf blijft UHW tussen 500 en 2500 steken. Hieruit moet worden geconcludeerd, dat met het MVM de onkruiden nog onvoldoende worden beheerst.



Figuur 2.12 Uren Hand Wieden (UHW en de vermeerdering van eenjarige en meerjarige onkruiden in 1995 per gewas (Standaardafwijking op basis van minstens 4 bedrijven).

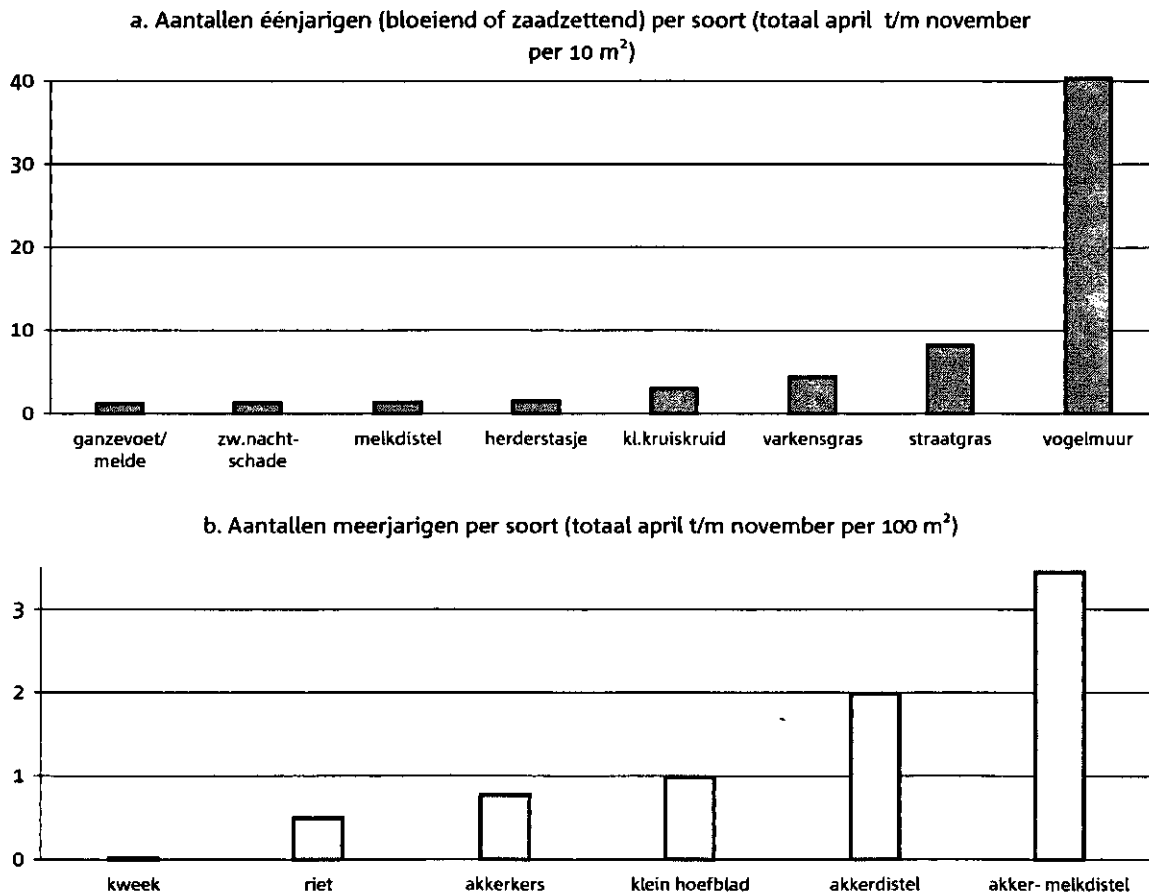
Verdiepend onderzoek

Hoe kunnen het MVM, de afzonderlijke teeltsystemen en het management worden verbeterd in onkruidbeheersing? Daartoe hebben we in 1995 op alle bedrijven en in ieder veld c.q. gewas (op 10 vaste plekje langs een diagonaal over het veld) maandelijks de onkruiden geteld, die zich stonden te vermeerderen, vegetatief (meerjarige soorten) of generatief (eenjarige soorten) (Lit. 2.3). Aldus is een beeld verkregen van de aantallen en soorten onkruiden, die tot nu toe ontkomen aan de twee vaste componenten van de onkruidbeheersing en zo de bovenmatige behoefte aan de aanvullende component handmatige onkruidbestrijding in stand houden.

Uit de waargenomen aantallen per gewas blijkt dat vooral tegen eenjarige onkruiden de combinatie van gewasconcurrentie en machinale onkruidbestrijding onvoldoende werkzaam is (Fig. 2.12b). Ze blijken zich in grote aantallen te kunnen vermeerderen, met name in de gewassen waarin niet of nauwelijks aanvullend kan worden gewied. Dit zijn grasklaver/luzerne, cons./pootaardappel, spelt/wintertarwe, zomertarwe en erwt (Fig.2.12a). Meerjarige onkruiden ontkomen in veel lagere aantallen aan de MVM-onkruidbeheersing (Fig.2.12c). Bij beide typen onkruiden variëren de aantallen niet alleen van gewas tot gewas, maar ook van veld tot veld c.q. van bedrijf tot bedrijf, gelet op de doorgaans hoge standaardafwijking.

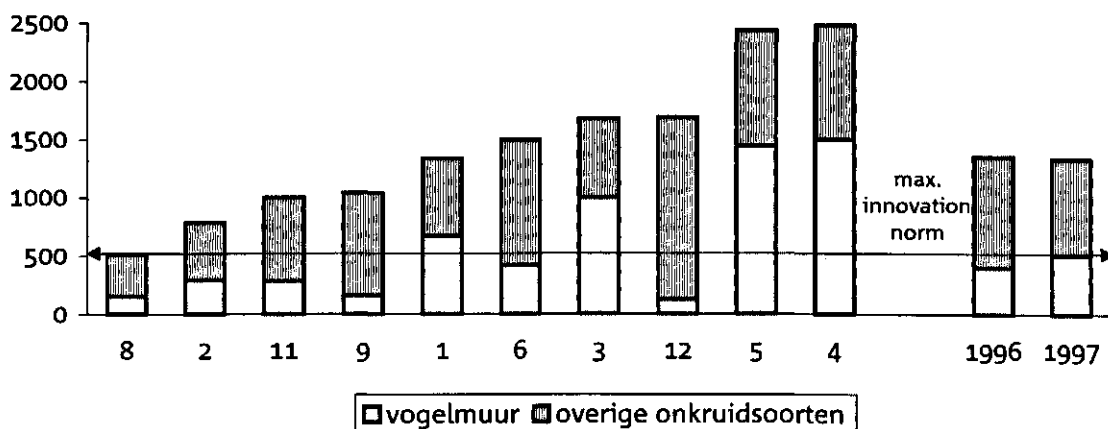
Niettemin kunnen qua onkruidbeheersing enige zwakke en sterke gewassen worden genoemd. Gewassen, waarin zowel veel een- als meerjarige onkruiden ontkomen aan de MVM - onkruidbeheersing, zijn cons./ pootaardappel, zomertarwe en erwt. Gewassen, waarin beide typen onkruid juist goed worden beheerst, zijn slaboon, witte kool en maïs. Deze laatste drie gewassen hebben bovendien een lage behoefte aan UHW. Vooraf en aan het begin van deze drie gewassen is blijkbaar steeds voldoende tijd voor een effectieve machinale onkruidbestrijding en nakiemend onkruid blijken ze voldoende te kunnen beconcurreren om licht, nutriënten en water.

Uit de waargenomen aantallen per onkruidsoort, blijkt de onkruidbeheersing slechts onvoldoende voor een paar soorten (Fig.2.13). Bij de eenjarigen is vogelmuur (*Stellaria media*) verreweg de belangrijkste probleemsoort. Bij de meerjarigen zijn akkermelkdistel (*Sonchus arvensis*) en in mindere mate akkerdistel (*Cirsium arvense*) de probleemsoorten. Het is niet verwonderlijk, dat vogelmuur en in mindere mate straatgras, klein kruiskruid en herderstasje de soorten zijn die zich het beste kunnen handhaven. Het zijn nl. soorten die op elk tijdstip van het jaar kunnen kiemen en tot zaadproductie kunnen komen. Het zijn deze 'generalisten' die in het MVM overleven door op ieder moment elke open plek te benutten die gewas en ondernemer hen geven.



Figuur 2.13 Meest voorkomende eenjarige en meerjarige onkruidsoorten gemiddeld over de bedrijven in 1995

In 1996 is achteraf aan de bedrijven gevraagd, te schatten welk deel van de UHW is besteed aan vogelmuur. In 1997 is dit van maand tot maand gevraagd. Gemiddeld blijken de bedrijven zowat de helft van de UHW te besteden aan vogelmuur (Fig.2.14). De voor de hand liggende conclusie is, dat de soorten die zich het meest kunnen vermeerderen binnen de huidige MVM-varianten, ook de meeste behoefte veroorzaken aan aanvullende handmatige onkruidbestrijding. Deze conclusie is niet nieuw; het is slechts een genuanceerde variant van oude volkswijsheden, zoals: 'Wie zijn roet laat staan, kan tien jaar uit wieden gaan.' Maar kunnen de UHW ook worden teruggedrongen door eenjarige onkruiden consequent te verhinderen zaad te zetten? Bedrijf 8 richt het management hier al vele jaren op, door resterende en nagekiemde onkruiden met de hand te wieden en van het veld af te voeren. Vanaf het begin van het project in 1992 heeft het circa 500 UHW en bereikt het daarmee als enige de innovatienorm. Wellicht werkt de relatief wat zwaardere grond hierbij in het voordeel (dunnere bodemlaag van waaruit zaden kunnen kiemen). Op De Lovinkhoeve, het proefbedrijf van AB-DLO voor ecologische akkerbouw/groenteteelt, zijn Groeneveld en Lotz inmiddels een meerjarig onderzoek begonnen naar de mogelijkheden van vermindering van UHW door uitputting van de zaadbank van eenjarige onkruiden in de bouwvoor.



Figuur 2.14 Uren Hand Wieden (UHW) per bedrijf, besteed aan vogelmuur en overige onkruidsoorten in 1997

Mogelijkheden voor verbetering

De ontwikkeling van een effectieve biologische bestrijding tegen vogelmuur zou de bovenmatige behoefte aan UHW in hoge mate kunnen terugdringen! In afwachting hiervan kunnen de bedrijven diverse mogelijkheden benutten, die er nu al zijn. Bedrijven met extreme onkruiddruk of chronisch gebrek aan handkracht kunnen gewassen met een zwakke combinatie van gewasconcurrentie en machinale onkruidbestrijding radicaal vervangen door gewassen met een sterke combinatie:

- slaboon i.p.v. erwte;
- maïs i.p.v. tarwe;
- witte kool (of knolselderij) i.p.v. consumptie-/pootaardappel.

Minder radicaal is te trachten, het teeltsysteem en het management van de huidige gewassen te verbeteren. Hiervoor zijn nog veel mogelijkheden, gezien de grote variatie per gewas in UHW en aantallen vermeerderende onkruiden tussen de bedrijven (Fig. 2.12). In deze figuur staan de hoofdgewassen op volgorde van afnemende UHW. In dezelfde volgorde zullen de mogelijkheden van de gewassen kort worden aangegeven.

Winterpeen

Bij dit bedrijfseconomisch belangrijk gewas variëren de bedrijven behoorlijk in UHW (75-175). Uiteraard moet het zeer hoge aantal UHW vooral worden teruggebracht door betere preventie van zaadzetting in de voorafgaande gewassen. Maar gezien de variatie tussen de bedrijven zijn er wellicht ook nog enige mogelijkheden binnen het gewas zelf:

- vroegtijdige rugopbouw ten behoeve van een vals zaaibed voor onkruiden en wat later zaaien;
- voorgekiemd zaad gebruiken om een snelle en regelmatige opkomst te verkrijgen na late zaai;
- wieden met de hand vanaf het wiedenbed, i.p.v. lopend tussen de ruggen met de hak of blote hand (mede ter voorkoming van stress voor het gewas door bodemverdichting, wortel- en loofbeschadiging c.q. aantasting door diverse schimmels);
- meerjarige onkruiden kunnen zich relatief goed handhaven in dit gewas, het veld dus goed nalopen met de hak.

Ui

In dit gewas variëren de bedrijven zeer sterk in UHW (30-200). Afgezien van betere preventie van zaadzetting in voorafgaande gewassen, zijn er ook nog mogelijkheden binnen het gewas zelf:

- een ruimere afstand tussen de rijen, eventueel in combinatie met teelt op ruggen;
- voorgekiemd zaad gebruiken om een snelle en regelmatige opkomst te verkrijgen na uitstel van zaai ten behoeve van een vals zaaibed voor onkruiden;
- voorgekweekte planten in perspotten uitpoten na een of twee keer een vals zaaibed te hebben aangelegd (systeem OBS-PAV);
- indien afstand tussen de rijen minstens 50 cm: machinale onkruidbestrijding in de rij met een nieuwe machine, nl. de vingerwieder (in onderzoek op proefbedrijf OBS);
- wieden met de blote handen vanaf het wiedbed, i.p.v. lopend tussen de ruggen met de hak of blote hand (mede ter voorkoming van stress voor het gewas door bodemverdichting, wortel- en loofbeschadiging c.q. aantasting door diverse schimmels);
- loof vernietigen als het gestreken is en vlot oogsten, niet alleen met het oog op de kwaliteit, maar ook om zaadzetting van eenjarige onkruiden en uitlopen van meerjarige onkruiden tegen te gaan.

Mais, witte kool en slaboon

Zowel in UHW als in onkruidvermeerdering bereiken de meeste bedrijven lage aantallen; er is dus weinig behoefte aan verdere verbetering.

Conserven erwten

Dit gewas wordt vroeg gezaaid en sluit ook vroeg in het voorjaar, zodat machinale en handmatige onkruidbestrijding slechts beperkt mogelijk zijn. De meeste bedrijven maken dus weinig UHW. Maar in de dichte regels blijven wel veel onkruiden staan, die de concurrentie van het gewas weerstaan en tot zaadzetting en uitlopen komen. Er zijn enige mogelijkheden om dit tegen te gaan:

- vals zaaibed;
- diep zaaien en herhaald eggen (parallel aan de rijen en schuin of dwars over de rijen), voor opkomst al te beginnen of normale diepte zaaien, zaaivoor opruggen met schijven en later afeggen (systeem van de Dries);
- zo ruim mogelijke rijenafstand voor aanaardend schoffelen;
- plekken met meerjarige onkruiden braak leggen en zo houden (eventueel later inzaaien met groenbemester);
- na oogst gewasresten inwerken en inzaaien met Phacelia, de vlotst kiemende en -dekkende groenbemester in de zomer (allochtoon uit het zonnige Californië!), zeker als de grond droog is.

Zomer- en wintergranen

De bedrijven hebben zowel in winter- als in zomergranen weinig inzet aan UHW; dit kan ook moeilijk anders gezien de snelle sluiting van deze gewassen. Maar in onkruidvermeerdering zijn er grote verschillen tussen de diverse granen en per graansoort ook tussen de bedrijven. Eenjarige én meerjarige onkruiden vermeerderen zich in zomertarwe in tweemaal zo hoge aantallen als in haver. Wintertarwe/spelt varieert sterk qua eenjarigen maar lijkt qua meerjarigen het beste te concurreren van de granen. Enkele jaren terug zijn de meeste bedrijven op zomertarwe overgestapt, om te voldoen aan de toenemende eisen inzake de bakkwaliteit, met name de eis dat de tarwe minstens 11,5% eiwit bevat. Met zomertarwe lijkt de preventie van onkruiden in de volggewassen nogal verzwakt, met name voor wat betreft de

meerjarige onkruiden. Vervanging door haver of nog beter door maïs is een radicale oplossing voor bedrijven met een hoge onkruiddruk of chronisch gebrek aan handkracht. Minder radicaal is de onkruidbeheersing in zomertarwe en andere granen als volgt te verbeteren:

- vals zaaibed voor onkruiden en wat later zaaien;
- diep zaaien, waarna zaaivoor gefaseerd dichten met sleep of meteen dichten en later herhaald eggen (parallel aan de rijen en schuin of dwars over de rijen), of normale diepte zaaien, zaaivoor daarna iets opruggen en rugjes afeggen na opkomst (systeem Van de Dries);
- zo ruim mogelijke rijenafstand voor aanaardend schoffelen;
- plekken met meerjarige onkruiden afdekken met plastic of braak leggen (eventueel later inzaaien met groenbemester);
- groenbemester pas onderzaaien, als het veld vrij is van onkruiden (desnoods pas na de oogst);
- na de oogst de stoppel goed op onkruiden controleren, alvorens te beslissen of een ondergezaaide groenbemester wordt gehandhaafd en zoniet, welke (kerend of niet-kerend, diepte) en hoeveel stoppelbewerkingen er nodig zijn.

Consumptie- en pootaardappelen

In deze gewassen, met name in consumptie aardappel, krijgen zowel eenjarige als meerjarige onkruiden de kans zich flink te vermeerderen. Met een aantal maatregelen kan dit onnodig groot gat in de preventie worden gedicht:

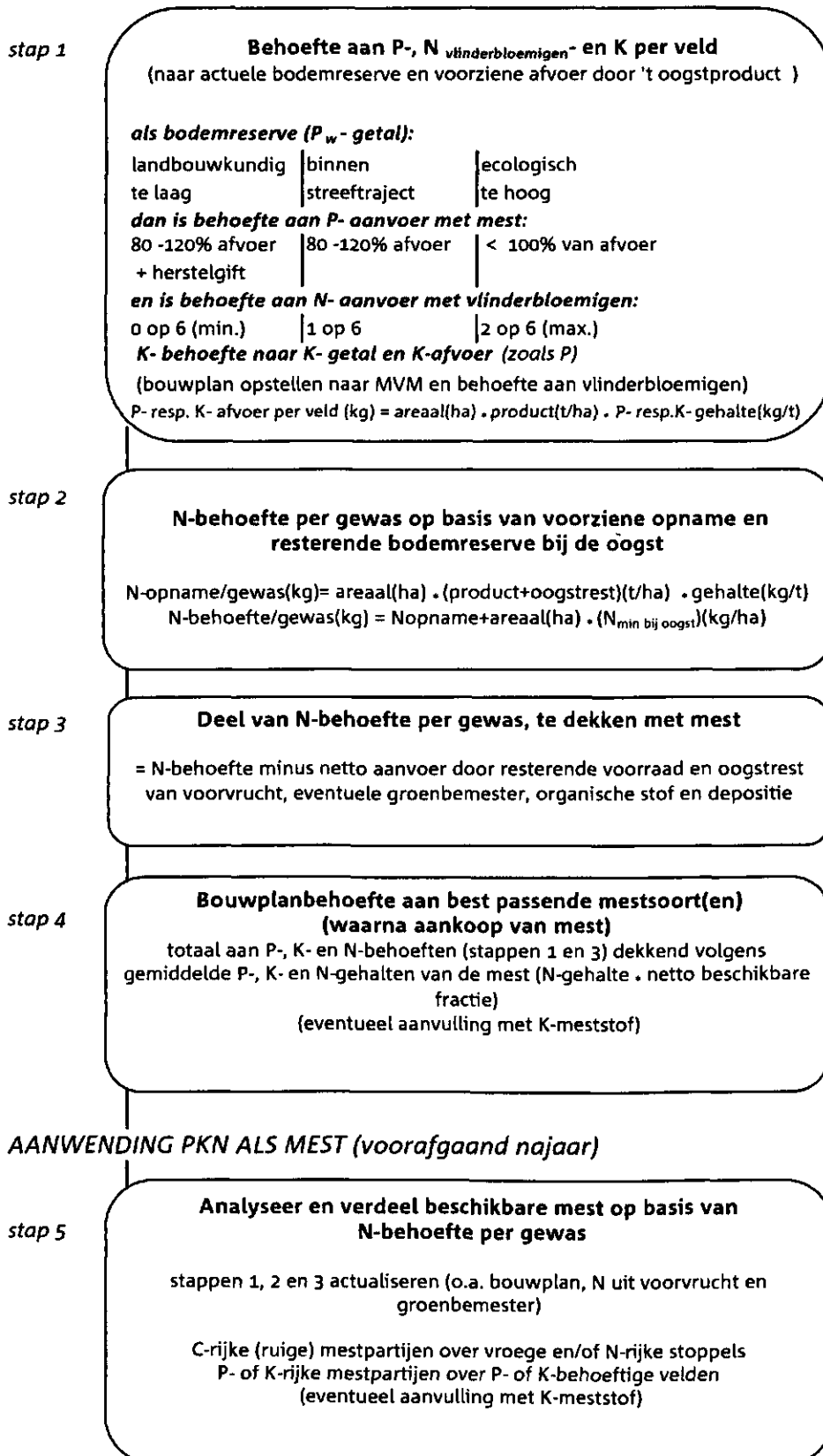
- meer aandacht voor de onkruidpreventie bij de wijze van ruggen opbouwen, desnoods extra afeggen en weer aanaarden;
- bij consumptie aardappel niet langer wachten met rooien dan strikt nodig is; desnoods bloeiend onkruid afbranden voordat het de zaadbank kan vullen.

Grasklaver

Grasklaver heeft de naam tegen onkruid zeer goed op te kunnen en aldus een aanwinst te zijn voor de vruchtwisseling. Dit beeld is niet correct voor de beginfase, waarin grasklaver vaak aarzelend op gang komt en dan gemakkelijk veronkruidt. Omdat het zo dicht wordt gezaaid, is vroegtijdig maaien dan de enige oplossing. Op de drie bedrijven, waar in 1995 grasklaver werd geteeld, varieerden de aantallen onkruiden enorm. De hoogst aantallen werden bereikt bij inzaai van de grasklaver in het najaar na consumptie aardappel. Dit gewas werd niet meer gemaaid of begraasd en bleef kort en open, zodat aan het eind van de winter straatgras en vogelmuur massaal tot bloei en zaadzetting konden komen. Met de volgende maatregelen kan de onkruidbeheersing worden verbeterd:

- zaai tijdig, vóór 1 september, dan kan het gewas nog voldoende massa produceren voor een maai- of graassnede annex onkruidbestrijding;
- zaai anders pas in het volgende voorjaar, zonodig na een vals zaaibed;
- vervroeg in alle gevallen een maaibeurt, als onkruiden in bloei dreigen te geraken.

BEGROTING PKN-BEHOEFTEN (voorafgaand voorjaar)



Figuur 3.1 De twee fasen en 5 stappen in het Ecologisch Nutriënten Beheer (ENB) op klei- en zavelgrond.

3. Toetsing en verbetering van het Ecologisch Nutriënten Beheer (ENB)

In dit hoofdstuk bespreken we de voortgang van het Ecologisch Nutriënten Beheer (ENB). Dit is de bedrijfsmethode die zorgt voor een vruchtbare bodem en een schoon milieu. In Hoofdstuk 3.1 bespreken we de voorlopige verbeteringen in ontwerp en beheer. In Hoofdstuk 3.2 toetsen we de aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid van ENB met als maatstaven: PK-jaarbalansen (aanvoer/afvoer) en inzet van vlinderbloemigen c.q. biologische N-binding. In Hoofdstuk 3.3 volgt toetsing van de werkzaamheid van het ENB met als maatstaven: PKN-bodemreserves, mate van dekking van de N-behoefte per gewas en N-uitspoeling. In Hoofdstuk 3.4 bespreken we de mogelijkheden voor verdere verbeteringen in ontwerp en beheer.

3.1. Voorlopige verbeteringen in ontwerp en beheer

Om te zorgen voor zowel een vruchtbare bodem als een schoon milieu, is het Ecologisch Nutriënten Beheer (ENB) gericht op een balans tussen aan- en afvoer van nutriënten. Dit is echter geen doel op zich, maar een middel tot landbouwkundig gewenst en ecologisch aanvaardbaar beheer van bodemreserves. Een evenwicht tussen aan- en afvoer is namelijk geen garantie voor een vruchtbare bodem en een schoon milieu. Door onder- of overdosering in het verleden kan de bodemreserve immers op een landbouwkundig te laag of ecologisch te hoog peil zijn geraakt. In Hoofdstuk 1 is ENB gemotiveerd en als volgt gedefinieerd:

ECOLOGISCH NUTRIËNTEN BEHEER is een bedrijfsmethode met zodanige afstemming van aanvoer op afvoer van nutriënten, dat de bodemreserves passen in streeftrajecten, die landbouwkundig gewenst en ecologisch aanvaardbaar zijn.

ENB bestaat uit twee fasen en 5 stappen (Fig. 3.1):

- Begroot vroeg in het voorafgaande jaar de PK-behoeften per veld (beheer bodemreserves) en de N-behoefte per gewas in het nieuwe bouwplan (fase 1):
 - Behoefte aan aanvoer van P en K met mest en N met vlinderbloemigen op basis van aanwezige bodemreserves in dit voorjaar en van voorziene afvoer door oogstproducten (stap 1);
 - N-behoefte op basis van de bij de oogst voorziene opname per gewas en resterende bodemreserve (N_{\min} 0-100 cm)(stap 2);
 - deel van de N-behoefte te dekken met mest: dit is het verschil tussen de N-behoefte en de netto N-aanvoer door de resterende N-reserve en de oogstrest van de voorvrucht, door een eventuele groenbemester en door mineralisatie van organische stof en depositie (stap 3);
 - minimaal en maximaal benodigde c.q. aan te kopen hoeveelheden van de best passende mestsoort(en), gezien de P-, K- en N-behoeften van velden/gewassen en de voorziene P-, K- en N-gehalten en de beschikbare N-fractie van deze mestsoort(en) (stap 4);
- Wend in het voorafgaande najaar de benodigde PKN in de vorm van mest aan per veld c.q. gewas (fase 2):
 - analyseer de beschikbare mest en verdeel deze over de gewassen c.q. velden op basis van de N-behoefte per gewas, zonodig aangevuld met een K-meststof (stap 5).

In deze meest recente versie wordt ENB vanaf 1998 getoetst. De belangrijkste verbeteringen die zijn aangebracht sedert 1994 worden per stap toegelicht in Hoofdstukken 3.1.1 (begroting) en 3.1.2 (aanwending mest).

3.1.1. Begroting

Vergeleken met de voorgaande versie, is het aantal stappen in het ENB teruggebracht van 8 tot 5 met de begroting als stappen 1 tot 4 (Fig. 3.1). Daarbij is de inhoud van de stappen behoorlijk gewijzigd en herverdeeld, om een effectiever en overzichtelijker ENB te verkrijgen. De nu volgende toelichting beperkt zich tot de belangrijkste verbeteringen.

Stap 1. De behoefte per veld begroten aan P- en K-aanvoer met mest en N-aanvoer met vlinderbloemigen (naar actuele bodemreserves en voorziene afvoer door het oogstproduct)

Voor P en K is het landbouwkundig verantwoord en ecologisch gewenst, het ENB te richten op beheer van de bodemreserves per veld. Hierbij worden voor alle gewassen dezelfde streeftrajecten voor P en K aangehouden, met onder- en bovengrenzen afgestemd op de meest PK-behoefte gewassen. Zo kan zg. bouwplanbemesting worden toegepast. Dit houdt in, dat per veld de aanwending van P en K met mest is gericht op het bereiken en handhaven van de gewenste bodemreserves voor meerdere jaren c.q. gewassen. De bemesting per veld hoeft dus niet overeen te komen met de PK-behoefte van het gewas in het betreffende jaar. Het grote voordeel is dan, dat de aanwending van mest vooral kan worden gericht op de dekking van de N-behoefte van het gewas.

De eerste verbetering betreft de begroting per veld van de behoefte aan N-aanvoer door vlinderbloemigen, in relatie tot de P-reserve. Bij een P-reserve boven het streeftraject is dit nodig, omdat dan de P-behoefte en daarmee de mestbehoefte minimaal is. Dit zal leiden tot een dermate lage N-aanvoer door mest, dat er een maximale behoefte is aan N-aanvoer door vlinderbloemigen (2 op 6 volgens MVM), om N-onderdosering te vermijden. Ook bij een P-reserve onder het streeftraject is het nodig de N-aanvoer door vlinderbloemigen goed te begroten, omdat dan de P-behoefte c.q. mestbehoefte maximaal zijn. Dit zal leiden tot een dermate hoge N-aanvoer door mest, dat er een minimale behoefte is aan N-aanvoer door vlinderbloemigen (0 op 6), om N-overdosering te vermijden. Tot nu toe is volstaan met een globale begroting van de behoefte aan N-aanvoer door vlinderbloemigen op basis van de gemiddeld beschikbare P-reserves c.q. het gemiddelde P_w -getal van de te bemesten velden. Daardoor is het tot nu toe niet mogelijk geweest, te hoge resp. te lage P-reserves per veld binnen het streeftraject te krijgen door een minimale resp. maximale mestdosering, die tevens de N-behoefte dekt dankzij een passende N-aanvoer door vlinderbloemigen. Vanaf 1998 zal dit echter wel mogelijk zijn. Dan zal voor elk veld op basis van het P_w -getal de behoefte aan N-aanvoer door vlinderbloemigen worden begroot. Daarbij zal voor de drie voor maaivruchten bestemde velden worden beslist of volgend jaar een vlinderbloemig hoofdgewas zal worden geteeld en welk dit zal zijn. En voor de drie voor rooivruchten bestemde velden zal worden beslist of vooraf (dus dit jaar) een vlinderbloemige groenbemester zal worden geteeld en welke dit zal zijn. Uiteraard moeten deze beslissingen worden genomen volgens de richtlijnen voor het MVM (Hoofdstuk 2.1.1) en moet deze passen binnen de momenteel gebruikte bedrijfsvariant van het MVM. De begroting van de behoefte aan N-aanvoer door vlinderbloemigen en vervolgens de beslissing op welk(e) veld(en) een vlinderbloemig hoofdgewas zal worden

geteeld, moeten reeds in het begin van stap 1 plaatsvinden, omdat per veld het geplande gewas bekend moet zijn i.v.m. de begroting van de PK-behoefte op basis van de PK-afvoer.

De tweede verbetering is, dat vanaf 1998 van alle velden de P- en K-behoefte worden begroot, op basis van de actueel beschikbare PK-reserves. Deze worden elk voorjaar bepaald, door bemonstering van de bouwvoor en analyse op P_w en K-getallen. Voorheen werd alleen begroot voor de te bemesten velden, gelet op de N-behoefte van de geplande gewassen. Maar in de praktijk blijkt het niet goed mogelijk een jaar van te voren al te plannen welk gewas er op elk veld zal komen, vanwege de onzekere afzetmarkt voor diverse producten. (Juist daarom is MVM ontworpen met de nodige keuzemogelijkheden tussen overeenkomstige gewassen in ieder blok!). Door te begroten voor alle velden, hoeft pas in het voorafgaande najaar te worden beslist, hoe de mest wordt verdeeld over de velden. De mest blijft wel verdeeld volgens de begroting van het deel van de N-behoefte van het geplande gewas, dat door mest moest worden gedekt, ter aanvulling op de N-aanvoer uit andere bronnen (zie stap 3).

Een derde verbetering is, dat vanaf 1997 de PK-behoefte zo worden begroot, dat ze minder gevoelig zijn voor schommelingen in de PK-afvoer (opbrengst x PK-gehalten per oogstproduct) en in de PK-bodemreserves (P_w - en K-getallen). Ze worden voortaan namelijk begroot met een marge van ± 0.2 ten opzichte van de PK-afvoer en met een interval van 10 eenheden ten opzichte van de PK-bodemreserves. Door een globalere begroting van de PK-behoefte zijn deze beter te dekken met mest, die in gemeten PK-gehalten vaak aanzienlijk blijkt af te wijken van de kengetallen op grond waarvan de benodigde hoeveelheid is begroot en aangekocht.

Stap 2. De N-behoefte per gewas begroten op basis van de bij de oogst voorziene N-opname en resterende bodemreserve.

De eerste verbetering betreft een meer nauwkeurige wijze van begroten van de N-behoefte per gewas. Dit is noodzakelijk, omdat gewassen veel gevoeliger op N reageren dan op P en K. Dit betreft zowel de vitaliteit en de kwaliteitsproductie als de milieu-effecten van de gewassen. Daarom wordt vanaf 1996 de N-behoefte niet meer - analoog aan de P- en K-behoefte - begroot op basis van de N-afvoer, maar op basis van de N-opname per gewas en resterende bodemreserve bij de oogst. Zo wordt meer rekening gehouden met de grote verschillen tussen gewassen in de verhouding tussen afgevoerde en opgenomen N en in efficiëntie van de N-opname. Het belang van dit laatste blijkt uit de grote verschillen in resterende bodemreserves.

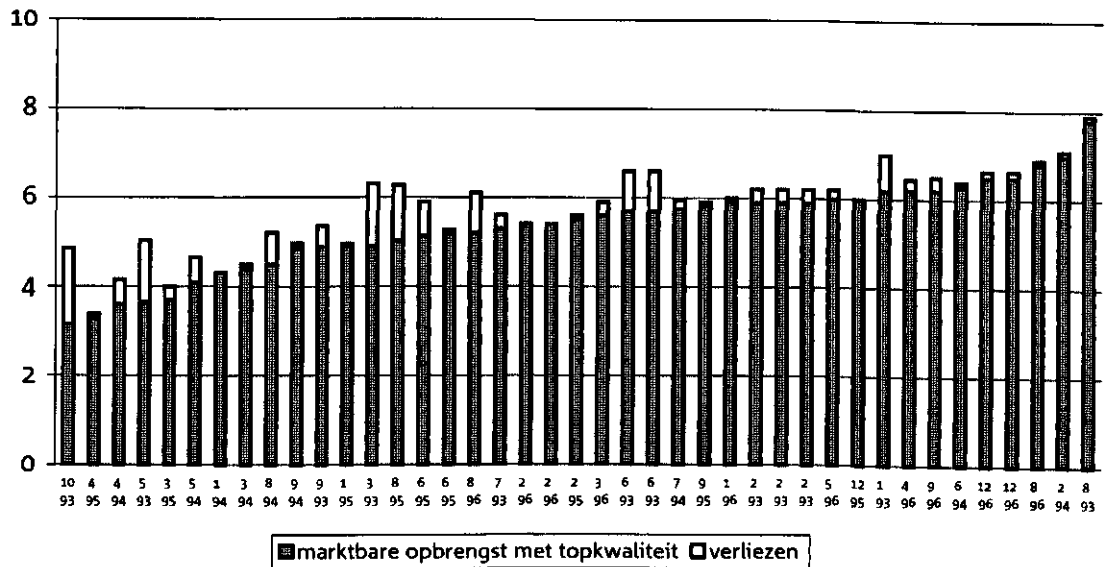
De tweede verbetering betreft de bepaling van de N-behoefte per niet-vlinderbloemig gewas op basis van een landbouwkundig en ecologisch verantwoord streeftraject voor het totaal van N-opname en resterende N-bodemreserve bij de oogst. (Voor vlinderbloemige gewassen is steeds het deel van de N-behoefte, te dekken door mest op 0 gesteld.) Om de N-behoefte per niet-vlinderbloemig gewas te begroten, zijn de afgelopen jaren de per gewas opgenomen N in product en oogstrest alsmede de resterende bodemreserve bij de oogst bepaald door systematische bemonstering en analyse. We stonden voor de keuze voor elk bedrijf de eigen opbrengsten en gehalten aan producten en oogstresten aan te houden, of voor de groep van bedrijven streefopbrengsten met bijbehorende gehalten aan te houden. Voor het laatste is besloten. Hierbij wordt voor elk hoofdgewas als streefopbrengst de top 5 aangehouden van de voor KPI-gecorrigeerde veldopbrengsten sinds 1993, die gepaard zijn gegaan met een resterende N-voorraad bij begin van de uitspoelingsperiode, die binnen de maximum innovatienorm is gebleven ($70 \text{ kg/ha } N_{\min}$ in de laag van 0-100 cm). Hoe hieruit een streeftraject voor de begroting van de N-behoefte kan worden afgeleid, wordt voor tarwe geïllustreerd in Fig. 3.2.

Hieruit blijkt, dat de innovatienorm voor de potentiële uitspoeling zelden overschreden wordt (Fig. 3.2b). De voorhoedebedrijven mogen de tarwe dus voortaan gerust wat meer N beschikbaar stellen. Omdat de voorlopige top 5 velden uiterst rechts in Fig. 3.2 staan, mag daarbij in de komende jaren een hoger streeftraject worden verwacht.

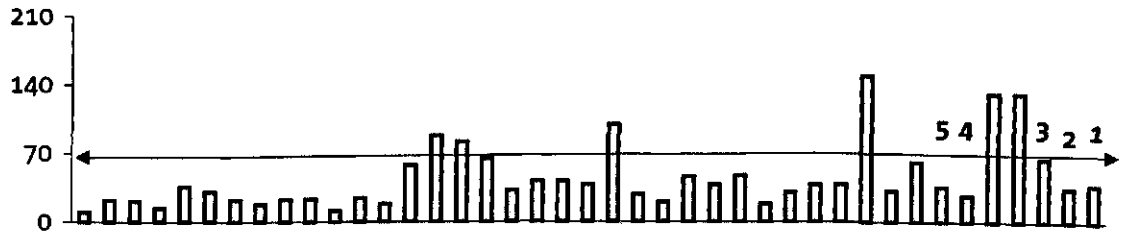
In Fig. 3.3 wordt het streeftraject voor de begroting van de N-behoefte bij ui afgeleid. In grote tegenstelling met tarwe, blijkt ui in de meeste gevallen de innovatienorm voor de potentiële uitspoeling te overschrijden (Fig. 3.3b). Niettemin staan de top 5 redelijk rechts in de figuur, dus een hoge kwaliteitsproductie is niet in strijd met het behoud van schoon grond- en oppervlaktewater! Opvallend is wel, dat het overschrijden van de innovatienorm voor de potentiële uitspoeling vaak niet gepaard gaat met overschrijding van het streeftraject voor de begroting van de N-behoefte (vergelijk Fig. 3.3b met Fig. 3.3c). In de meeste gevallen betreft dit velden met een veel lagere opbrengst dan de top 5. Dus ook een tegenvallende opbrengst c.q. N-opname door het gewas kan leiden tot te hoge potentiële uitspoeling.

Op dezelfde wijze is voor de hoofdgewassen peen, pootaardappel en consumptie aardappel een landbouwkundig gewenst en ecologisch verantwoord traject voor de begroting van de N-behoefte vastgesteld, met de nodige ruimte voor verdere optimalisatie (Fig. 3.4 - 3.6). Door met een steeds opnieuw opgemaakte top 5 de N-behoefte zowel te begroten naar opbrengst-maximalisatie als uitspoelingsminimalisatie, wordt een landbouwkundig én ecologisch progressieve adviesbasis voor de N-voorziening verkregen.

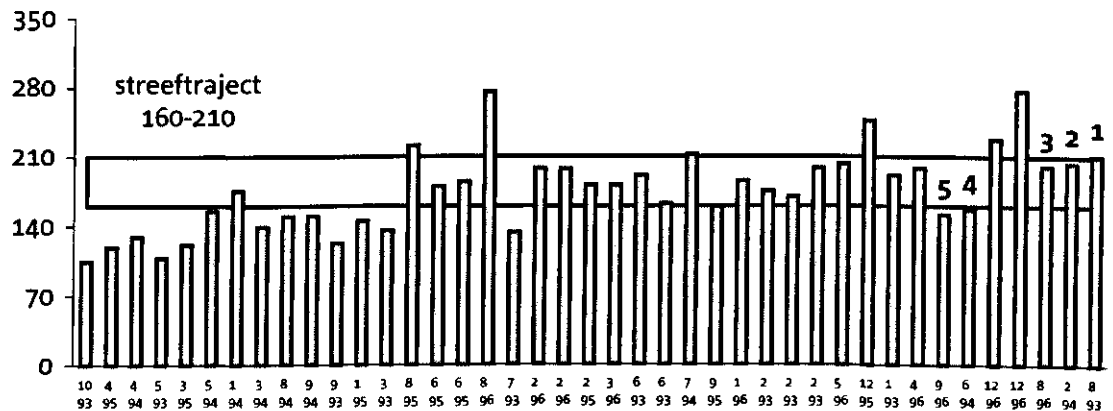
a. Tarwevelden op volgorde van kwaliteitsproductie (t/ha)
(veldopbrengst gecorrigeerd voor oogst-, sorteer- en kwaliteitsverliezen, vlg KPI)



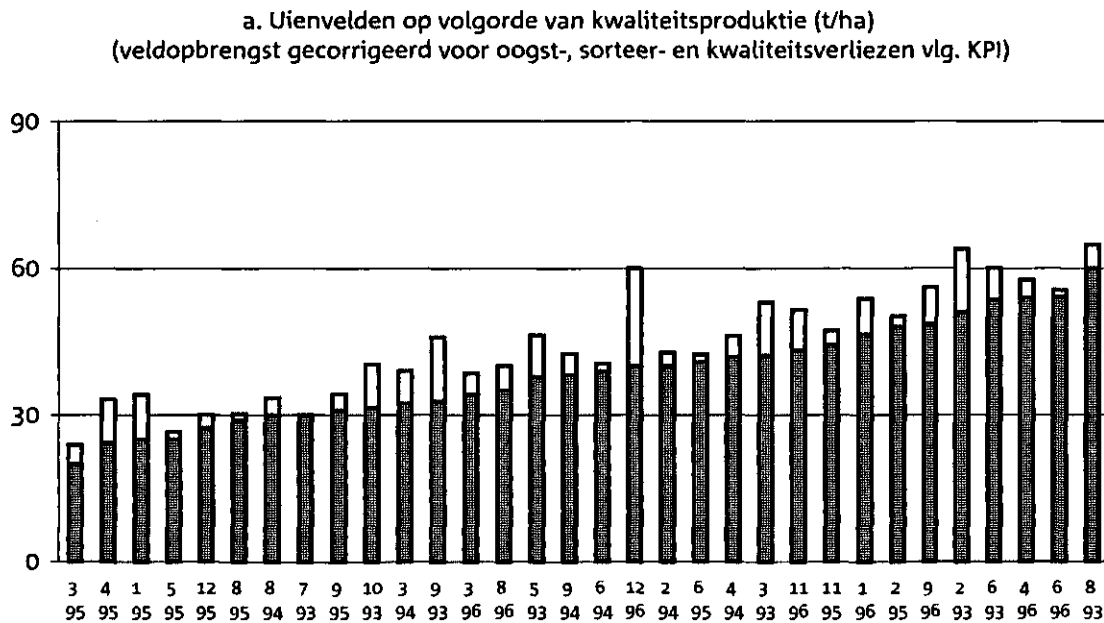
b. Potentiële N-Uitspoeling (PNU) (kg Nmin/ha in de bodemlaag 0-100 cm bij start uitspoelingsperiode)



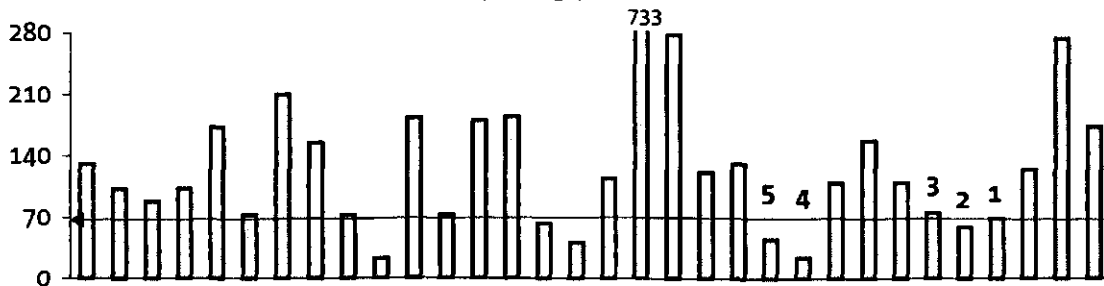
c. N-behoefte kg N/ha (N-product + N-oogstrest + N-resterend in de bodemlaag 0-100cm)



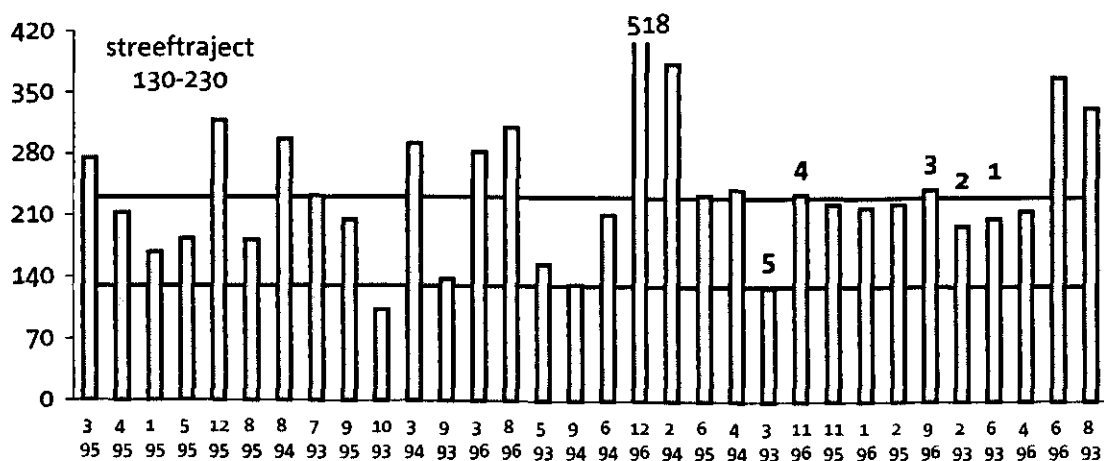
Figuur 3.2 Tarwevelden in 1993-1996 met top 5 in kwaliteitsproductie (a) met ecologisch aanvaardbaar N-verlies (b) als basis voor een streeftraject bij de begroting van de N-behoefte (c)



b. Potentiële N-Uitspoeling (kg Nmin/ha in de bodemlaag 0-100 cm bij start uitspoelingsperiode)

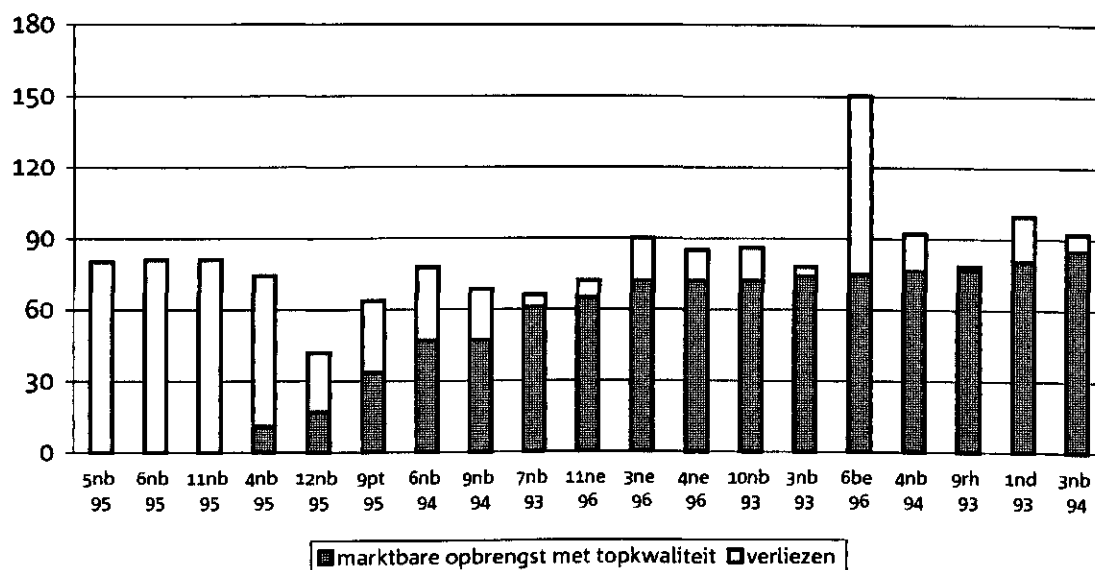


c. N-behoefte kg N/ha
(N-product + N-oogstrest + N-resterend in de bodemlaag 0-100 cm)

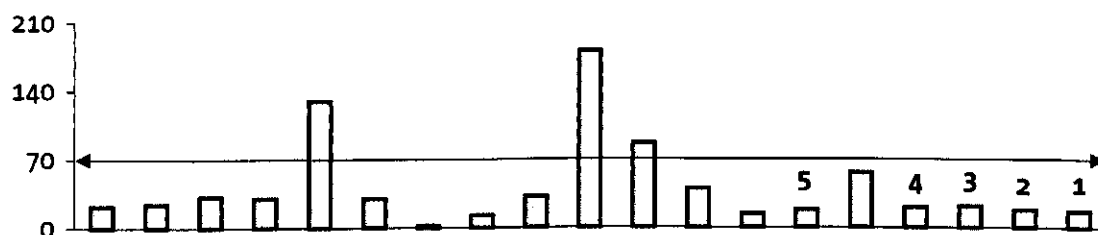


Figuur 3.3 Uienvelden in 1993-1996 met top 5 in kwaliteitsproductie (a) met ecologisch aanvaardbaar N-verlies (b) als basis voor een streeftraject bij de begroting van de N-behoefte (c)

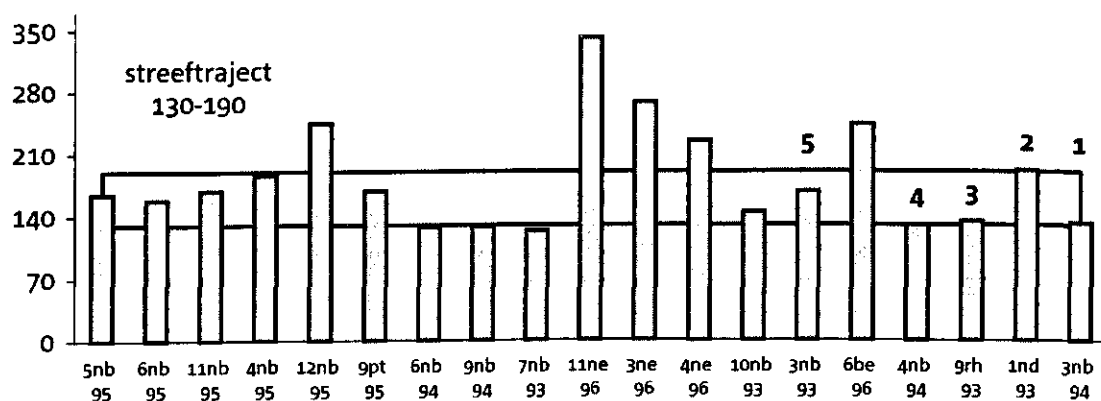
a. Winterpeenvelden op volgorde van kwaliteitsproductie (t/ha)
(veldopbrengst gecorrigeerd voor oogst-, sorteer- en kwaliteitsverliezen vlg KPI)



b. Potentiële N-Uitspoeling (kg Nmin/ha in de bodemlaag 0-100 cm bij start uitspoelingsperiode)

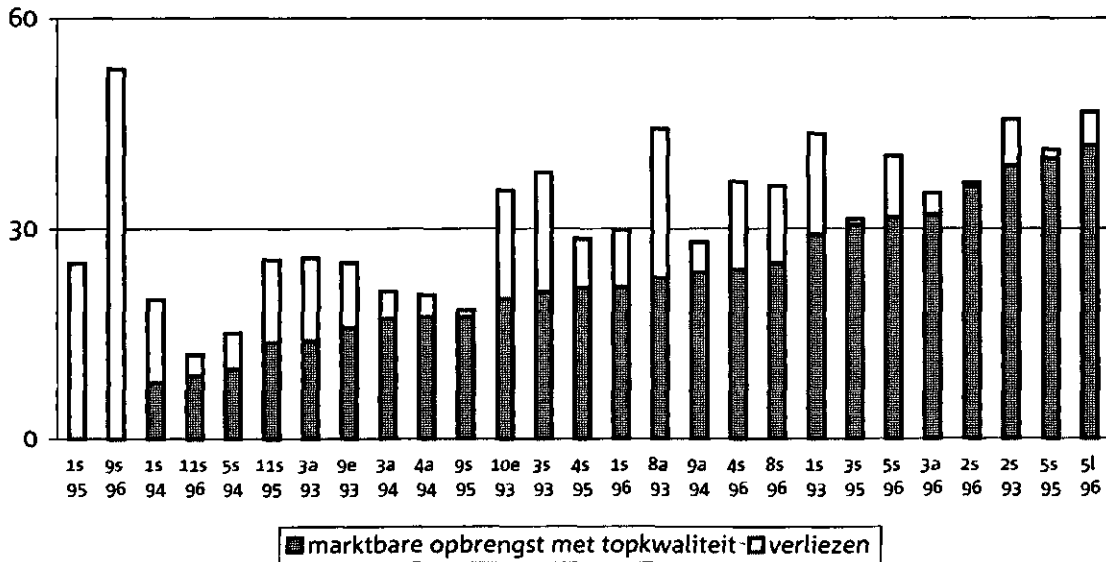


c. N-behoefte kg N/ha (N-product + N-oogstrest + N-rasterend in de bodemlaag 0-100 cm)

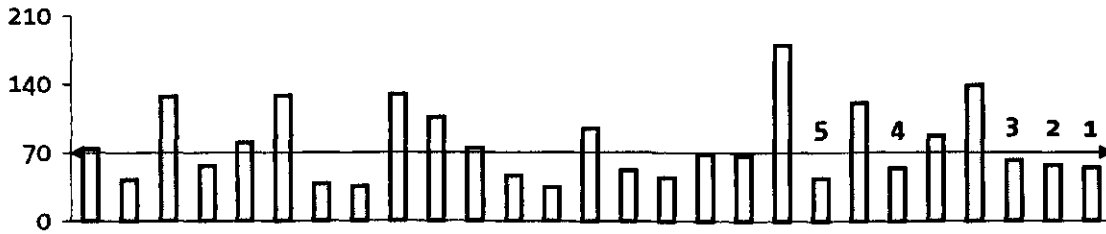


Figuur 3.4 Winterpeenvelden (be = bergen, nd = nord, nb = narbonne, ne = nerac, pt = panther, rh = rothild) in 1993-1996 met top 5 in kwaliteitsproductie (a) met ecologisch aanvaardbaar N-verlies (b) als basis voor een streeftraject bij de begroting van de N-behoefte (c)

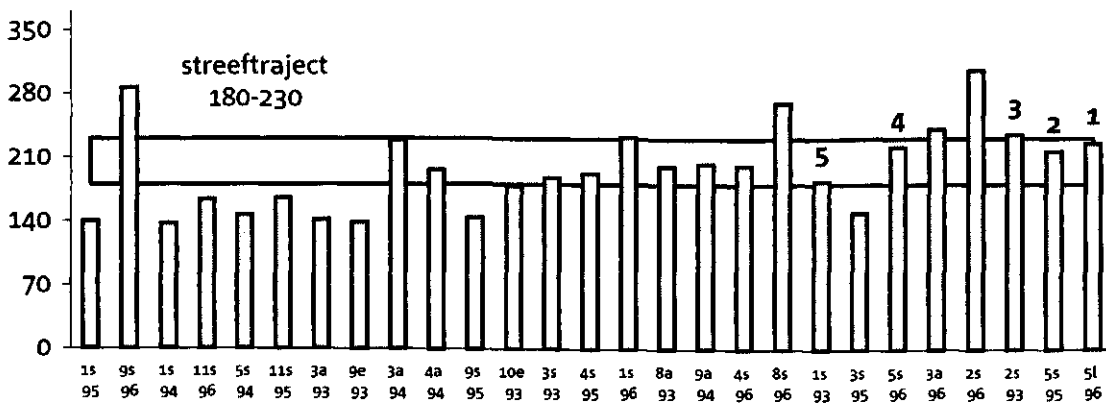
a. Pootaardappelvelden op volgorde van kwaliteitsproductie (t/ha)
(veldopbrengst gecorrigeerd voor oogst-, sorteer- en kwaliteitsverliezen vlg KPI)



b. Potentiële N-Uitspoeling (kg Nmin/ha in de bodemlaag 0-100 cm bij start uitspoelingsperiode)

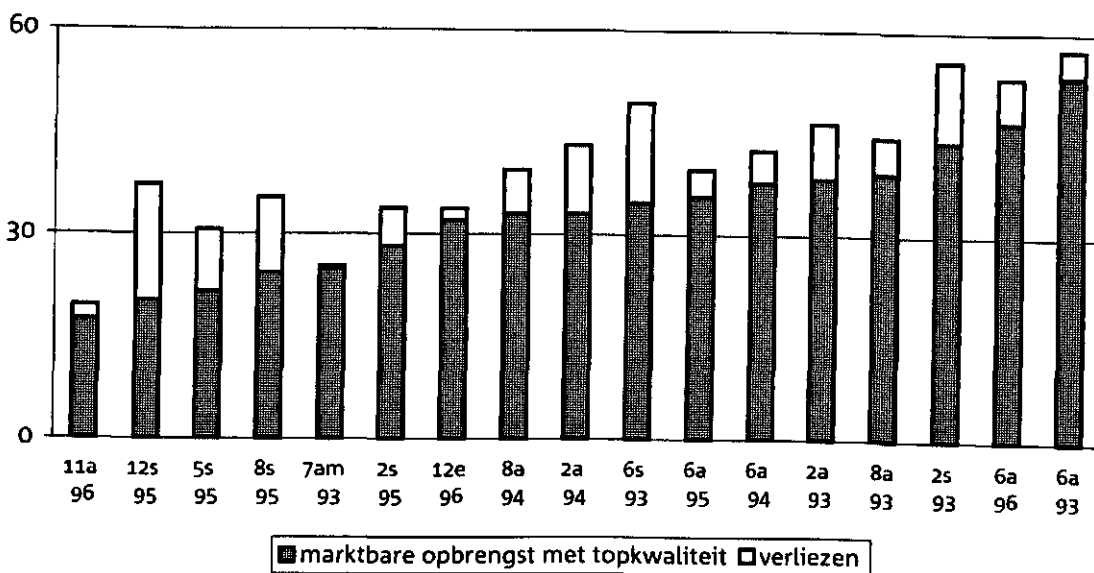


c. N-behoefte kg N/ha (N-product + N-oogstrest + N-resterend in de bodemlaag 0-100 cm)

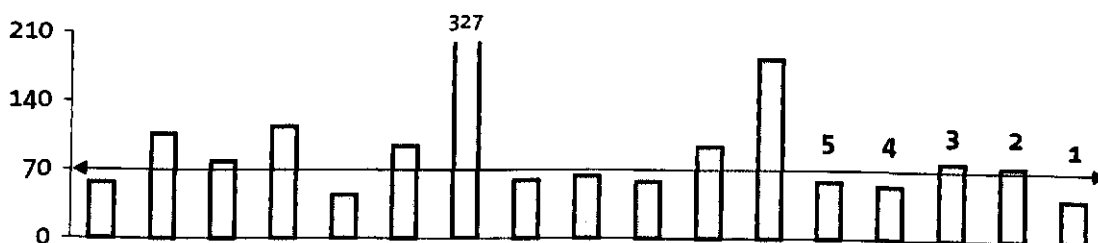


Figuur 3.5 Pootaardappelvelden (a = agria, e = escort, l = linda, s = sante) in 1993-1996 met top 5 in (a) met ecologisch aanvaardbare N-verlies (b) als basis voor streeftraject bij begroting van N-behoefte (c)

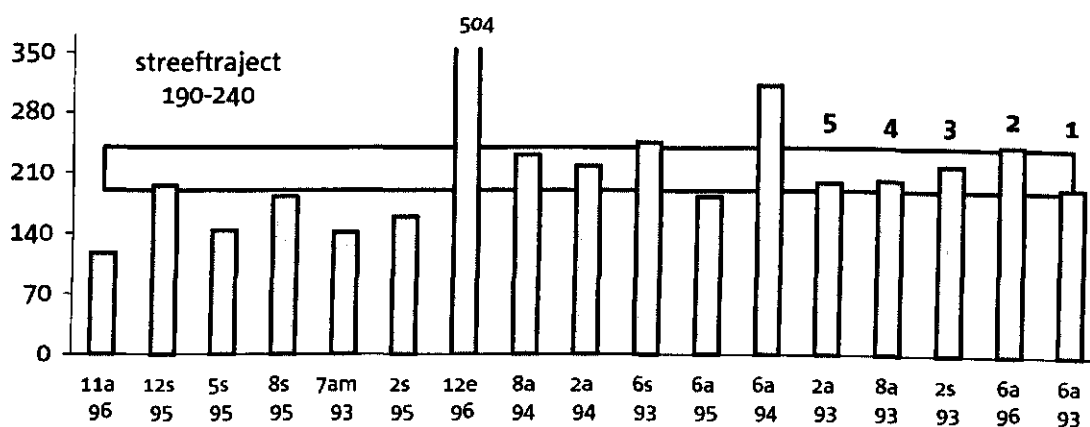
a. Consumptie-aardappelvelden op volgorde van kwaliteitsproductie (t/ha)
(veldopbrengst gecorrigeerd voor oogst-, sorteer- en kwaliteitsverliezen, vlg.
KPI)



b. Potentiële N-Uitspoeling (kg Nmin/ha in de bodemlaag 0-100 cm bij start
uitspoelingsperiode)



c. N-behoefte kg N/ha (N-product + N-oogstrest + N-resterend in bodemlaag
0-100 cm)



Figuur 3.6 Consumptie-aardappelvelden (a = agria, e = escort, s = sante) in 1993-1996 met top 5 in kwaliteitsproductie (a) met ecologisch aanvaardbaar N-verlies (b) als basis voor een streeftraject bij de begroting van de N-behoefte (c).

Stap 3. Begroting van het deel van de N-behoefte per gewas, dat met mest moet gedekt

In tegenstelling tot vlinderbloemigen, behoeven niet-vlinderbloemigen mest om hun N-behoefte te dekken. Maar er zijn andere N-aanvoerbronnen, intern en extern, die eerst moeten worden benut en begroot. De interne zijn resterende N-reserve en oogstrest van de voorvrucht, eventuele niet-vlinderbloemige groenbemester en (overjarige) organische stof. De externe zijn N-binding door vlinderbloemigen en depositie. Tot 1996 werd de N-behoefte (evenals P- en K-behoeften) vooral op bouwplanniveau begroot, zodat de interne aanvoerbronnen als begrotingsneutraal werden beschouwd. De volgende verbetering betreft het voortaan wel begroten van de interne N-aanvoer, in samenhang met de externe N-aanvoer en op basis van werkzame fracties per aanvoerbron.

Om de werkzame fracties van de diverse aanvoerbronnen van N te bepalen, zijn de gegevens van de tien bedrijven in de recente periode 1995 – 1997 gebruikt. Daarbij is per veld (met een niet-vlinderbloemig hoofdgewas) de bruto N-aanvoer uit de diverse bronnen in verband gebracht met het totaal van de opgenomen N in het gewas (product + oogstrest) en de resterende N_{\min} in de bodemlaag 0 - 100 cm. Zo zijn de gegevens van 135 velden verzameld. Met behulp van een meervoudige lineaire regressie-analyse zijn vervolgens de werkzame fracties van iedere N-aanvoerbron berekend, behalve die van depositie. Omdat depositie per veld niet varieert, kan de eerstejaars werking namelijk niet worden berekend en blijft de werkzame (eerstejaars) fractie van $N_{\text{depositie}}$ begroot op 0,6. Bij groenbemers zijn vlinderbloemigen en niet-vlinderbloemigen samengevoegd.

Tabel 3.1 Werkzame fracties en bruto- en netto aanvoer van de interne en externe N-bronnen (netto aanvoer = N in product, oogstrest en resterend in de bodemlaag 0-100 cm), gemiddeld over 135 velden van de 10 voorhoedebedrijven 1995 - 1997 (meervoudige lineaire regressie analyse)

	depositie	overjarige org. stof	oogstrest	N_{\min} resterend	groen- bemester	mest	totaal
Bruto aanvoer (kg/ha)	35	(2,8%)	61	78	49	102	325 (minus org. stof)
Werkzame fractie	0,6	54 kg N/9	0,11	0,14	0,33	0,19	-
Netto aanvoer (kg/ha)	21	151	7	11	16	20	225 (plus org. stof)

Uit tabel 3.1 blijkt, dat doorgaans het grootste deel van het N-totaal in gewas en bodem bij de oogst afkomstig is uit overjarige organische stof (ruim 50 kg/ha per % org. stof) en dat de werkzame fractie van de N uit overige aanvoerbronnen tamelijk gering is, althans in het eerste jaar. Want de overige aanvoerbronnen hebben uiteraard ook een meerjarige werking, maar deze valt samen met die van de overjarige organische stof. De relatief grote werkzame fractie van groenbemers in het eerste jaar bevestigt de vaak gemelde waarnemingen van de bedrijven, dat in het eerste jaar na toediening groenbemers een groter effect op gewassen hebben dan vaste mest.

De afgelopen jaren hebben we de bedrijven voorgesteld mest en zware groenbemesters eerder in te werken, om het najaar beter te benutten voor vertering en zo meer N in het eerste jaar beschikbaar te krijgen. Groenbemesters zouden als volgt kunnen worden ingewerkt: 4 t/ha droge stof vóór 1 oktober, 3 t/ha vóór 15 oktober, 2 t/ha vóór 1 november en 1 t/ha vóór 15 november. Vaste mest kan het beste zo snel mogelijk worden ingewerkt. Als de bedrijven inderdaad volgens deze richtlijnen gaan werken, dan kunnen de werkzame fracties van mest en groenbemesters in het eerste jaar groter worden. In dat geval is het interessant de benodigde gegevens te blijven verzamelen en de regressie-analyse over enkele jaren te herhalen.

Stap 4. Bouwplanbehoefte aan best passende mestsoort(en)

Vanaf 1996 worden mestsoorten, of combinaties daarvan, geselecteerd die qua kengetallen voor hun P, K, en N-gehalten het beste passen bij de verhoudingen tussen de totale P-, K- en N-behoeften van de gewassen in het nieuwe bouwplan. Vervolgens wordt begroot hoeveel ton van deze best passende mestsoort(en) nodig is en eventueel moet worden aangekocht. Dit is een verbetering t.o.v. voorgaande jaren, toen de mestsoort slechts werd gekozen op basis van de P- en K-behoeften.

3.1.2. Aanwending mest

Stap 5. Analyseer en verdeel beschikbare mest over de velden, op basis van N-behoefte per gewas

Van de beschikbare mest (van eigen bedrijf en/of aangekocht) worden de P-, K- en N gehalten bepaald, bij voorkeur pas enige weken voor het aanwenden van de mest, want de organische stof is steeds onderhevig aan afbraak, zodat de gehalten aan PKN en andere nutriënten stijgen met de tijd. Vervolgens wordt op basis van de eerstejaars werkzame N-fractie van de mest (0,19) en van het met mest te dekken deel van de N-behoefte per gewas (stap 3) de mest verdeeld over de (deel)velden. (Vóór 1996 werd de interne N-aanvoer per gewas niet bepaald, zodat het door mest te dekken deel van de N-behoefte niet goed kon worden begroot en de mest niet goed kon worden verdeeld per gewas.) Doordat bij stap 1 de N-aanvoer door vlinderbloemigen reeds is afgestemd op de P-behoefte c.q. mestbehoefte, mag worden verwacht, dat de verdeling van de mest over de velden op basis van de resterende N-behoefte voldoende beantwoordt aan de P-behoefte per veld. Ingeval er velden zijn, waar deze verdeling van de mest onvoldoende dekking biedt van de K-behoefte, kan aanvullend een minerale K-meststof worden aangewend. Bij de verdeling van de mest zijn nog enige aanvullende richtlijnen opgesteld:

- breng C-rijke (ruige) mest bij voorkeur uit over vroege en/of N-rijke stoppels;
- breng P- of K-rijke mest uit over P- of K-behoeftige velden;
- vul eventueel aan met K-meststof.

3.2. Aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid van ENB

Ofschoon mest pas in het najaar over de vrijkomende stoppels hoeft te worden uitgereden, dienen de bedrijven de P-, K- en N-behoeften van de gewassen in het nieuwe bouwplan reeds aan het begin van het voorafgaande jaar te begroten. Zo kunnen ze tijdig voldoende hoeveelheden van een of meer qua P-, K- en N-gehalten passende mestsoorten aankopen. Zoals in stap 1 (hoofdstuk 3.1.1) is uiteengezet, vergt dit tevens de begroting van de behoefte aan N-binding door vlinderbloemigen. Dit houdt in, dat wordt gepland op welke velden:

- dit jaar vlinderbloemige groenbemesters al of niet worden ondergezaaid;
- volgend jaar vlinderbloemige hoofdgewassen worden geteeld (ingeval van erwt en slaboom voor de conservenindustrie komt dit goed uit, omdat de afzet hiervan beperkt is en bedrijven vroegtijdig een contract moeten zien te krijgen).

De begroting van de behoeften aan N-aanvoer met vlinderbloemigen en mest kan pas worden gemaakt, nadat in het vroege voorjaar de velden zijn bemonsterd en geanalyseerd op hun P- en K-Bodem Reserves. Het zijn dus de P_w - en K-getallen per veld die bepalen welke ENB-variant voor een bedrijf in aanmerking komt, ofwel:

- in welke mate de P- en K-afvoer per veld mag worden goedgegemaakt door P- en K-aanvoer;
- op welke velden dit jaar vlinderbloemige groenbemesters en volgend jaar vlinderbloemige hoofdgewassen al of niet moeten worden geteeld, zoals toegelicht bij stap 1 in Hoofdstuk 3.1.1.

Om te toetsen in hoeverre de ENB-bedrijfsvarianten worden aanvaard en conform worden uitgevoerd, hanteren we dus twee maatstaven:

1. *P en K Jaar Balansen (PJB en KJB) = gerealiseerde aanvoer / begrote afvoer aan P en K (om de PK-bodemreseves in een landbouwkundig gewenst en ecologisch aanvaardbaar traject te krijgen en/of te houden).*
2. *Aandeel Vlinderbloemigen in het Bouwplan (AVB) = (0,5 x ha vlinderbloemige groenbemesters en grasklaver) + (ha vlinderbloemige hoofdgewassen) gedeeld door ha totale bouwplan (om dekking van de P-behoefte per veld met mest goed te combineren met dekking van de N-behoefte per gewas met mest en overige bronnen).*

In 1998 zullen we de bedrijven voorstellen bij het ENB voor 1999 per veld te begroten op basis van de volgende innovatienormen:

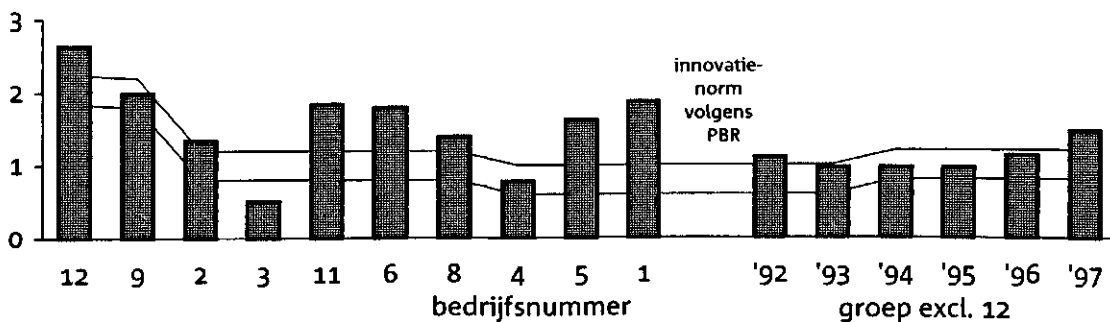
- *bij $11 < Pw \leq 20$:*
 - *is $1,2 < PJB \leq 2$ (zo spoedig mogelijk een herstelgift van max. 40 kg/ha P_2O_5);*
 - *worden voorlopig geen vlinderbloemigen geteeld, zodat de extra mest geen risico oplevert voor N-overdosering;*
- *bij $20 < Pw \leq 30$:*
 - *is $0,8 < PJB \leq 1,2$;*
 - *worden voorlopig vlinderbloemigen 1 op 6 geteeld, om de N-behoefte van de gewassen voldoende te dekken bij beperkte N-aanvoer via mest;*
- *bij $30 < Pw \leq 40$:*
 - *is $0,6 < PJB \leq 1$;*
 - *worden vlinderbloemigen voorlopig 2 op 6 geteeld (maximaal volgens MVM i.v.m. ziekten), of (vooral op velden met vrijlevende aaltjes) wordt in plaats van vaste mest in het najaar drijfmest in het voorjaar aangewend met een ruime N/P-verhouding (eventueel met een vlinderbloemige groenbemester);*
- *bij $40 < Pw \leq 50$:*
 - *is $0,4 < PJB \leq 0,8$;*
 - *worden vlinderbloemigen voorlopig 2 op 6 geteeld (maximaal volgens MVM i.v.m. ziekten), of (vooral op velden met vrijlevende aaltjes) wordt in plaats van vaste mest in het najaar drijfmest in het voorjaar aangewend met een ruime N/P-verhouding (bij voorkeur met een vlinderbloemige groenbemester);*
- *bij $14 < K\text{-getal} \leq 20$ (bedrijven > 15% afslibbaar) of $11 < K\text{-getal} \leq 17$ (bedrijven \leq 15% slib):*
 - *is $0,8 < KJB \leq 1,2$;*
- *bij $20 < K\text{-getal} \leq 30$ (bedrijven > 15% afslibbaar) of $17 < K\text{-getal} \leq 27$ (bedrijven \leq 15% slib):*
 - *is $0,6 < KJB \leq 1$;*
- *bij $30 < K\text{-getal} \leq 40$ (bedrijven > 15% afslibbaar) of $27 < K\text{-getal} \leq 37$ (bedrijven \leq 15% slib):*
 - *is $0,4 < KJB \leq 0,8$.*

De voor PJB en KJB genoemde innovatienormen zijn reeds in 1997 met de bedrijven overeengekomen. In hoeverre de hieruit resulterende ENB bedrijfsvarianten aanvaardbaar en uitvoerbaar zijn, wordt toegelicht in Hoofdstuk 3.2.1 met de P- en K Jaar Balansen als eerste maatstaf. Ofschoon de voor het aandeel vlinderbloemigen genoemde innovatienormen nog niet van kracht waren in 1997, worden ze toch alvast gehanteerd als tweede maatstaf voor de toetsing van de ENB-bedrijfsvarianten op aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid in 3.2.2.

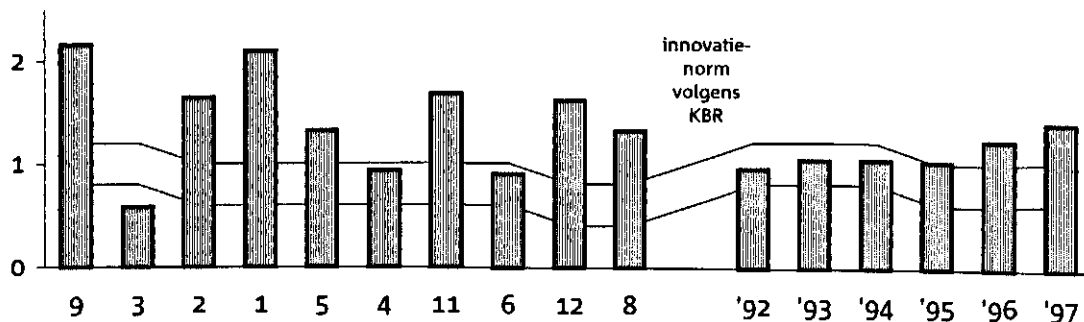
3.2.1. P- en K Jaar Balansen

Uit Fig. 3.7a blijkt, dat de bedrijven sterk verschillen in innovatienorm voor de P Jaar Balans. Bedrijven 12 en 9 hebben een hoge P Jaar Balans als norm, omdat hun P Bodem Reserves onder het streeftraject verkeren. Bedrijven 4, 5 en 1 hebben een lage P Jaar Balans als norm, omdat hun P Bodem Reserves boven het streeftraject verkeren. De bedrijven 5 en 1 beperken echter de bemesting niet en overschrijden de norm in ruime mate, omdat ze de vaste mest nodig hebben om hun N-behoeften te dekken. ENB is namelijk voor hen moeilijk uitvoerbaar, omdat uitgerekend de velden met te hoge P-reserves besmet zijn met vrijlevende aaltjes zodat ze geen vlinderbloemigen kunnen verbouwen (zie Hoofdstuk 2.1). Als alternatief zouden ze drijfmest in het voorjaar kunnen aanwenden met een hoge werkzame N-fractie. Maar ze aanvaarden drijfmest niet als hoofdbron van bodemvruchtbaarheid (in lage dosis wel als bestrijder van winderosie). Uit Fig. 3.7a blijkt, dat ook bedrijven 11 en 6 de innovatienorm voor de P Jaar Balans nogal overschrijden. Als dat een incident blijft, hoeft het op termijn geen gevolgen te hebben voor de P Bodem Reserves.

a. P Jaar Balans (PJB) per bedrijf (= P-aanvoer / P-afvoer)



b. K Jaar Balans (KJB) per bedrijf (= K-aanvoer / K-afvoer)



Figuur 3.7 P en K Jaar Balansen (P/KJB) op de voorhoedebedrijven in 1997. De bedrijven zijn gerangschikt naar toenemende P en K Bodem Reserve (gepeild voorjaar 1996), dus afnemende innovatienormen voor P/KJB.

Uit Fig. 3.7b blijkt, dat de bedrijven weinig verschillen in innovatienorm voor de K Jaar Balans. De meeste bedrijven hebben een lage K Jaar Balans als norm, omdat hun K Bodem Reserves boven het streeftraject verkeren. Meer dan de helft van de bedrijven overschrijdt de norm fors. Uit de gemiddelden blijkt, dat dit ook al in 1996 is gebeurd. Er lijkt dus een trend naar overmatige K-bemesting, hetgeen op termijn zou kunnen leiden tot verhoogde belasting van het grond- en oppervlaktewater met K, waardoor het minder geschikt zou zijn als grondstof voor drinkwater. Zover hoeft het echter niet te komen! De meeste bedrijven kunnen voorlopig volstaan met minder rundermest aan te wenden, want ze geven ook al meer dan nodig voor de P Jaar Balans. Bedrijven 12 en 9 zouden voorlopig rundermest beter geheel kunnen vervangen door P-rijke en K-arme pluimveemest.

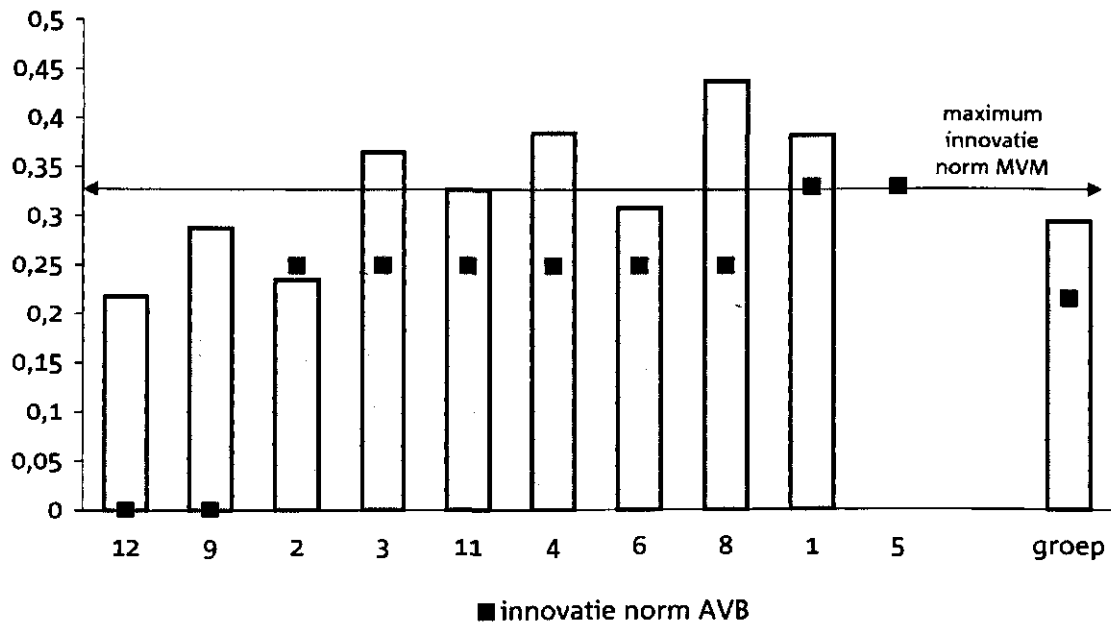
Uit Fig. 3.7 blijkt dus, dat de ENB-bedrijfsvarianten qua P- en K-Jaar Balansen niet erg precies worden uitgevoerd. Voor zover bedrijven de norm voor de P Jaar Balans overschrijden, moet worden geconcludeerd dat ze de balansen nog niet volledig aanvaardden. Ze vrezen, dat een precieze uitvoering kan leiden tot onvoldoende dekking van de N-behoefte of de behoefte aan organische stof. De bedrijven 1 en 5 hebben deze vrees terecht voor de zandige velden, waar vlinderbloemigen voorlopig niet kunnen worden geteeld vanwege vrijlevende aaltjes. Maar een algemene vrees van te weinig dekking van de N-behoefte is niet terecht. (In Hoofdstuk 3.3.2 zal dit worden aangetoond door per gewas de beschikbare N bij de oogst te vergelijken met de behoefte.) Maar zelfs als de bedrijven deze vrees van zich afzetten en precies volgens de norm voor de P Jaar Balans gaan bemesten, dan zullen ze op termijn steeds meer moeite krijgen, om ENB uit te voeren volgens de norm voor de K-Jaar Balans. Dit hangt samen met twee omstandigheden:

- de meeste bedrijven hebben K-reserves boven het streeftraject en dienen dus een K-arme mestsoort aan te wenden;
- aankoop van K-arme mestsoorten zoals pluimvee- en varkensmest is nauwelijks mogelijk, omdat deze volgens de richtlijnen van het EKO-keurmerk afkomstig moet zijn van grondgebonden en extensieve bedrijven, die er in ons land nauwelijks zijn en die bovendien de mest in principe voor eigen gebruik nodig hebben, willen ze niet interen op hun eigen bodemreserves!

De gevolgen van de weinig precieze uitvoering van de ENB-bedrijfsvarianten qua P- en K-Jaar Balansen voor de werkzaamheid van ENB wordt toegelicht in Hoofdstuk 3.3.

3.2.2. Aandeel Vlinderbloemigen in Bouwplan

Ofschoon in 1997 het Aandeel Vlinderbloemigen in het Bouwplan (AVB) nog niet volgens de nieuwe innovatienormen tot stand is gekomen, wordt het toch alvast hieraan getoetst, om te zien in hoeverre de voorhoedebedrijven de behoefte aan N-binding door vlinderbloemigen al weten te dekken en om te zien wat er eventueel moet veranderen in ontwerp en beheer van de ENB-varianten.



Figuur 3.8 Aandeel van Vlinderbloemigen in het Bouwplan (AVB) op de 10 bedrijven in 1997. De bedrijven zijn gerangschikt in dezelfde volgorde als in figuur 3.7, nl. naar toenemende P Bodem Reserve (PBR) 1996 (dus toenemende innovatienorm voor AVB)

Uit Fig. 3.8 blijkt, dat de huidige teelt van vlinderbloemigen op de meeste bedrijven nog niet overeenstemt met de nieuwe normen. In het algemeen worden ze te intensief geteeld, vooral op de bedrijven 12 en 9. Deze bedrijven zitten met hun P Beschikbare Reserves ver beneden het streeftraject en dienen voorlopig geen vlinderbloemigen meer te telen, als ze met extra mest de P-reserves op peil willen brengen, zonder met N te overdoseren. Voor bedrijf 12 is een extra reden om geen vlinderbloemigen meer te verbouwen, dat er enorm veel N mineraliseert uit overjarige organische stof (circa 200 kg/ha/jaar), welk leidt tot een zeer hoge N-uitspoeling (zie Hoofdstuk 3.3). Bedrijven 3, 4, 8 en 1 hebben zoveel vlinderbloemigen in het bouwplan, dat ze niet alleen de norm voor het ENB overschrijden, maar ook die van het MVM voor de teeltintensiteit van gewasgroepen, nl. niet vaker dan 2 op 6 (bouwplanaandeel < 0,33). Aldus lopen ze niet alleen het gevaar voor N-overdosering, maar ook voor ziekten en plagen in en door vlinderbloemigen, zoals bladrandkever en rattekeutelziekte. De meeste bedrijven kunnen dit verhelpen, door na poot aardappel geen wikke meer te telen, maar gras, gele mosterd of phacelia. Deze niet-vlinderbloemige groenbemesters zijn ook beter in staat de grote hoeveelheid N_{min} te binden, die resteert na de oogst van poot aardappel. Bedrijf 5 tenslotte heeft in 1997 geen enkele vlinderbloemige geteeld, omdat in dit jaar alle 3 maaivruchtblokken op de 3 zandige velden met vrijlevende aaltjes stonden.

3.3. Werkzaamheid van ENB

We toetsen de werkzaamheid van ENB qua zorg voor een vruchtbare bodem en een schoon milieu eerst met maatstaven voor P en K Beschikbare (bodem) Reserves per bedrijf (Hoofdstuk 3.3.1). Vervolgens toetsen we de werkzaamheid van ENB met maatstaven voor N (Hoofdstuk 3.3.2). Omdat N in vele vormen en processen kan verkeren met wisselende effecten op bodemvruchtbaarheid en milieu, hanteren we specifiekere maatstaven dan bij P en K. Werkzaamheid van ENB qua zorg voor een vruchtbare bodem toetsen we naar de mate van Dekking van de N-Behoefte per hoofdgewas (Hoofdstuk 3.3.2.1). Werkzaamheid van ENB qua zorg voor een schoon milieu toetsen we met de Potentiële N-Uitspoeling per gewas en per bedrijf (N Beschikbare Reserves aan het begin van de uitspoelingsperiode) en tenslotte met de Actuele N-Uitspoeling per bedrijf (nitraat-N-gehalte van het drainwater) (Hoofdstuk 3.3.2.2).

3.3.1. P- en K- Bodem Reserves

P en K zijn samen met N de belangrijkste nutriënten, die planten uit de bodem opnemen. ENB richt zich primair op deze 3 macro-nutriënten, zodat voor de meso- en micro-nutriënten slechts aanvullend beheer nodig is.

P en K onderscheiden zich van N op een drietal voor ENB belangrijke punten:

- ze komen niet of nauwelijks in vluchtige verbindingen voor, zodat ze geen aan- en afvoerwegen van en naar de lucht hebben;
- bij normaal agrarisch grondgebruik vormen ze ook geen grote bedreiging voor grond- en oppervlaktewateren;
- in het algemeen reageren gewassen weinig gevoelig zijn op hun beschikbaarheid in de bodem, zodat ze niet gauw onder- of overgedoseerd worden.

Dit zijn belangrijke overwegingen om de werkzaamheid van ENB qua zorg voor een vruchtbare bodem en een schoon milieu met één stel maatstaven voor P en K te toetsen, nl. PBR en KBR:

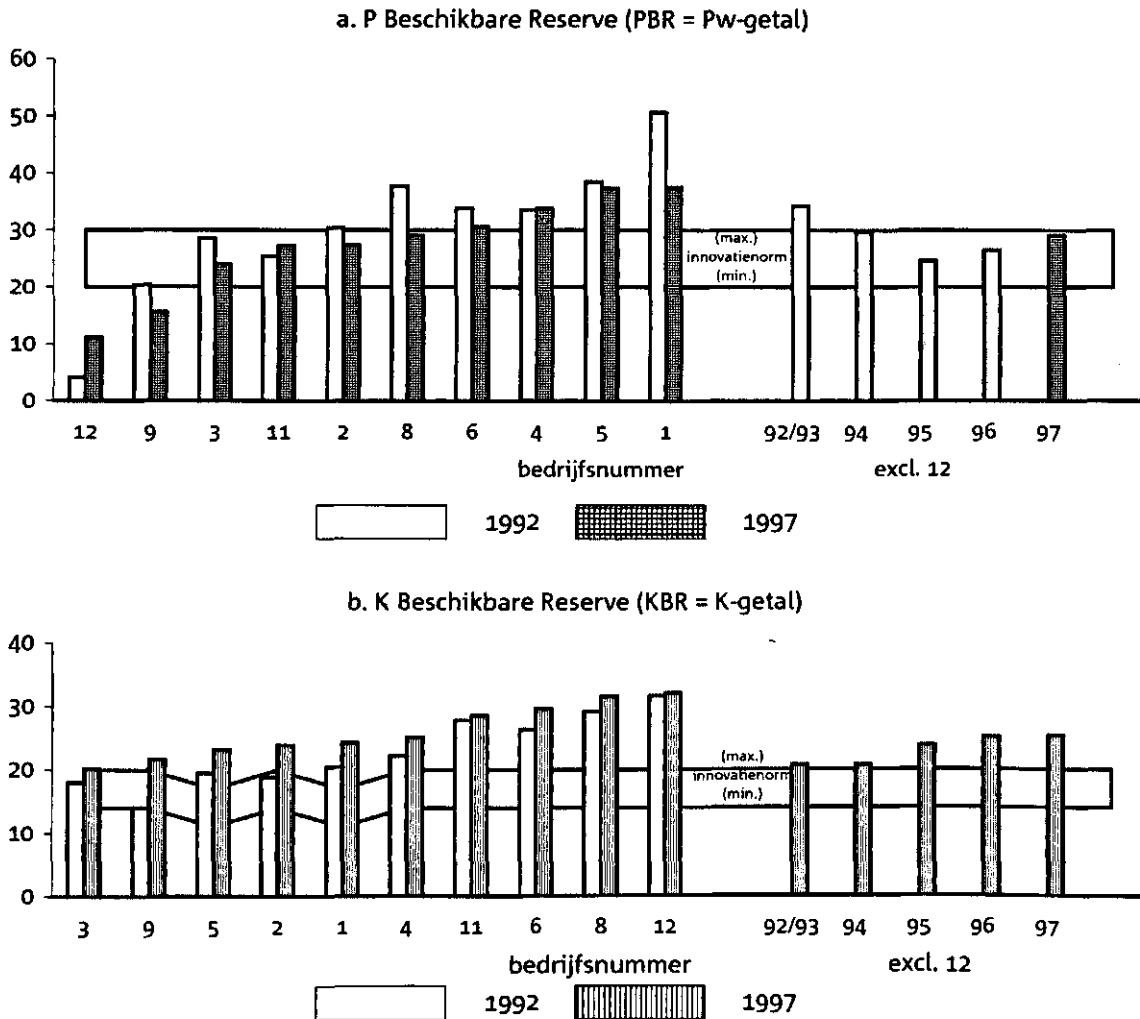
P-Beschikbare (bodem) Reserve = P_w -getal (mg P_2O_5 / liter grond, 1:60 geëxtraheerd met water) per veld bepaald vóór het zaaien/poten van zomergewassen resp. hergroei van wintergewassen.

K-Beschikbare (bodem) Reserve = K-getal (mg K_2O / 100 gram luchtdroge grond, 1:10 geëxtraheerd met 0,1 n HCl, gecorrigeerd voor % slib), per veld bepaald vóór het zaaien/poten van zomergewassen resp. hergroei van wintergewassen.

Innovatienormen:

- $20 < PBR \leq 30$;
- $14 < KBR \leq 20$ (bedrijven $> 15\%$ afslibbaar) of $11 < KBR \leq 17$ (bedrijven $\leq 15\%$ afslibbaar).

Beide innovatienormen zijn overgenomen uit de Adviesbasis voor Bemesting in de Akkerbouw (Lit. 3.1) en betreffen de streeftrajecten met de landbouwkundige waardering 'ruim voldoende'. Intensieve drainwateranalyse heeft uitgewezen, dat deze trajecten tevens ecologisch aanvaardbaar zijn, althans op deze middelzware en kalkrijke zavelgronden (zie verderop in dit hoofdstuk). In hoeverre is ENB nu werkzaam volgens de innovatienormen voor PBR en KBR? Uit het vervolg van dit hoofdstuk zal duidelijk worden, dat dit in principe het geval is, maar dat uitwisseling met de niet-beschikbare reserves, in dit geval P-vastlegging en K-vrijmaking, de werking van ENB kan steunen of tegenwerken.



Figuur 3.9 P en K-Beschikbare Reserves van de 10 voorhoedebedrijven in 1992 en 1997 (gemiddelde van alle velden per bedrijf, bedrijven gerangschikt naar oplopende reserves). Bedrijf 12 wijkt sterk af en is pas sinds 1995 in de groep; daarom is het niet meegeteld in het gemiddelde.

Uit Fig. 3.9a blijkt, dat in de periode 1992 – 1997 de P Beschikbare Reserves gemiddeld gedaald zijn tot in het streeftraject c.q. de innovatienorm. Deze daling bedraagt 5 eenheden, dus 1 eenheid per jaar, ondanks een gemiddelde P Jaar Balans van 1,1 (overeenkomend met een netto aanvoer = 3 kg P₂O₅/ha/jaar). Er is dus oplosbaar fosfaat vastgelegd in de bodem. Sedert 1995 is echter gemiddeld van een daling geen sprake meer, wellicht mede als gevolg van de ruime P Jaar Balans van de meeste bedrijven, die overigens meer voortkomt uit vrees voor tekort aan N dan voor tekort aan P (Fig. 3.7 in Hoofdstuk 3.2.1).

Uit Fig. 3.9b blijkt, dat in de periode 1992 – 1997 de K-Beschikbare Reserves gemiddeld gestegen zijn van 1 tot 7 eenheden boven het streeftraject c.q. de innovatienorm. Voor deze stijging van ruim een eenheid per jaar is 100 kg K₂O/ha/jaar nodig (Lit. 3.1). De netto aanvoer volgens de gemiddelde K-Jaar Balans is echter slechts 16 kg K₂O/ha/jaar. De meeste K lijkt dus uit de vaste bodemdelen in oplossing te zijn gekomen, wellicht door inwerking van het wortelstelsel van hoofdgewassen en groenbemesters. Om aan de stijging van de K-Beschikbare Reserves een eind te maken, zal de gemiddelde K Jaar Balans van 1,1 moeten worden teruggebracht tot ver beneden 1. In Hoofdstuk 3.2.2 is al uiteengezet, dat hiervoor de benodigde K-arme mestsoorten

ontbreken, tenzij de richtlijnen voor het EKO-keurmerk worden versoepeld. Dus voorlopig moeten we ons beperken tot de vraag, in hoeverre de olopende K-Beschikbare Reserves leiden tot meer K-uitspoeling. Vooralsnog hebben we hiervoor geen aanwijzingen; gemiddeld over de groep blijft de K-uitspoeling binnen de EU-norm voor drinkwater.

3.3.2. N: Dekking van Behoefte en Potentiële/Actuele Uitspoeling

De werkzaamheid van ENB qua zorg voor een vruchtbare bodem toetsen we naar de mate van Dekking van de N-Behoefte per hoofdgewas (Hoofdstuk 3.3.2.1). De werkzaamheid van ENB qua zorg voor een schoon milieu toetsen we met de Potentiële N-Uitspoeling per gewas en per bedrijf en met de Actuele N-Uitspoeling per bedrijf (Hoofdstuk 3.3.2.2).

3.3.2.1. Dekking van de N-Behoefte per hoofdgewas

De werkzaamheid van ENB qua zorg voor een vruchtbare bodem toetsen we met als maatstaf DNB per hoofdgewas:

Dekking van de N-Behoefte per (hoofd)gewas (DNB) = de N-opname door een gewas bij de oogst (product + oogstrest) plus de resterende minerale N in de bodem (0-100 cm), getoetst aan de N-Behoefte van dit gewas (afgeleid van de actuele top 5 van de velden, die de hoogste voor topkwaliteit marktbaar opbrengst combineerden met een Potentiële N-Uitspoeling binnen de innovatienorm, zie Hoofdstuk 3.1.1 stap 2).

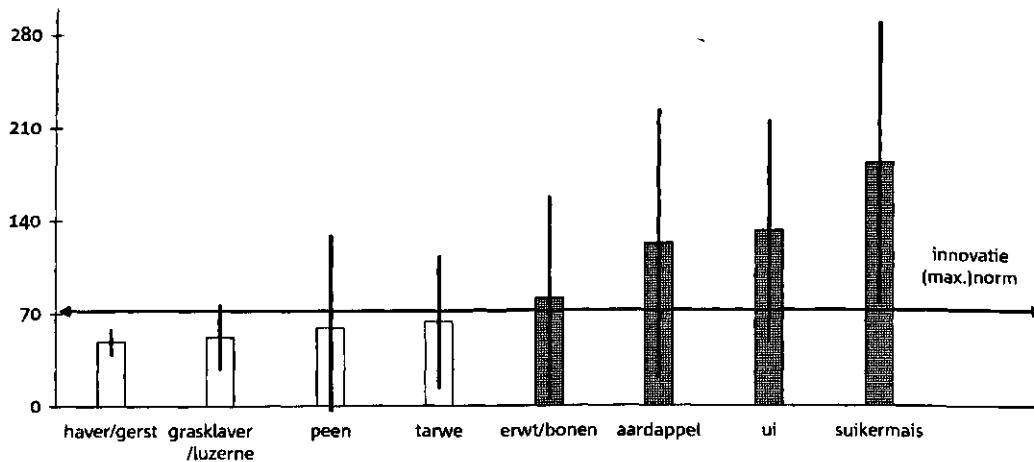
Innovatienorm: $DNB = 1$ (de N-opname plus resterende N_{min} bij oogst van een gewas valt binnen het traject van de N-Behoefte van dit gewas).

In Hoofdstuk 3.1.1 zijn reeds de N-Behoeften afgeleid van vijf hoofdgewassen (Figuren 3.2-3.6). In tabel 3.2 staat voor deze hoofdgewassen aangegeven welk gedeelte van de velden in de periode 1995-1997 onder, binnen of boven de innovatienorm is gebleven. Hieruit blijkt, dat ui en peen in de afgelopen jaren zelden zijn onderbemest en vaak zijn overbemest. Voor tarwe en aardappel geldt echter het omgekeerde, die zijn vaker onderbemest dan overbemest. Al met al moet worden vastgesteld, dat bij alle 5 hoofdgewassen de Dekking van de N-behoeft meestal niet volgens de norm is. De bedrijven kunnen zich verbeteren op dit punt, door toepassing van de verbeterde versie van het ENB (Hoofdstuk 3.1), met name door nauwkeurig te begroten volgens de streeftrajecten voor de N-behoeften per gewas (Tabel 3.2) en de werkzame fracties van de interne en externe aanvoerbronnen voor N (Tabel 3.1, pagina 55).

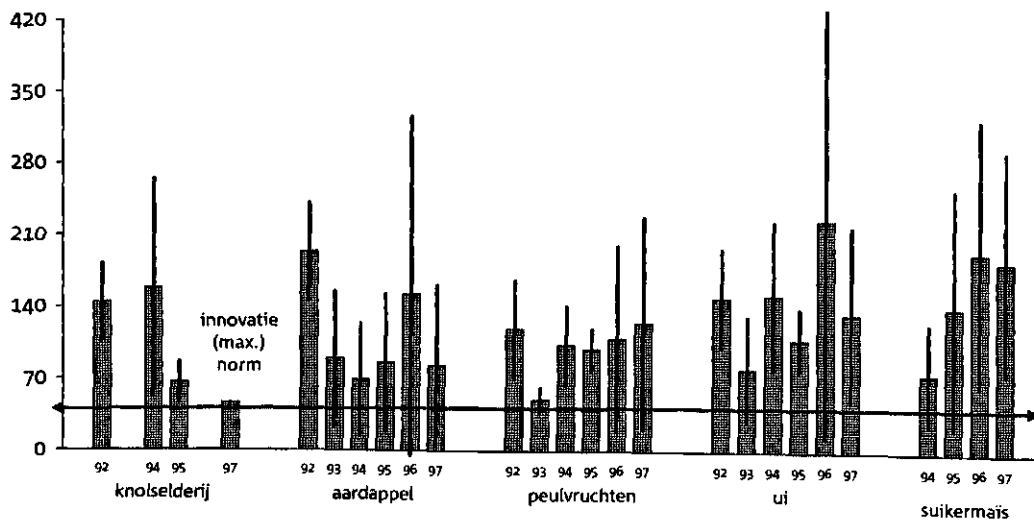
Tabel 3.2 Trajecten voor de N-behoeften van de meest voorkomende gewassen, met vermelding van de fractie velden in, onder en boven de N-behoefte (1993-1996).

gewas	traject N-behoefte (kg/ha)		fractie velden		
			onder	in streeftraject	boven
ui	130	230	0,06	0,50	0,44
tarwe	160	210	0,37	0,46	0,17
p. aardappel	180	230	0,37	0,41	0,22
c. aardappel	190	240	0,35	0,42	0,23
peen	130	190	0,14	0,50	0,36

a. Potentiële N-Uitspoeling (PNU) per gewas in 1997 (kg/ha)



b. PNU van risicogewassen per jaar, 1991-1997 (kg/ha)



Figuur 3.10 Potentiële N-Uitspoeling (PNU) per gewas in 1997 en per risicogewas (gewas met PNU boven innovatienorm) 1991-1997

3.3.2.2. Potentiële en Actuele N-Uitspoeling

De werkzaamheid van ENB qua zorg voor een schoon milieu toetsen we met de Potentiële N-Uitspoeling per gewas en per bedrijf en tenslotte met de Actuele N-Uitspoeling per bedrijf (nitraat-N gehalte van het drainwater):

Potentiële N-Uitspoeling (PNU) = kg/ha N_{min} (0 - 100 cm) per gewas of bedrijf aan het begin van de neerslagoverschots- c.q. uitspoelingsperiode.

Actuele N-Uitspoeling (ANU) = mg/l nitraat-N in het drainwater per bedrijf, gewogen gemiddelde van de genomen monsters tijdens de neerslagoverschot- c.q. uitspoelingsperiode, op basis van de neerslaghoeveelheden rond de tijdstippen van monsternamen.

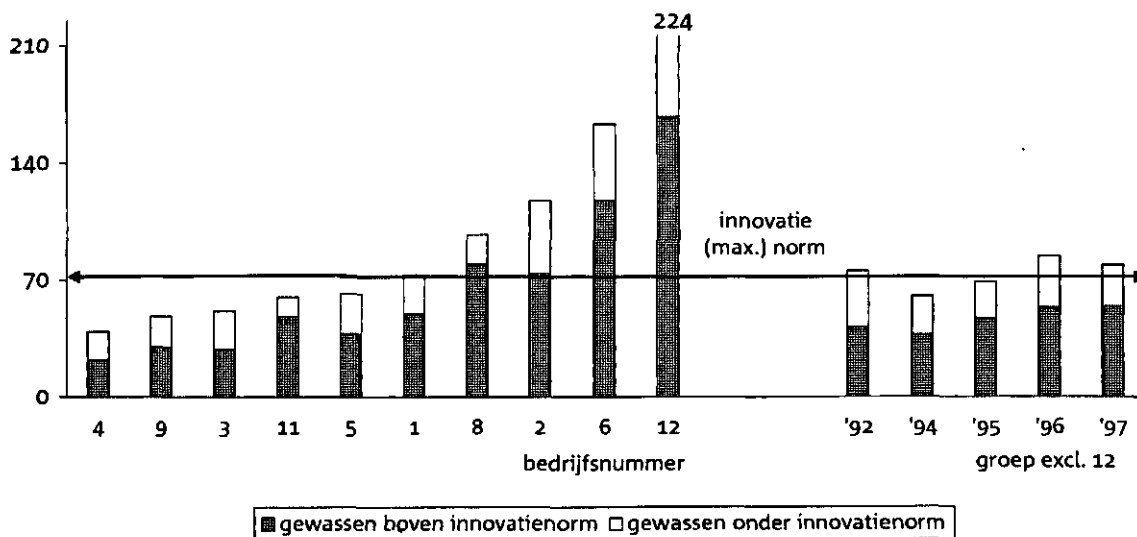
Voorlopige Innovatienorm PNU < 70 kg/ha minerale N (nitraat-N plus ammonium-N)

Innovatienorm ANU < 11,3 mg/l nitraat-N (EU-drinkwaternorm).

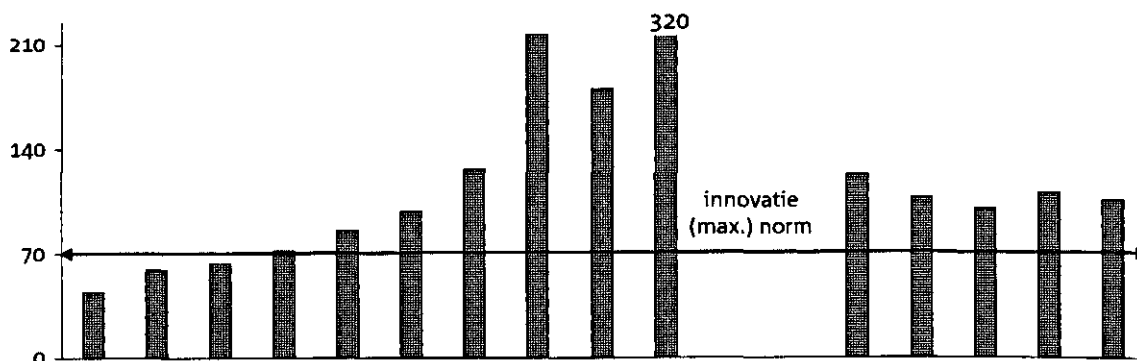
De innovatienorm voor ANU is vastgelegd in een EU-wettelijke regeling. De voorlopige innovatienorm PNU is hiervan afgeleid (Lit. 3.2). Hierbij is aangenomen, dat de helft van de 70 kg/ha werkelijk uitspoelt en dat het neerslagoverschot 300 mm bedraagt (dit is het globale gemiddelde van de afgelopen 40 jaar). Door gewassen en bedrijven over meerdere jaren te toetsen volgens beide normen, kan de definitieve innovatienorm voor PNU worden vastgesteld, die overeenkomt met die voor ANU. Als de PNU-norm aldus betrouwbaar kan worden bepaald, kan voortaan worden volstaan met toetsing op basis van PNU, hetgeen veel tijd en geld bespaart.

Uit Fig. 3.10a blijkt, dat in 1997 erwt, slaboon, aardappel, ui en suikermaïs de voorlopige PNU-innovatienorm overschrijden. Dit zijn dus 'risicogewassen' wat betreft N-verliezen. Uit Fig. 3.10b blijkt, dat de risicogewassen nog geen duidelijke afname over de jaren vertonen in PNU. Relatief hoge reserves in 1996 bij aardappel en ui houden waarschijnlijk verband met de geringe uitspoeling van resterende minerale N in de voorgaande winter (weinig neerslag). De spreidingen in de gemiddelden per gewas geven aan dat er opmerkelijke verschillen zijn per bedrijf. Nadere analyse van de oorzaken van deze verschillen kan bijdragen aan verlaging van de PNU van de risicogewassen.

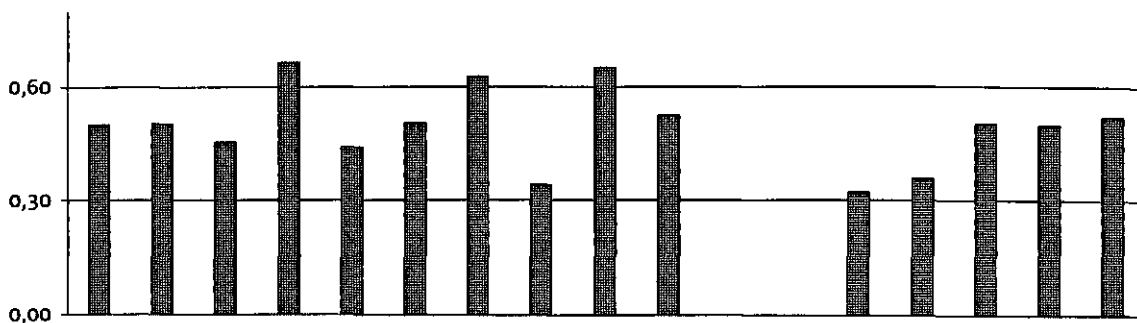
a. Potentiële N-Uitspoeling (PNU) per bedrijf (kg/ha) in 1997



b. PNU gemiddeld over risicogewassen per bedrijf (kg/ha)



c. Aandeel van risicogewassen in het bouwplan 1997



Figuur 3.11 Potentiële N- Uitspoeling (PNU) (nitraat- en ammonium-N in de bodemlaag 0-100 cm bij begin van de uitspoelingsperiode) van de 10 voorhoedebedrijven in 1997

Fig. 3.11a toont dat in 1997 slechts zes van de tien bedrijven voldoen aan de PNU-innovatienorm. De grote verschillen tussen de bedrijven berusten vooral op verschillen in PNU bij de risicogewassen (Fig. 3.10b). Terwijl vier bedrijven zelfs met hun risicogewassen aan de norm voldoen, overschrijden vier bedrijven met hun risicogewassen de norm fors tot zeer fors. Om deze reden overschrijden ze de norm ook voor het gehele bouwplan (Fig. 3.11a).

Bedrijf 12 heeft de meest extreme overschrijding met een PNU van driemaal de norm. Dit berust deels op een te hoge N-aanvoer met mest en vlinderbloemigen (zie Hoofdstukken 3.2.1 en 3.2.2), deels op mineralisatie van een vrij hoge reserve aan overjarige organische stof (4%) in de jonge bodem (Zuidelijk Flevoland, pas in de zestiger jaren drooggelegd).

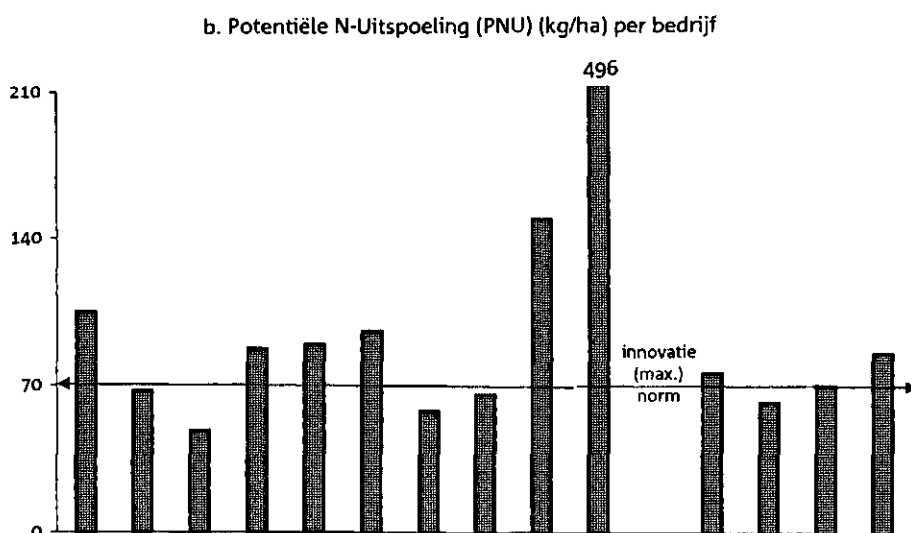
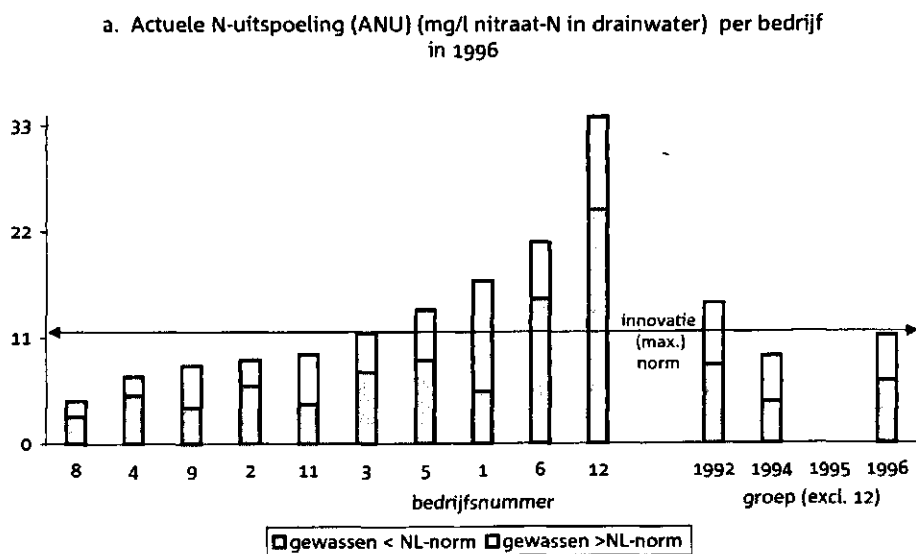
Bedrijf 6 is ook nogal extreem met een PNU van ruim tweemaal de norm. Dit komt door een combinatie van een hoge PNU/ha risicogewas en een hoog aandeel risicogewassen (Fig.3.11c).

Bedrijf 2 heeft een zeer hoge PNU/ha risicogewas, mede door een hoge N-aanvoer uit de organische stof, maar dit leidt niet tot een extreme overschrijding van de PNU-norm op bouwplanniveau, dankzij een relatief laag aandeel risicogewassen in het bouwplan.

Bedrijf 8 overschrijdt de norm door een nogal hoge PNU/ha risicogewas en een hoog aandeel risicogewassen.

Genoemde bedrijven kunnen dichterbij de norm komen door simpel minder N aan te voeren met mest en/of vlinderbloemigen. Dit geldt met name voor de risicogewassen aardappel, ui en maïs, want de granen zijn vaak onderbemest.

De meest recente gegevens over de Actuele N-Uitspoeling (ANU) via het drainagesysteem zijn van 1996. Gemiddeld over de groep, blijft de ANU onder de innovatienorm, evenals in 1994 en 1995 (Fig. 3.12a). (In 1995 was er nauwelijks een neerslagoverschot c.q. af te tappen drainwater). De risico-gewassen hebben een hogere ANU dan de overige gewassen en dragen met een aandeel van 35% van de productie-oppervlakte bij aan meer dan 50% van de gemiddelde uitspoeling. Per bedrijf zijn de verschillen groot; in grote lijnen komen ze overeen met die in PNU (Fig. 3.12b). De zwaarte van de grond speelt echter een belangrijke rol. Zo heeft bedrijf 8 met 40-50% slibgehalte en een PNU ruim boven de norm een ANU ruim binnen de norm, terwijl de bedrijven 5 en 1 met 5-30% slibgehalte en een PNU net binnen de norm een ANU hebben boven de norm! Bedrijven 2, 11 en 3 blijven binnen de ANU-norm, ondanks overschrijding van de PNU-norm. De innovatienorm voor PNU dient dus te worden verfijnd, door hem te specificeren voor de zwaarteklasse van de grond.



Figuur 3.12 Actuele N-Uitspoeling (ANU) via drainwater van de 10 voorhoedebedrijven in 1996 in relatie tot de Potentiële N- Uitspoeling (PNU) (kg/ha N min in de bodemlaag 0-100 cm bij begin uitspoelingsperiode)

3.4. Verdere verbetering van het ENB

Het Ecologisch Nutriënten Beheer (ENB) kan in ontwerp en praktijk op diverse onderdelen verder worden verbeterd. Per stap wordt dit nader toegelicht, uiteraard met het oog op de zavel- en kleigronden, waar men bemest vóór de hoofdbodembewerking in het najaar. Voor andere grondsoorten, zoals zand en veen, dient het ENB over de gehele lijn te worden aangepast en verdiept op specifieke kwesties, zoals de lage adsorptie van nutriënten als N, K en Ca in zandgrond en de bijgevolg hoge uitspoeling van deze nutriënten.

Stap 1. De behoeften per veld begroten aan P- en K-aanvoer met mest en N-aanvoer met vlinderbloemigen.

Een nodige verbetering is een nadere precisering van de bovengrens van het streeftraject voor de K-Beschikbare Reserves. Wanneer bereiken de KBR het punt, dat er aantoonbaar meer K begint uit te spoelen? Dat zou ecologisch namelijk niet meer aanvaardbaar zijn. Deze nadere precisering is nodig, omdat de bedrijven worden geconfronteerd met een geleidelijke stijging van de KBR, door het vrijkomen van K uit de vaste bodemdelen. Dit kunnen ze slechts beperkt tegengaan, omdat ze niet of nauwelijks aan K-arme en P-rijke mest kunnen komen, die kan voldoen aan de richtlijnen van het EKO-keurmerk.

Voorlopig lijken er geen belangrijke verdere verbeteringen mogelijk in deze eerste stap. Wel mag worden gewezen op de unieke milieuprestaties, die door de 10 voorhoedebedrijven worden geleverd door de zeer scherpe normering van zowel de P- als de K-aanvoer. De P Jaar Balans is gemiddeld 1,1; dit komt praktisch neer op evenwichtsbemesting (aanvoer = afvoer). Hiermee gaat ENB veel verder dan de normen in de mestwetgeving. Bij een gemiddelde afvoer van 40 kg P_2O_5 /ha komen deze neer op een P Jaar Balans van 2,8 in 1996 en 2,0 in 2002 (Lit. 3.3). Maar de gemiddelde P Jaar Balans van 1,1 van de 10 voorhoedebedrijven is ook veel lager dan de gemiddelden van de biologische akkerbouw- en tuinbouwbedrijven die meegedaan hebben aan de introductie van de mineralen-boekhouding. Deze bedragen namelijk 2,1 resp. 3,7 (Lit. 3.4).

Ook de K Jaar Balans van de 10 voorhoedebedrijven komt met gemiddeld 1,1 praktisch neer op evenwichtsbemesting. Voor K zijn nog geen wettelijke normen geformuleerd. De biologische akker- en tuinbouwbedrijven in het voornoemde project halen een K jaar Balans van 1,4 resp 2,6.

Met ENB lopen we met de 10 voorhoedebedrijven dus ver vooruit op beleid en praktijk, en bieden we nu al een gebruiksklare methode voor duurzaam beheer van nutriënten op basis van eindnormen. Mochten op langere termijn bij evenwichtsbemesting (Jaar Balans = 1) de beschikbare bodemreserves onder het streeftraject (bij P door immobilisatie) of boven het streeftraject (bij K door mobilisatie) dreigen te komen, dan kan eenvoudig worden bijgestuurd door de Jaar Balans naar boven of naar beneden bij te stellen.

Stap 2. De N-behoefte per gewas begroten op basis van de bij de oogst voorziene N-opname en resterende bodemreserve

Voor akkerbouw- en tuinbouwbedrijven zijn in de mestwetgeving geen N-normen voorzien. Wel geldt ook voor deze sectoren de N-norm, die door alle landen van de Europese Unie is aanvaard, namelijk < 11,3 mg/l nitraat-N in het bovenste grondwater. De 10 voorhoedebedrijven blijven gemiddeld net binnen deze norm. We vermoeden, dat dit voor akker- en tuinbouw, met geheel of gedeeltelijk organische bemesting, ook een unieke milieuprestatie is, maar zeker weten we het niet, aangezien er geen literatuur is inzake de N-uitspoeling op praktijkbedrijven. Afgezien hiervan, kan de N-uitspoeling op de 10 bedrijven worden verlaagd in de richting van de EU-richtlijn voor het bovenste grondwater (< 5,6 mg/l nitraat-N). Dit is mogelijk, indien de bedrijven in de komende jaren de N-behoefte per gewas beter kunnen begroten, conform de landbouwkundig gewenste en ecologisch verantwoorde trajecten voor de N-behoefte, zoals we die recent hebben afgeleid uit de KPI-gecorrigeerde opbrengsten en de Potentiële N-Uitspoeling (PNU) van de hoofdgewassen (Fig. 3.2 - 3.5). Als we wat meer gegevens hebben, kunnen deze trajecten ook nog afgeleid worden voor maïs en knolselderij. Deze twee gewassen hebben een hoge PNU en behoren daarmee tot de zg. N-risicogewassen (Fig. 3.10).

Naast verlaging van de N-uitspoeling, kunnen de bedrijven ook hogere KPI-gecorrigeerde opbrengsten realiseren door de N-behoefte per gewas nauwkeuriger te begroten met de door ons afgeleide streeftrajecten. Dit kan enerzijds door overdosering met N voortaan te vermijden en daarmee verliezen door ziekten, zoals vaak is gebeurd bij ui (valse meeldauw) en wellicht ook peen (*Alternaria*-soorten), anderzijds door onderdosering voortaan te vermijden, zoals vaak is gebeurd bij tarwe (Figuren 3.2-3.3, Tabel 3.1).

Stap 3. Begroting van het deel van de N-behoefte per gewas, dat met mest moet gedekt

In tegenstelling tot vlinderbloemigen, behoeven niet-vlinderbloemigen mest om hun N-behoefte te dekken. Maar er zijn andere N-aanvoerbronnen, intern en extern, die eerst moeten worden benut en begroot. De interne zijn resterende N-reserve en oogstrest van de voorvrucht, eventuele niet-vlinderbloemige groenbemester en mineralisatie. De externe zijn biologische N-binding en depositie. Voorlopig begroten we de netto bijdrage van mest en andere bronnen aan de dekking van de N-behoefte per gewas op basis van een formule voor multiële regressie. Dit betreft de som van N-opname en N-reserve bij de oogst van een groot aantal gewassen in de jaren 1995-1997 in relatie tot de som van bruto N-aanvoer vanuit diverse bronnen (Tabel 3.1). Om een nauwkeuriger begroting te maken van de benodigde netto bijdrage van mest en de andere N-bronnen, dient de regressieformule te worden uitgebreid met uitspoeling en denitrificatie per aanvoerbron in relatie tot neerslagoverschot en bodemtemperatuur. Henk Kloen zal trachten het ENB in deze stap te verbeteren.

Stap 4. Bouwplanbehoefte aan best passende mestsoort(en)

Vanaf 1996 worden mestsoorten, of combinaties daarvan, geselecteerd die qua kengetallen voor hun P, K, en N-gehalten het beste passen bij de verhoudingen tussen de P-, K- en N-behoeften van de gewassen in het nieuwe bouwplan. Vervolgens wordt begroot hoeveel ton van deze best passende mestsoort(en) nodig is en eventueel moet worden aangekocht. Het grote probleem is echter het ENB aldus uit te voeren. Dit hangt samen met twee omstandigheden:

- de meeste bedrijven hebben K-reserves boven het streeftraject en dienen dus een K-arme mestsoort aan te wenden;
- aankoop van K-arme mestsoorten zoals pluimvee- en varkensmest is nauwelijks mogelijk, omdat deze volgens de richtlijnen van het EKO-keurmerk afkomstig moet zijn van grondgebonden en extensieve bedrijven, die er in ons land nauwelijks zijn en die bovendien de mest in principe voor eigen gebruik nodig hebben, willen ze niet interen op hun eigen bodemreserves!

In Hoofdstuk 3.3 is uiteengezet, dat de beschikbare K-reserves toenemen als gevolg van mobilisatie en dat de beschikbare P-reserves dalen als gevolg van immobilisatie. Mettertijd zal de behoefte aan P-rijke en K-arme mest dus toenemen en zal het dus nog moeilijker worden ENB conform de landbouwkundige en ecologische innovatienormen voor P, K en N uit te voeren. Allerlei maatregelen zijn mogelijk om ENB voorlopig conform te blijven uitvoeren. Maar naarmate ons land erin slaagt de mestoverschotten terug te dringen in de melkveehouderij en tegelijk meer akker- en tuinbouwbedrijven te doen omschakelen naar ecologisch, zal de nu veelal gebruikte rundermest schaarser worden. Welke aanvoerbronnen moeten de ecologische akker- en tuinbouwbedrijven dan aanwenden voor hun P- en N-voorziening? De ecologisch meest geëigende oplossing is hergebruik van het organisch afval van de mensen en dieren, die de producten van deze bedrijven gebruiken (maatschappelijke kringlopen). Dit betekent meer bemesting op basis van GFT-compost en (weer ontsloten) fosfaat, gestript uit zuiveringsinstallaties van rioolwater. Ideaal zou zijn als we in ons land massaal zouden omschakelen op composttoiletten, dan voorkwamen we ook een groot deel van de oppervlaktewaterverontreiniging c.q. vermesting en ook specifieke problemen als veevergiftiging in de nabijheid van riooloverstorten. Wie neemt het initiatief voor een innovatie-project voor een maatschappelijke kringloop tussen een ekowijk (met composttoiletten en voldoende zuivere GFT-inzameling) en een groep EKO-bedrijven?

Stap 5. Analyseer en verdeel beschikbare hoeveelheden mest over de velden op basis van N-behoefte per gewas

Vanwege de schaarste aan mest, zijn de bedrijven geneigd deze vroeg in het voorjaar aan te kopen. Om betrouwbare PKN-gehalten te verkrijgen, is het beter de mest pas vlak voor de aanwending in het najaar te laten analyseren, want de mest kan aanzienlijk in volume en gehalten aan droge stof, P, K en N veranderen, afhankelijk van de mestsoort en de wijze van opslag. Hierbij kunnen de verliezen aan organische stof, N en K nog aanzienlijk worden verminderd door:

- temperen van de biologische activiteit c.q. de temperatuur van de hoop door deze op te zetten in een vorm, die maximaal bolvormig is (maximaal behoud van organische stof als voeding van het bodemleven en structuurverbeteraar);
- voorkomen van afstroming van (K-rijk) lekwater uit de mesthoop naar de sloot of wegzijging naar het grondwater, door:
 - mestopslag op mestplaat met opvang van lekwater;
 - afscherming van de mestopslag met neerslagwerend maar ademend doek.

Tot nu toe heeft de mest een vrij lage fractie werkzame N in het eerste jaar (0,18). Dit kan worden verbeterd, door de mest per veld zo spoedig mogelijk na de oogst van het gewas uit te rijden en in te werken, zodat het bodemleven nog vóór de winter zoveel mogelijk van de mest kan omzetten en in het voorjaar als minerale N kan vrijgeven aan het volggewas. Oogstresten hebben een even lage fractie werkzame N in het eerste jaar (0,18) als mest. Wellicht komt dit,

doordat oogstresten en mest niet alleen vaak laat worden ingewerkt, maar ook doordat ze relatief vezelrijk (stengelrig) en moeilijk verteerbaar zijn, in vergelijking met groenbemesters. Deze worden ook vaak laat ingewerkt, en hebben niettemin een veel hogere werkzame N-fractie in het eerste jaar (0.35). Groenbemesters kunnen blijkbaar later worden ingewerkt dan mest en oogstresten, omdat ze relatief jong en vezelarm zijn en daardoor sneller verteren. Behalve door snellere inwerking, kan de eerstejaars N-werking van mest en oogstresten worden verbeterd door:

- zo gelijkmatig mogelijke verspreiding over het veld (strooibanen bij mest vermijden, oogstresten niet in het zwad laten liggen);
- zo fijn mogelijke verdeling over het veld en in de bouwvoor (mest en oogstresten zoveel mogelijk verkleinen bij het uitrijden resp. inwerken).

Mest zal in veel gevallen met een groenbemester moeten worden gecombineerd. Indien de groenbemester pas wordt gezaaid na de oogst van het hoofdgewas is er geen probleem, want dan kan de mest voor inzaai van de groenbemester worden uitgereden en ingewerkt. Maar de combinatie van mest met een groenbemester, die onder het hoofdgewas is gezaaid, is moeilijker. Tot nu toe is in deze situatie de mest vaak laat uitgereden en ingewerkt met de groenbemester. Uit onderzoek van het PAV is gebleken, dat het laat inwerken van een grote massa aan mest en groenbemester vaak weinig meer N oplevert dan kleinere massa's. Blijkbaar wordt met het laat inwerken van een grote massa de verwerkingscapaciteit van het bodemleven overschreden. Anderzijds is het mogelijk, dat zuurstoftekort optreedt en organismen gaan overheersen, die zuurstofhoudende verbindingen, zoals nitraat gaan gebruiken, met N-verlies in de vorm van luchtstikstof en lachgas tot gevolg (denitrificatie). Om dit alles te voorkomen en meer N beschikbaar te krijgen in het eerste jaar, dienen mest en groenbemester eerder te worden ingewerkt, naarmate de massa groter is:

- 4 ton ds/ha vóór 1 oktober
- 3 ton ds/ha vóór 15 oktober
- 2 ton ds/ha vóór 1 november
- 1 ton ds/ha vóór half november

Aanvullende richtlijnen:

- * werk minder snel verteerbaar materiaal zoals gras of strorijke stoppels steeds twee weken eerder in dan bovenstaande datums;
- * verdeel ook groenbemesters zo fijn mogelijk (niet direct onderploegen, maar eerst verkleinend inwerken met bijvoorbeeld een schijveneg of rotorkoep)

Om het N-rendement van de combinatie van mest en oogstresten te verbeteren, worden de volgende richtlijnen gegeven:

- na slaboon en doperwt strorijke mest inwerken met de oogstresten (4 ton ds/ha met circa 100 kg N/ha in fijn verdeelde en daardoor snel verteerbare vorm) en groenbemester inzaaien (gras, gele mosterd, phacelia);
- na suikerbiet en kool eventueel stro-arme mest inwerken, na eerst de circa 4 ton ds/ha oogstresten met 100 kg N/ha (grof verdeeld, vezelig en daardoor minder snel afbreekbaar) goed te hebben verspreid en verkleind met bv. een schijveneg of rotorkoep;
- na peen, witlof en selderij eventueel stro-arme mest inwerken, na de circa 3 ton ds/ha oogstresten met 50 kg N/ha te hebben verspreid en verkleind.

4. Toetsing en verbetering van de Infrastructuur voor Natuur en Recreatie (INR)

In dit hoofdstuk bespreken we de voortgang met de Infrastructuur voor Natuur en Recreatie (INR).

Dit is de bedrijfsmethode die zorgt voor een afwisselende natuur en een aantrekkelijk landschap.

In hoofdstuk 4.1 behandelen we de voorlopige verbeteringen in aanleg en beheer. In Hoofdstuk 4.2 toetsen we de aanvaardbaarheid en de uitvoerbaarheid van de INR in de praktijk. In Hoofdstuk 4.3 volgt de toetsing van de werkzaamheid van de INR. In Hoofdstuk 4.4 bespreken we de mogelijkheden voor verdere verbeteringen van aanleg en beheer.

4.1. Voorlopige verbeteringen in aanleg en beheer

In hoofdstuk 1 is de INR gemotiveerd en als volgt gedefinieerd:

Een INFRASTRUCTUUR VOOR NATUUR EN RECREATIE (INR) is een zodanig aangelegd en beheerd netwerk van landschapselementen dat het een of meerdere bedrijven toegankelijk maakt voor recreanten, maar ook genietbaar in alle rust, omdat het tegelijk leefplaats en verbindingsweg is voor een aantrekkelijke flora en fauna en vrij is van gemotoriseerd verkeer.

In ontwerp moet de INR voldoen aan de volgende basiseisen:

- De elementen van de INR vormen een netwerk waarlangs planten en dieren zich kunnen vestigen en verspreiden en waarlangs mensen kunnen recreëren. Lijnvormige elementen als sloten, hagen en paden vormen dus de hoofdelementen.
- Het netwerk verschaft variatie en continuïteit aan planten door periodiek maaien (of snoeien) en afvoeren tegen verruiging en verstikking en door permanente grasstroken langs de sloten en hagen tegen erosie en vermessing vanuit het veld.
- Het netwerk verschaft variatie en continuïteit aan dieren door afwisselend voedselaanbod (nectar, stuifmeel, zaden en bessen) en door beschutting en nestgelegenheid (hooi- en houtmijten, rietkragen, poelen, nestkasten etc. als nevenelementen).
- Het netwerk verschaft variatie en continuïteit aan recreanten door afwisselende landschapselementen en door van het vroege voorjaar tot het late najaar bloeiende en boeiende planten en dieren.
- Het netwerk omvat tenminste 5% van de productie-oppervlakte om aan bovengenoemde eisen te voldoen (hoofd- en nevenelementen met permanente grasstroken als buffer, rij- en wandelpad).

Naast deze basiseisen aan de INR zijn er specifieke richtlijnen voor de aanleg en het beheer van slootkanten, permanente grasstroken en nevenelementen. Deze zijn de afgelopen jaren getoetst en verbeterd. De verbeterde richtlijnen voor slootkanten, permanente grasstroken en nevenelementen worden gepresenteerd in de Hoofdstukken 4.1.1 - 4.1.3.

4.1.1. Richtlijnen voor slootkanten

Sloten vormen het hoofdelement van de INR voor de agrarische bedrijven in het lage land met een dicht netwerk, waarmee ze het landschap als het ware dooraderen. In akkerbouwgebieden worden brede en diepe sloten die het gehele jaar water houden meestal met de grotere watergangen door het waterschap beheerd. De meeste sloten onder agrarisch beheer zijn wat kleiner en vallen vaak droog in de zomermaanden, zodat de slootkanten meer continuïteit bieden dan het slootwater. De slootkanten fungeren niet alleen als leefplaats en als verbindingsweg, maar ook als overwinteringsplaats voor vele diersoorten die gedurende het groeiseizoen van en op het veld leven. Naast schadelijke soorten zoals veldmuizen en peen-, kool-, uienvlieg, zijn dit ook vele nuttige soorten zoals wezels, en parasieten en predatoren van schadelijke insecten (sluipwespen, loopkevers, zweefvliegen).

In de gangbare landbouw worden bodems en randen van sloten vaak met herbiciden behandeld. Slootkanten en bermen worden meestal meerdere keren geklepelmaaid, waarbij het maaisel blijft liggen. Mede door aanvoer van meststoffen vanuit de lucht en vanaf het veld leidt dit tot een steeds rijkere bodem, met als gevolg dat de slootkanten verruigen met stikstofminnende soorten zoals kweek en andere grassen. Waar de grond kaal wordt door onzorgvuldig maaien of erosie ontwikkelen zich akkeronkruiden. Tegen deze achtergrond zijn de richtlijnen voor aanleg en beheer van slootkanten verder verbeterd:

- zorg voor een begroeide kruin van minstens 0,5 meter breed en berijd deze niet meer, om erosie van de slootkant en veronkruiding te voorkomen;
- zorg voor permanente grasstroken van minstens 2,5 meter breed om vermessing te voorkomen en de sloten toegankelijk te maken voor beheer en recreatie;
- maai de slootkanten in voor- en najaar na eerst de grasstroken te hebben gemaaid (zie 4.1.2). Maai in het voorjaar zo laat mogelijk om de voortplanting van planten (bloei en zaadsetting) en dieren (vogels, insecten) minimaal te verstoren, maar voorkom dat de begroeiing zwaar wordt en gaat legeren en zo de zomerbloei onderdrukt. Maai in het najaar voor 1 oktober om kiemplanten een kans te geven en de vegetatie genoeg tijd te geven om tegen de winter de slootkanten weer redelijk bedekt te hebben, ten behoeve van diverse grote en kleine dieren en ter bescherming tegen erosie. Als de vegetatie in het voorjaar zo schraal blijft, dat geen legering meer optreedt, dan kan met een maaibeurt in het najaar worden volstaan. Echter, een zware snede tijdens de zomer laten staan kan leiden tot verruiging en verlies aan soortenrijkdom;
- maai niet korter dan 7 cm, om de zode niet te beschadigen, vlotte hergroei mogelijk te maken en op de grond levende dieren te sparen;
- spaar bij de eerste maaibeurt rietkragen (broedende vogels), brandnetelbosjes (rupsen van diverse dagvlinders), plekken met rijkelijk bloeiende planten (aantrekkelijk voor recreanten; nectar en stuifmeel voor insecten; zaden voor verspreiding van planten en voeding van dieren) en tenslotte reuzeplanten als knikkende distel, kaardebol en donzige klis (om tot 2 m hoge stengels te krijgen, die zeer decoratief zijn en aantrekkelijk voor hommels en vlinders tijdens de bloei en voor distel- en groenvinken in de zaadfase);
- spaar bij de tweede maaibeurt nog plekken met laatbloeiende reuzeplanten (als kaardebol en klis) en nieuwe rietkragen (de overjarige mogen gemaaid nu de vogels zijn uitgebroed);
- hark het maaisel binnen een paar dagen van slootkant en kruin om kiemplanten niet te verstikken en om de bodem te versralen, zo worden ruigtesoorten zoals akkerdistel teruggedrongen en krijgen nieuwe soorten een kans;

- raap het maaisel op als het droog is en gebruik het als strooisel of zet het op een hooimijt (oriëntatiepunt voor recreanten; schuilplaats voor kleine roofdieren; uitkijkpost voor roofvogels);
- beperk het uitdiepen van de sloot tot één grondige beurt per 3-5 jaar, verwijder de bagger zonder slootkant en kruin te beschadigen of te besmeuren;
- betrek buren bij het beheer van een scheidingsloot of neem zo mogelijk de sloot in volledig beheer, om te voorkomen dat het ecologisch opbouwwerk wordt doorkruist, vooral door overwaaiende herbiciden.

4.1.2. Richtlijnen voor permanente grasstroken

In principe moeten langs alle sloten permanente grasstroken liggen, om meerdere functies te vervullen.

Functies van permanente grasstroken langs de sloten:

- bescherming van sloot en kruin tegen verstoring door berijding, bemesting en grondbewerking;
- gebruik als rijstrook bij het maaien van de slootkanten en het oprapen/afvoeren van maaisel (dit is niet mogelijk als de gewassen tot op de slootkant staan);
- gebruik als wandelpad voor recreanten (in de eerste plaats het agrarisch gezin zelf met zijn familie, vrienden en kennissen!)

Om de grasstroken al deze functies tegelijk te doen vervullen, zijn de richtlijnen voor aanleg en beheer verder verbeterd:

- leg stroken aan langs alle sloten waarlangs geen kavelpad loopt;
- maak de stroken minimaal 2,5 m breed vanaf de kruin;
- als de totale oppervlakte aan slootkanten, grasstroken en erfbeplanting minder dan 5% van de productie oppervlakte omvat, vul dan aan met grasstroken langs het kavelpad (in aanleg hoort grasstrook *tussen* sloot en kavelpad!);
- zaai gras(klaver) in dat snel de bodem bedekt en daarmee onkruidgroei onderdrukt (kruidenmengsels zijn niet geschikt langs de slootkanten, omdat ze gemakkelijk veronkruiden en niet kunnen worden gewied of gemaaid en bovendien geen berijding verdragen);
- bemest de stroken niet, om de slootvegetatie niet te verstoren en onkruiden niet te bevorderen;
- maai de stroken minstens driemaal per jaar, om kort gras te houden voor wandelaars en om onkruiden zoals akkerdistel tegen te gaan. Maai de eerste keer al na de bloei van de paardebloemen, om al wandelend te kunnen genieten van de eerste bloemen in de slootkant en de opkomst van de gewassen. Maai de stroken een tweede keer aan het eind van de lente en een derde keer aan het eind van de zomer. Maai steeds een week eerder dan de slootkanten, om het slootmaaisel op het korte gras te laten drogen en goed op te kunnen rapen en af te voeren. Bovendien kunnen rode en witte klaver in de stroken voor kleur, nectar en stuifmeel zorgen tijdens de hergroei van de slootkantvegetatie.;
- voer het maaisel af en gebruik het als strooisel of zet het op een hooimijt. Werk het eventueel naar het gewas toe om het later in te ploegen;
- houd de stroken groen in de winter, want juist dan is bescherming tegen erosie en vermesting het hardste nodig.

4.1.3. Richtlijnen voor nevenelementen

De INR heeft naast de lijnvormige hoofdelementen een reeks nevenelementen nodig om voldoende variatie en continuïteit in 't veld en op 't erf te bieden aan dieren en recreanten. In het innovatieproject kunnen de bedrijven de volgende nevenelementen aanbrengen:

in het veld

- vroegbloeiende wilgen in de slootkant (minstens 1 per 300 meter);
- strook met grasklaver in bloei van 15 juni - 15 september (minstens 600 meter);
- volveldstrook met kruiden of luzerne/grasklaver in bloei van 15 juni - 15 september (minstens 300 meter);
- haag in 't veld (minstens 100 meter en 10 doelsoorten, die tezamen een bloei-estafette verzorgen);
- poel met permanent water (in verbinding met sloten, minstens 20 m²);
- rietkraag die minstens 3 maaibeurten achtereen blijft staan (voorjaar, najaar, voorjaar) en daardoor minstens een winter en twee zomers overblijft (minstens 100 meter, zeker in geval van overjarig riet nooit in het voorjaar maaien vanwege broedende vogels);
- hooimijt (minstens 2 meter hoog en minstens 300 meter van het erf);
- bloeiende kruiden als hoofdgewas of als groenbemester (minstens 1 maand in bloei);
- bosje met struiken (minstens 50 m² en 10 doelsoorten die tezamen een bloei-estafette verzorgen);
- 1 of meer solitaire bomen (minstens 300 meter van het erf);
- braamstruweel in de slootkant, beheerd als de rietkraag (minstens 10 m²).

op het erf

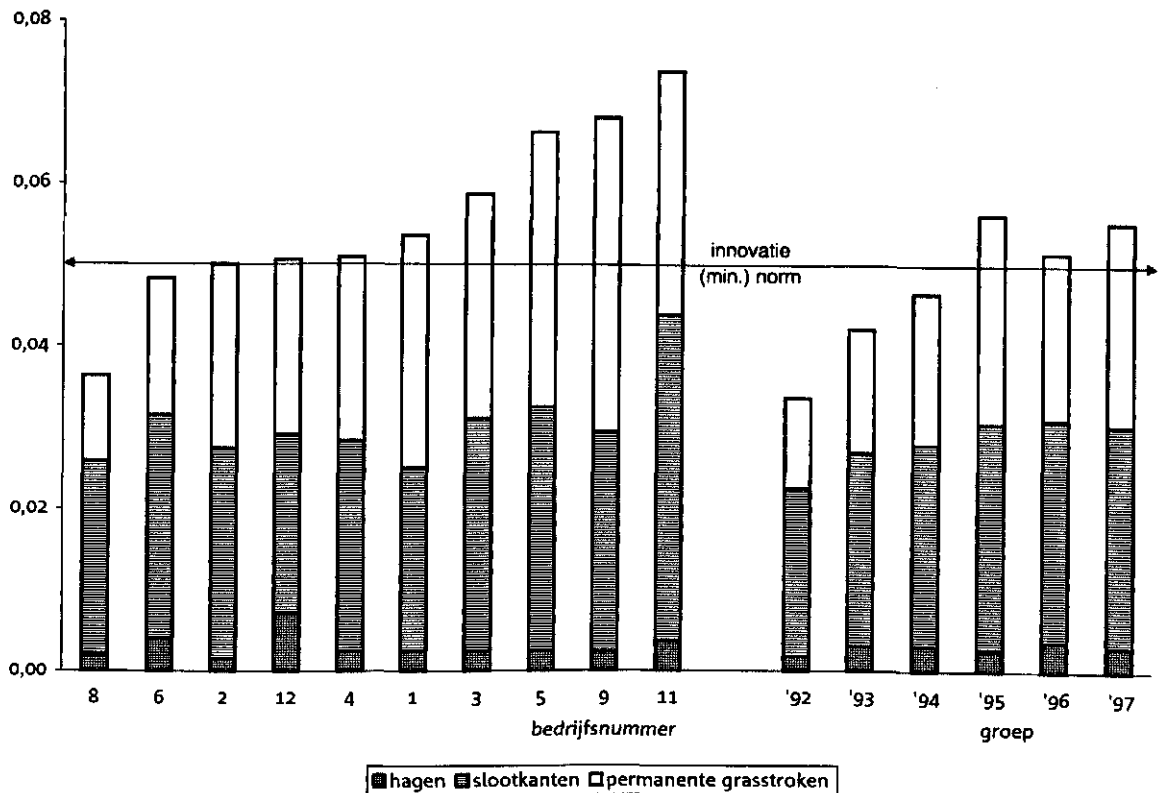
- haag grenzend aan het veld (minstens 100 meter en 10 doelsoorten die tezamen een bloei-estafette verzorgen, zie verderop Tabel 4.3);
- houtmijt (minstens 2 meter hoog en in of tegen de erfbeplanting);
- houtrillen (minstens 10 meter lang en 1 meter hoog)
- nestkasten voor torenvalk én kerk- of steenuil op rustige plek en minstens 100 meter van elkaar (plaats de torenvalk kast eventueel in 't veld).

In de richtlijnen voor aanleg en beheer van deze nevenelementen (zie eerste rapport Hoofdstuk 6.2.3) zijn geen verbeteringen aangebracht tussen 1995 en 1997.

4.2. Aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid van INR

Om te toetsen in hoeverre de ontworpen INR wordt aanvaard en uitgevoerd, zijn twee maatstaven ontwikkeld:

- de Infrastructuur voor Natuur en Recreatie Index (INRI) (Hoofdstuk 4.2.1);
- de Neven Elementen Diversiteit (NED) (Hoofdstuk 4.2.2).



Figuur 4.1 De Infrastructuur voor Natuur en Recreatie Index van de 10 voorhoedebedrijven in 1997.

4.2.1. Infrastructuur voor Natuur en Recreatie Index

Infrastructuur voor Natuur en Recreatie Index (INRI) = oppervlakte van in infrastructuur opgenomen slootkanten, permanente grasstroken en nevenelementen (ha) / productie-oppervlakte van het bedrijf (ha).

Minimum innovatie norm voor de INRI = 0.05.

In 1997 hebben 8 van de 10 bedrijven voldaan aan de minimum innovatienorm voor de omvang van de INRI (Fig. 4.1). Deze minimum norm verzekert bij het plaatselijke slotenpatroon dat langs alle slootkanten een grasstrook van minstens 2.5 meter breed ligt om de sloten te beschermen tegen erosie en vermessing en ze toegankelijk te maken voor mechanisch onderhoud en voor recreanten.

Uit de groepsgemiddelden vanaf 1992 (Fig.4.1), blijkt dat de meeste bedrijven slechts met aarzeling productie-oppervlakte hebben opgeofferd voor de grasstroken. Dat nog 2 bedrijven onder de innovatie norm voor INRI zitten, komt door het niet of te smal aanleggen van de grasstroken. De betreffende 2 bedrijven staan vooralsnog op het standpunt, dat 2,5 m brede grasstroken niet nodig zijn. Andere bedrijven willen juist bredere grasstroken, met name langs velden met rooivruchten, in verband met de ruimte die met name bij de oogst nodig is als wendakker. Aldus variëren de grasstroken nogal in breedte: van 0 tot 5 meter. Alle slootkanten op de bedrijven (in totaal circa 35 km) hebben wel een kruin van 50 cm vanaf de insteek.

In het algemeen beheren de bedrijven de slootkanten en grasstroken volgens de richtlijnen. Incidenteel, met name waar een voldoende brede grasstrook ontbreekt, laat men de afvoer na van het maaisel van de voorjaarsnede. Dit kan dan leiden tot verstikking, kale plekken en verruiging met o.a. akkerdistel. Een aantal bedrijven weet niet goed waar het maaisel te laten, als het niet kan worden benut als veevoer of strooisel voor de stal. De alternatieven zijn het maaisel naar de akkerzijde van de grasstrook toewerken en later onderploegen, of het maaisel oprapen en op een hooimijt zetten. Het inploegen van maaisel heeft als risico dat onkruidzaden worden verslept, met name van kweek. Het oprapen en op een mijt zetten van het maaisel vergt een opraapwagen, die akkerbouwers in principe niet hebben. Dus het kost dan loonwerk. Ook is het moeilijk een mooie hooimijt te maken, als het niet met een hooivork of een kraan gebeurt. Daarom hebben de meeste bedrijven nog geen hooimijt en zijn de wel aanwezige hooimijten vaak aan de lage kant. Qua vorm lijken het meer hooibergen.

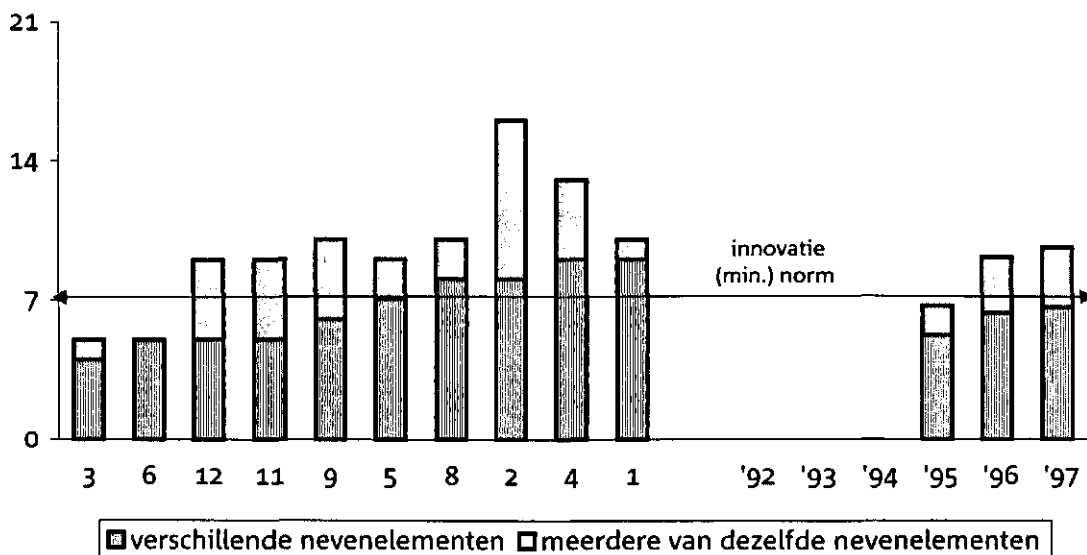
4.2.2. Neven Elementen Diversiteit

Neven Elementen Diversiteit (NED)=

aantal door een bedrijf aangelegde nevenelementen uit keuzelijst (Hoofdstuk 4.1.3).

Minimum innovatienorm (in 1997) = 7 verschillende elementen per bedrijf.

Vanaf 1995 zijn ook nevenelementen aangelegd, om de variatie en de continuïteit binnen de INR te vergroten. In 1997 hebben 5 van de 10 bedrijven de minimum innovatienorm gehaald (Fig. 4.2). Bovendien hebben de meeste bedrijven nog enige elementen in tweevoud of in drievoud aangelegd. De meest aangelegde nevenelementen zijn nestkasten voor torenvalk en kerkuil (van elk minstens 1), wilgen langs de slootkant (elke 300 m minstens 1), witte en /of rode klaver in de grasstroken (minstens 300 m), bloeiende hoofdgewassen (gedurende minstens een maand) en haag grenzend aan het veld (minstens 100 m en met minstens 10 doelsoorten).



Figuur 4.2 Neven Elementen Diversiteit (NED) op de 10 voorhoedebedrijven in 1997

4.3. Werkzaamheid van de INR

De werkzaamheid van de INR wordt allereerst getoetst aan de ontwikkeling van een flora, die in tijd en ruimte de INR doet functioneren als leefplaats en verbindingsweg voor dieren en als aantrekkelijke natuur en landschap voor recreanten. Deze wordt ontwikkeld en getoetst op basis van drie maatstaven (Hoofdstuk 4.3.1).

Daarnaast zijn in 1997 de meningen van de agrarische ondernemers en hun partners gepeild door middel van een vragenlijst (Hoofdstuk 4.3.2).

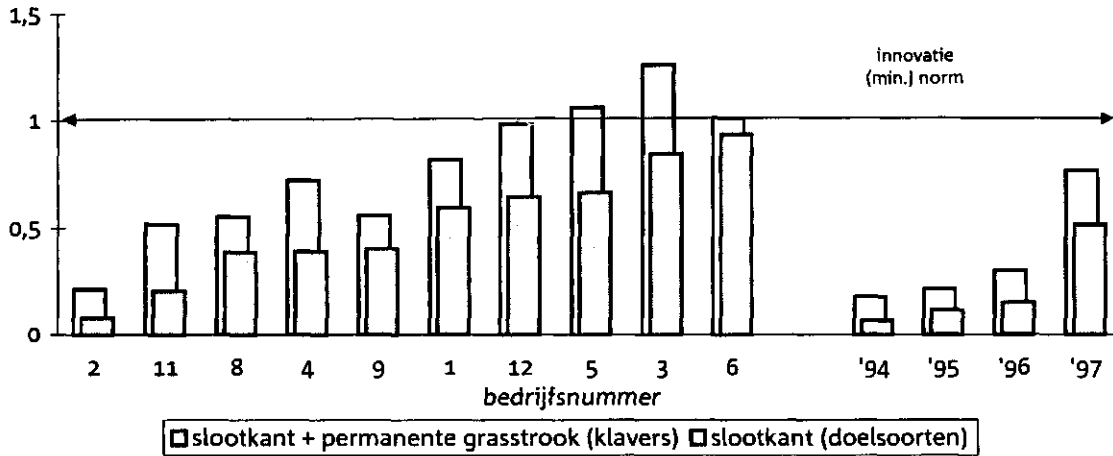
4.3.1. Bloem Dichtheid Index en Planten Doelsoorten Verdeling/Diversiteit

De flora maakt de INR leefbaar voor dieren en aantrekkelijk voor recreanten als zij met een wisselend boeket van bloemen zorgt voor stuifmeel, nectar en kleuren. De flora moet dus zorgen voor een bloei-estafette van het vroege voorjaar tot het late najaar en goed gespreid over het bedrijf. Voor de INR zijn daarom wilde plantensoorten met opvallende bloeiwijze de doelsoorten. Uitgesloten zijn soorten die zich als onkruid over de velden kunnen verspreiden. Voor de werkzaamheid van de INR voor en door de flora hanteren we voorlopig drie maatstaven en op basis hiervan 3 innovatienormen:

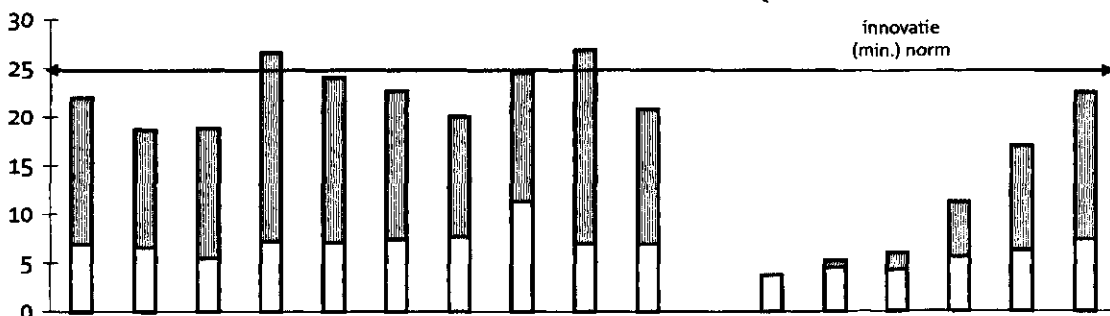
1. *Bloem Dichtheid Index (BDI):*
het geschatte aantal bloemen per meter INR (slootkant + grasstrook) per maand, vanaf april tot en met september (BDI = 0 bij < 13 bloemen, = 1 bij 13-25 bloemen, = 2 bij 25-50 bloemen, = 3 bij 50-100 bloemen, = 4 en optimaal bij > 100 bloemen = 5).
Minimum innovatienorm BDI = 1.
2. *Planten Doelsoorten Verdeling (PDV):*
het aantal doelsoorten per honderd meter INR (slootkant + grasstrook).
Minimum innovatienorm PDV = 25.
3. *Planten Doelsoorten Diversiteit (PDD):*
het aantal doelsoorten in de totale INR van het bedrijf.
Minimum innovatienorm PDD = 50.

Bij de ontwikkeling van de INR wordt dus voorrang gegeven aan een bloeiende flora en daarmee aan de bloembezoekende insecten. Deze insecten verdienen voorrang, omdat ze de INR aantrekkelijk maken voor recreanten (vlinders en hommels), cultuurgewassen bestuiven (hommels en bijen) en plaaginsecten opruimen (zweefvliegen en sluipwespen). De insectenfauna op bloemen en zaden vormt het voedsel voor spitsmuizen en zangvogels. De diverse soorten zaad- en insectenetende muizen en zangvogels zijn weer prooi voor kleine roofdieren (wezel, hermelijn, bunzing) en roofvogels (torenvalk, buizerd, kiekendief, kerkuil). Met een gerichte ontwikkeling van de flora (bloei-estafette) wordt dus aansluitend een fauna ontwikkeld via allerlei voedselrelaties.

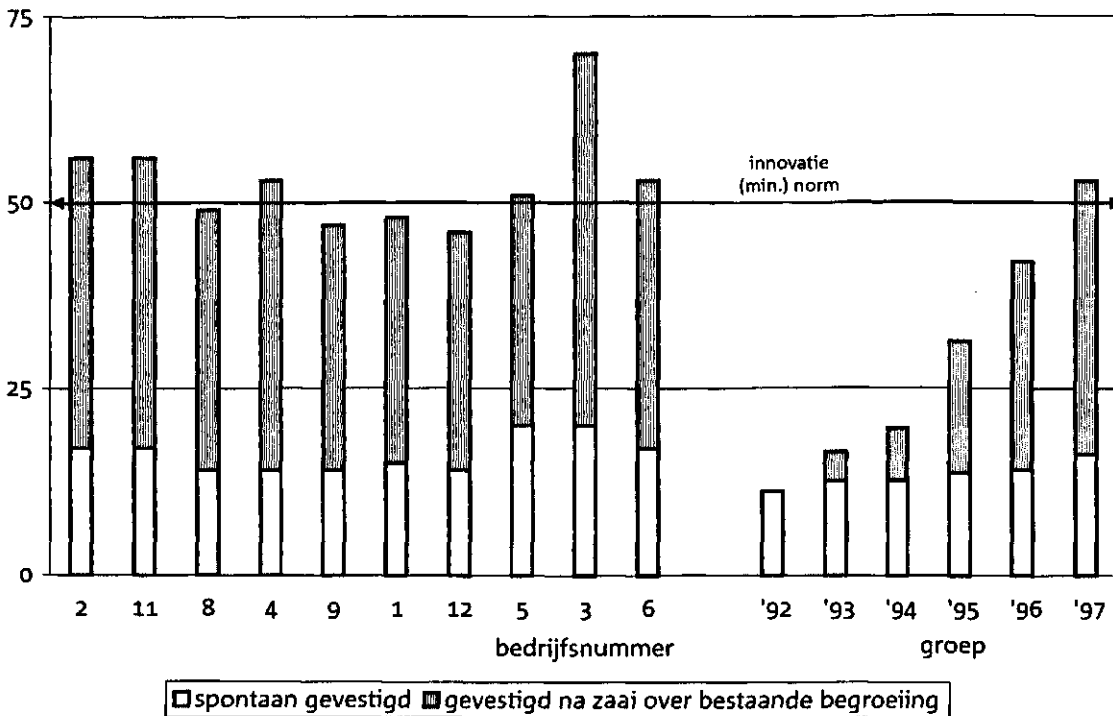
a. gemiddelde Bloem Dichtheid Index (BDI) april-september



b. Planten Doelsoorten Verdeling (PDV) (soorten/100 m slootkantsectie)



c. Planten Doelsoorten Diversiteit (PDD) (soorten/bedrijf)



Figuur 4.3 De drie maatstaven (op volgorde van belangrijkheid) voor de flora in de INR van de 10 voorhoedebedrijven in 1997

Door zijn korte geschiedenis is Flevoland nog vrij soortenarm en is er nog geen sprake van een gebiedseigen flora. De flora vertoont veel overeenkomsten met die van het Noordelijk kleigebied. Daarnaast bevat de flora ook kenmerkende soorten van het rivierengebied, het laagveen, de duinen en zelfs Zuid-Limburg! (Lit. 4.1 en 4.2). De trage verbreiding van de soorten die hun zaden niet door de wind verspreiden, de dichte bedekking van slootkanten met grasachtigen en de nog jonge, voedselrijke bodem zijn beperkend voor de ontwikkeling van de INR. Omdat de regio soortenarm is, en de bedrijven zelf extreem soortenarm zijn door natuurvijandig beheer in het verleden, hebben we zaden verzameld van ongeveer 90 doelsoorten, die een redelijke vestigingskans hebben maar zich niet door de lucht verspreiden. Deze zijn in 1992 en 1993 uitgereikt voor uitzaai, met advies voor zaaitijd en zaaiwijze. Omdat de zaadmengsels vaak niet conform advies zijn gezaaid, werden ze van 1994-1996 door onszelf uitgezaaid.

De BDI is in 1997 flink toegenomen, maar de minimum innovatienorm is pas door 4 bedrijven gehaald voor deze eerste maatstaf voor de flora, met behulp van de bloeiende klavers in de grasstroken langs de slootkanten (Fig. 4.3a). In de slootkanten zelf is de bloemdichtheid nog te laag, omdat er nog iets te weinig doelsoorten voorkomen en omdat ze nog onvoldoende egaal zijn verdeeld. Vooral ontbreken soorten die in april of september bloeien. Maar de vooruitzichten zijn gunstig, mede gezien de vooruitgang die is geboekt in de tweede en derde norm voor de flora (Fig.4.3b en Fig. 4.3c). Zowel PDV als PDD nemen sterk toe sinds in 1992 is begonnen met het uitzaaien van doelsoorten. In 1997 zijn de innovatie (minimum) norm voor PDV en PDD al door 2 resp. 6 bedrijven gehaald. Waarschijnlijk zullen in 1998 de meeste bedrijven de voor recreanten en nuttige insecten zo belangrijke innovatienorm voor BDI halen, evenals de normen voor PDV en PDD.

Tabel 4.1 biedt een overzicht van de soorten, die zich op meer dan 5 van de 10 bedrijven hebben gevestigd. Deze lijst kan worden benut voor de flora-ontwikkeling op andere bedrijven in de streek.

Tabel 4.1 Meest voorkomende doelsoorten in de slootkanten op de 10 voorhoedebedrijven (op meer dan de helft van de bedrijven aanwezig)

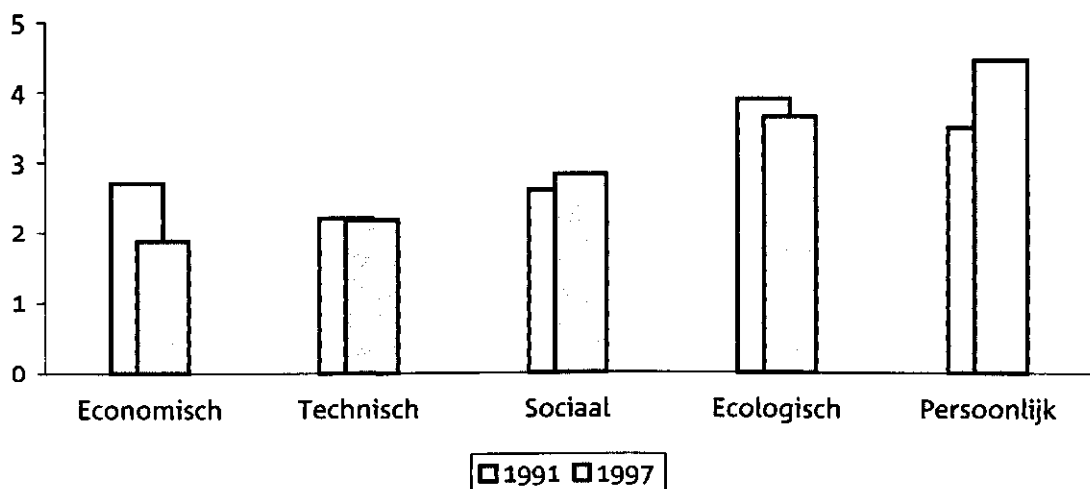
VOORNAAMSTE DOELSOORTEN IN 1997		BLOEI-ESTAFETTE							Aantal bedrijven waarop soort aanwe- zig is	
<i>wetenschappelijke naam</i>	<i>volksnaam</i>	niet ge- zaaid	maart	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	
Ranunculus ficaria bulbosa	Speenkruid		—	—						6
Bellis perennis	Madeliefje		—	—	—	—	—	—	—	8
Cardamine pratensis	Pinksterbloem		—	—						10
Taraxacum officinale	Gewone paardebloem	*	—	—						10
Alliaria petiolata	Look-zonder-look		—	—						10
Anthriscus sylvestris	Fluitekruid				—	—				10
Ranunculus acris	Scherpe boterbloem				—	—				10
Rhinanthus minor	Kleine ratelaar				—	—				9
Rumex acetosa	Veldzuring				—	—				8
Ranunculus repens	Kruipende boterbloem				—	—				8
Plantago lanceolata	Smalle weegbree				—	—				10
Silene dioica	Dagkoekoeksbloem				—	—				10
Lychnis flos-cuculi	Echte koekoeksbloem				—	—				8
Crepis biennis	Groot streepzaad				—	—				10
Myosotis arvensis	Akker-vergeet-me-niet	*			—	—				10
Trifolium pratense	Rode klaver	*			—	—				10
Silene latifolia	Avondkoekoeksbloem				—	—				10
Leucanthemum vulgare	Gewone margriet					—	—			9
Phalaris arundinacea	Rietgras	*				—	—			7
Vicia sativa nigra	Smalle wikke				—	—				6
Lathyrus pratensis	Veldlathyrus				—	—				8
Lotus corniculatus	Gewone rolklaver				—	—				6
Thalictrum flavum	Poelruit				—	—				6
Galium mollugo	Glad walstro				—	—				9
Urtica dioica	Grote brandnetel	*			—	—				10
Heracleum sphondylium	Gewone bereklauw				—	—				10
Senecio jacobaea	Jacobskruiskruid s.l.				—	—				10
Medicago sativa	Luzerne				—	—				10
Achillea millefolium	Gewoon duizendblad				—	—				6
Trifolium repens	Witte klaver	*			—	—				10
Centaurea jacea	Knoopkruid				—	—				10
Campanula rapunculus	Rapunzelklokje				—	—				6
Knautia arvensis	Beemdkroon				—	—				7
Malva alcea	Vijfdelig kaasjeskruid				—	—				8
Cirsium vulgare	Speerdistel	*				—	—			6
Dipsacus fullonum	Grote kaardebol					—	—			8
Pastinaca sativa	Gewone pastinaak					—	—			10
Tanacetum vulgare	Boerenwormkruid					—	—			7
Epitobium hirsutum	Harig wilgeroosje	*				—	—			9
Angelica sylvestris	Gewone engelwortel					—	—			10
Arctium tomentosum	Donzige klis					—	—			8
Phragmites australis	Riet	*						—	—	10

Alle doelsoorten hebben een aantrekkelijke bloeiwijze voor mens en dier, met uitzondering van:

- * Grote brandnetel, die belangrijk is als voedselplant van verscheidene dagvlinders en als dekking voor veel vogels, kleine zoogdieren en insecten
- * Rietgras en Riet, die voor de mens een aantrekkelijke pluim hebben en belangrijk zijn als dekking en voedselbron (zaad) voor veel vogels, kleine zoogdieren en insecten

4.3.2. Waarde voor de agrariërs en hun partners

Hoe werkt de INR nu uit op de agrariërs zelf en hun partners? De waarde die de INR voor hen kan krijgen, zal uiteindelijk de doorslag geven voor het welslagen of mislukken van deze innovatie. Toen in de loop van 1997 bleek, dat twee van de drie normen voor de flora werden gehaald, leek de tijd rijp voor een antwoord op bovengenoemde vraag. Daartoe is een enquête gehouden onder de 10 voorhoedebedrijven, met het verzoek aan de agrariërs en hun partners, om ieder een eigen mening te geven op een afzonderlijk formulier. Dit is gedaan, omdat steeds meer bedrijven in maatschap worden gevoerd en omdat op een aantal bedrijven de vrouwelijke partners een bijzondere interesse tonen voor de INR.



Figuur 4.4 Vijf aspecten van de INR op volgorde van belangrijkheid voor de agrariërs en hun partners, in 1991 en in 1997 (gemiddelden van 17 beantwoorders van de enquête)

De eerste vraag was, vijf aspecten van de INR op volgorde van belang te zetten, door 5 punten te geven aan het belangrijkste aspect en uiteindelijk 1 punt aan het minst belangrijke. Uit Fig.4.4 blijkt een frappant resultaat: persoonlijke aspecten wordt in 1997, na 6 jaar ervaring, veruit het meest belangrijk gevonden en economische aspecten het minst belangrijk! Ook blijkt, dat de meningen zijn veranderd sinds 1991, toen het project is begonnen. Persoonlijke aspecten hebben sterk aan belang gewonnen, ten koste van economische aspecten. Deze uitkomst moet als zeer positief worden ervaren voor het welslagen van de INR op de 10 voorhoedebedrijven en de verspreidingskansen voor de INR naar andere bedrijven. Blijkbaar zijn agrariërs en hun partners bereid enig verlies aan economische waarde in de vorm van productie-oppervlakte te aanvaarden, als daar maar voldoende winst aan persoonlijke waarde tegenover staat.

De volgende vraag was, ieder van de 5 aspecten onder te verdelen, door een aantal door de onderzoekers omschreven deelaspecten op volgorde van belangrijkheid te zetten. Zowel een rijtje positieve als een rijtje negatieve deelaspecten werd aangeboden. Voor elk werd gevraagd 5 punten te geven aan het belangrijkste deelaspect en uiteindelijk 1 punt aan het minst belangrijke. Per rijtje konden dus maximaal 5 deelaspecten worden genoemd. Van de mogelijkheid om zelf deelaspecten te vermelden is weinig gebruik gemaakt. De voornaamste deelaspecten (> 1 punt gemiddeld over de 17 beantwoorders) van ieder van de 5 aspecten worden vermeld in Tabel 4.2.

Tabel 4.2 De 5 aspecten van de INR met hun voornaamste deelaspecten, volgens de 10 voorhoede-bedrijven anno 1997 (sterk afwijkende beoordeling door vrouwen vet gedrukt).

Aspecten	Deelaspecten	gemiddeld aantal punten (max. 5)		
		totale groep (17)	mannen (11)	vrouwen (6)
1. Persoonlijk	* ik houd van de beelden (bloemen, vlinders..),geuren(bloemen, kruiden..) en geluiden (vogels)	4,0	3,7	4,7
	* het draagt bij aan mijn plezier in het veldwerk	2,7	3,0	2,3
	* <i>ik houd niet van het maaien en afvoeren van maaisel</i>	2,0	2,8	0,9
2. Ecologisch	* het maakt mijn bedrijf rijk aan flora	4,3	4,2	4,3
	* het draagt bij aan de flora en fauna in de polder	3,3	3,3	3,3
	* <i>er vestigen zich ongewenste soorten zoals akkerdistels</i>	2,9	3,3	2,2
	* het maakt mijn bedrijf rijk aan fauna	2,2	2,3	2,2
3. Sociaal	* het maakt mijn bedrijf herkenbaar voor voorbijgangers als een ecologisch bedrijf	2,7	2,7	2,6
	* het laat voorbijgangers zien, dat mijn bedrijf meer doet dan biologische voedselproductie	2,2	2,4	1,9
	* het draagt bij aan de recreatie-waarde van de polder voor de gemeenschap	1,5	1,1	2,7
	* ik gebruik het om te wandelen en te praten met mijn gezin en te genieten van de natuur	1,5	0,7	3,7
4. Technisch	* ik gebruik de grasstroken om met de trekker en machines te rijden	3,0	4,2	1,3
	* de grasstroken beschermen de gewassen tegen onkruiden vanuit de slootkant	1,6	1,5	1,7
	* het is een kweekplaats voor nuttige insecten	1,5	1,3	2,0
	* <i>ik had moeite met het aanleggen van onkruidvrije grasstroken</i>	1,4	1,6	1,2
5. Economisch	* <i>het maaien en afvoeren van het maaisel vergt een hoge inzet aan arbeid en machines</i>	3,5	4,4	2,2
	* het is goed voor de afzet van bioproducten	3,1	4,5	1,2
	* het kan t.z.t. worden betaald door de overheid (natuurproductiebetaling)	1,8	3,0	0,5
	* <i>de grasstroken kosten productie-oppervlakte</i>	1,6	1,9	1,1

Uit de tabel blijkt allereerst, hoeveel aspecten en deelaspecten van belang zijn bij zoïets eenvoudig als slootkantbeheer! Gezien de veelheid van aspecten en hun vele onderlinge tegenstellingen is het niet verwonderlijk dat het de bedrijven enige jaren heeft gekost om een

helder beeld te krijgen en voor zichzelf een voorlopige balans op te maken. Uit de tabel komt een duidelijk positieve balans naar voren voor de INR, met een elkaar versterkende mengeling van vooral persoonlijke en ecologische deelaspecten. Daarbij zien vooral de mannen een aantal negatieve deelaspecten: persoonlijk zien ze op tegen het maaien en afvoeren, een ecologisch minpunt is, dat de akkerdistel zich vestigt in de extensief beheerde slootkanten en een economisch minpunt zijn de kosten aan arbeid, machines en loonwerk voor het onderhoud. De vrouwen vinden deze negatieve deelaspecten veel minder belangrijk, waarschijnlijk omdat ze hierbij minder zijn betrokken. Maar de vrouwen vinden ook een aantal positieve technische en economische deelaspecten minder belangrijk, waaraan de mannen nogal waarde hechten. Dit betreft de benutting van de grasstroken als rijpad en wendakker voor trekkers en machines en de mogelijke benutting van de INR voor afzetbevordering en natuurproductiebetaling. De vrouwen zien wel veel meer dan de mannen de recreatieve waarde van de INR, voor zichzelf, het gezin en de poldergemeenschap.

4.4. Verdere verbetering van de INR

De INR kan verder worden verbeterd in aanleg en beheer. In aanleg zijn er verbeteringen mogelijk door verlegging van kavelpaden (Hoofdstuk 4.4.1), verbreding en verdieping van de sloten (Hoofdstuk 4.4.2) en meer aanplant van bomen en struiken (Hoofdstuk 4.4.3). In beheer zijn er verbeteringen mogelijk door een meer gevarieerd maaieregime voor de slootkanten (Hoofdstuk 4.4.4).

4.4.1. Verlegging van kavelpaden

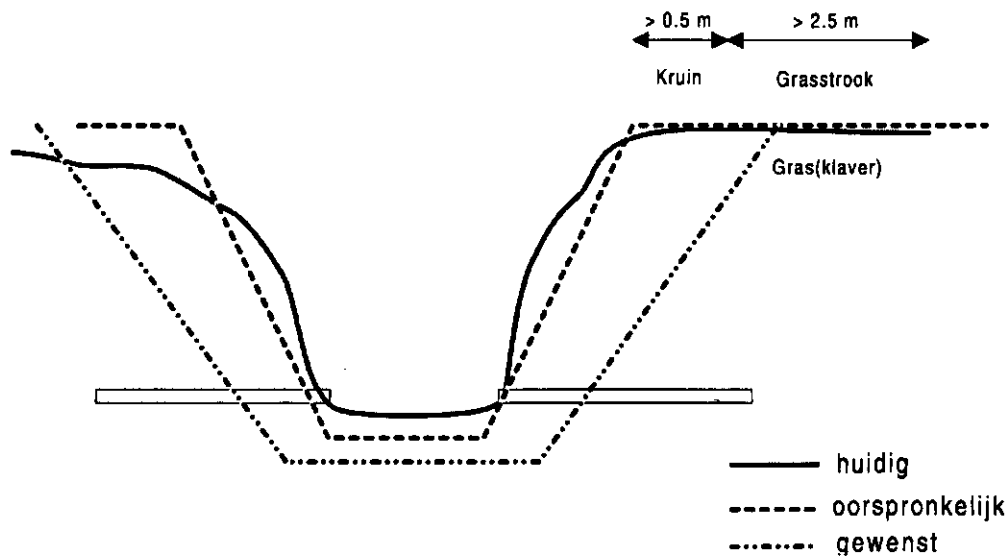
In Flevoland is oorspronkelijk op alle bedrijven vanaf het erf een betonnen kavelpad aangelegd van circa 600 m, langs een kavelsloot met een tussenstrook van slechts 1 meter. Naarmate er meer rooivruchten in het bouwplan zijn gekomen en de mechanisatie zwaarder is geworden, heeft deze krappe aanleg geleid tot het verrijden en afbrokkelen van de tussenstrook en het verzakken van de slootkant. Bovendien is de slootkant steeds meer vervuigd door grond en meststoffen die van trekkers en kippers vallen of via het kavelpad van de akkers afspoelen. Deze situatie vraagt in meerdere opzichten om verbetering: voor het waterbeheer, het slootonderhoud, de verkeersveiligheid en natuur en recreatie. Om deze redenen heeft bedrijf 1 als eerste bedrijf het kavelpad verlegd en de met gras begroeide tussenstrook tussen sloot en pad verbreed van 1 tot 2,5 meter. Dit is geen verlies aan productie-oppervlakte, maar verlegging van een deel van de weinig productieve wendakker naar de andere zijde van het kavelpad.

4.4.2. Verbreding en verdieping van sloten

Oorspronkelijk zijn de sloten voor slechts een functie aangelegd, nl. waterbeheer. In de polders van Flevoland betekent dit vooral het afvoeren van overtollige neerslag op de velden, welke door circa 1,5 m bovengrond moet sijpelen alvorens via drainagebuizen de sloot te bereiken. Daarnaast moet water via de sloten naar de velden kunnen worden aangevoerd in perioden van droogte. Voor deze functie heeft men de sloten passende afmetingen gegeven, maar die zijn met de jaren op grote schaal in verval geraakt (Fig. 4.5). Dit heeft meerdere oorzaken:

- het waterschap heeft de bedrijven toegestaan de grond tot de insteek te bewerken en te betelen, zodat de slootkanten zijn gaan afbrokkelen, verzakken en vervormen;

- ook is toegestaan de slootkanten en bovenranden regelmatig met herbiciden te bespuiten, zodat deze niet of spaarzaam zijn begroeid en erosie door weer en wind vrij spel heeft;
- de van bovenranden en kanten afkomstige grond hoopt zich op op de bodem, waardoor de voor een vlotte afvoer benodigde afstand tussen slootbodem en drainuiteinden van minstens 25 cm niet meer wordt gehaald.



Figuur 4.5 Profiel van de kavelsloten in Flevoland: huidig, oorspronkelijk (voor conventioneel waterbeheer) en gewenst (voor integraal waterbeheer met inbegrip van milieu, natuur en recreatie)

Het spreekt vanzelf, dat de vervallen staat waarin veel sloten verkeren, in natte perioden snel aanleiding geeft tot wateroverlast. Daarom zijn de gangbare buurbedrijven van de 10 ecologische voorhoedebedrijven en het waterschap niet of weinig tolerant voor welig begroeide slootkanten en slootbodems. In een aantal gevallen worden de bodems van scheidingsloten door de gangbare burennauwgezet onbegroeid gehouden door herbicidebespuitingen. In feite moeten we ook erkennen, dat Integraal Slootbeheer, ten behoeve van landbouw, milieu, natuur en recreatie, niet mogelijk is, als de sloten dermate zijn vervallen. Vandaar het voorstel, om de sloten uit te diepen en te verbreden. Daarbij is het wenselijk verder te gaan dan de oorspronkelijke afmetingen, om voldoende water te kunnen aan- of afvoeren bij in de zomer van nature welig begroeide slootbodems en slootkanten (Fig. 4.5). Het is belangrijk deze voor flora en fauna zware ingreep over meerdere jaren te faseren.

Daarbij dient een sloot eerst aan de ene kant te worden aangepakt en pas na een tot twee jaar aan de andere kant, om flora en fauna de tijd te geven de geherprofileerde zijde weer te koloniseren. De beste tijd om dit te doen is in het voorjaar, vlak voor de eerste maaibeurt van de slootkanten. Dan kan de kaalgemaakte slootkant worden bedekt door het maaisel van de tegenovergelegen zijde en kunnen de zaden van grassen en voorjaarsbloeiende doelsoorten de nieuwe kant weer koloniseren vanuit het zaad in dit maaisel. Door bij de najaarsbeurt het maaisel van de oude slootkant wederom op de nieuwe te leggen, kunnen ook de 's zomers bloeiende doelsoorten worden overgezet. Ingeval van scheidingsloten met gangbare buurbedrijven, kan herprofilering met behoud van flora alleen maar plaatsvinden, als de gangbare zijde het eerst wordt gedaan. Dus het buurbedrijf moet bereid zijn mee te doen!

4.4.3. Meer bomen en struiken

Bomen en struiken zijn nog schaars op de agrarische bedrijven in Flevoland. In principe staan ze slechts in een haag rond het erf, om gebouwen en mensen te beschutten tegen weer en wind. De 10 voorhoedebedrijven onderscheiden zich door in het open veld wilgestruiken te hebben aangeplant, hier en daar langs de slootkanten. Deze fungeren als een multifunctioneel nevenelement: nectar- en stuifmeelbron voor vroege insecten zoals bijen en hommels, rust- en uitkijkpost voor vogels, oriëntatiepunt en verlevendiging van het vlakke landschap voor recreanten. Bedrijf 6 heeft een haag geplant, dwars over de kavel, als afscheiding met een gangbaar buurbedrijf. Meer functies heeft deze haag nog niet, omdat er nog maar enkele soorten in staan en er geen grasstrook langs ligt.

Zowel het erf als de velden zijn zeer gebaat met hagen en bosjes, die het hele jaar door aantrekkelijk zijn voor dieren en mensen. Voor fraaie insecten, zoals vlinders en hommels kan dit door beschutting en voorziening in nectar en stuifmeel van het vroege voorjaar tot het late najaar. Voor vogels kan dit door beschutting en voorziening in voedsel in de vorm van insecten, vruchten en zaden van het vroege voorjaar tot diep in de winter. Voor mensen kan dit door beschutting tegen wind en storende beelden en geluiden (bedrijfsactiviteiten, gebouwen en verkeer) en door variatie in vormen, kleuren, geuren, geluiden en smaak het gehele jaar door. Dit geheel aan functies kan worden gerealiseerd door hagen en bosjes te planten met een rijk bestand aan soorten, die in het gebied passen qua bodem en klimaat en die tezamen een bloei- en vruchtenestafette verzorgen voor dieren en mensen. Daarbij is het belangrijk ze landschappelijk optimaal te situeren, voor een optimale beschutting tegen weer en wind en tegen verkeer (grasstroken voor mens en dier aan de luwe zijde).

Tabel 4.3 biedt een overzicht van doelsoorten van bomen en struiken, die in Flevoland en andere kleipoldergebieden kunnen worden aangeplant in multifunctionele hagen of bosjes. Hiervan is slechts een beperkt aantal aanwezig op de voorhoedebedrijven, voornamelijk op het erf. Deze armelijke situatie voor de INR kan op diverse wijzen worden verbeterd:

- in de hagen op de erven gericht soorten bijplanten, aan de zonzijde, om een goed lopende estafette te krijgen in bloei en vruchtdracht (waar nodig ruimte maken door enkele van de meest talrijke niet-doelsoorten te kappen);
- in het vrije veld solitaire struiken of bosjes planten van de doelsoortenlijst, in de slootkant of een overhoekje (zoals bedrijf 4 langs een elektriciteitsmast);
- in het vrije veld een haag planten van de doelsoortenlijst, zeker ingeval van overlast door spuitniveaus van een gangbaar buurbedrijf of door een drukke verkeersweg;
- de bomen en struiken planten in een onkruidvrije graszode, om veronkruiding en wieden gedurende de beginjaren te beperken;
- gefaseerd onderhoud in latere jaren door dominante struiken het eerst terug te zetten, alles tegelijk afkappen of bijscheren is voor flora, fauna en recreanten niet functioneel.

Een alternatieve benadering is spontane vestiging van bomen en struiken toe te laten in de slootkant, welke als zaad vanuit de lucht, door vogels of via het slootwater zijn aangevoerd. Daarbij is het nodig, de zaailingen voor het maaien te markeren.

Tabel 4.3 Houtige doelsoorten voor hagen in Flevoland in de volgorde van bloei en vruchtdracht

DOELSOORTEN		ESTAFETTE IN:													
		BLOEI						VRUCHTDRACT							
wetensch. naam	volksnaam	jan.	feb.	mrt.	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	dec.	jan.	feb.
1 <i>Cornus mas</i>	Gele kornoelje	-----								o	o				
2 <i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els	-----								o	o	o	o	o	o
3 <i>Salix caprea</i>	Boswilg			-----											
4 <i>Salix cinerea</i>	Grauwe wilg			-----											
5 <i>Salix viminalis</i>	Katwilg			-----											
6 <i>Taxus baccata</i>	Gewone taxus									o	o	o			
7 <i>Salix aurita</i>	Geoorde wilg				-----										
8 <i>Amelanchier lamarckii</i>	Am. krenteboompje				-----			o	o						
9 <i>Prunus spinosa</i>	Sleedoorn				-----						o	o	o		
10 <i>Prunus avium</i>	Zoete kers				-----	-----			o	o					
11 <i>Prunus padus</i>	Vogelkers					-----				o	o				
12 <i>Sorbus aucuparia</i>	Wilde lijsterbes					-----			o	o					
13 <i>Hippophae rhamnoides</i>	Duindoorn									o	o	o			
14 <i>Crataegus monogyna</i>	Eenstijlige meidoorn					-----					o	o			
15 <i>Mespilus germanica</i>	Mispel					-----					o	o			
16 <i>Crataegus laevigata</i>	Tweestijlige meidoorn					-----					o	o			
17 <i>Euonymus europaeus</i>	Wilde kardinaalsmuts										o	o			
18 <i>Rhamnus catharticus</i>	Wegedoorn										o	o			
19 <i>Cornus sanguinea</i>	Rode kornoelje						-----								
20 <i>Sambucus nigra</i>	Gewone vlier						-----			o	o				
21 <i>Rosa canina</i>	Hondsroos						-----	-----			o	o	o	o	
22 <i>Lonicera periclymenum</i>	Wilde kamperfoelie						-----	-----		o	o				
23 <i>Ligustrum vulgare</i>	Wilde liguster							-----			o	o	o	o	o
24 <i>Clematis vitalba</i>	Bosrank							-----	-----						
25 <i>Rubus fruticosus</i>	Gewone braam							-----	-----	o	o	o			
26 <i>Hedera helix</i>	Gewone klimop									-----	-----		o	o	o

Alle doelsoorten hebben een aantrekkelijke bloeiwijze én/of vruchtdracht voor mens én dier, met uitzondering van no's 3, 4, 5, 7, 19 en 24, die alleen een aantrekkelijke bloeiwijze hebben en de no's 6, 13, 17 en 18, die alleen een aantrekkelijke vruchtdracht hebben.

4.4.4. Gevarieerd maaieregime voor de slootkanten

Voor veel planten en dieren is een gevarieerd maaieregime voor de slootkanten aantrekkelijk. Dit houdt in dat bij de voorjaars- en najaarsbeurt sommige stukken of stukjes niet worden gemaaid, om meerdere redenen:

- in het voorjaar
 - om planten te laten uitbloeien en zaad te zetten;
 - ter beschutting van op de grond broedende vogels (fazant, eend, patrijs, gele kwikstaart, graspieper);
 - om allerlei nuttige en fraaie insecten zoals rupsen van vlinders hun levenscyclus te laten voltooien;
- in het najaar
 - om planten hun zaad in najaar en winter te laten verspreiden (kaardebol, agrimonie, donzige klis);
 - om vogels en muizen zaad en groenvoer te verschaffen;
 - ter beschutting van allerlei zoogdieren, vogels en insecten tegen de winter en roofvijanden.

Deze effecten van een gevarieerd maaieregime maken de slootkanten uiteraard ook afwisselender en aantrekkelijker voor recreanten.

5. Samenvatting en perspectieven

5.1. Ecologische landbouw onder keurmerk voor het nodige sociale draagvlak

De landbouw blijft in een crisis verkeren, zolang de landbouw door producenten en consumenten slechts wordt gezien als voedselproductie tegen zo laag mogelijke kosten. Dit onttaardt namelijk in een technologiewedloop en een vicieuze cirkel van overproductie en milieuproblemen enerzijds en verlies aan inkomen en werkgelegenheid anderzijds. Met een beleid van restricties enerzijds en subsidies anderzijds probeert de Europese Unie dit te verzachten. Maar dit beleid kost de burgers steeds meer, zodat beleidmakers onder druk komen om de landbouw steeds meer over te laten aan de wereldmarkt.

Een uitweg uit de landbouwcrisis is een ecosysteemgerichte visie: *landbouw is beheer van het platteland als multifunctionele agro-ecosystemen, gericht op een duurzame voorziening van de thuismarkt met voedsel- en andere natuurproducten*. Een dergelijke visie kan praktisch worden als consumenten en producenten de verantwoordelijkheid gaan delen. Daarbij zorgen de producenten voor ecologisch verantwoorde producten onder keurmerk en kopen de consumenten geen andere dan deze producten en betalen daarvoor de benodigde, en vanwege de toegevoegde waarde ook passende, prijzen.

Pas als dit model van gedeelde verantwoordelijkheid de vrije markt van voedsel- en andere natuurproducten gaat beheersen, ontstaat het nodige sociale draagvlak om de technologiewedloop tot staan te brengen en te vervangen door een maatschappelijk beheerste en ecologisch verantwoorde technologieontwikkeling. Door wettelijke richtlijnen op het mondiale vlak kan dit niet worden bereikt, want om handelsredenen zijn ze niet meer haalbaar.

De evolutie van wereldmarktgerichte landbouw naar ecosysteemgerichte (kortweg: ecologische) landbouw is ingrijpend en omvattend en vergt dus vele jaren. Daarom is geïntegreerde landbouw een welkome overbrugging en verdienen het agromilieukeur en hectaretoeslagen voor natuurprestaties steun als een eerste stap in de richting van gedeelde maatschappelijke verantwoordelijkheid voor de landbouw en het platteland en de daarbij in te zetten technologie.

Met name de paar miljoen leden van de diverse natuur- en milieu-organisaties kunnen in ons land zorgen voor een toenemende vraag naar ecologische producten. Dan ontstaat er de nodige ruimte op de markt voor massale omschakeling door de producenten op ecologische landbouw. Inmiddels heeft een keur aan maatschappelijke organisaties (naast die voor natuur en milieu ook die voor consumenten, levensmiddelenhandel, politiek- en milieubewuste jongeren en dierenbescherming) zich geschaard achter een 'appel groen licht voor de biologische landbouw'. Ook het Ministerie van LNV levert een –zij het bescheiden– bijdrage in de vorm van een Plan van Aanpak voor de biologische landbouw. De perspectieven voor een evolutie in ons land van wereldmarktgerichte naar ecologische landbouw worden dus steeds reëler. Daarmee is ecologische landbouw geen irreële droom meer van een paar wereldvreemde idealisten, maar een groeiende maatschappelijke behoefte. Dit zijn in het kort de gezichtspunten van waaruit wij onze technologische bijdrage leveren.

5.2. Ecologisch prototype voor akkerbouw en groenteteelt

Biologische landbouw met het Europees erkende EKO-keurmerk vormt een goede aanzet voor ecosysteemgerichte landbouw, maar wordt pas op kleine schaal beoefend en heeft nog een aantal strategische tekortkomingen. Dit betreft vooral kwaliteitsproductie (weglaten van pesticiden wordt nog onvoldoende ondervangen door alternatieve technologie), agrarisch én ecologisch verantwoord nutriëntenbeheer (met uitsluitend organische plantenvoeding) en beheer van natuur en landschap (verweven met de productie en vermarkt met de producten). Door gerichte innovatie met voorhoedebedrijven kan biologische landbouw worden verbeterd tot een qua doelstelling bredere en qua technologie effectievere ecologische landbouw, conform de ecosysteemgerichte visie.

Voor de akkerbouw en groenteteelt is in 1991 door AB-DLO een innovatieproject gestart met 10 voorhoedebedrijven onder EKO-keurmerk (namen en ligging op pagina 10), om in genoemde 3 strategische tekortkomingen te voorzien. Hiertoe is een prototype van een ecologisch bedrijfssysteem ontworpen met drie nieuwe bedrijfsmethoden. Dit zijn:

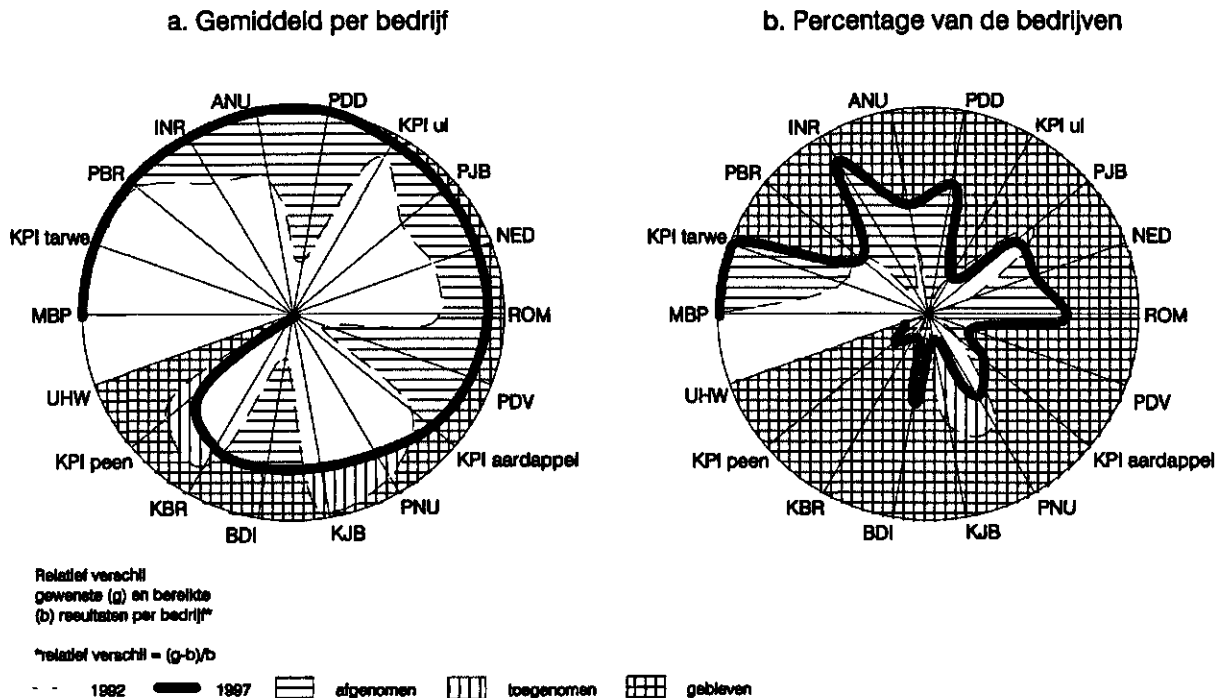
- een Multifunctioneel Vruchtwisseling Model (voor vitale gewassen en kwaliteitsproductie);
- een Ecologisch Nutriënten Beheer (voor een vruchtbare bodem én een schoon milieu);
- een Infrastructuur voor Natuur en Recreatie (voor een gevarieerde natuur én een aantrekkelijk landschap).

We ontwerpen, toetsen en verbeteren varianten van het prototype voor akkerbouw en groenteteelt in samenwerking met de voorhoedebedrijven. Die gaan daarbij veel verder dan de richtlijnen onder het EKO-keurmerk vereisen en fungeren daarmee als voorhoede voor zowel de gangbare als de biologische bedrijven. Voor het prototypen hebben we een formele werkwijze ontwikkeld binnen een Europees netwerk van 25 onderzoeksteams uit 15 landen (Lit. 1.4). We onderscheiden de volgende fasen:

- 1). In de *ONTWERPFASE* wordt een theoretisch prototype gemaakt, waarin de strategische doelen zijn voorzien van toetsbare maatstaven en voldoende uitgewerkte bedrijfsmethoden.
- 2). In de *PRAKTIJKFASE* wordt het prototype getoetst en verbeterd totdat de gewenste doelen zijn behaald, zoals ze getalsmatig zijn uitgedrukt in de bijbehorende maatstaven. Dit komt erop neer, dat de bedrijfsmethoden waaruit het prototype is opgebouwd voldoende uitgewerkt, aanvaardbaar, uitvoerbaar en werkzaam zijn.
- 3). In de *VERSPREIDINGSFASE* wordt het prototype door onderzoeksteam en bedrijven met steun van beleidsmakers, docenten en voorlichters in bredere kring verspreid, onder gebruikmaking van rapporten, artikelen, beleidsnota's, handleidingen, lezingen, bedrijfsbezoeken etc.

Deze 3 fasen van de planmatige werkwijze lopen tijdens de uitvoering van het innovatieproject in elkaar over. Momenteel ligt het zwaartepunt bij de praktijkfase.

Om de werkzaamheid van de drie methoden te toetsen en te verbeteren, zijn hun doelen meetbaar en toetsbaar gemaakt met behulp van passende maatstaven. Voor elk van deze maatstaven zijn we met de 10 voorhoedebedrijven overeengekomen, welk resultaat gewenst is, ofwel welke innovatienorm moet worden gehaald. Voor zover mogelijk wordt hierbij aangesloten op wettelijke richtlijnen en normen.



Maatstaven (naar oplopend verschil gewenst/bereikt resultaat)	Gewenste resultaten (per bedrijf)	Bereikte resultaten		Hoofdoorzaken van verschillen 1997	Methoden te verbeteren in: Gebruik- Aanvoer- Uitvoer- Natuurlijkheid bearheid bearheid zaaiheid
		% bedrijven	% bedrijven		
MBP = Milieu Gloosstelling Pesticiden	0 (lucht, water, bodem)	90	0	100	
KPI = Kwaliteits Productie Index (tarwe)	> 0,9	90	0,97	100	
PBR = P Bodem Reserves	20 < P-gesal < 30	90	29,90	40	
INR = Infrastructuur voor Natuur en Recreatie	> 0,05	90	0,06	90	
ANU = Actuele N-Uitvoering	< 11,2 NCS-N mg/l	90	11,14	50	
PDD = Planten Doelsoorten Diversiteit	> 50 soorten/INR	90	52,90	90	
KPI = Kwaliteits Productie Index (ul)	> 0,9	90	0,87	20	
PJB = P Jaar Balans	0,9 < PJB < 1,2	90	1,25	50	
NED = Neven Elementen Diversiteit	7	90	6,00	90	
ROM = Relatieve Oppervlakte volgens MVM	0,85	90	0,88	90	
PDV = Planten Doelsoorten Verdeling	> 25 soorten/INR-sectie (100 m)	90	22,83	20	trage reactie
KPI = Kwaliteits Productie Index (aardappel)	> 0,9	90	0,79	30	MVM
PNU = Potentiele N-Uitvoering	< 70 kg/ha (0-100cm)	90	84,54	40	ENB
KJB = K Jaar Balans	0,8 < KJB < 1,0	90	1,21	10	ENB
BDI = Bloem Dichtheids Index (spr.-sept.)	> 10 bloemen/rij/m² INR	90	7,73	40	trage reactie
KBR = K Bodem Reserves	14 < K-gesal < 20	90	25,12	10	ENB
KPI = Kwaliteits Productie Index (peen)	> 0,9	90	0,89	20	MVM
UHW = Uren Hand Wieden	< 800 uren/bedrijf	90	1573	10	MVM

* Biologische bestrijding niet MVM gevoelige ziekten
 ** Diverse maatregelen tegen weinig MVM gevoelige onkruiden

Figuur 5.1 Voortgang bij de prototypering van ecologische akkerbouw en groenteteelt op de 10 voorhoedebedrijven 1992 - 1997 (het prototype is klaar als de verschillen tussen gewenste en bereikte resultaten zijn weggewerkt)

In de tabel onderin Fig. 5.1 staan de maatstaven, gewenste resultaten (innovatienormen) en bereikte resultaten vermeld. Zij staan op volgorde van oplopend verschil tussen gewenst en bereikt resultaat. In dezelfde volgorde staan de maatstaven in de twee cirkels bovenin Fig. 5.1. Uit deze cirkels kan per maatstaf worden afgeleid, in hoeverre er sinds het begin van het innovatieproject vooruitgang of eventueel achteruitgang is behaald ten aanzien van het gewenste resultaat. De linker cirkel toont het relatieve verschil gewenst/bereikt resultaat per maatstaf als gemiddelde van de 10 bedrijven. De rechter cirkel toont het percentage van de 10 bedrijven, dat per maatstaf het gewenste resultaat heeft behaald. De linker cirkel geeft een gunstiger beeld dan de rechter cirkel. Dit komt, doordat sommige bedrijven een meerprestatie leveren t.o.v. de innovatienorm en daarmee de minderprestatie van andere bedrijven compenseren in het gemiddelde. Dit is aanvaardbaar als men primair geïnteresseerd is in de

perspectieven van het prototype voor het gebied. In de tweede cirkel is deze compensatie onmogelijk. Deze laat zien, wat de perspectieven zijn voor individuele bedrijven.

Uit Fig. 5.1 blijkt, dat sinds 1992 het verschil tussen bereikte en gewenste resultaten aanzienlijk is verkleind, althans gemiddeld over de groep (linker cirkel). Voor 6 van de 18 maatstaven is gemiddeld over de bedrijven (linker cirkel) het gewenste resultaat inmiddels bereikt. Per bedrijf blijkt de vooruitgang aanzienlijk beperkter. Is het prototype te omvattend of te moeilijk voor het individuele bedrijf? Of schort het aan inzet en vakkundigheid? Bij nadere analyse blijken er 3 bedrijven goed, 3 bedrijven matig en 4 bedrijven zwak te presteren met het prototype. Hieruit concluderen we dat management en bedrijfssituatie sterk bepalend zijn voor de perspectieven van het prototype.

In het vervolg van dit hoofdstuk zal voor elk van de 3 nieuwe bedrijfsmethoden worden samengevat, welke gewenste resultaten al zijn bereikt en welke verbeteringen in ontwerp en beheer nog mogelijk zijn, om de gewenste resultaten te bereiken in die maatstaven, waarin dit nog niet het geval is.

5.3. Multifunctioneel Vruchtwisseling Model (MVM)

De voorhoedebedrijven bevinden zich in het centrale kleigebied, waar rooivruchten zoals aardappel, ui en peen de grootste bijdrage aan het inkomen leveren. Maaivruchten zoals granen en peulvruchten brengen op zich veel minder op, maar dragen ook bij aan de opbrengsten van de rooivruchten door herstel van bodemvruchtbaarheid. Tegen deze achtergrond is een Multifunctioneel Vruchtwisseling Model (MVM) ontworpen met 3 blokken rooivruchten en 3 blokken maaivruchten die elkaar afwisselen (in tijd en ruimte) met als doel een minimum aan negatieve en een maximum aan positieve effecten op de bodemvruchtbaarheid (biologisch, fysisch, chemisch). Daardoor kan de inzet aan arbeid, machines, energie en andere hulpmiddelen tot een minimum worden beperkt. De aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid van MVM wordt samengevat in Hoofdstuk 5.3.1 en de werkzaamheid in Hoofdstuk 5.3.2.

5.3.1. Aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid

Het MVM is voor ieder bedrijf uitgewerkt in een variant, die beantwoordt aan de eisen van de bodem, de ondernemer en de markt. Maar de markt is wisselvallig en krap voor veel producten, zodat op ieder bedrijf de invulling van de blokken met gewassen (naar soort en oppervlakte) jaarlijks moet worden bijgesteld. Na enige aanloopproblemen blijkt dit goed uitvoerbaar. Sommige bedrijven wisselen nog te weinig af in groenbemesters, zodat de vlinderbloemigen familie (door witte of rode klaver) of de groep van kruisbloemigen en ganzevoetachtigen (door gele mosterd) het maximum van 1:3 overschrijdt. Daarnaast worden op enige bedrijven gewassen hier en daar slechts naar het belendend veld verplaatst, zodat semi-grondgebonden ziekten en plagen hun favoriete gewas kunnen volgen. Bij één bedrijf is dit onvermijdbaar, gezien de vorm van de kavel. Maar in het algemeen worden de beperkingen die het MVM oplegt bij het opstellen van het jaarlijks bouwplan aanvaard, omdat wordt ingezien dat ze voor de lange termijn behoud van bodemvruchtbaarheid verzekeren, en daarmee vitale gewassen en kwaliteitsproductie (voor meer details zie Hoofdstuk 2.2).

5.3.2. Werkzaamheid

Allereerst moet worden gewezen op de traagheid waarmee MVM op de bodemvruchtbaarheid kan inwerken; het duurt 6 jaar alvorens het ieder veld is gepasseerd! Dit betekent, dat de werkzaamheid slechts kan blijken uit geleidelijke verbetering van de Kwaliteit Productie Index (KPI) van gewassen (eerste maatstaf) en geleidelijke afname van de Uren Hand Wieden (UHW) (tweede maatstaf). Maar beide maatstaven zijn ook gevoelig voor verbetering in teeltsystemen en in management. De werkzaamheid van MVM kan hiervan niet los worden gezien. Bij de jaarlijkse toetsing van de hoofdgewassen met de KPI, worden de oogst-, sorteer- en kwaliteitsverliezen dan ook gespecificeerd naar alle mogelijke oorzaken. Vervolgens worden adviezen geformuleerd om de bedrijfsvarianten van MVM, de teeltsystemen of het management gericht te verbeteren.

KPI c.q. KPI-gecorrigeerde opbrengst als eerste maatstaf

Bij vijf van de negen voornaamste marktgewassen wordt gemiddeld over de 10 bedrijven de innovatienorm $KPI > 0,9$ nog niet gehaald, althans bij de heersende kwaliteitseisen (Fig. 2.2a in Hoofdstuk 2). Aangezien er een tendens is tot het opvoeren van de kwaliteitseisen aan EKO-producten, is de kans groot, dat de komende jaren de KPI van diverse gewassen zal dalen, tenzij de bedrijven erin slagen aan de steeds hogere eisen te voldoen. In de negen gewassen blijkt nog geen duidelijke tendens in de veldopbrengsten, al of niet KPI-gecorrigeerd (Fig. 2.2b - c in Hoofdstuk 2). Hieruit moet worden geconcludeerd, dat de innovatie van bedrijfs- en teeltsystemen met inbegrip van het management, nog niet heeft geleid tot een duidelijke verbetering in kwaliteitsproductie in de periode 1993-1996. Daarbij moet het niveau bij de meeste gewassen laag worden genoemd. Dit geldt vooral voor de drie economisch meest belangrijke gewassen winterpeen, pootaardappel en consumptie aardappel, omdat hier naast een lage veldopbrengst ook nog grote sorteerverliezen optreden. Dit is echter het beeld op basis van groepsgemiddelden. Afzonderlijk komen bedrijven vaak tot veel betere resultaten. Voor details wordt verwezen naar Hoofdstuk 2.3.

Hoe kan de KPI van diverse gewassen worden verbeterd? De conclusie is, dat niet het MVM maar de teeltsystemen en het management van afzonderlijke teelten verbetering behoeven. Bij winterpeen gaat het om beheersing van door het zaad overgedragen en/of vanuit de lucht aangedragen schimmels; in principe kan dit door coating van het zaaizaad en/of bespuiting van het gewas met antagonistische schimmels. Bij winterpeen gaat het ook om het tegengaan van misvorming c.q. sorteerverliezen; in principe kan dit door meer zorg voor de structuur van de grond. Bij pootaardappel gaat het om minder sorteerverliezen door te grove of misvormde knollen als gevolg van te ruim poten en/of aantasting door *Rhizoctonia solani* (lakschurfft). Deze schimmel kan onvoldoende worden beheerst door gebruik van schoon pootgoed, omdat hij lang overleeft in de grond en met een 1:6 teelt onvoldoende kan worden onderdrukt. Bestrijding van de sclerotiën in de grond lijkt dus ook nodig, door bespuiting van oogstresten en stoppels van aardappel met een antagonist; dit wordt momenteel onderzocht door IPO-DLO. Bij consumptie aardappel gaat het ook om sorteerverliezen, hierbij zijn de knollen vaak te klein. Echter, het grote probleem bij dit gewas is *Phytophthora infestans* (aardappelziekte). Meer zorg voor structuur en bemesting kan de vitaliteit c.q. de veldresistentie van het gewas verhogen. Maar de belangrijkste bijdrage moet komen van nieuwe rassen met meer resistentie. Ook bij ui, erwt en slaboon kan de KPI-gecorrigeerde opbrengst worden verbeterd door gerichte bestrijding van niet voor het MVM gevoelige schimmels door antagonistische schimmels. Vandaar onze aanbeveling, om in de vervolgfase van het project hieraan meer aandacht te besteden.

UHW als tweede maatstaf

De strakke afwisseling van maaï- en rooivruchten in het MVM is mede ontworpen, om een optimale combinatie te bereiken van gewasconcurrentie en machinale onkruidbestrijding. Zo kan het MVM bijdragen aan vermindering van de hoge behoefte aan handkracht van binnen en buiten het bedrijf, hetgeen momenteel de opschaling van de biologische akkerbouw en groenteteelt ernstig belemmert. Om deze redenen wordt de werkzaamheid van het MVM niet alleen getoetst met KPI, maar ook met de behoefte aan handmatige onkruidbestrijding, uitgedrukt in Uren Hand Wieden (UHW).

UHW varieert van 500-2400 per bedrijf in 1997 (Fig. 2.10a in Hoofdstuk 2). Dit betekent, dat tot nu toe slechts één van de tien voorhoedebedrijven de innovatienorm haalt. Deze is gesteld op $UHW < 500/\text{bedrijf}$, dit is het aantal UHW dat de ondernemer zelf kan leveren. Als de bedrijfsbehoefte hieronder blijft, is het bedrijf dus niet of nauwelijks meer afhankelijk van handkracht van buiten het bedrijf. De variatie tussen de bedrijven blijft groot, ook als gecorrigeerd wordt voor de oppervlakte (Fig. 2.10c). Voor UHW zijn minimaal 1 - 4,8 handkrachten nodig (bij 500 uren/handkracht in het groeiseizoen); maximaal het dubbele hiervan. Dit betekent dat de ondernemers er nu nog minimaal 0 - 3,8 en maximaal 1 - 7,6 handkrachten moeten bijhalen. Het overgrote deel van de UHW (gemiddeld 75%) wordt besteed in de gewassen met weinig concurrentiekracht (ui, peen, witlof, biet). De UHW per ha van deze gewassen (groep A) verschilt sterk tussen de bedrijven (Fig. 2.10d) en lijkt de voornaamste oorzaak van de verschillen in UHW op bedrijfsniveau te zijn. Dit kan samenhangen met de onkruiddruk en/of de tolerantie en de vakkundigheid van de ondernemer en zijn medewerkers. De onkruiddruk is afhankelijk van grondsoort en voorgeschiedenis. Als het MVM werkzaam is, dient echter over de gehele groep een verlaging van de onkruiddruk zichtbaar te worden in afnemende UHW. Uit Fig. 2.10 blijkt echter dat in de periode 1992-1997 het totaal aan UHW per bedrijf is toegenomen, door toename van het areaal van gewasgroep A. Hierbij is de UHW per hectare van gewasgroep A vrijwel gelijk gebleven. Er blijft dus een nijpend probleem inzake de organisatie en uitvoering van de handmatige onkruidbestrijding.

Binnen het ontwerp van MVM is nog ruimte voor een iets groter aandeel peen en ui, tot maximaal 33% van de oppervlakte (1/6 peen en 1/6 ui). Door deze ruimte te benutten, kan het economisch resultaat van de bedrijven worden verbeterd. Maar dit zal de lichamelijke en geestelijke belasting op het bedrijf nog vergroten, tenzij de UHW in deze gewassen kan worden teruggedrongen. De ontwikkeling van een effectieve biologische bestrijding tegen vogelmuur zou de bovenmatige behoefte aan UHW in hoge mate kunnen terugdringen, want de bedrijven schatten zelf, dat bijna de helft van de UHW momenteel wordt besteed aan deze onkruidsoort (Fig. 2.14 in Hoofdstuk 2.3). In afwachting hiervan kunnen de bedrijven diverse mogelijkheden benutten, die er nu al zijn. Bedrijven met extreme onkruiddruk of chronisch gebrek aan handkracht kunnen gewassen met een zwakke combinatie van gewasconcurrentie en machinale onkruidbestrijding radicaal vervangen door gewassen met een sterke combinatie:

- slaboon i.p.v. erwte;
- maïs i.p.v. tarwe;
- witte kool (of knolselderij) i.p.v. consumptie-/pootaardappel.

Minder radicaal is te trachten, het teeltsysteem en het management van de huidige gewassen te verbeteren. Hiervoor zijn nog veel mogelijkheden, gezien de grote variatie per gewas in UHW en aantallen vermeerderende onkruiden tussen de bedrijven (Fig. 2.12 in Hoofdstuk 2.3). In deze figuur staan de hoofdgewassen op volgorde van afnemende UHW. In dezelfde volgorde worden de mogelijkheden van de gewassen kort aangegeven in Hoofdstuk 2.3.

5.4. Ecologisch Nutriënten Beheer (ENB)

Een duurzame samenleving gebruikt afval opnieuw om grondstofvoorraden niet uit te putten en het milieu niet te verontreinigen. Met plantaardige productie worden per hectare al gauw viermaal zoveel nutriënten afgevoerd als met dierlijke productie (meeste nutriënten blijven achter in de mest). Daarom zijn akkerbouw en groenteteelt de meest aangewezen hergebruikers van organisch afval van hokveehouderij en huishoudens. Maar het is erg ingewikkeld om gewassen duurzaam te voeden met organisch afval, omdat de nutriëntengehalten van het afval meestal niet overeenstemmen met die van de producten. Als gevolg daarvan wordt de dosering afgestemd op het meest beperkende nutriënt (meestal N) zodat van andere nutriënten, zoals P en K en van zware metalen zoals cadmium meer wordt aangevoerd dan afgevoerd. Zo ontstaan ophopingen en uiteindelijk verliezen naar grond- en oppervlaktewater.

Ecologisch Nutriënten Beheer (ENB) is ontworpen met het doel, de aanvoer van nutriënten zodanig af te stemmen op de afvoer, dat de bodemvoorraden passen in streeftrajecten, die landbouwkundig gewenst en ecologisch aanvaardbaar zijn. Dit vergt een tijdige begroting van aan- en afvoer, de keuze van een geschikte mestsoort of een combinatie van mestsoorten en een efficiënte en veilige aanwending van de mest. ENB is uitgewerkt in 5 stappen:

1. de behoeften per veld begroten aan P- en K-aanvoer met mest en N-aanvoer met vlinderbloemigen;
2. de N- behoefte per gewas begroten op basis van de bij de oogst voorziene N- opname en resterende bodemreserve;
3. begroting van het met mest te dekken deel van de N- behoefte per gewas;
4. bouwplanbehoefte aan best passende mestsoort(en);
5. analyseer en verdeel beschikbare hoeveelheden mest op basis van N- behoefte per gewas.

De aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid van ENB wordt samengevat in Hoofdstuk 5.4.1 en de werkzaamheid in Hoofdstuk 5.4.2.

5.4.1. Aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid

Ofschoon mest pas in het najaar over de vrijkomende stoppels hoeft te worden uitgereden, dienen de bedrijven de P-, K- en N- behoeften van de gewassen in het nieuwe bouwplan reeds aan het begin van het voorafgaande jaar te begroten. Zo kunnen ze tijdig voldoende hoeveelheden van een of meer qua P-, K- en N- gehalten passende mestsoorten aankopen. Zoals in stap 1 (Hoofdstuk 3.1.1) is uiteengezet, vergt dit tevens de begroting van de behoefte aan N-binding door vlinderbloemigen. Om te toetsen in hoeverre de ENB- bedrijfsvarianten worden aanvaard en conform worden uitgevoerd, hanteren we dus twee maatstaven:

1. *P en K Jaar Balansen (PJB en KJB) = benodigde resp. gerealiseerde aanvoer /begrote afvoer aan P en K (om de PK- bodemreseves in een landbouwkundig gewenst en ecologisch aanvaardbaar traject te krijgen en/of te houden).*
2. *Aandeel Vlinderbloemigen in het Bouwplan (AVB) = (0,5 x ha vlinderbloemige groenbemesters en grasklaver) + (ha vlinderbloemige hoofdgewassen) gedeeld door ha totale bouwplan (om dekking van de P-behoefte per veld met mest goed te combineren met dekking van de N-behoefte per gewas met mest en overige bronnen).*

P- en K-Jaar Balansen als eerste maatstaf

In het algemeen blijken de ENB-bedrijfsvarianten qua P- en K-Jaar Balansen niet erg precies te worden uitgevoerd. Voor zover bedrijven de norm voor de P Jaar Balans overschrijden, moet worden geconcludeerd dat ze de balansen nog niet volledig aanvaarden. Ze vrezen, dat een precieze uitvoering kan leiden tot onvoldoende dekking van de N-behoefte of de behoefte aan organische stof. De bedrijven 1 en 5 hebben deze vrees terecht voor de zandige velden, waar vlinderbloemigen voorlopig niet kunnen worden geteeld vanwege vrijlevende aaltjes. Maar een algemene vrees van te weinig dekking van de N-behoefte is niet terecht. (In Hoofdstuk 3.3.2 is dit aangetoond door per gewas de beschikbare N bij de oogst te vergelijken met de behoefte). Maar zelfs als de bedrijven deze vrees van zich afzetten en precies volgens de norm voor de P Jaar Balans gaan bemesten, dan zullen ze op termijn steeds meer moeite krijgen, om ENB uit te voeren volgens de norm voor de K-Jaar Balans. Dit hangt samen met twee omstandigheden:

- de meeste bedrijven hebben K-reserves boven het streeftraject en dienen dus een K-arme mestsoort aan te wenden;
- aankoop van K-arme mestsoorten zoals pluimvee -en varkensmest is nauwelijks mogelijk, omdat deze volgens de richtlijnen van het EKO-keurmerk afkomstig moet zijn van grondgebonden en extensieve bedrijven, die er in ons land nauwelijks zijn en die bovendien de mest in principe voor eigen gebruik nodig hebben, willen ze niet interen op hun eigen bodemreserves!

De gevolgen van de weinig precieze uitvoering van de ENB-bedrijfsvarianten qua P- en K-Jaar Balansen voor de werkzaamheid van ENB wordt samengevat in Hoofdstuk 5.4.2.

Aandeel Vlinderbloemigen in het Bouwplan als tweede maatstaf

In het algemeen worden vlinderbloemigen nog te intensief geteeld, vooral op de bedrijven 12 en 9. Deze bedrijven zitten met hun P Beschikbare Reserves ver beneden het streeftraject en dienen voorlopig geen vlinderbloemigen meer te telen, als ze met extra mest de P-reserves op peil willen brengen, zonder met N te overdoseren. Voor bedrijf 12 is er een extra reden om geen vlinderbloemigen meer te verbouwen, gezien de enorme N-mineralisatie uit overjarige organische stof (circa 200 kg/ha/jaar), welke leidt tot een zeer hoge N-uitspoeling (zie Hoofdstuk 3.3). Bedrijven 3, 4, 8 en 1 hebben zoveel vlinderbloemigen in het bouwplan, dat ze niet alleen de norm voor het ENB overschrijden, maar ook die van het MVM voor de teeltintensiteit van gewasgroepen, nl. niet vaker dan 2 op 6 (bouwplanaandeel < 0,33). Aldus lopen ze niet alleen het gevaar voor N-overdosering, maar ook voor ziekten en plagen in en door vlinderbloemigen, zoals bladrandkever en rattekeutelziekte. De meeste bedrijven kunnen dit verhelpen, door na poot aardappel geen wikke meer te telen, maar gras, gele mosterd of phacelia. Deze niet-vlinderbloemige groenbemesters zijn ook beter in staat de grote hoeveelheid N_{\min} te binden, die resteert na de oogst van poot aardappel.

Ofschoon de bedrijven ENB nog niet geheel aanvaarden en conform uitvoeren, vormen ze toch nationaal de voorhoede door de zeer scherpe normering van zowel de P- als de K-aanvoer. De P Jaar Balans is gemiddeld 1.1; dit komt praktisch neer op evenwichtsbemesting (aanvoer = afvoer). Hiermee gaat ENB veel verder dan de normen in de mestwetgeving. Bij een gemiddelde afvoer van 40 kg P_2O_5 /ha komen deze neer op een P Jaar Balans van 2,8 in 1996 en 2,0 in 2002. Maar de gemiddelde P Jaar Balans van 1,1 van de 10 voorhoedebedrijven is ook veel lager dan de gemiddelden van de biologische akkerbouw- en tuinbouwbedrijven die meegedaan hebben aan de introductie van de mineralen-boekhouding. Deze bedragen namelijk 2,1 resp. 3,7.

Ook de K Jaar Balans van de 10 voorhoedebedrijven komt met gemiddeld 1,1 praktisch neer op evenwichtsbemesting. Voor K zijn nog geen wettelijke normen geformuleerd. De biologische akker- en tuinbouwbedrijven in het voornoemde project halen een K Jaar Balans van 1,4 resp 2,6.

Met ENB lopen we met de 10 voorhoedebedrijven dus ver vooruit op beleid en praktijk, en bieden we nu al een gebruiksklare methode voor duurzaam beheer van nutriënten op basis van eindnormen. Mochten op termijn bij evenwichtsbemesting (Jaar Balans = 1) de beschikbare bodemreserves onder het streeftraject (bij P door immobilisatie) of boven het streeftraject (bij K door mobilisatie) dreigen te komen, dan kan eenvoudig worden bijgestuurd door de Jaar Balans naar boven of naar beneden bij te stellen.

5.4.2. Werkzaamheid

We toetsen de werkzaamheid van ENB qua zorg voor een vruchtbare bodem en een schoon milieu eerst met maatstaven voor P en K Beschikbare (bodem) Reserves per bedrijf. Vervolgens toetsen we de werkzaamheid van ENB met maatstaven voor N. Omdat N in vele vormen en processen kan verkeren met wisselende effecten op bodem- vruchtbaarheid en milieu, hanteren we specifiekere maatstaven dan bij P en K. De werkzaamheid van ENB qua zorg voor een vruchtbare bodem toetsen we naar de mate van Dekking van de N-Behoefte per hoofdgewas. De werkzaamheid van ENB qua zorg voor een schoon milieu toetsen we met de Potentiële N-Uitspoeling per gewas en per bedrijf (N Beschikbare Reserves aan het begin van de uitspoelingsperiode) en tenslotte met de Actuele N-Uitspoeling per bedrijf (nitraat- N-gehalte van het drainwater).

P en K Beschikbare (bodem) Reserves als eerste en tweede maatstaf

In de periode 1992 – 1997 zijn de P Beschikbare Reserves gemiddeld gedaald zijn tot in het streeftraject c.q. de innovatienorm (Fig. 3.9a). Deze daling bedraagt 5 eenheden, dus 1 eenheid per jaar, ondanks een gemiddelde P Jaar Balans van 1,1 (overeenkomend met een netto aanvoer = 3 kg P_2O_5 /ha/jaar). Er is dus oplosbaar fosfaat vastgelegd in de bodem. Sedert 1995 is echter gemiddeld van een daling geen sprake meer, wellicht mede als gevolg van de ruime P Jaar Balans van de meeste bedrijven, die overigens meer uit vrees voortkomt voor tekort aan N dan voor tekort aan P. In dezelfde periode zijn de K-Beschikbare Reserves gemiddeld gestegen van 1 tot 7 eenheden boven het streeftraject c.q. de innovatienorm (Fig. 3.9b). Voor deze stijging van ruim een eenheid per jaar is 100 kg K_2O /ha/jaar nodig. De netto aanvoer volgens de gemiddelde K-Jaar Balans is echter slechts 16 kg K_2O /ha/jaar. De meeste K lijkt dus uit de vaste bodemdelen in oplossing te zijn gekomen, wellicht door inwerking van het wortelstelsel van hoofdgewassen en groenbemesters. Om aan de stijging van de K-Beschikbare Reserves een eind te maken, zal de gemiddelde K Jaar Balans van 1,1 moeten worden teruggebracht tot ver beneden 1. Zoals aangegeven, ontbreken hiervoor de benodigde K-arme mestsoorten, tenzij de richtlijnen voor het EKO-keurmerk worden versoepeld. Dus voorlopig moeten we ons beperken tot de vraag, in hoeverre de oplopende K-Beschikbare Reserves leiden tot meer K-uitspoeling. Vooralnog hebben we hiervoor geen aanwijzingen; gemiddeld over de groep blijft de K-uitspoeling binnen de EU-norm voor drinkwater.

Dekking van de N-Behoefte per hoofdgewas als derde maatstaf

De werkzaamheid van ENB qua zorg voor een vruchtbare bodem toetsen we met als maatstaf DNB per hoofdgewas:

Dekking van de N-Behoefte per (hoofd)gewas (DNB) =

de N-opname door een gewas bij de oogst (product + oogstrest) plus de resterende minerale N in de bodem (0-100 cm), getoetst aan de N-Behoefte van dit gewas (afgeleid van de actuele top 5 van de velden, die de hoogste voor topkwaliteit marktbaar opbrengst combineerden met een Potentiële N-Uitspoeling binnen de innovatienorm, zie Hoofdstuk 3.1.1 stap 2).

Innovatienorm: $DNB = 1$ (de N-opname plus resterende N_{min} bij oogst van een gewas valt binnen het traject van de N-Behoefte van dit gewas).

Uit de toetsing blijkt, dat ui en peen in de afgelopen jaren zelden zijn onderbemest en vaak zijn overbemest. Voor tarwe en aardappel geldt echter het omgekeerde, die zijn dus vaker onderbemest dan overbemest. Al met al moet worden vastgesteld, dat bij alle 5 hoofdgewassen de Dekking van de N-behoefte meestal niet volgens de norm is. De bedrijven kunnen zich verbeteren op dit punt, door toepassing van de verbeterde versie van het ENB (Hoofdstuk3.1), met name door nauwkeurig te begroten volgens de streeftrajecten voor de N-behoeften per gewas (Tabel 3.2) en de werkzame fracties van de interne en externe aanvoer-bronnen voor N (Tabel 3.1).

Potentiële en Actuele N-Uitspoeling als vierde en vijfde maatstaf

De werkzaamheid van ENB qua zorg voor een schoon milieu toetsen we met de Potentiële N-Uitspoeling per gewas en per bedrijf en tenslotte met de Actuele N-Uitspoeling per bedrijf (nitraat-N gehalte van het drainwater):

Potentiële N-Uitspoeling (PNU) = kg/ha N_{min} (0 - 100 cm) per gewas of bedrijf aan het begin van de neerslagoverschots- c.q. uitspoelingsperiode.

Actuele N-Uitspoeling (ANU) = mg/l nitraat- N in het drainwater per bedrijf, gewogen gemiddelde van de genomen monsters tijdens de neerslagoverschot- c.q. uitspoelingsperiode, op basis van de neerslaghoeveelheden rond de tijdstippen van monstername.

Voorlopige Innovatienorm $PNU < 70$ kg/ha minerale N (nitraat-N plus ammonium-N).

Innovatienorm $ANU < 11,3$ mg/l nitraat- N (EU-drinkwaternorm).

De innovatienorm voor ANU is vastgelegd in een EU-wettelijke regeling. De voorlopige innovatienorm PNU is hiervan afgeleid. Hierbij is aangenomen, dat de helft van de 70 kg/ha werkelijk uitspoelt en dat het neerslagoverschot 300 mm bedraagt (dit is het globale gemiddelde van de afgelopen 40 jaar). Door gewassen en bedrijven over meerdere jaren te toetsen volgens beide normen, kan de definitieve innovatienorm voor PNU worden vastgesteld, die overeenkomt met die voor ANU. Als de PNU-norm aldus betrouwbaar kan worden bepaald, kan voortaan worden volstaan met toetsing op basis van PNU, hetgeen veel tijd en geld bespaart.

Erwt, slaboen, aardappel, ui en suikermaïs overschrijden de voorlopige PNU-innovatienorm (Fig. 3.10). Dit zijn dus 'risicogewassen' wat betreft N-verliezen. De spreidingen in de gemiddelden per gewas geven aan dat er opmerkelijke verschillen zijn per bedrijf. Nadere analyse van de oorzaken van deze verschillen kan bijdragen aan verlaging van de PNU van deze risicogewassen. Voorlopig voldoen slechts 6 van de 10 bedrijven aan de PNU-innovatienorm (Fig. 3.11a). De grote verschillen tussen de bedrijven berusten vooral op verschillen in PNU bij

de risicogewassen (Fig. 3.10b). Bedrijven kunnen dichterbij de norm komen door simpel minder N aan te voeren met mest en/of vlinderbloemigen. Dit geldt met name voor de risicogewassen aardappel, ui en maïs, want de granen zijn vaak onderbemest.

De meest recente gegevens over de Actuele N-Uitspoeling (ANU) via het drainagesysteem zijn van 1996. Gemiddeld over de groep, blijft de ANU onder de innovatienorm, evenals in 1994 en 1995 (Fig. 3.12a). (In 1995 was er nauwelijks een neerslagoverschot c.q. af te tappen drainwater). De risico-gewassen hebben een hogere ANU dan de overige gewassen en dragen met een aandeel van 35% van de productie-oppervlakte bij aan meer dan 50% van de gemiddelde uitspoeling. Per bedrijf zijn de verschillen groot; in grote lijnen komen ze overeen met die in PNU (Fig. 3.12b). De zwaarte van de grond speelt echter een belangrijke rol. Zo heeft bedrijf 8 met 40-50% slibgehalte en een PNU ruim boven de norm een ANU ruim binnen de norm, terwijl de bedrijven 5 en 1 met 5-30% slibgehalte en een PNU net binnen de norm een ANU hebben boven de norm! Bedrijven 2, 11 en 3 blijven binnen de ANU-norm, ondanks overschrijding van de PNU-norm. De innovatienorm voor PNU dient dus te worden verfijnd, door hem te specificeren voor de zwaarteklasse van de grond.

5.5. Infrastructuur voor Natuur en Recreatie (INR)

Ons platteland wordt grotendeels beheerd door agrarische ondernemers die geen economische reden hebben om zorg aan natuur en landschap te besteden. Misschien verandert dit als de EU (of de nationale overheid) overstapt op inkomenssteun met premies voor natuur- en landschapszorg. Maar als het landbouwbeleid nog meer marktgericht wordt, blijft vermarkting van natuur- en landschapszorg als toegevoegde waarde van agrarische producten onder keurmerk als enige oplossing over. De huidige biologische landbouw heeft een keurmerk, maar heeft daaraan nog geen natuur- en landschapszorg verbonden. In het innovatieproject wordt een Infrastructuur voor Natuur en Recreatie ontwikkeld, om in dit tekort te voorzien.

De Infrastructuur voor Natuur en Recreatie is een bedrijfsmethode met een dubbel doel. Het eerste doel is het bedrijf weer toegankelijk en leefbaar maken voor de wilde flora en fauna, die van oudsher in onze agro-ecosystemen thuis hoort. Het tweede doel is het bedrijf toegankelijk en aantrekkelijk maken voor recreanten van platteland en stad. De Infrastructuur voor Natuur en Recreatie is ontworpen en het wordt in praktijk gebracht als een netwerk van sloten, op basis van het volgende programma van eisen. Het netwerk verschaft variatie en continuïteit aan planten door periodiek maaien en afvoeren tegen verruiging en door bufferstroken tegen erosie en vermessing vanuit de velden. Het netwerk verschaft variatie en continuïteit aan dieren door afwisselend voedselaanbod, beschutting en nestgelegenheid, mede in de vorm van kleine landschapselementen. Het netwerk verschaft variatie en continuïteit aan recreanten door afwisselend landschap en van het vroege voorjaar tot het late najaar bloeiende en boeiende planten en dieren. Het netwerk omvat tenminste 5% van de productie oppervlakte om aan bovengenoemde eisen te voldoen. Dit vergt slechts 2,5% van de productie oppervlakte, omdat 2,5% bestaat uit slootkanten! De aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid van INR wordt samengevat in Hoofdstuk 5.5.1 en de werkzaamheid in Hoofdstuk 5.5.2.

5.5.1. Aanvaardbaarheid en uitvoerbaarheid

De Infrastructuur voor Natuur en Recreatie blijkt aanvaardbaar en uitvoerbaar, gezien het feit, dat de bedrijven (op één na) de innovatienorm hebben bereikt van $INR > 5\%$ productie oppervlakte. Maar het heeft wel enige jaren gekost om dit te bereiken. Een aantal voorhoedebedrijven heeft pas na enige jaren eigen ervaring kunnen aanvaarden, dat iedere slootkant door een permanente grasstrook van minimaal 2,5 m breedte moet worden beschermd tegen erosie en vermessing en dat deze strook bovendien onmisbaar is voor een goed maaibeheer. Het kost de bedrijven namelijk circa 2,5% van de productie oppervlakte en daar staan voorlopig nog geen betere afzet of betere prijzen tegenover. De beoogde hoofdelementen, de slootkanten, waren bij de start van het project in 1991 in hoge mate geërodeerd en kaal of bezet met akkeronkruiden zoals kweek. Het heeft 2 jaar gekost om met de aanleg van een kruin en een beheer van maaien en afvoeren de slootkanten redelijk met gras bedekt te krijgen. Nog geen 10 soorten met opvallende bloeiwijze (doelsoorten) bleken spontaan aanwezig in 1991. Daarom is van doelsoorten, die op de kalkrijke zavelgrond kunnen voorkomen, gericht zaad verzameld en uitgezaaid. De nieuwe doelsoorten hebben zich in de loop van de jaren kunnen vestigen, naarmate door maaien en afvoeren de slootkanten zijn verschaald in voedingsstoffen en de overheersing van snelgroeiende grassen is teruggedrongen. In samenhang hiermee zijn de slootkanten steeds rijker gaan bloeien en zijn de ondernemers en hun partners de INR steeds meer gaan waarderen, vooral om persoonlijke redenen. Om de INR nog gevarieerder en aantrekkelijker te maken voor dier en mens, zijn de bedrijven in 1994 begonnen met de aanleg van nevenelementen, zoals wilgestruiken, rietkragen, hooi- en houtmijten, poelen en nestkasten voor torenvalk en kerkuil. De innovatienorm hiervoor, minstens 7 verschillende nevenelementen, wordt door de meeste bedrijven gehaald.

5.5.2. Werkzaamheid

De primaire normen die moeten worden gehaald betreffen de flora. Deze moet de Infrastructuur voor Natuur en Recreatie en daarmee het bedrijf leefbaar voor de dieren en genietbaar voor de mensen maken met een wisselend boeket van bloemen. Dit moet gebeuren van het vroege voorjaar tot het late najaar, goed verspreid over het bedrijf. Daarom geldt als eerste norm tenminste tien bloemen (beter: bloeiwijzen) per strekkende meter (slootkant + bufferstrook) van april tot en met september (Bloem Dichtheid Index = 1). Het heeft enige jaren geduurd, alvorens de welig met gras begroeide slootkanten voldoende waren verschaald, om de gezaaide doelsoorten tot groei en bloei te brengen. Maar in 1997, 5 jaar na zaai van de eerste doelsoorten, hebben de eerste bedrijven de innovatienorm voor de BDI bijna gehaald (Figuur 4.3 in Hoofdstuk 4). De tweede norm, 25 opvallend bloeiende soorten (doelsoorten) per honderd meter INR en de derde norm, 50 doelsoorten over de totale INR hebben de meeste bedrijven in 1997 al gehaald. We verwachten, dat het nog steeds groeiend potentieel aan bloei zal leiden tot een verdere stijging van de BDI, zodat de meeste bedrijven de innovatienorm voor deze hoofdmaatstaf voor de werkzaamheid van de INR in 1998 zullen bereiken. Een belangrijk resultaat voor de verspreiding van de INR naar andere bedrijven, is een lijst van ruim 40 doelsoorten, die op de meeste bedrijven in staat bleken, zich te vestigen in de met gras begroeide slootkanten. Door zaden van deze soorten te verzamelen en uit te zaaien, zouden bedrijven de benodigde tijd om $BDI > 1$ te bereiken, van 6 tot 5 à 3 jaar kunnen terugbrengen.

De INR blijkt - onbedoeld - ook werkzaam voor het waterbeheer. De ontwikkeling van een gevarieerde flora in de slootkant, beschermd door een groene kruin en een groene bufferstrook, blijkt de erosie van de slootkanten tot een minimum terug te brengen. Daarmee kunnen dus ook de kosten van baggeren en taludherstel tot een minimum worden teruggebracht (van sloten en afwateringskanalen). Zeker wordt ook de afstroming van meststoffen teruggedrongen. Tot nu toe beschouwen waterschappen en bedrijven de begroeiing van de slootkanten meer als een vijand dan een vriend. Begroeiing van de slootbodem wordt zelfs als ongewenst ervaren, ofschoon dit de waterafvoer niet hoeft te vertragen, als de slootbodem maar breed en diep genoeg is. Het wordt tijd dat Integraal Waterbeheer echt praktisch wordt en de onderhoudstoestand van watergangen wordt getoetst op de juiste criteria (vlotte afvoer van water en preventie van erosie en vermessing) en op het juiste moment (herfst en winter).

De inrichting en het beheer van een INR vereist volharding en vertrouwen en bovenal liefde voor de natuur. De eerste resultaten zijn bemoedigend genoeg om de houders en toezichthouders van het EKO-keurmerk op te roepen tot introductie op grote schaal. Dit hoeft niet meteen in de vorm van een generieke maatregel, waarbij elk bedrijf wordt verplicht 5% van de oppervlakte te bestemmen voor de INR. Er kan ook eerst een systeem worden opgezet van 'Soil Meters', waarbij EKO-consumenten sparen voor een recreatiekaart die hen de mogelijkheid biedt (op afspraak, in groepsverband) een bedrijf te bezoeken met een gevarieerde natuur en aantrekkelijk landschap (naar keuze op basis van bedrijfsbeschrijving in recreatiegids). Bedrijven worden geselecteerd op ecologische kwaliteit, na vrijwillige aanmelding en worden vergoed op basis van geregistreerd bezoek. De vergoeding wordt betaald uit door de detailhandel gekochte en gedistribueerde spaarzegels. 'Soil Meters' kan een eco-cultureel alternatief zijn van natuur- en milieu-organisaties en het EKO-circuit voor 'Air Miles', die tot onnodige mobiliteit en vervuiling aanzetten.

Tabel 5.1 Knelpunten bij ecologisering van de grondgebonden plantaardige productiesectoren met samenhangende oplossingen op veld-, bedrijfs- en gebiedsniveau.

Knelpunten bij optimale inzet huidige technologie	Veld/gewas	Bedrijf/vruchtwisseling	Gebied/intersectoraal bedrijfsverband
1). Kwaliteitsproductie	hoofdgewassen: - monitoring kwaliteit uitgangsmateriaal, gezondheid gewas, opbrengsten en verliezen bij/na oogst, bij sorteren en vermarkting; - teeltsystemen met een minimaal gat tussen actuele en haalbare opbrengst	gezonde vruchtwisselingen met een minimum aan biotische en abiotische stress (multifunctioneel)	gezonde vruchtwisselingen, maar nu versterkt met gewassen uit andere sectoren (gras, bomen, bollen, groenten, maïs,..)
2). Onkruiden c.q. Uren Hand Wieden	gewasspecifieke maatregelen zoals competitieve rassen, vals zaaibed, rijafstanden, zaaidichtheden etc.	vruchtwisselingsbrede maatregelen tegen probleemsoorten (vogelmuur, straatgras) zoals competitieve vruchtwisselingen, minimale aanvulling zaadbank, maximale uitputting zaadbank c.q. braak en biologische bestrijding	dezelfde vruchtwisselingsbrede maatregelen, maar nu versterkt met gewassen uit andere sectoren (gras, bomen, bollen, groenten, maïs,..)
3). Nutriëntenbeheer	optimale N-voorziening voor gewas én milieu vanuit overjarige org. stof, oogstresten, groenbemesters, mest: advies, begroting, aanwending	optimale P/K-bemesting voor bouwplan én milieu (eventueel: menging plantaardige en dierlijke productie)	menging plantaardige en dierlijke productie om: - plantaardige sectoren duurzaam te voorzien van nutriënten; - dierlijke sectoren aan grond te binden;
1-3). Synthese in interactie met innovatie-bedrijven, PAV e.a. proefstations en DLV	teeltsystemen	bedrijfssystemen	intersectorale bedrijfsverbanden

5.4. Nieuwe onderzoeksagenda

Vanaf 1999 werkt DLO in opdracht van LNV aan een nieuw programma van vier jaar, gericht op de ecologisering van de plantaardige productie in interactie met innovatiebedrijven, met PAV en andere proefstations en met DLV. Het omvat empirisch en theoretisch onderzoek naar nieuwe technologie ter oplossing van strategische knelpunten in de ecologische landbouw die zich voordoen bij het optimaal toepassen van de beschikbare technologie. Hierbij zullen ook de knelpunten worden onderzocht, die in het onderzoek op de 10 voorhoedebedrijven zijn gebleken. De nieuwe technologische oplossingen zullen niet alleen worden gezocht op de agro-ecosysteemniveaus van veld/gewas en bedrijf/vruchtwisseling, maar ook op dat van gebied/intersectorale bedrijfsverbanden. Dit laatste is van groot belang voor knelpunten die binnen de diverse sectoren voor plantaardige en dierlijke productie op veld- en/of bedrijfsniveau niet of onvoldoende kunnen worden opgelost. Wij denken daarbij aan een drietal knelpunten, die in dit onderzoek zijn gebleken (Tabel 5.1). In het kort zal worden toegelicht, hoe ze op samenhangende wijze op drie schaalniveaus kunnen worden opgelost.

5.4.1. Kwaliteitsproductie

Kwaliteitsproductie is het eerste knelpunt, dat resteert na optimale toepassing van de bestaande technologie op de 2 laagste schaalniveaus (veld/gewas en bedrijf/vruchtwisseling). Nieuwe oplossingen moeten op alle 3 schaalniveaus worden gezocht:

1. Teeltsystemen voor de hoofdgewassen met een zo hoog mogelijke kwaliteitsproductie:
 - Monitoring:
 - Kwaliteit uitgangsmateriaal;
 - Gezondheid van de gewassen;
 - Opbrengsten, verliezen bij en na de oogst, bij sorteren en vermarkting;
 - Verkleining van de economisch meest belangrijke gaten tussen huidige en haalbare kwaliteitsproductie, door gerichte pakketten maatregelen tegen door de lucht aangedragen en/of polyfage schimmels:
 - Phytophthora in aardappel (combinatie van resistente rassen, ruime pootafstanden, matige N-voorziening, primaire haarden ruimen, plantaardige extracten spuiten?);
 - Rhizoctonia in aardappel (combinatie van resistente rassen, antagonist op pootgoed of over stoppel, looftrekken, sorteren etc.);
 - Alternaria spec. in peen (combinatie van resistente rassen, antagonist in zaadcoating of over gewas spuiten, preventieve bewaarstechniek).
2. Gezonde vruchtwisselingen met een minimum aan biotische en abiotische stress:
 - Volgens ontwerpprocedure ontwikkeld binnen EU netwerk van onderzoeksteams naar geïntegreerde en ecologische akkerbouw;
 - In de context van de regio qua bodem, gewassen en ondernemerswensen.
3. Uitwisseling van gewassen met andere sectoren binnen intersectorale bedrijfsverbanden:
 - Verband van akkerbouwbedrijven met reizende bollen- of groentebedrijven: Bedrijven met voor bodemmoedigheid zeer kwetsbare teelten zoals bollen en fijne groenten inpassen in akkerbouwbedrijven (tegen financiële vergoeding of in ruil voor arbeid);
 - Verband van akkerbouw- en intensieve groentebedrijven: Groenteteeltbedrijven inpassen in vruchtwisseling van grote akkerbouwbedrijven (tegen financiële vergoeding of in ruil voor arbeid).

5.4.2. Onkruiden c.q. Uren Hand Wieden

Onkruiden vormen het tweede knelpunt, dat resteert na optimale toepassing van de bestaande technologie op de 2 laagste schaalniveaus (veld/gewas en bedrijf/vruchtwisseling. In feite gaat het om het enorm aantal Uren Hand Wieden (UHW), dat bedrijven nodig hebben, om aanvullend aan machinale onkruidbestrijding tussen de rijen, de gewassen ook in de rijen onkruidvrij te krijgen. Een ondernemer kan maximaal 500 UHW zelf leveren. De meeste bedrijven hebben 2 tot 5 maal zoveel UHW jaarlijks nodig. Dit vergt het aantrekken en begeleiden van seizoensarbeiders c.q. schooljeugd, hetgeen duur is en veel aandacht en inspanning vergt. Voor de huidige paar honderd biologische akkerbouw –en groentebedrijven is dit nog haalbaar. Maar voor de ecologisering van de onkruidbestrijding c.q. de opschaling van biologische akkerbouw en groenteteelt is er onvoldoende potentieel aan seizoensarbeid. Nieuwe oplossingen moeten op alle 3 schaalniveaus worden gezocht:

1. Gewasspecifieke maatregelen:
 - Identificeren en toetsen van de meest competitieve rassen (competitie om licht, water en nutriënten) in het bestaande sortiment;
 - Vals zaaibed;
 - Identificeren van maximale rijenafstanden en optimale zaaidichtheden ten behoeve van machinale onkruidbestrijding, door de kostenbesparing in machinale en manuele onkruidbestrijding af te wegen tegen het verlies aan opbrengst door minder efficiënte lichtonderschepping.
2. Vruchtwisselingsbrede maatregelen tegen probleemsoorten zoals vogelmuur en straatgras:
 - Competitieve vruchtwisselingen met minimale onkruidvermeerdering (vegetatief of generatief) c.q. behoefte aan UHW door optimale combinatie van onkruidonderdrukking door gewassen en machinale onkruidbestrijding;
 - Identificatie van hun vermeerderingsstrategie binnen de optimale vruchtwisselingen (in welke gewassen en wanneer vullen ze de zaadbank weer aan);
 - Identificatie en toetsing van maatregelen om vermeerdering tegen te gaan (hoe kan aanvulling van de zaadbank worden verhinderd, eventueel hoe kan de zaadbank sneller worden uitgeput).
3. De vruchtwisselingsbrede maatregelen versterkt met gewassen uit andere sectoren:
 - Gras al of niet gemengd met klavers gedurende een of meer jaren is zeer onderdrukkend;
 - Mais kan laat worden gezaaid (ideaal voor vals zaaibed), is zeer geschikt voor machinale onkruidbestrijding en zeer onderdrukkend in latere fase;
 - Late groenten als koolsoorten (m.n. broccoli en borenkool) en slaboon zijn zeer geschikt voor machinale onkruidbestrijding voor en tijdens de gewasfase.

5.4.3. Nutriëntenbeheer

Nutriëntenbeheer vormt het derde knelpunt, dat resteert na optimale toepassing van de bestaande technologie op de 2 laagste schaalniveaus (veld/gewas en bedrijf/vruchtwisseling. Nieuwe oplossingen moeten op alle 3 schaalniveaus worden gezocht:

1. Landbouwkundig en ecologisch optimale N-voorziening voor diverse hoofdgewassen:
 - Trajecten voor de N-behoefte per gewas voor een zo hoog mogelijke kwaliteitsproductie (voor topkwaliteitsprijs vermarktbaar opbrengst) in combinatie met een potentiële nitraatuitspoeling beneden de norm van 50 mg nitraat-N per liter;

- Begrotingssysteem voor optimale dekking van de N-behoefte per gewas vanuit diverse N-bronnen (mineralisatie van overjarige organische stof, oogstresten, groenbemesters, organische mest);
 - Gewasspecifieke aanwendungssystemen van diverse N-bronnen voor optimale dekking van de N-behoefte per gewas.
2. Landbouwkundig en ecologisch optimale P- en K-voorziening voor diverse bouwplannen:
- Bestaande trajecten voor de P en K-behoefte in akkerbouw en groenteteelt toetsen of ze nog steeds voldoen voor een zo hoog mogelijke kwaliteitsproductie (voor topkwaliteitsprijs vermarktbaar opbrengst) in combinatie met verliezen beneden de normen voor oppervlaktewater;
 - Begrotingssysteem voor optimale dekking van de P- en K-behoefte per bouwplan vanuit diverse soorten organische mest;
 - Bouwplanspecifieke aanwendungssystemen van de mestsoorten met minimale verliezen, ook van N.
3. Menging plantaardige en dierlijke productie in intersectorale bedrijfsverbanden:
- Verband van akkerbouw- en hokveebedrijven:
 - Grondgebonden maken van hokveehouderijen en deze voorzien van passend voer door voerproductie op akkerbouwbedrijven;
 - Akkerbouwbedrijven voorzien van passende mest en voergewassen voor invulling van een multifunctionele vruchtwisseling.
 - Verband van akkerbouw- en grasveebedrijven:
 - Krachtvoer- of ruwvoerproductie voor grasveehouderijen;
 - Akkerbouwbedrijven voorzien van passende mest, gras of voergewassen voor hun vruchtwisseling en eventueel land voor de teelt van economisch aantrekkelijke gewassen boven het areaal dat een gezonde vruchtwisseling toelaat.

5.4.4. Ecologisering als opstap naar multifunctionele landbouw

Als de ecologisering van de landbouw onder EKO- keurmerk uiteindelijk ook in de akkerbouw en groenteteelt weet door te zetten, zijn er perspectieven voor multifunctionele inrichting en beheer van agrarische bedrijven en de gebieden die ze domineren. Want ecologisering van de landbouw is voor ons land niet voldoende. Het is zo dicht bevolkt en de ruimte is zo schaars, dat we het ons niet kunnen veroorloven om het merendeel van het landelijk gebied uitsluitend bestemd te houden voor de productie van Engels raaigras, snijmaïs, aardappelen, bieten en granen, al gebeurt dit ecologisch nog zo onberispelijk! Daarom kunnen grasveehouderij en akkerbouw slechts worden gehandhaafd, voor zover ze kunnen worden verweven met andere ruimte-vragende functies, met name recreatie, natuurbeheer en waterwinning en -zuivering. Er is dus dringend behoefte aan een multifunctionele landbouw, waarvoor ecologisering de noodzakelijke eerste stap vormt (Lit.5.1).

Literatuurlijst

- lit. 1.1 Ministerie van LNV, 1996.
Plan van aanpak Biologische landbouw (16p.). Den Haag, LNV- infotheek.
- lit. 1.2 Vereijken, P., H. Kloen & R. Visser, 1994.
Innovatieproject Ecologisch Akkerbouw en Groenteteelt - Eerste voortgangsrapport.
Rapport 28, AB-DLO, Wageningen, 95 pp. + 4 bijlagen
- lit. 1.3 Logemann, D. & E.F. Schoorl, 1988.
Verbindingswegen voor plant en dier. Reeks Natuur en Milieu nr. 23, Stichting Natuur en Milieu, Utrecht, 76 pp.
- lit. 1.4 Vereijken, P., 1997.
A methodical way of prototyping integrated and ecological arable farming systems (I/EAFS) in interaction with pilot farms. *European Journal of Agronomy* 7, 235-250.
- lit. 2.1 Schoneveld, J.A. & H.P. Versluis, 1996.
Natmaken, drogen en helen van peen en witlofwortels. Verslag nr. 221 van PAV, Lelystad, 60 pp.
- lit. 2.2 Gerlagh, M., Goossen- Van de Geijn, H.M., Hoogland, A.E., Verdam, B. en N.J. Fokkema, 1995.
Biologische bestrijding van *Sclerotinia sclerotiorum* als strategische keus.
Gewasbescherming 26 (5/6), 158-161.
- lit. 2.3 Schotveld, E & H. Kloen, 1996.
Onkruidbeheersing in een multifunctionele vruchtwisseling. Rapport 74 van AB-DLO, Wageningen, 30 pp + 5 bijlagen.
- lit. 3.1 Sieling, E.R.M. (red.), 1986.
Adviesbasis voor bemesting van bouwland. Informatie en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de vollegrond, Lelystad, 28 pp.
- lit. 3.2 Goossensen, F.R. & P.C. Meeuwissen (red.), 1990.
Advies van de Commissie Stikstof. IKC-Veehouderij en IKC-Akker- en Tuinbouw, Ede en DLO, Wageningen, Onderzoek in de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 9, 93 pp.
- lit. 3.3 Anonymus, 1996.
Wijziging van de meststoffenwet- Voorstel van wet. Ministerie van LNV, Den Haag.
- lit. 3.4 Tjalkes, I., 1996.
Introductie mineralenboekhouding op biologische bedrijven- Eerste verslag. De Landbouw Voorlichting- team biologische landbouw, Dronten, 40 pp.
- lit. 4.1 Sykora, K.V., L.J. de Nijs & T.A. Pelsma, 1993.
Plantengemeenschappen van Nederlandse wegbermen. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging (KNNV), Utrecht, 180 pp.
- lit. 4.2 Bremer, P., 1992.
Wilde planten en dieren in de Noordoostpolder. Instituut voor Natuurbeschermingseducatie (IVN) afd. Noordoostpolder, Emmeloord, 200 pp.
- lit. 5.1 P. Vereijken (red.), 1997.
Programmeringsstudie Multifunctionele Landbouw. 1. Innovatieve ideeën en expertise binnen DLO.

Engelstalige literatuur over het Innovatieproject Ecologische Akkerbouw en Groenteteelt is op aanvraag verkrijgbaar.

Bijlage I

Gewassen en groenbemesters in gewasgroepen en gewassenmerken voor het Multifunctioneel Vruchtwisseling Model

	gewasgroep	gewassenmerken	
		rooi-/maaivrucht	N-behoefte
GEWASSEN			
aardappel - cons./poot	nachtschadefamilie	R	x x x / x x
biet - rode/voeder/suiker	kruisbloemen- en ganzevoetfamilie	R	x x / x x x / x x x
bonekruid	lipbloemenfamilie	M	x
dille	schermbloemenfamilie	M	x
erwt - cons./droog	vlinderbloemenfamilie	M	0
gerst - w/z	tarwe/gerst	M	x x
gladiool	diverse bollenfamilies	R	x
gras - alle soorten	weidegrassen	M	x x x
haver	haver	M	x x
karwij	schermbloemenfamilie	M	x x
klaver - alle hoofdgewassen	vlinderbloemenfamilie	M	0
kool - alle soorten	kruisbloemen- en ganzevoetfamilie	R	x x x
luzerne	vlinderbloemenfamilie	M	0
maanzaad - blauw	papaverfamilie	M	x
mais - alle soorten	mais	M	x x x
majoraan	lipbloemenfamilie	M	x
mosterdzaad	kruisbloemen- en ganzevoetfamilie	M	x
narcis	diverse bollenfamilies	R	x
oregano	lipbloemenfamilie	M	x
peen - was/winter/bos	schermbloemenfamilie	R	x
peterselie	schermbloemenfamilie	M	x
pompoen	komkommerfamilie	M	x x x
prei	diverse bollenfamilies	R	x x x
rogge - winter/snij	tarwe/gerst	M	x x
salie	lipbloemenfamilie	M	x
selder - knol	schermbloemenfamilie	R	x x x
spinazie	kruisbloemen- en ganzevoetfamilie	M	x x
stamslaboor/sperzieboon	vlinderbloemenfamilie	M	0
tarwe - w/z; spelt	tarwe/gerst	M	x x x
teunisbloem	teunisbloemfamilie	M	x
tijm	lipbloemenfamilie	M	x
triticale	tarwe/gerst	M	x x
tulp	diverse bollenfamilies	R	x
ui - knoflook	diverse bollenfamilies	R	x
ui - plant/zaai/sjalot/winter	diverse bollenfamilies	R	x x
veldboon	vlinderbloemenfamilie	M	0
vlas	vlasfamilie	M	x
witlof	compositiefamilie	R	x
GROENBEMESTERS			
dexandrijnse klaver	vlinderbloemenfamilie		
bladrammenas	kruisbloemen- en ganzevoetfamilie		
gele mosterd	kruisbloemen- en ganzevoetfamilie		
gras - alle soorten	weidegrassen		
perzische klaver	vlinderbloemenfamilie		
phacelia	boslijesfamilie		
rode klaver	vlinderbloemenfamilie		
voederwikke	vlinderbloemenfamilie		
witte klaver	vlinderbloemenfamilie		

Bijlage II

Waardplantgeschiktheid en schadegevoeligheid voor een aantal cultuurgewassen (bron: L. Molendijk, PAV).

verm : vermeerdering van aaltjes op het desbetreffende gewas.

gev. : gevoeligheid voor schade

? : niet zeker/onbekend

Na 1 jaar teelt van een niet vermeerderend gewas is de populatie M. Hapla met 99% verminderd, bij Trichodoriede aaltjes is de vermindering 90%.

	gewasgroep	Meloidogyne chitwood		Meloidogyne hapla		Pratylenchus penetrans		Paratrichodorus teres	
		verm	gev.	verm	gev.	verm	gev.	verm	gev.
GEWASSEN									
aardappel - cons./poot	nachtschadefamilie	zeer sterk	zeer sterk	sterk	matig	sterk	matig	weinig	matig
afrikaantje	tagetes	weinig?	geen	niet	geen	sterke ver	geen	sterk	geen
biet - rode/voeder/suiker	kruisbloemen- en ganzvoetfan	matig	matig	weinig	sterk	niet	geen	zeer sterk	sterk
bonenkruid	lipbloemenfamilie								
dille	schermbloemenfamilie								
erwt - cons./droog	vlinderbloemenfamilie	matig	zeer sterk	zeer sterk	zeer sterk	zeer sterk	sterk	weinig	geen
gerst - w/z	tarwe/gerst	matig	geen	niet	geen	matig	geen	zeer sterk	geen
gladiool	diverse bollenfamilies								
gras - alle soorten	weidegrassen	?	?	niet	geen	weinig	geen	sterk?	geen?
haver	haver	matig	geen	niet	geen	matig	geen	weinig?	geen
karwij	schermbloemenfamilie								
klaver - alle hoofdgewas	vlinderbloemenfamilie	?	?	zeer sterk	geen	sterk	weinig	sterk	?
kool - alle soorten	kruisbloemen- en ganzvoetfan	?	?	weinig	weinig	weinig	geen	?	?
kool - broccoli	kruisbloemen- en ganzvoetfan	?	?	weinig	weinig	weinig	weinig	sterk?	?
koolzaad	kruisbloemen- en ganzvoetfan	?	?	weinig	geen	weinig	geen	zeer sterk	matig
luzerne	vlinderbloemenfamilie	?	?	sterk	weinig	matig	matig	weinig	geen
maanzaad - blauw	papaverfamilie								
mais - alle soorten(suiker)	mais	weinig	geen	niet	geen	zeer sterk	geen	weinig	geen
majoraan	lipbloemenfamilie								
mosterdzaad	kruisbloemen- en ganzvoetfan	matig	geen	matig	geen	matig	geen	weinig	geen
narcis	diverse bollenfamilies								
oregano	lipbloemenfamilie								
peen - was/winter/bos	schermbloemenfamilie	sterk	zeer sterk	sterk	zeer sterk	sterk	zeer sterk	sterk	matig
peterselie	schermbloemenfamilie								
pompoen	komkommerfamilie								
prei	diverse bollenfamilies								
rogge - winter/snij	tarwe/gerst	weinig	geen	niet	geen	matig	geen	zeer sterk	geen
salie	lipbloemenfamilie								
selder - knol	schermbloemenfamilie								
spinazie	kruisbloemen- en ganzvoetfan	niet	geen	?	?	matig	geen	?	?
stamslaboon/sperzieboon	vlinderbloemenfamilie	niet/wein	geen	zeer sterk	weinig	zeer sterk	weinig	matig	weinig
tarwe - winter	tarwe/gerst	matig	geen	niet	geen	matig	geen	matig	matig
tarwe - zomer	tarwe/gerst	sterk	geen	niet	geen	matig	geen	sterk	matig
tarwe spelt	tarwe/gerst	?	?	?	?	?	?	?	?
teunisbloem	teunisbloemfamilie	sterk	matig	niet	geen	?	?	?	?
tijm	lipbloemenfamilie								
triticale	tarwe/gerst	niet?	geen	niet	geen	?	?	?	?
tulp	diverse bollenfamilies								
ui - knoflook	diverse bollenfamilies								
ui - plant/zaai/sjalot/winter	diverse bollenfamilies	matig	weinig	matig	weinig	zeer sterk	geen	matig	sterk
veldboon	vlinderbloemenfamilie								
vlas	vlasfamilie	?	?	weinig	matig	matig	weinig	weinig	?
witlof	compositiefamilie	?	?	matig	sterk	matig	matig	matig	?
GROENBEMESTERS									
alexandrijns e klover	vlinderbloemenfamilie	?	?	zeer sterk	geen	sterk	weinig	sterk	?
bladrammenas	kruisbloemen- en ganzvoetfan	weinig	geen	sterk	geen	weinig	geen	weinig	geen
gele mosterd	kruisbloemen- en ganzvoetfan	matig	geen	matig	geen	matig	geen	weinig	geen
gras - kroopbaar	weidegrassen	?	?	niet	geen	weinig	geen	sterk?	geen?
gras - raai-grassen	weidegrassen	zeer sterk	geen	niet	geen	matig	geen	zeer sterk	geen
perzische klaver	vlinderbloemenfamilie	?	?	zeer sterk	geen	sterk	weinig	sterk	?
phacelia	boslieffestfamilie	weinig	geen	sterk	weinig	zeer sterk	geen	niet	geen
rode klaver	vlinderbloemenfamilie	?	?	zeer sterk	geen	sterk	weinig	sterk	?
voederwikke	vlinderbloemenfamilie	?	?	sterk	matig	sterk	matig	zeer sterk	weinig
witte klaver	vlinderbloemenfamilie	?	?	zeer sterk	geen	sterk	weinig	sterk	?

Bijlage III

Handleiding voor de bepaling van de Kwaliteit Productie Index (KPI).

De Kwaliteit Productie Index (KPI) is de belangrijkste maatstaf voor de toetsing en verbetering van het Multifunctioneel Vruchtwisseling Model en het management. Definitie:

$$KPI = KI \times PI = \frac{\text{prijs/kg behaald}}{\text{prijs/kg haalbaar voor topkwaliteit}} \times \frac{\text{ton/ha gesorteerd hoofdproduct}}{\text{ton/ha product op veld}}$$

Chronologisch registreren de bedrijven de benodigde gegevens in het bouwplanbestand bij de oogst, bij het sorteren en bij de afzet. Met de gegevens kan de KPI worden berekend en kan tekort aan kwaliteitsproductie worden opgespoord en verbeterd.

A. Oogstverliezen

1. Schat (in ton/ha) hoeveel product na de oogst op het veld achterblijft (ongeacht de oorzaak of de staat waarin het verkeert). Een simpele manier is hier en daar een m² op te rapen en te wegen. Ingeval een product geheel of gedeeltelijk op het veld achterblijft vanwege gebrek aan afzetmogelijkheden, dit ook boeken als oogstverlies.
2. Specificeer de oogstverliezen over maximaal 3 posten en bijbehorende oorzaken. Benoem de oorzaken kernachtig en maak zoveel mogelijk gebruik van de volgende termen: geen afzet, natte grond, dichte grond, onkruid, doorwas, legering, aaruitval, korreluitval, overrijp, ziekte (liever ziekte bij naam) te fijn, te grof, zwak loof (peen), machineprobleem.

B. Sorteert- c.q. bewaarverliezen

1. Schat of vraag de afnemer hoeveel product (in ton/ha), al of niet na bewaring, is uitgesorteerd, omdat het niet voldoet aan de kwaliteitseisen voor het teeltdoel (ongeacht of het uitgesorteerde nog als bijproduct kan worden afgezet of nog op eigen bedrijf kan worden gebruikt, zoals te grove poot aardappel (>55 mm) voor consumptie of baktarwe die wordt afgezet als voertarwe). In geval een product geheel of gedeeltelijk verloren gaat vanwege gebrek aan afzetmogelijkheden, dit ook boeken als sorteerverlies.
2. Specificeer de sorteerverliezen over maximaal 3 posten en bijbehorende oorzaken. Benoem de oorzaken kernachtig en maak zoveel mogelijk gebruik van de volgende termen: geen afzet, te grof, te fijn, rooibeschatiging, groen, misvormd, groeischeuren, ziekte (liever: ziekte bij naam), drukplekken, gekiemd.

C. Kwaliteits- c.q. prijsverliezen uitgedrukt in Kwaliteit Index (KI)

1. Registreer de haalbare klasse bij topkwaliteit en de behaalde kwaliteitsklasse. Geef hierbij het teeltdoel aan (zaaizaad, pootgoed, cons. vers, cons. industrie, voer) en voeg hieraan een lettercode toe voor nadere specificatie. voorbeelden: pootgoed SE, cons. vers AAA.
2. Bepaal de Kwaliteit Index (KI), dit is de behaalde prijs/kg gedeeld door de haalbare prijs/kg bij topkwaliteit. Deze laatste is de prijs, die je afnemer betaalt op het moment

van afzet voor topkwaliteit, inclusief eventuele toeslagen. Indien meerdere partijen p1, p2, ... met hetzelfde teeltdoel voor verschillende prijzen worden afgezet (op verschillende tijdstippen; verschillende maten) bereken dan voor iedere partij afzonderlijk de KI en bepaal hiervan als volgt een gewogen gemiddelde:

$$KI = \frac{\text{ton opbrengst}(p1) \times KI(p1) + \text{ton opbrengst}(p2) \times KI(p2) + \dots}{\text{ton totale opbrengst}}$$

Voorbeeld 1: teelt van Santé (uitgangsmateriaal S) haalbare kwaliteitsklasse pootgoed SE, maar behaald A: $KI = f 0,60 / f 0,75 = 0,80$.

Voorbeeld 2: peen is gesorteerd in 100 ton B-peen met KI $f 0,60 / f 0,75 = 0,80$ en 30 ton C-peen met KI $f 0,60 / f 0,60 = 1,00$ is de gemiddelde KI: $(100 \times 0,80 + 30 \times 1,00) / (100 + 30) = 110 / 130 = 0,85$

Voorbeeld 3: ui is gesorteerd in 2 maten en afgezet op 3 tijdstippen, totaal 6 partijen:

aflevering:	35-60 mm	> 60 mm
september	30 ton met KI 1,0	15 ton met KI 1,0
december	100 ton met KI 0,9	30 ton met KI 0,8
maart	120 ton met KI 0,5	30 ton met KI 0,6

$$KI = (30 \times 1 + 15 \times 1 + 100 \times 0,9 + 30 \times 0,8 + 120 \times 0,5 + 30 \times 0,6) / (30 + 15 + 100 + 30 + 120 + 30) = 237 / 325 = 0,73$$

3. Specificeer de kwaliteit- c.q. prijsverliezen over maximaal 3 oorzaken, als het totale verlies 5 % of meer bedraagt. Indien het totale verlies 15 % bedraagt, kan er een oorzaak zijn van 15 %, of 3 oorzaken van 5 %. Benoem de oorzaken kernachtig en maak zoveel mogelijk gebruik van de volgende termen: Hagberg (= valgetal), Zeleny (= sedimentatiewaarde), eiwitgehalte (granen cons.); kiemkracht, te fijn (granen zaaizaad), *Rhizoctonia*, bladrol, zwartbeen, schurft (aardappel); hardheid, kleur, kiemlust, kaalheid (ui); nitraat, stip (peen). Voeg aan deze termen zomogelijk een getal toe, voor nadere specificatie, bijvoorbeeld Hagberg 150.

D Vermarkt hoofdproduct en Productie Index (PI)

1. Registreer het gesorteerd hoofdproduct (in ton/ha). Dit is het laatste gegeven dat we nodig hebben om de veldopbrengst achteraf te berekenen, namelijk:
veldopbrengst (ton/ha) = oogstverliezen + sorteerverliezen + gesorteerd hoofdproduct!
Uiteindelijk kunnen we ook de Productie Index berekenen:

$$\text{Productie Index (PI)} = \frac{\text{ton/ha gesorteerd hoofdproduct}}{\text{ton/ha product op veld}}$$