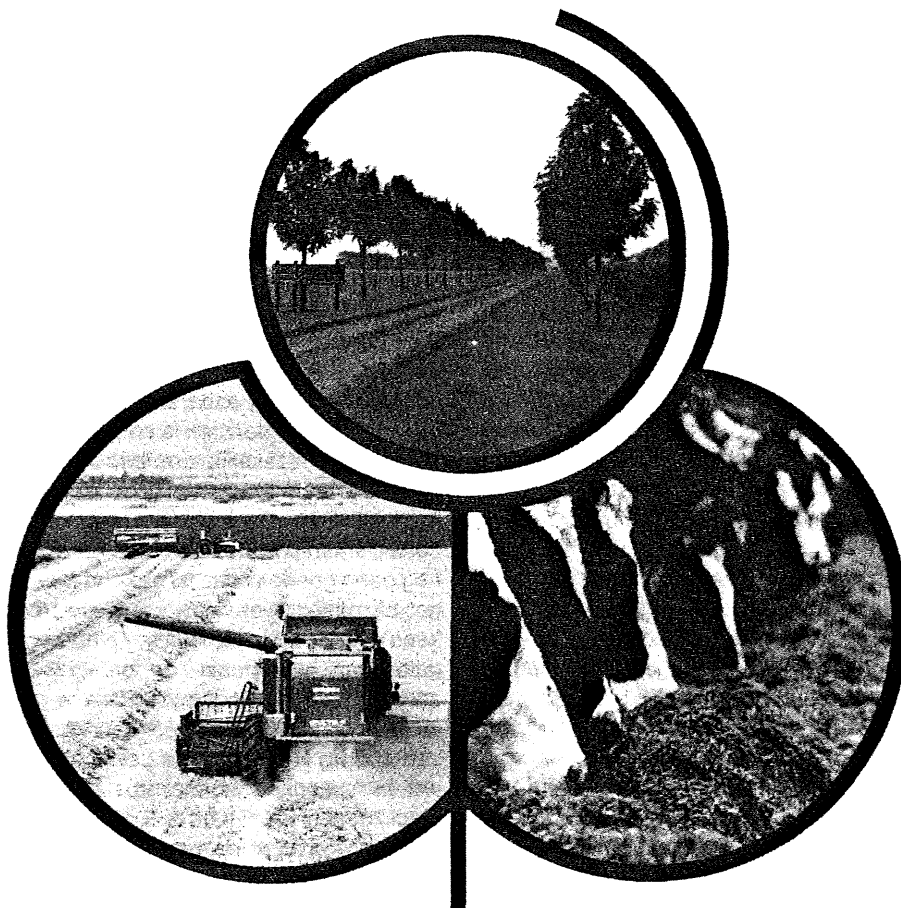


Een weg naar duurzaamheid

De renaissance van het gemengde bedrijf

Egbert Lantinga, Gerard Oomen en Rudy Rabbinge



*Ir. A.P. Minderhoudhoeve: moderne gemengde bedrijven.
(ontwerp logo: Ernst van Cleef)*

In de loop van de jaren tachtig is steeds meer duidelijk geworden dat de in Nederland en andere delen van West-Europa gangbare landbouwproductiesystemen niet duurzaam zijn. De intensieve productiewijze, het hoge niveau van externe inputs, en een nauw en eenzijdig bouwplan met een lager aandeel graangewassen hebben in de akkerbouw geleid tot toename van de problemen met onkruiden en grondgebonden ziekten en plagen. Dientengevolge is ook de inzet van gewasbeschermingsmiddelen toegenomen. Bovendien wordt in sommige teelten een - in teelttechnisch opzicht, maar vooral ook milieutechnisch gezien - overmatig gebruik gemaakt van meststoffen. Op de gespecialiseerde veehouderijbedrijven is sprake van een hoge inzet van productiemiddelen zoals kunstmest en geïmporteerd veevoer, terwijl vlinderbloemigen die op biologische wijze stikstof binden vrijwel geheel zijn verdwenen. In het verleden heeft de overheid geen of nauwelijks randvoorwaarden gesteld aan het gebruik van (kunst)mest en biociden en volgden de boeren in het algemeen de door de voorlichting verstrekte adviezen op. In de veehouderij zijn door de ontkoppeling van de veebezetting en het areaal grond, mogelijk gemaakt door de beschikbaarheid van goedkoop geïmporteerd veevoer, regionale mestoverschotten ontstaan en is het bemestingsniveau van maïs- en grasland vaak veel te hoog. In het midden van de jaren tachtig was in de Nederlandse melkveehouderijsector (1,3 miljoen ha gras- en maisland) de stikstofbenutting van toegediende kunstmest en dierlijke mest slechts ongeveer 40 procent! (Van Bruchem e.a., 1996). In de afgelopen tien jaar is dit nauwelijks verbeterd. De nutriëntenbalansen van het gemiddelde Nederlandse akkerbouwbedrijf, maar met name die van het veehouderijbedrijf laten daardoor grote overschotten zien, die ondanks de stapsgewijze aanscherping van de normen binnen het in 1997 ingevoerde mineralen-

Binnen de West-Europese landbouw is het gemengde bedrijf in de afgelopen decennia grotendeels verdwenen. Een gemengd bedrijf wordt gekenmerkt door een combinatie van meerdere productietaken, bijvoorbeeld akkerbouw en melkveehouderij. Was het gemengde bedrijf tot het einde van de jaren vijftig op met name de minder voor akkerbouw geschikte gronden nog de dominerende bedrijfsvorm, nu wordt het als een achterhaalde vorm van agrarische bedrijvigheid gezien. Economische doelen op korte termijn hebben geleid tot een concentratie op een beperkt aantal producten, een sterke verhoging van grond- en arbeidsproductiviteit door mechanisatie en toediening van meer externe inputs, zoals meststoffen, en toename van niet-grondgebonden activiteiten, bijvoorbeeld varkenshouderij. Deze ontwikkeling van specialisatie, intensivering, schaalvergroting en industrialisatie is gepaard gegaan met grote nutriëntenoverschotten, overmatig gebruik van biociden en sterk fluctuerende bedrijfsresultaten.

In dit artikel gaan wij in op de mogelijkheden voor vernieuwde gemengde bedrijfssystemen die ook op de lange termijn handhaafbaar zijn en waarin naast economische ook ecologische, technologische en sociale doelstellingen een rol spelen.

aangiftesysteem MINAS, voorlopig zullen blijven bestaan wanneer geen aanvullende maatregelen worden genomen. Door de verplichting dierlijke mest te injecteren of snel onder te werken is de ammoniakemissie fors gereduceerd, maar de verwachting is dat de nitraatuitspoeling hierdoor zal toenemen. Kortom, een verplaatsing van de stikstofemissie van de lucht naar het grondwater.

Er bestaat daarom behoefte aan nieuwe systemen die ook op de lange termijn handhaafbaar zijn. Mogelijk kan bij algemene invoering van deze systemen, als de voordelen ervan overtuigend blijken te zijn, de regelgeving ten aanzien van het gebruik van mest en biociden én van de omvang van de veestapel (met uitzondering van varkens) minder op middelenvoorschriften en meer op doelen gericht worden. Reeds in de jaren zeventig werd gewezen op de ondoelmattigheden en de ondoeltreffendheden die gespecialiseerde bedrijfssystemen in milieutechnische en teelttechnische zin hadden (Rabbinge, 1979). Deze geluiden en de daaruit voortvloeiende pleidooien vanuit milieutechnische en productie-ecologische invalshoek om te komen tot een herleving van het gemengde bedrijfssysteem op een andere schaal en met een andere organisatiestructuur dan in het verleden, werden echter nauwelijks serieus genomen.

De opvatting dat landbouw niet uitsluitend dient voor economische doelstellingen op korte termijn, heeft de laatste jaren evenwel navolging gevonden. Milieu-eisen en de toepassing van nieuwe teelttechnische inzichten zijn belangrijker geworden en er is een toenemende belangstelling ontstaan voor bedrijfssystemen waarin naast economische ook ecologische, technologische en sociale doelstellingen een rol spelen (Van der Weijden e.a., 1984). Dit biedt mogelijkheden voor vernieuwde gemengde bedrijfssystemen, waarbij uitwisseling van producten en diensten tussen de verschillende productietakken plaatsvindt, en die ook op de lange duur handhaafbaar zijn. Een nauwe relatie tussen de plantaardige en de dierlijke productiefase door integratie van akkerbouw en veehouderij kan namelijk - zonder aantasting van de opbrengsten per hectare - leiden tot een lagere milieubelasting doordat nutriënten efficiënter kunnen

worden benut en er minder problemen te verwachten zijn met onkruiden en bodemgebonden ziekten en plagen. Bovendien is op een gemengd bedrijf de veebezetting per oppervlakte cultuurgrond kleiner dan op een gespecialiseerd melkveebedrijf en kunnen vlinderbloemigen als witte en rode klaver optimaal worden opgenomen in mengsels voor kortdurend grasland. Integratie kan eveneens een gunstig effect hebben op de fysische en de biologische bodemvruchtbaarheid. Door de combinatie van bedrijfstypen kan een regelmatig arbeidsfilm ontstaan, terwijl het inkomensrisico meer gespreid wordt.

Onderzoek naar gemengde bedrijfssystemen

Meer zicht op de mogelijkheden van gemengde bedrijfssystemen is te verkrijgen door modelmatig en empirisch onderzoek waarin naar optimale vormen van landgebruik wordt gezocht met handtering van bedrijfsstructuur, bedrijfsgrootte en bedrijfsvoering als variabelen voor verschillende expliciete doeleinden. Naar onze mening is er behoefte aan zulk onderzoek.

Op het gebied van de bedrijfsstructuur dient te worden onderzocht welk integratieniveau van akkerbouw en veehouderij de voorkeur verdient in verschillende situaties. Integratie kan plaatsvinden op bedrijfsniveau door het opnemen van een extra productietak in het eigen bedrijf, vergelijkbaar met het traditionele gemengde bedrijf. Hiernaast zijn echter ook andere vormen van gemengde bedrijfssystemen mogelijk, zoals samenwerking tussen enkele of meerdere gespecialiseerde bedrijven op regionaal niveau. De

optimale bedrijfsomvang zal afhankelijk zijn van vele factoren, onder andere de grondsoort, de bedrijfstakken die geïntegreerd worden, de productie-intensiteit en het niveau waarop menging plaatsvindt. De keuze van de bedrijfsvoering wordt bepaald door de te realiseren doelstellingen. Hierbij is vooral onderzoek nodig op het gebied van vruchtwisseling, het gebruik en de samenstelling van dierlijke mest, de inzet van vlinderbloemigen, de teelt van veevoedergewassen, stikstofmineralisatie, en de beheersing van onkruiden, ziekten en plagen.

Het is tijdrovend en kostbaar, een heel scala van experimentele bedrijfssystemen aan te leggen met verschillende bedrijfsstructuren, bedrijfsgroottes en manieren van bedrijfsvoering. Een alternatief is de verschillende bedrijfssystemen modelmatig te formuleren, zodat ze met behulp van modelstudies kunnen worden getoetst aan de te realiseren doelstellingen. Ter ondersteuning van dit modelmatige onderzoek is empirisch onderzoek noodzakelijk om betrouwbare waarden te ontwikkelen voor de voor modelstudies benodigde technische coëfficiënten, waarvoor in veel gevallen nog geen goede waarden bekend zijn. In het bijzonder is er nog heel weinig bekend over de stikstofbenutting binnen rotaties van akkerbouw- en grasgewassen. In grasland vindt immobilisatie van stikstof plaats (in de orde van grootte van 100 kg N per hectare per jaar), terwijl in akkerland zonder toevoer van dierlijke mest en bij een niet optimale inzet van groenbemesters netto-mineralisatie optreedt. Na het scheuren van grasland varieert de netto-mineralisatie van zo'n 50 tot wel 500 kg N per hectare per jaar, afhankelijk van de ouderdom van het grasland (Whitmore e.a., 1992).

Gemengde bedrijfssystemen op de Ir A.P. Minderhoudhoeve

Op het proefbedrijf van de Landbouwuniversiteit, de Ir A.P. Minderhoudhoeve te Swifterbant, worden sinds 1994 twee gemengde bedrijven, als entiteiten, tot ontwikkeling gebracht (Lantinga en Van Laar, 1997). Daarbij gaat het om een geïntegreerd bedrijf van 135 hectare en een ecologisch bedrijf van 90 hectare. Een behoorlijke omvang van gemengde bedrijven is gewenst omdat bij een geringe omvang de voordelen van een gemengd bedrijf niet optimaal kunnen worden benut. Op beide bedrijven is gestart met een combinatie van akkerbouw,



Kunstmest strooien op het oude gemengde bedrijf.

(foto: Oudheidkundige Vereniging 'De Graafschap')

melkveehouderij en schapenhouderij. Op het ecologische bedrijf wordt als vierde tak kippenhouderij overwogen. Plannen voor uitbreiding met een varkenshouderijtak op het geïntegreerde bedrijf worden momenteel uitgewerkt.

Het primaire doel van het onderzoek is ontwikkeling (monitoring, analyse en optimalisering) van duurzame gemengde bedrijfssystemen in plaats van reproduceerbaar onderzoek over meerdere jaren of vergelijking tussen de beide systemen. Beide bedrijven gaan functioneren als voorbeeldbedrijven, waar aan de hand van gedifferentieerde doelstellingen twee typen bedrijfssystemen tot ontwikkeling zullen worden gebracht. De minimale looptijd van het onderzoek is gesteld op tien jaar. De Minderhoudhoeve is een uitstekende locatie voor het opzetten en het verder tot ontwikkeling brengen van voorbeeldbedrijven: het proefbedrijf heeft een goede infrastructuur en is gesitueerd op uitstekende landbouwgrond.

Alle activiteiten op de bedrijven zullen worden beargumenteerd vanuit de ecologische en teelttechnische doeleinden en mogelijkheden, waardoor de bedrijfseconomie niet dominant aanwezig doch complementair is. Dit komt tot uiting in zowel de strategische beslissingen van de ondernemer (over bouwplan, omvang van de veestapel, type bedrijfsvoering, mechanisatieniveau, zaaibedbereiding) als zijn tactische beslissingen (keuze van gewassen, rassen, intensiteit en frequentie van bemesting) en zijn operationele beslissingen (bijvoorbeeld ten aanzien van zaai- en oogsttijdstippen, en ziekten-, plagen- en onkruidbeheersing gedurende het groeiseizoen).

Het geïntegreerde bedrijf

Volgens De Wit (1989) kan landbouw als duurzaam worden aangemerkt wanneer aan de volgende randvoorwaarden wordt voldaan:

- vernieuwbare hulpbronnen worden onderhouden (bodenvruchtbaarheid);
- uitputbare grondstoffen worden met overleg gebruikt (fossiele energie, bouwvoor);
- natuur en milieu worden in waarde gelaten;
- boeren hebben een aanvaardbaar bestaan;
- er komen voldoende kwalitatief goede agrarische producten beschikbaar voor een groeiende wereldbevolking tegen redelijke prijzen.

Op basis hiervan is de volgende hoofddoelstelling voor het geïntegreerde be-

drijf geformuleerd: het ontwikkelen van een duurzaam gemengd bedrijfssysteem, waarbij een zo hoog mogelijke efficiëntie van de inputs wordt nagestreefd door minimalisatie van het stikstofoverschot en het biocidengebruik per eenheid product met behoud van hoge opbrengsten en een goede productkwaliteit. In dit systeem van landbouw wordt duurzaamheid nagestreefd door maximale efficiëntie op mondiale schaal te realiseren (Mondiaal Gerichte Landbouw; WRR, 1994).

Uitgangspunten

- Het bouwplan komt min of meer overeen met de grondgebonden Nederlandse landbouw: grasland, mais, pootaardappelen, consumptieaardappelen, suikerbieten, winterarwe, zomergerst, winterkoolzaad, groenten (uien, doperwten, tuinbonen), representeert dus een generiek extensief doch - voortvloeiend uit de hoofddoelstelling - specifiek intensief systeem.
- In de rotatie komen aardappelen en suikerbieten maximaal eens in de 6 jaar op een bepaald perceel en bijna al het grasland is in de vruchtwisseling opgenomen (leeftijd van het grasland: 2 of 4 jaar): beperking van de kans op bodemgebonden ziekten en plagen en onkruidproblemen in akkerbouwgewassen; efficiënte benutting van opgehoopte bodemstikstof in gescheurde graslandpercelen door akkerbouwgewassen.
- Optimale inzet van vlinderbloemigen: beperking van het gebruik van kunstmeststikstof en onkruidonderdrukking.
- Optimale inzet van vanggewassen.
- Geen gebruik van nematiciden (grondontsmettingsmiddelen).
- Zoveel mogelijke beperking van het gebruik van herbiciden; het streven is een niveau van < 1 kg actieve stof per ha bij gebruik van middelen die goed scoren op de Milieueetlat.
- Geen beregning (goede vochthoudende grond met capillaire opstijging).
- Het geproduceerde stro wordt niet afgevoerd of ondergewerkt maar volledig aan de veestapel opgevoerd.

Enkele consequenties van de uitgangspunten

Plagen en ziekten na scheuren van grasland

Bekende problemen na het scheuren van grasland zijn schade door ritnaalden bij mais, uien en aardappelen en schurft bij aardappelen. Hiermee dient rekening te worden gehouden in het rotatieschema. Ritnaaldenschade bij mais, welke leidt tot

het afsterven van zwaar aangetaste planten, kan worden beperkt door een zaai-zaadbehandeling met Gaucho (86 gram per 50.000 zaden). Schurftaantastingen op aardappelknollen kunnen worden beperkt door rassenkeuze. Het aantal rassen dat weinig vatbaar is voor schurft, is echter gering en behoeft uitbreiding.

Dierlijke mest alleen op grasland

Toediening van dierlijke mest vóór het ploegen in het najaar kan leiden tot uitspoelingsverliezen; daarom wordt daarvan afgezien. Er is tot op heden nog geen geschikte apparatuur beschikbaar om op kleigrond tijdens het groeiseizoen dierlijke mest toe te dienen aan akkerbouwgewassen met uitzondering van granen (sleepslangenmachine). Ook is het voor de meeste gewassen niet raadzaam vlak voor het zaaien of poten dierlijke mest onder te werken, dit met het oog op de kwaliteit van het zaai- of pootbed en de kans op structuurbederf. Om deze redenen is besloten alle dierlijke mest (drijfmest) aan het grasland toe te dienen met een ondiepe mestinjecteur in de maanden februari tot en met augustus. De eerste ervaringen hebben geleerd dat hiermee in grasklaverpercelen de groei van het gras goed gestimuleerd wordt en uitbundige klavergroei wordt vermeden. Wanneer klaver te veel domineert, komt het stikstofgehalte van het geproduceerde voer te hoog te liggen (het gewenste gehalte is 30 g N per kg drogestof). Tevens vindt op deze manier in de kortduurende grasklaverpercelen een accumulatie van nutriënten plaats, welke na het scheuren via mineralisatie beschikbaar komen voor akkerbouwgewassen die daarna worden geteeld. Om goed inzicht te krijgen in het patroon van beschikbaar komen van de nutriënten (met name N en P) zijn proeven aangelegd en wordt gewerkt aan een simulatiemodel.

Risico's met betrekking tot draagkracht en grasklaververhouding

Pas ingezaaid grasland heeft een losse bodemstructuur en daardoor weinig draagkracht. Bij gunstige weersomstandigheden na inzaai van de grasklaverpercelen in de nazomer zou het in sommige jaren gewenst zijn, in het najaar een snede te maaien omdat anders het gras de klaver wegconcurrert, met name witte klaver. Door de geringe draagkracht van de percelen moet hiervan meestal worden afgezien om berijdingschade te voorkomen. De graslengte kan echter wel worden teruggebracht door beweiding met schapen wanneer het in de winter niet te nat is. In natte perioden

Tabel 1: Omrekening van het voedingspatroon naar een verhouding tussen arealen van verschillende gewassen binnen een micro-regio in een ecologische wereld.

	<i>grasklaver</i>	<i>graan</i>	<i>peulvrucht</i>	<i>oliezaad</i>	<i>overig</i>	<i>% veevoeder</i>
huidig consumptiepatroon	41%*	34%	6%	10%	9%	74%
jongvee in natuurgebied	35%*	38%	7%	10%	10%	63%
eco-consumptiepatroon	43%*	32%	1%	13%	12%	62%
regionale specialisatie	43%*	32%	0%	0%	25%	62%
ecobedrijf APM-hoeve	39% ^b	33% ^b	0%	0%	28%	61%

*) Indien ruwvoer voor herkauwers geheel uit grasklaver bestaat; *) van het graan wordt 1/3 als ruwvoer gebruikt (graansilage) naast 1/3 als krachtvoer; *) inclusief graan als krachtvoer

is de kans op betredingsschade door weidende dieren groot op pas ingezaaid grasland. In de herfst van 1997 en de daaropvolgende winter zijn beide maatregelen achterwege gelaten in een pas ingezaaid perceel, met als gevolg een zeer lage bezetting met witte klaver in het voorjaar van 1998. Deze risico's zijn niet aan de orde op permanent grasland.

Wanneer in de loop van het jaar na inzaai het klaveraandeel in de zode niet op het gewenste niveau van 40-50 procent drogestof komt en de aanvoer van stikstof via biologische stikstofbinding te laag blijft, kan overigens wel worden besloten extra dierlijke mest of kunstmest toe te dienen om het gewenste productieniveau te halen (netto 11 ton drogestof per ha per jaar).

Drijfmest met hoge C/N-ratio

Door het zeer koolstofrijke en eiwitarme winterrantoe (onbestendige eiwitbalans bedraagt ongeveer 0) en het gebruik van gehakseld stro in de ligboxen wordt een drijfmest verkregen met een zeer ruime C/N-ratio. Met deze C-rijke mest wordt de kans op ammoniakvervluchtiging geminimaliseerd en wordt veel organische stof aan de grasklaverpercelen toegediend (stimulering bodemleven). In de winterperiode 1997/1998 bedroeg de C/N-ratio ongeveer 12,5 : 1, terwijl deze in gangbaar geproduceerde drijfmest ongeveer 6,5 : 1 bedraagt.

Arbeidspieken

Door de veelheid van gewassen kunnen in jaren met relatief ongunstige weersomstandigheden forse arbeidspieken voorkomen op de werkbare dagen in het veld. Tot op heden is dit echter nog geen groot probleem geweest.

Het ecologische bedrijf

De doelstelling van het ecologisch gemengde bedrijf is de ontwikkeling van

een duurzaam hoog productief bedrijf, dat model kan staan voor ecologische landbouw op goede grond. Het ecologische bedrijf onderscheidt zich van het geïntegreerde bedrijf vooral wat betreft middelen en accenten. Binnen de ecologische landbouw wordt het gebruik van biociden en transgene organismen niet duurzaam, en het gebruik van kunstmeststikstof niet noodzakelijk geacht. Op het ecologische bedrijf wordt nagegaan in hoeverre de productie op basis van interne stikstofbinding en interne stofstromen kan worden opgevoerd zonder dat de EU-normen voor de samenstelling van drainwater worden overschreden. Aangenomen wordt dat dieren en planten vanaf een zeker productieniveau gevoeliger worden voor ziekten en plagen en dat voor gewassen als granen, aardappelen en groenten het uiteindelijk haalbare productieniveau niet bepaald wordt door de beschikbaarheid van nutriënten op zichzelf, maar door de hiermee samenhangende gevoeligheid voor ziekten en plagen.

Het accent ligt weliswaar op het realiseren van een hoge voedselproductie per hectare binnen de randvoorwaarden van de ecologische landbouw, maar er wordt ook uitdrukkelijk aandacht gegeven aan dierenwelzijn, natuur, landschap, arbeidsomstandigheden en economische haalbaarheid.

Uitgangspunten

- Er wordt geen gebruik gemaakt van synthetische biociden, kunstmeststikstof en transgene organismen. Wel wordt de fosforafvoer gecompenseerd met behulp van GFT-compost (jaarlijks gemiddeld 1 ton per ha) en langzaam werkende fosfaatmeststoffen.
- Het ecologische bedrijf is ontworpen als een micro-regio in een ecologische wereld (Lokaal Gerichte Landbouw; WRR, 1994). In zo'n wereld passen

geen mondiale voederstromen, omdat elke regio nutriënten en organische stof nodig heeft om haar landbouw productief te houden. Natuurlijk hebben niet alle regio's gelijke groeiomstandigheden en liggen niet alle regio's even dicht bij bevolkingscentra. Er is ook binnen de ecologische landbouw ruimte voor een beperkte regionale specialisatie. Om te voorkomen dat problemen verhuld of afgewenteld worden, is bij het ontwerp van het gemengde ecobedrijf aangenomen dat in alle regio's waar akkerbouw mogelijk is, de verhouding tussen voeder- en voedselgewassen gelijk is en dat voeder- en voedselgewassen ter plekke worden benut. Verder is ervan uitgegaan dat bijproducten uit de voedings- en genotmiddelenindustrie gelijkelijk over de regio's worden verdeeld als veevoer en dat het verder benodigde krachtvoer in elke regio geproduceerd wordt.

- De dierlijke mest wordt gescheiden gewonnen (vaste stalmest en gier) om met de snel werkende gier te kunnen bijbemesten gedurende het groeiseizoen en de erin voorkomende stikstof efficiënt te kunnen benutten.

Bedrijfsopzet

De structuur van het bedrijf is tot stand gekomen in de volgende stappen (zie ook tabel 1):

- Eerst werd het huidige voedingspatroon omgerekend in een verhouding tussen arealen van verschillende gewassen (regel 1).
- De helft van het rund- en het schapevlees werd geacht te worden geproduceerd in natuurgebieden en op extensieve bedrijven waar alleen veeteelt mogelijk is (regel 2).
- Verder werd aangenomen dat de consumptie van varkensvlees en kippenvlees zal halveren. Enerzijds omdat het relatief veel duurder zal zijn wanneer dieren niet meer industriematisch

worden gehouden, en anderzijds omdat de huidige consument van ecologisch geteelde producten minder vlees eet. De consumptie van melk en groenten zal daarentegen circa 10 procent stijgen (regel 3).

- Er is ruimte voor regionale specialisatie. Oliehoudende zaden zullen vooral worden geteeld op de minder goed bewerkbare gronden, verder van de bevolkingscentra, terwijl de teelt van groenten, bieten, aardappelen geconcentreerd wordt op goed bewerkbare gronden nabij bevolkingscentra, zoals Flevoland (regel 4).

- Graan is in een vruchtwisseling met dicotylen en grasklaver onmisbaar om het optreden van bodemgebonden ziekten en plagen te beperken.

- Naast grasklaver worden ook energierijke ruwvoerders (graansilage) geteeld teneinde te voorkomen dat de dieren te eiwitrijk gevoerd worden.

- Ongeveer 5 procent van de bedrijfsoppervlakte wordt vrijgehouden voor bomen, struiken en gras- en kruidenmengsels. Voor deze ruimte wordt gestreefd

naar een structuur en een beheer die predatoren van schadelijke insecten een refugium bieden, van waaruit zij bijtijds plagen kunnen reguleren.

Voor het ecobedrijf is aanvankelijk gekozen voor melkvee, 65 koeien plus jongvee en stieren, en 40 ooiën plus lammeren op 90 hectare met 2/9 vast grasland, 2/9 graansilage/kunstweide, 2/9 graan en 3/9 overige gewassen (groenten, aardappelen) (regel 5).

De verhouding voeder-/voedselgewassen is nagenoeg gelijk aan die van een eco-consumptiepatroon bij regionale specialisatie (tabel 1). Het bedrijf kan dus model staan voor een ecologische regio in een ecologische wereld.

Enkele consequenties van de uitgangspunten

Weideland wordt niet in vruchtwisseling opgenomen

Een kunstweide in de vruchtwisseling moet niet alleen voeder produceren, maar ook wortelonkruiden onderdrukken. Een maaiweide is beter tot het laat-

ste in staat dan een perceel dat af en toe beweid wordt en waarin de dieren langs de akkerdistels heen vreten. De dieren worden daarom geweid op een vaste standweide. De achilleshiel van een continu begraaide standweide is de accumulatie van parasieten en mestplekken gedurende het groeiseizoen. Gemengde beweiding en stalvoeding in het tweede deel van de weideperiode brengen dit probleem tot een acceptabel niveau terug.

Een hoog klaveraandeel in kunstweides om de stikstofstroom door het bedrijf te voeden

Een hoog klaveraandeel geeft veel stikstofbinding en maakt het bedrijf productief. Het geeft echter ook eiwitrijk voeder. Dit hoge eiwitgehalte wordt gecompenseerd met een eiwitarm voeder (als graansilage), maar de teelt hiervan gaat ten koste van het areaal grasklaver. Er wordt gezocht naar een compromis tussen het balanceren van de voeding op dierniveau en het vergroten van de stikstofstroom door het bedrijf. Er is

Belangrijkste aspecten van de bedrijfsopzet op de twee gemengde bedrijven.

Aspect	Geïntegreerd bedrijf	Ecologisch bedrijf
Totale oppervlakte (ha)	135	90
Areaal voedergrassen :		
areaal akkerbouwgrassen	45 : 55	55 : 45
Beweid grasklaverland in rotatie	ja	nee
Rotatie	1 : 6,5	1 : 7
Beweidingssysteem	Standweiden	Standweiden
Veestapel	90 melkkoeien plus jongvee, 60 ooiën plus lammeren en rammen	65 melkkoeien plus jongvee en stieren, 40 ooiën plus lammeren en rammen
Melkproductie (kg per ha per jaar)	5.400	4.900
Opslag dierlijke mest	drijfmest met gehakseld stro in mestzak (opslagcapaciteit voor ruim 1 jaar)	vaste stalrest (met stro) op mestplaat en gier in kelder
Toediening dierlijke mest	alleen aan grasklaverland met ondiepe mestinjecteur (februari-augustus)	vaste mest in herfst aan akkerbouwpercelen; gier aan diverse gewassen en grasklaverland in groeiseizoen
Staltype	ligboxenstal	loopgrupstal
Fokkerijmethode	kunstmatige inseminatie	natuurlijke dekking (bedrijfseigen fokkerij)
Inzet vanggewassen	gele mosterd na graangewassen, groenten en koolzaad	gele mosterd na graangewassen
Consumptieaardappelen	ras Aziza (hoge stikstofefficiëntie)	rassen Accent (vroeg) en Aziza (laat); beide behoorlijk resistent tegen Phytophthora
Onkruidbestrijding	in principe eerst mechanisch (wiedeg, schoffelmachine)	mechanisch en handmatig (wiedligurs in uien)
Mengvoer	0,2 kg per kg melk	0,1 kg per kg melk
Winterrantsoen melkvee	grasklaversilage/maissilage/stro/natte persulp	grasklaversilage/graansilage
Zomerrantsoen melkvee	grasklaver/tarwesilage/droge persulp	grasklaver/graansilage

gekozen voor gerstsilage (goede dekvrucht, weinig structurbederf, geen handwerk).

Melkproductie zoveel mogelijk op basis van ruwvoer

Er is slechts een beperkte hoeveelheid krachtvoer beschikbaar als restant van de voedingsmiddelenindustrie (circa 1 kg per 10 kg melk). Een grasklaver-kunstweide produceert ongeveer 1,4 maal zoveel energie per hectare als tarwe (als het stro niet gevoerd wordt). Daarom zullen de dieren voornamelijk op basis van ruwvoer moeten produceren. Bij de bouw van de stal is uitgegaan van 7.000 kg melk per koe. De koeien zijn echter nog niet aangepast aan een voederstrategie met 700 kg drogestof krachtvoer bij een jaarlijkse productie van 7.000 kg melk per koe. Tot het zover is, worden de dieren zo gevoerd dat ze niet lijden onder een negatieve energiebalans in het begin van de lactatieperiode. Met familieteelt uit de huidige HF koeien worden dieren gefokt die ruwvoer efficiënt omzetten in melk; het moet nog blijken of ze het verwachte productieniveau kunnen halen bij de beperkte krachtvoergift.

Loopgrupstal

Op het bedrijf kan niet voldoende stro

geproduceerd worden om de melkkoeien te huisvesten in een pot-, heuvel- of hellingstal. Dit zijn staltypes waaraan binnen de biologische landbouw door velen de voorkeur wordt gegeven vanwege de vrijheid die de dieren erin hebben en vanwege de grote hoeveelheid vaste mest die erin gewonnen kan worden. Er is gekozen voor een loopgrupstal waarin twee complementaire mestsoorten gewonnen kunnen worden: vaste mest met een relatief hoog C/N-quotiënt en snel werkende gier, die tijdens het groeiseizoen kan worden ingezet. In een loopgrupstal krijgen de dieren enerzijds de ruimte en de tijd voor beweging en sociaal verkeer en vinden ze anderzijds een ruime, droge en zachte ligplaats waar ze ongestoord kunnen eten en herkauwen. Verwacht wordt dat deze combinatie met name de minder dominante dieren ten goede komt.

Resultaten en discussie

Berekeningen en de eerste ervaringen in de jaren 1996 en 1997 laten zien dat er met behoud van goede producties op beide gemengde bedrijven aanmerkelijke reducties in de stikstofverliezen kunnen worden bereikt, zowel per hectare als per eenheid product (tabel 2). Het melkquotum op het ecologische bedrijf

bedraagt 4.900 kg per hectare, op het geïntegreerde bedrijf 5.400 kg per hectare (zie box). Hiermee zijn de bedrijven goed vergelijkbaar met de grondgebonden Nederlandse landbouw (melkveehouderij + akkerbouw + vollegrondsgroenten), want in het midden van de jaren negentig bedroeg het melkquotum in Nederland 5.500 kg per hectare landbouwgrond (11 miljard kg melk op 2 miljoen hectare).

Op beide bedrijven ligt het stikstofoverschot lager dan 100 kg N per hectare per jaar. De potentiële stikstofverliezen in de vorm van nitraatuitspoeling en ammoniakemissie zijn hierdoor beperkt, en zullen ver beneden de normen liggen welke de overheid voor het jaar 2010 heeft gesteld. Met name op het ecologische bedrijf valt bovendien een toename van de hoeveelheid bodemstikstof (stikstof-immobilisatie) te verwachten. Gedurende het eerste overgangsjaar (1995) is de gehele oppervlakte van het ecologische bedrijf gebruikt voor de teelt van veevoedergewassen zonder kunstmest en biociden, terwijl op het grootste deel van het geïntegreerde bedrijf akkerbouwgewassen werden geteeld. Daarom moest het geïntegreerde bedrijf in de winterperiode 1995/1996 ruwvoer importeren van het ecologische bedrijf. Dit verklaart de aanvoer van stik-

Tabel 2: De berekende jaarlijkse stikstofbalansen van de twee gemengde bedrijven op de Ir A.P. Minderhoudhoeve, vergeleken met het gemiddelde van de periode 1991-1993 (twee gespecialiseerde bedrijven) en de grondgebonden Nederlandse landbouw (1985/86).

In het midden van de jaren tachtig bereikten de stikstofoverschotten in de Nederlandse landbouw hun hoogtepunt. Tussen haakjes zijn de behaalde resultaten in 1996, het tweede overgangsjaar, weergegeven.

	<i>Ecologisch</i>		<i>Geïntegreerd</i>		<i>APM-hoeve</i>	<i>Nederland</i>
	<i>berekend</i>	<i>(1996)</i>	<i>berekend</i>	<i>(1996)</i>	<i>(1991-1993)</i>	<i>(1985/86)</i>
Input (kg N per ha per jaar):						
kunstmest	0	(0)	61	(82)	168	248
dierlijke mest	0	(0)	0	(0)	0	98
depositie	34	(34)	34	(34)	34	45
biologische N-binding	48	(94)	41	(24)	8	4
compost	32	(15)	0	(0)	0	0
ruwvoer	0	(0)	0	(19)	0	0
mengvoer	20	(29)	29	(34)	33	65
totaal	134	(172)	165	(193)	243	460
Output (kg N per ha per jaar):						
gewassen	39	(38)	70	(68)	63	48
melk	27	(28)	30	(28)	26	35
vee	4	(10)	5	(6)	9	8
totaal	70	(76)	105	(102)	98	91
Input - Output (kg N per ha per jaar)	64	(96)	60	(91)	145	369
Output / Input (%)	52	(44)	64	(53)	40	20
N-overschot (kg N per kg N product)	0,9	(1,3)	0,6	(0,9)	1,5	4,1

stof via ruwvoer op het geïntegreerde bedrijf in het tweede overgangsjaar (1996). Vanaf 1996 is dit bedrijf zelfvoorzienend qua ruwvoerproductie.

Op het ecologische bedrijf waren in 1996 de aanvoer van stikstof via biologische binding en de beschikbaarheid door netto mineralisatie ver boven verwachting en om die reden werd de aanvoer van compost beperkt. Tussen 1996 en 1998 is het grasklaverareaal op dit bedrijf gereduceerd. Op het geïntegreerde bedrijf is vanaf 1996 het gebruik van kunstmeststikstof afgenomen door vervanging van grasmonocultures door grasklavermengsels (toename biologische stikstofbinding). Vanaf 1999 zal het gehele areaal grasland uit grasklaverpercelen bestaan waaraan in principe geen kunstmeststikstof meer wordt toegediend.

In 1997 werd op twee grote grasklaverpercelen (een standweide van 14 ha en een maaiperceel van 11 ha) waaraan alleen drijfmest werd toegediend, een netto opbrengst behaald van ongeveer 11 ton drogestof per ha. Dit komt overeen met de netto graslandopbrengst welke op de Minderhoudhoeve rond 1980 kon worden verkregen op graspercelen met een jaarlijkse kunstmestgift van 440 kg N per ha (Lantinga en Van Bruchem, 1998). Dit illustreert duidelijk de goede gebruiksmogelijkheden van klaver, niet alleen voor de ecologische, maar ook voor de geïntegreerde landbouw. De voorlopig opgestelde stikstofbalansen voor 1997 en de verwachtingen voor 1998 liggen door al deze aanpassingen op beide bedrijven dicht bij de prognoses dan wat in 1996 gerealiseerd is.

Uit tabel 2 blijkt dat het stikstofoverschot op de twee gespecialiseerde bedrijven van de Minderhoudhoeve in het begin van de jaren negentig al minder dan de helft bedroeg van het gemiddelde van de grondgebonden Nederlandse landbouw met een vergelijkbare stikstofoutput. Een goede benutting van de stikstof in de dierlijke mest, bemesting volgens de adviezen van die tijd en de aanwezige goede productie-omstandigheden waren de belangrijkste oorzaken daarvan. Vóór de omschakeling naar de twee gemengde bedrijven werd de rundveemest gewonnen in de vorm van vaste stalmest (met stro) en gier. De stalmest werd in het najaar naar de akkerbouwpercelen gebracht en de gier ging naar het grasland. Dit systeem wordt op het ecologische bedrijf gecontinueerd totdat stikstof beperkend wordt op de akkerbouwpercelen. Vanaf dat

moment zal gier ook aan de akkerbouwgewassen worden toegediend, mits daarvoor geschikte apparatuur beschikbaar komt. Op het geïntegreerde bedrijf is gekozen voor drijfmest. Welk systeem valt te preferen, zal de tijd leren.

Conclusies

Op het ecologische bedrijf is volgens berekeningen bij de huidige opzet de bodemvruchtbaarheid niet beperkend voor het halen van een productieniveau van ongeveer 70 procent van dat van het geïntegreerde bedrijf. De relatief hoge aanvoer van stikstof via biologische stikstofbinding en compost en de goede benutting van nutriënten uit dierlijke mest zijn ruim voldoende om een goede gewasgroei te realiseren. Verbetering is nog mogelijk door het inzetten van apparatuur om dierlijke mest aan een aantal akkerbouw- en groentegewassen toe te dienen gedurende het groeiseizoen. Voor kleigronden bestaan helaas nog geen hiervoor geschikte toedieningstechnieken. De eerste werkelijke ervaringen wijzen erop dat de aandacht vooral moet uitgaan naar het voorkómen van ziekten en plagen en naar onkruidbeheersing (ecologische infrastructuur, rassenkeuze, teelttechniek, vruchtwisseling, bemesting, grondbewerking, mechanische onkruidbestrijding, biologische bestrijdingsmiddelen). Op het akkerbouwgedeelte van het geïntegreerde bedrijf op de Minderhoudhoeve is sprake van een berekend negatief stikstofoverschot van 25 kg N per hectare per jaar (exclusief mineralisatie maar inclusief depositie). Door stikstofmineralisatie na het scheuren van grasland kan worden volstaan met slechts een geringe hoeveelheid kunstmeststikstof om aan de gewasbehoefte te voldoen. Hiermee komt de milieuwinst die met een volledige integratie van veehouderij en akkerbouw kan worden bereikt, duidelijk tot uitdrukking. Ongeveer drie-vierde van de oppervlakte cultuurgrond in Nederland is in principe geschikt voor de teelt van akkerbouwgewassen. Wanneer op deze oppervlakte gemengde bedrijven of intensieve samenwerkingsverbanden tussen akkerbouwers en melkveehouders worden geïntroduceerd, kunnen deze sectoren binnen de Nederlandse landbouw hun hoge productieniveau behouden terwijl de stikstofoverschotten drastisch gereduceerd worden.

Met de ontwikkeling van bedrijfssystemen op basis van deze intersectorale benadering beoogt de Landbouwuniver-

siteit via een innovatie-impuls de duurzame landbouw van de 21ste eeuw naderbij te brengen, die zowel productief, competitief als ecologisch gezond is.

Literatuur

- Bruchem, J. van, M.W. Bosch en S.J. Oosting (1996), "Nitrogen efficiency of grassland-based dairy farming - New perspectives using an integrated approach", in: A.F. Groen en J. van Bruchem (eds.), *Utilization of local feed resources in dairy cattle* (Wageningen Press), pp. 99-101.
- Lantinga, E.A., en H.H. van Laar, Eds. (1997), "De renaissance van het gemengde bedrijf: een weg naar duurzaamheid", *Bedrijfs- en onderzoeksplan van twee gemengde bedrijven op de Ir A.P. Minderhoudhoeve*. APMinderhoudhoeve reeks nr. 1 (Landbouwuniversiteit Wageningen), 90 pp.
- Lantinga, E.A., en J. van Bruchem (1998), "Management and output of grass-clover swards in mixed farming systems", in: H. van Keulen, E.A. Lantinga en H.H. van Laar (eds.), *Mixed Farming Systems in Europe*. Workshop Proceedings, 25-28 May 1998, Dronten, The Netherlands. APMinderhoudhoeve reeks nr. 2, pp. 191-196.
- Rabbinge, R. (1979), "Een eeuw landbouwkundige ontwikkeling in vogelvlucht; selectieve ontwikkeling: noodzaak! maar ook mogelijk?", *Spil*, 6: 148-151.
- Weijden, W.J. van der, H. van der Wal, H.J. de Graaf, N.A. van Brussel en W.J. ter Keurs (1984), *Bouwstenen voor een geïntegreerde landbouw*. Voorstudies en achtergronden V44 (Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, Den Haag), 196 pp.
- Whitmore, A.P., N.J. Bradbury en P.A. Johnson (1992), "Potential contribution of ploughed grassland to nitrate leaching", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 39: 221-233.
- Wit, C.T. de (1989), "Problemen van duurzaamheid in de landbouw", *Landbouwkundig Tijdschrift*, 101: 18-20.
- WRR (1994), *Duurzame risico's: een blijvend gegeven*. Rapporten aan de Regering nr. 44 (Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, Den Haag), 208 pp.

Dr.ir. E.A. Lantinga, ir. G.J.M. Oomen en professor dr.ir. R. Rabbinge zijn verbonden aan het Departement Plant- en Gewaswetenschappen van de Landbouwuniversiteit Wageningen.