APMinderhoudhoeve-reeks nr. 1 (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 (1997)

De renaissance van het gemengde bedrijf: een weg naar duurzaamheid

Bedrijfs- en onderzoeksplan
van twee gemengde bedrijven op de
Ir. A.P. Minderhoudhoeve

September 1997
Landbouwuniversiteit **Wageningen**

946526

Voorwoord

Gedurende de afgelopen decennia voltrok zich een specialisatie van verschillende bedrijfstakken binnen de landbouw. Dit heeft geleid tot een sterke rationalisatie en verbetering van de productiviteit en economische efficiëntie. Die verbetering ging niet altijd gepaard met een optimale aanwending van de ecologische mogelijkheden en leidde in een aantal gevallen tot milieuvervuiling en teelttechnische inefficiënties. De mogelijkheden om daar wat aan te doen binnen een bedrijfstak worden benut via geïntegreerde bedrijfssystemen zoals in de akkerbouw, de bollenteelt e.d., doch zijn doorgaans beperkt.

De noodzaak om bedrijven zodanig te ontwikkelen dat bedrijfseconomische en ecologische doeleinden expliciet kunnen worden gemaakt en de bedrijfsvoering kan worden geoptimaliseerd, heeft geleid tot de behoefte aan de ontwikkeling van de gemengde bedrijven van de 21e eeuw. Hier worden de beste (teelt-)technische en ecologische mogelijkheden uitgewerkt in twee verschillende bedrijfstypen. Een geïntegreerd en een ecologisch bedrijf zijn op de Ir. A.P. Minderhoudhoeve opgezet en worden verder ontwikkeld. De APM-hoeve heeft de schaal, de mogelijkheden en de benodigde expertise om daaraan werken.

Vele LUW-leerstoelgroepen en een aantal DLO-instituten dragen binnen het Agrarisch Kennis Centrum Flevoland aan die ontwikkeling bij. Door de inzet van het College van Bestuur van de Landbouwuniversiteit Wageningen en de welwillende medewerking van de provincie Flevoland zijn de onderzoekers die allen functioneren binnen de Wageningse onderzoekscholen Production Ecology (PE), Wageningen Institute of Animal Sciences (WIAS) en Mansholt Institute (MI), in staat gesteld nieuwe optima te ontwikelen en daarmee meerdere doelen na te streven.

In dit rapport zijn de bedrijfs- en onderzoeksplannen van de twee ontworpen prototypes beschreven zoals ze bij de start van het onderzoek in de herfst van 1995 uitgewerkt zijn. De verdere ontwikkeling die de twee prototypes in de experimentele fase ondergaan kunnen hiermee goed gevolgd worden.

Inmiddels twee jaar na het begin van dit ontwerpende experiment zijn al indrukwekkende resultaten geboekt waarover elders is gerapporteerd. Voor de beoordeling van dit experiment is het van groot belang de uitgangspunten en doeleinden goed in beeld te hebben. In deze publicatie worden die uitgangspunten en doeleinden en aanpak gegeven. In volgende publicaties in deze reeks zal over de resultaten en voortgang van het project worden gerapporteerd.

Prof. dr. ir. R. Rabbinge,
Voorzitter Wetenschappelijke Adviescommissie

Inhoudsopgave

	Voorwoord	
1	**Inleiding**	**1**
	R. Rabbinge, E.A. Lantinga & E.A. Goewie	
1.1	Historisch overzicht	1
1.2	Onderzoek naar gemengde bedrijfssystemen	2
1.3	De Minderhoudhoeve als locatie	4
1.4	Samenwerking binnen het Agrarisch Kennis Centrum (AKC) Flevoland	5
1.5	Overig bedrijfssystemenonderzoek in Nederland	5
1.6	Betekenis van het bedrijfssystemenonderzoek op de Minderhoudhoeve voor de agrarische sector	6
2	**De Ir. A.P. Minderhoudhoeve**	**7**
	E.A. Lantinga & J. Overvest	
3	**Bedrijfsplan van het geïntegreerde gemengde bedrijfssysteem**	**9**
	E.A. Lantinga & T.A. de Boer	
3.1	Doelstellingen en randvoorwaarden	9
3.2	Veehouderij	11
3.2.1	Veestapel en huisvesting	11
3.2.2	Veevoeding	12
3.2.3	Beweiding en rotatie	23
3.2.4	Veefokkerij	25
3.3	Bouwplan en teelt van gewassen	25
3.3.1	Keuze van akkerbouwgewassen	25
3.4	Bemesting	28
3.5	Onkruidbeheersing	31
3.6	Beheersing van ziekten en plagen	34
3.7	Dierlijke mest	35
3.7.1	Mestsysteem	35
3.7.2	Mestopslag en opslagcapaciteit	37
3.7.3	Verdeling van de dierlijke mest over grasland en akkerland en over de verschillende gewassen	38
3.7.4	Aanwendingstijdstip en wijze van mestaanwending	41
3.8	Nutriëntenbalansen	52
3.8.1	Aanvoerposten	53
3.8.2	Afvoerposten	54
3.8.3	Nutriëntenbalansen van het gehele bedrijf	55

3.9 Windenergie en energiebesparing 56
3.10 Investeringsplan 56

4 Bedrijfsplan van het ecologische gemengde bedrijfssysteem 57
G.J.M. Oomen & J. de Wit
4.1 Inleiding 57
4.2 Veehouderij 58
4.2.1 Veestapel 58
4.2.2 De voeding van het rundvee 58
4.3 Rundveefokkerij 60
4.3.1 Fokdoelen 61
4.3.2 Selectiecriteria en weging 62
4.3.3 Fokmethode 63
4.4 Huisvesting van het rundvee 63
4.4.1 Staltypen 63
4.4.2 Beoordeling van de staltypen 63
4.5 Bouwplan en teelt van gewassen 68
4.5.1 Blijvend grasland 68
4.5.2 Overige gewassen en bouwplan 69
4.6 Beheer bodemvruchtbaarheid en nutriëntenbalans 71

5 Onderzoeksplan 75
E.A. Lantinga, G.J.M. Oomen & J. van Bruchem
5.1 Onderzoeksvragen 75
5.2 Interdisciplinaire verdieping 77
5.3 Ontwerpen deelsystemen 78

6 Organisatiestructuur 79
E.A. Lantinga & R. Rabbinge

7 Lijst van geraadpleegde literatuur 81

8 Summary 89
8.1 Background 89
8.2 The Minderhoudhoeve 89
8.3 The Mixed Farming Systems Research 89
8.4 Information 90

1 Inleiding

R. Rabbinge[1], E.A. Lantinga[1] & E.A. Goewie[2]
[1] Groep Theoretische Productie-ecologie, Landbouwuniversiteit Wageningen
Bornsesteeg 47, 6708 PD Wageningen
[2] Groep Ecologische Landbouw, Landbouwuniversiteit Wageningen
Haarweg 333, 6709 RZ Wageningen

1.1 Historisch overzicht

Binnen de West-Europese landbouw is het gemengde bedrijf de afgelopen decennia grotendeels verdwenen. Een gemengd bedrijf wordt gekenmerkt door een combinatie van meerdere productietakken, bijvoorbeeld akkerbouw en melkveehouderij. Was het gemengde bedrijf in de jaren dertig tot vijftig op met name de minder voor akkerbouw geschikte gronden nog de dominerende bedrijfsvorm, nu is er door vergaande specialisatie en toename van niet grondgebonden landbouwkundige activiteiten nauwelijks meer iets van over. De concentratie op een beperkt aantal producten en daarnaast de sterke verhoging van grond- en arbeidsproductiviteit werden vooral ingegeven door korte-termijn bedrijfseconomische redenen. Vrijwel overal in West-Europa is deze ontwikkeling zichtbaar geweest en heeft ontmenging plaatsgevonden.

De intensivering van de productie samengaand met een nauwer, eenzijdiger bouwplan met een lager aandeel graangewassen heeft in de akkerbouw evenwel 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 teelttechnisch gezien, maar vooral ook milieutechnisch gezien overmatig gebruik gemaakt van meststoffen. 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 kunnen worden geacht. Ze worden getypeerd door nauwe en eenzijdige bouwplannen, mestoverschotten, een hoge inzet van productiemiddelen zoals kunstmest, gewasbeschermingsmiddelen en geïmporteerd veevoer, en latente werkloosheid. In het verleden zijn er geen of nauwelijks randvoorwaarden door de overheid gesteld aan het gebruik van mest en biociden en volgden de boeren in het algemeen de door de voorlichting verstrekte adviezen op. Dit heeft nu al aanleiding gegeven tot ongewenste milieukundige effecten en zal waarschijnlijk ook in economische en maatschappelijke zin suboptimaal blijken te zijn. Daarom bestaat er behoefte aan het ontwikkelen en toetsen van alternatieve 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 voor wat betreft het gebruik van mest en biociden èn de omvang van de veestapel beperkt blijven.

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. De nutriëntenbalansen van het gemiddelde Nederlandse akkerbouwbedrijf, maar met name het veehouderijbedrijf laten overschotten zien, terwijl de beschikbare arbeid op de akkerbouwbedrijven niet goed kan worden ingezet.

Reeds in de jaren zeventig werd gewezen op de ondoelmatigheden en de ondoeltreffendheden die gespecialiseerde bedrijfssystemen in milieutechnische en teelttechnische zin hadden. Eenzijdig accent op economische doelen op korte termijn stelden de continuïteit op langere termijn in ecologische en agronomische zin in de waagschaal. Deze geluiden en de daaruit voorvloeiende 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 werden echter nauwelijks serieus genomen. Wel werd in 1977 het initiatief genomen een proefbedrijf Ontwikkeling Bedrijfs-Systemen (OBS) op te zetten. Op dit bedrijf werd op bedrijfsniveau onderzocht hoe verschillende akkerbouwbedrijven met meervoudige doeleinden konden worden ontwikkeld en in hoeverre de bedrijfsresultaten verschillen ten opzichte van de op dat moment gangbare aanpak.

De benadering van en de gedachtenvorming over landbouw als niet uitsluitend gericht op korte-termijn economische doelstellingen heeft de laatste jaren 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. 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 dierlijke productiefase door integratie van akkerbouw en veehouderij kan namelijk leiden tot een lagere milieubelasting doordat nutriënten efficiënter benut kunnen worden en er minder problemen te verwachten zijn met onkruiden en bodemgebonden ziekten en plagen. Bovendien is op een gemengd bedrijf de veebezetting per ha cultuurgrond kleiner dan op een gespecialiseerd melkveebedrijf. Hiernaast kan integratie een gunstig effect op de fysische bodemvruchtbaarheid hebben en kan door de combinatie van bedrijfstypen een regelmatiger arbeidsfilm ontstaan, terwijl het inkomensrisico meer gespreid wordt.

1.2 Onderzoek naar gemengde bedrijfssystemen

Teneinde meer zicht te krijgen op de mogelijkheden om met gemengde bedrijfssystemen naast economische ook ecologische, technologische en sociale doelstellingen te realiseren, is er behoefte aan modelmatig en empirisch onderzoek naar bedrijfssystemen, waarin zowel akkerbouw als veehouderij aanwezig zijn. Met bedrijfsstructuur, bedrijfsgrootte en bedrijfsvoering als variabelen moet voor de verschillende expliciete doeleinden naar optimale vormen van landgebruik worden gezocht. Op het gebied van bedrijfsstructuur dient onderzocht te worden welk integratieniveau van akkerbouw en veehouderij de voorkeur heeft in verschillende situaties. Integratie kan plaatsvinden op bedrijfsniveau door het opnemen van

een extra productietak op 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 zoals de grondsoort, de bedrijfstakken die geïntegreerd worden, de productie-intensiteit en het niveau waarop menging plaatsvindt. De bedrijfsvoering die wordt gekozen, wordt bepaald door de te realiseren doelstellingen. Hierbij is vooral onderzoek nodig op het gebied van vruchtwisseling, het gebruik van dierlijke mest en de teelt van krachtvoer(vervangers).

Het is tijdrovend en kostbaar om 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. Bij de traditionele wijze van modelmatig onderzoek aan de hand van bedrijfsmodellen liggen bedrijfsstructuur en bedrijfsgrootte veelal vast, zodat met deze methode de optimale bedrijfsstructuur en -grootte bij gemengde bedrijfssystemen niet bepaald kan worden. Het verkennen van de mogelijkheden voor gemengde bedrijfssystemen d.m.v. modelmatig onderzoek moet dus op een andere manier plaatsvinden. Een combinatie van interactieve meervoudige doelprogrammering (IMDP), simulatiemodellen en scenariostudies biedt daarvoor een mogelijkheid. Die studies zijn van een verkennend karakter en brengen verschillende bedrijfstypen (grootte, structuur en mate van menging en samenwerking) in beeld die in de praktijk zouden kunnen worden ontwikkeld. Het doel van deze studies is het openleggen van de mogelijkheden teneinde technische perspectieven te schetsen.

Ter ondersteuning van dit modelmatige onderzoek is empirisch onderzoek noodzakelijk om voor de technische coëfficiënten die benodigd zijn voor modelstudies, en waarvoor in veel gevallen nog geen goede waarden bekend zijn, betrouwbare waarden aan te geven. In het bijzonder is nog heel weinig bekend over de efficiëntie van N-gebruik binnen rotaties van akkerbouw- en grasgewassen. Het empirisch onderzoek naar gemengde bedrijfssystemen kan uitgevoerd worden op drie niveaus: gewas, teeltsysteem en bedrijf. Op gewasniveau is uit teeltkundig en productie-ecologisch onderzoek al veel kennis voorhanden over de wijze waarop lekstromen kunnen worden geminimaliseerd en over de mogelijkheden om via geïntegreerde gewasbescherming de gevolgen van ziekten, plagen en onkruiden te minimaliseren zonder dat dit gepaard gaat met omvangrijke immissies van biociden. Preventie, resistentie en biologische bestrijdingsmethoden worden hierbij eerst volledig benut. Benutting van die kennis op het niveau van gewassystemen en op het niveau van bedrijven vindt doorgaans plaats door bedrijfssynthese m.b.v. bedrijfseconomische technieken. Tot op heden vindt nauwelijks empirisch onderzoek naar gemengde bedrijfssystemen op bedrijfsniveau plaats. Wel worden op verschillende plaatsen bedrijfssystemen met verbrede doelstelling ontwikkeld en geïntroduceerd, doch die beperken zich doorgaans tot op specialisatie gerichte bedrijven of tot eenheden van een betrekkelijk geringe omvang. In de modelmatige studies kan met verschillende (vaak tegenstrijdige) doelstellingen en randvoorwaarden worden gespeeld. In de praktijk zijn de mogelijkheden veel geringer. Het lijkt

evenwel van groot belang een bedrijf van voldoende omvang te hebben waarin het gemengde bedrijf in vernieuwde vorm empirisch en in combinatie met de modelstudies kan worden ontwikkeld.

1.3 De Minderhoudhoeve als locatie

Op het proefbedrijf van de Landbouwuniversiteit, de Ir. A.P. Minderhoudhoeve te Swifterbant, doet zich nu de mogelijkheid voor een tweetal gemengde bedrijven, als entiteiten, tot ontwikkeling te brengen. Daarbij zal het gaan om een geïntegreerd bedrijf van 135 hectare en een ecologisch bedrijf van 90 hectare. Een behoorlijke omvang van de gemengde bedrijfssystemen is gewenst, omdat bij een geringe omvang de voordelen van een gemengd bedrijf niet optimaal kunnen worden benut zoals blijkt uit een voorstudie van de Werkgroep 'Gemengde Bedrijfssystemen' uitgevoerd door T.J. de Koeijer (Groep Agrarische Bedrijfseconomie, LUW). Op beide bedrijven zal in ieder geval worden gestart met een combinatie van akkerbouw, vollegrond-groenten, melkveehouderij en schapenhouderij. Op het ecologische bedrijf wordt als vijfde tak kippenhouderij overwogen. Uitbreiding met meerdere takken, zoals varkenshouderij, wordt in de toekomst niet uitgesloten. Het primaire doel van het bedrijfssystemenonderzoek is ontwikkeling (onderzoeken en optimaliseren) van duurzame gemengde bedrijfssystemen i.p.v. reproduceerbaar onderzoek over meerdere jaren of vergelijking tussen de beide systemen. Beide bedrijven gaan functioneren als voorbeeldbedrijven, waar aan de hand van eigen doelstellingen twee typen bedrijfssystemen tot ontwikkeling gebracht zullen worden. De minimale looptijd van het onderzoek is gesteld op tien jaar. De Minderhoudhoeve is een uitstekende locatie voor het opzetten en verder tot ontwikkeling brengen van voorbeeldbedrijven: het proefbedrijf heeft een goede infrastructuur en is gesitueerd op uitstekende landbouwgrond.

Op de Minderhoudhoeve zal binnen het geïntegreerde bedrijf gepoogd worden zo gering mogelijke lekstromen (nutriënten en biociden) per eenheid product te realiseren. Op het ecologische bedrijf geldt de aanvullende doelstelling van een zo gering mogelijke emissie per eenheid van oppervlak en een zo gering mogelijke afhankelijkheid van de inzet van externe middelen. Voorts wordt op beide bedrijven niet alleen de technische invalshoek, doch ook de ethische invalshoek benadrukt. Dit komt naar voren in de wijze waarop het vee wordt gehouden en de wijze waarop gewassen en teeltsystemen worden beheerd. Alle activiteiten op de bedrijven zullen worden beargumenteerd vanuit de ecologische en teelttechnische doeleinden en mogelijkheden, waardoor de bedrijfseconomie niet dominant doch dienend is. Dit komt tot uiting in zowel de strategische beslissingen van de ondernemer (zoals bouwplan, omvang veestapel, type bedrijfsvoering) als de tactische (gewassenkeuze, variëteiten, bemestingsniveau) en de operationele beslissingen (bemestingsfrequentie en -tijdstip, ziekten-, plagen- en onkruidbeheersing gedurende het groeiseizoen).

Op de bedrijven wordt beoogd langs heuristische weg tot verbetering te komen. De explicitering van doelstellingen en randvoorwaarden maakt beoordeling en afweging mogelijk. De resultaten van ieder van de bedrijven worden daarom steeds afgezet tegen de

eigen doelstellingen om de voortgang te bepalen. Vergelijking van de twee bedrijfssystemen is niet het primaire doel, omdat de uitgangspunten en randvoorwaarden van beide bedrijfssystemen op andere niveaus liggen, waardoor de bedrijfsstructuur en de bedrijfsvoering nogal verschillen.

1.4 Samenwerking binnen het Agrarisch Kennis Centrum (AKC) Flevoland

In de gemeente Dronten zullen naast de bedrijfssystemen op de Minderhoudhoeve nog een tweetal gemengde bedrijfssystemen opgezet en verder ontwikkeld worden, te weten de schoolboerderijen van de Christelijke Agrarische Hogeschool (CAH) en de Warmonderhof. Hiermee zal nauwe samenwerking plaatsvinden binnen het Agrarisch Kennis Centrum (AKC) Flevoland. De middelbare land- en tuinbouwschool voor biologisch-dynamische landbouw 'Warmonderhof' is kort geleden verplaatst naar Dronten en de schoolboerderij van de CAH wordt binnenkort verplaatst en voorzien van een geïntegreerde gemengde bedrijfsopzet. Alle bedrijfssystemen beogen invulling te geven aan het concept duurzame landbouw. Dit houdt in dat de systemen technisch haalbaar, economisch levensvatbaar, ecologisch handhaafbaar en sociaal en maatschappelijk aanvaardbaar moeten zijn. Wel bestaan enige verschillen ten aanzien van de uitgangspunten en de functies van de bedrijven. Voor zowel CAH als Warmonderhof zal een bedrijfseconomische benadering zeer belangrijk zijn, terwijl de Landbouwuniversiteit zich op de Minderhoudhoeve meer op de inhoudelijke, onderzoekstechnische aspecten van de bedrijfssystemen zal richten. In goed overleg zullen de verschillende bedrijfssystemen op elkaar afgestemd worden. De bedrijven van CAH en Warmonderhof worden meer toepassingsgericht opgezet, terwijl de systemen van de LU meer modelmatig en experimenteel zullen worden ingevuld. Voor alle te ontwikkelen bedrijfssystemen zal gelden dat een uitgebreide registratie van landbouwtechnische, milieukundige en bedrijfskundige kengetallen moet plaatsvinden.

1.5 Overig bedrijfssystemenonderzoek in Nederland

Het is tevens belangrijk overige ontwikkelingen op het gebied van bedrijfssystemen te volgen zoals die op het Proefbedrijf Ontwikkeling Bedrijfs-Systemen (OBS) in Nagele en het in 1992 gestarte Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu 'De Marke' in Hengelo (Gelderland). Op het OBS, gesitueerd op een zware zavelgrond, wordt sinds 1979 een drietal bedrijfssystemen – gangbaar, geïntegreerd en biologisch-dynamisch – ontwikkeld en met elkaar vergeleken. In het gangbare en het geïntegreerde bedrijfssysteem vindt sinds de start van het bedrijf alleen akkerbouw plaats, terwijl het biologisch-dynamische bedrijfssysteem in 1991 is ontmengd, waarna ook alleen de akkerbouwtak is overgebleven. 'De Marke' is gesitueerd op een droogtegevoelige zandgrond en de akkerbouw staat er volledig in dienst van de melkveehouderij, aangezien alleen voedergewassen geteeld worden.

1.6 Betekenis van het bedrijfssystemenonderzoek op de Minderhoudhoeve voor de agrarische sector

De bedrijfsgrootte, de situering op goede grond, de aanwezige kennis en ervaring en de bereidheid van verschillende onderzoeksgroepen hun bijdrage te leveren, maken het de Landbouwuniversiteit met het voorgestelde onderzoek op de Minderhoudhoeve mogelijk de brug tussen zowel natuurwetenschappelijke en sociaal-economische beschouwingen als tussen gewas- en bedrijfsniveau te slaan.

De vernieuwing van agrarische bedrijfssystemen door de ontwikkeling van gemengde bedrijven met de omvang en op de schaal die hier wordt voorzien biedt perspectief voor de sector. Beide bedrijven op de Minderhoudhoeve beogen namelijk een voorbeeld te zijn voor de omgeving. Zeker op goede gronden zoals in Flevoland moeten de mogelijkheden dusdanig gunstig zijn dat als op een juiste wijze wordt ingespeeld op maatschappelijke wensen, doeleinden en eisen, de continuïteit van de landbouw in open teelten en daarmee de werkgelegenheid veilig kan worden gesteld. Met de ontwikkeling van deze bedrijfssystemen op de Minderhoudhoeve beoogt de LUW via een innovatie-impuls de duurzame landbouw van de 21ste eeuw naderbij te brengen, die zowel productief, competitief als ecologisch gezond is.

2 De Ir. A.P. Minderhoudhoeve

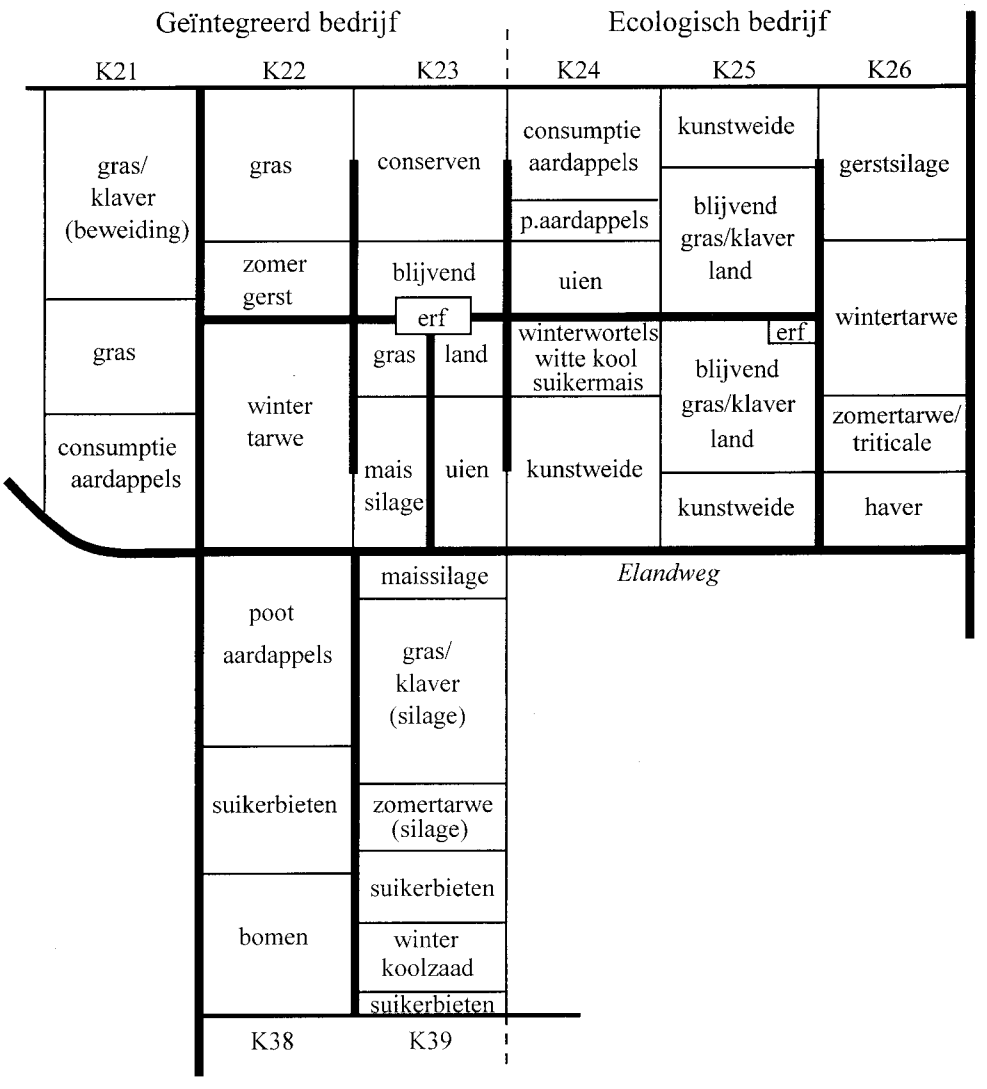
E.A. Lantinga[1] & J. Overvest[2]
[1] Groep Theoretische Productie-ecologie, Landbouwuniversiteit Wageningen
Bornsesteeg 47, 6708 PD Wageningen
[2] Ir. A.P. Minderhoudhoeve, Elandweg 40, 8355 RK Swifterbant

De Minderhoudhoeve te Swifterbant is gesitueerd op een vruchtbare kalkrijke zeekleigrond. De oppervlakte van het bedrijf bedraagt 235 ha, tot 1995 verdeeld over acht kavels: drie akkerbouw- en vijf veehouderijkavels. De op het bedrijf aangehouden vruchtwisseling was: wintertarwe / zomertarwe - suikerbieten - zomergerst / haver / graszaad / stamslabonen / erwten / zaaiuien / olievlas / blauwmaanzaad - consumptieaardappelen / pootaardappelen.

De veestapel van het hele bedrijf bestond in 1994 uit ca. 170 melkkoeien en 170 stuks jongvee. Hiernaast werden ca. 250 schapen (ooien) gehouden. Het rundvee werd gehuisvest in een viertal ligboxenstallen die gedeeltelijk in 1993 gerenoveerd zijn. De mest werd gescheiden opgeslagen als vaste mest en gier buiten de stal.

Een inventarisatie van de bedrijfsvoering op de Minderhoudhoeve in de jaren 1991 t/m 1993 heeft het volgende opgeleverd:

- De input van kunstmest is laag (grasland: 240 kg N ha^{-1} jr^{-1}, 35 kg P ha^{-1} jr^{-1}; bouwland: 95 kg N ha^{-1} jr^{-1}, 15 kg P ha^{-1} jr^{-1}). In verband met de grote kalirijkdom van de grond vindt geen K-bemesting via kunstmest plaats. Het lage kunstmestgebruik wordt gedeeltelijk veroorzaakt doordat alle dierlijke mest in de vorm van vaste mest en gier op het eigen bedrijf wordt aangewend.
- Het biocidengebruik op de Minderhoudhoeve is vrij hoog t.o.v. de praktijk. Nematiciden worden op het bedrijf al jaren niet meer gebruikt.
- Het productieniveau op de Minderhoudhoeve is zowel van het vee als van de akkerbouwgewassen goed te noemen.
- De nutriëntenbalans van het bedrijf laat jaarlijks een overschot van N en P van respectievelijk 150 en 15 kg ha^{-1} zien en een netto K-afvoer van 35 kg ha^{-1} (exclusief depositie). Hierbij is de organische mest niet meegenomen, omdat alle dierlijke mest op het bedrijf blijft. De nutriëntenbalans van de akkerbouwsector is redelijk in evenwicht, alleen de netto-afvoer van K is behoorlijk groot. De veehouderijsector heeft voor alle nutriënten een overschot, vooral het N-overschot is met 250 kg N ha^{-1} (exclusief afvoer van vaste mest naar het akkerbouwgedeelte) aanzienlijk, maar veel lager dan dat van het gemiddelde Nederlandse veehouderijbedrijf.



Figuur 1. Bouwplan Ir. A.P. Minderhoudhoeve voor 1997.

3 Bedrijfsplan van het geïntegreerde gemengde bedrijfssysteem

E.A. Lantinga & T.A. de Boer
Groep Theoretische Productie-ecologie, Landbouwuniversiteit Wageningen
Bornsesteeg 47, 6708 PD Wageningen

3.1 Doelstellingen en randvoorwaarden

De *doelstellingen* bij de opzet van het geïntegreerde gemengde bedrijfssysteem zijn:

- Ontwikkelen van een duurzaam/handhaafbaar gemengd bedrijfssysteem (geen korte-termijn bedrijfseconomische doelstelling).
- Efficiënte productie door minimaliseren van het stikstofoverschot (aanvoer minus afvoer) per eenheid product.
- Gebruik gewasbeschermingsmiddelen minimaliseren bij behoud van productkwaliteit. Productkwaliteit moet nog nader gedefinieerd worden, maar te denken valt aan kenmerken als bakkwaliteit (tarwe), nitraatgehalte (consumptieaardappelen en veevoedergewassen), kwaliteitsklasse (pootaardappelen), uiterlijk (uien en stamslabonen) en interne kwaliteit (suikerbieten).
- Verbetering van de fysische (structuur) en biologische (i.v.m. bodemgebonden ziekten en plagen) bodemvruchtbaarheid.
- Verlaging van de P- en K-toestand van alle percelen naar een 'voldoende' niveau.
- Geleidelijke vermindering van de voorraad onkruidzaden in de bodem.

Hierbij is een aantal *randvoorwaarden* van belang:

- Het bedrijf van 135 ha heeft zowel akkerbouw als rundveehouderij en schapenhouderij. Het bouwplan correspondeert min of meer met dat van de 'gemiddelde' Nederlandse akkerbouw- en melkveebedrijven: grasland, maïs, consumptieaardappelen, pootaardappelen, suikerbieten, wintertarwe, zomergerst, koolzaad, vollegrondsgroenten (o.a. uien en conservenvruchten).
- Alle geproduceerde dierlijke mest (drijfmest) moet aangewend worden op het eigen bedrijf en in principe alleen in het voorjaar en de zomer.
- Het bedrijf moet zelfvoorzienend zijn voor ruwvoer.
- De P-toevoer via aangekocht krachtvoer mag niet groter zijn dan de afvoer via dierlijke producten (< 0,25 kg krachtvoer per kg melk).
- Weidegrasland dient zich te bevinden op de kavels nabij de stal, omdat anders voor de melkkoeien de afstand tot de melkstal te groot wordt.
- Met uitzondering van 4 ha grasland rondom de bedrijfsgebouwen is al het grasland in rotatie om stikstofophoping te voorkomen.
- Er worden alleen gewasbeschermingsmiddelen gebruikt die voldoen aan de criteria voor

uitspoeling, persistentie en toxiciteit voor waterorganismen zoals gehanteerd in het MJPG.

- Er worden geen nematiciden gebruikt.
- Onkruiden worden in principe altijd eerst mechanisch bestreden.
- In de herfst is de gehele oppervlakte groen om nitraatuitspoeling te beperken (meerjarige gewassen, wintergranen of groenbemestingsgewassen).
- Aardappelen en suikerbieten worden maximaal eens in de zes jaar op een bepaald perceel verbouwd.
- Voor een doelmatige ontwikkeling van het bedrijfssysteem is integratie vereist van het onderzoek op de Minderhoudhoeve, modelmatig onderzoek en onderzoek aan afzonderlijke onderdelen elders.
- Het bedrijfsplan wordt zonodig jaarlijks bijgesteld.

Indien een bedrijfssysteem wordt opgezet uitgaande van bovenstaande doelstellingen en randvoorwaarden, wordt waarschijnlijk reeds voldaan aan de milieu-eisen die door de overheid, o.a. in het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP) en het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJPG), zijn gesteld voor het jaar 2000.

De maximale emissie-norm die in het NMP gehanteerd wordt voor het jaar 2000 bedraagt 2400 zuurequivalenten per ha per jaar. Dit komt overeen met een emissie van 34 kg N ha^{-1} jr^{-1}. De NH_3-emissie uit dierlijke mest kan op het bedrijf beperkt worden, door mest regelmatig uit de stal te verwijderen, de mestopslag goed af te dekken, het vee gedurende de zomerperiode een gedeelte van de dag of de hele dag op te stallen en de mest emissie-arm aan te wenden.

Voor de uitspoeling van nutriënten zijn door het NMP en de EU eveneens normen opgesteld in verband met de kwaliteit voor het grond- en oppervlaktewater. In het jaar 2000 mag het grondwater op 2 m onder de grondwaterspiegel volgens het NMP per perceel gemiddeld over het jaar maximaal 50 mg nitraat (11,3 mg NO_3-N) per liter bevatten. Dit komt overeen met door de EU vastgestelde maximaal toelaatbare concentratie voor drinkwater. Om aan deze eis te voldoen kan als richtlijn een maximale uitspoeling van ca. 35 kg N per hectare per jaar aangehouden worden. Het streven van de EU en het NMP op de langere termijn is een reductie tot maximaal 25 mg nitraat (5,6 mg NO_3-N) per liter. Fosfaatuitspoeling vormt geen bedreiging voor de kwaliteit van drinkwater, terwijl de EU-drinkwaterrichtlijn gemiddeld over het jaar en gemiddeld per bedrijf een maximaal toelaatbare K-concentratie in het bovenste grondwater stelt van 12 mg K per liter met een richtniveau van 10 mg K per liter. Om een goede kwaliteit van het oppervlakte-water te verkrijgen gelden de volgende normen voor de gemiddelde nutriëntenconcentraties van afspoelend water over het jaar: maximaal 2,2 mg N (10 mg NO_3), 0,15 mg P en 12 mg K per liter. Om aan de uitspoelingsnormen te voldoen moet de hoogte van de mestgift worden afgestemd op de behoefte van het gewas en dient het nutriëntenoverschot op de nutriëntenbalans zo gering mogelijk te zijn. Op de Minderhoudhoeve was het benuttingspercentage ((aanvoer/afvoer) × 100%) voor stikstof in de jaren 1991 t/m 1993 gemiddeld ca. 40%. In het geïntegreerde bedrijf wordt ernaar gestreefd dit percentage te verhogen tot ongeveer 75%. Voor fosfor en

kalium wordt bij een voldoende bemestingstoestand van de bodem een streefwaarde van 100% aangehouden. Aangezien de huidige bemestingstoestand op de Minderhoudhoeve voor kalium te hoog is, moet het benuttingspercentage van kalium aanvankelijk hoger dan 100% zijn.

Naast de uitspoeling van nutriënten zijn ook normen vastgesteld voor de uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen. De mate van uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen wordt bepaald aan de hand van de concentratie in het grondwater tussen 1 en 2 m diepte. De totale concentratie gewasbeschermingsmiddelen mag maximaal 0,5 $\mu g\ l^{-1}$ bedragen, terwijl de concentratie van een afzonderlijk gewasbeschermingsmiddel niet hoger mag zijn dan 0,1 $\mu g\ l^{-1}$.

Er wordt naar gestreefd zo snel mogelijk de reductiepercentages uit het MJPG te bereiken. Op de Minderhoudhoeve worden op grasland en in maïs nauwelijks gewasbeschermingsmiddelen gebruikt. Voor grasland wordt ernaar gestreefd in de toekomst helemaal geen gewasbeschermingsmiddelen te gebruiken, voor maïsland moeten in ieder geval de reductiepercentages vermeld in het MJPG worden gehaald. Het gewasbeschermingsmiddelengebruik in akkerbouwgewassen bedroeg in de jaren 1991 t/m 1993 ca. 13 kg actieve stof per hectare. Hiermee wordt de streefwaarde voor 1995 al bijna gehaald. Dit lage gebruik wordt echter voornamelijk veroorzaakt doordat op het bedrijf geen grondontsmettingsmiddelen worden toegepast. De streefwaarden voor het gebruik van de overige soorten gewasbeschermingsmiddelen worden namelijk nog behoorlijk overschreden.

3.2 Veehouderij

Voor de opzet van het geïntegreerde gemengde bedrijfssysteem is uitgegaan van het veehouderijgedeelte van het bedrijf. Aan de hand van de omvang van de veestapel en het gewenste rantsoen voor het rundvee wordt het areaal benodigde ruwvoergewassen en krachtvoergewassen bepaald, waarna in de volgende hoofdstukken ingegaan wordt op de keuze en de teelt van de akkerbouwgewassen en het bouwplan en op de productie en aanwending van dierlijke mest.

3.2.1 Veestapel en huisvesting

De veestapel op de Minderhoudhoeve bestond in 1994 uit 170 melkkoeien, 170 stuks jongvee en 250 schapen. Het aantal melkkoeien dat kan worden gehouden op het geïntegreerde bedrijf wordt bepaald door de hoeveelheid ruwvoer die op het bedrijf kan worden geproduceerd, omdat één van de uitgangspunten is dat het bedrijf zelfvoorzienend voor ruwvoer moet zijn. Het areaal van 135 hectare is voldoende groot om ca. 180 melkkoeien met jongvee te houden. Eén van de randvoorwaarden van het geïntegreerde bedrijf is echter de opzet van een bedrijf met zowel akkerbouw als veehouderij, waardoor niet het volledige areaal gebruikt kan worden voor de verbouw van voedergewassen. Bovendien bedraagt het melkquotum van de Minderhoudhoeve slechts 1.160.000 kg, waarvan ca. 710.000 kg

beschikbaar is voor het geïntegreerde bedrijf. Bij de huidige melkproductie van ruim 7000 kg per koe per jaar zijn voor het volmelken van dit melkquotum ca. 100 melkkoeien nodig. De productie-aanleg van de koeien is ca. 8000 kg melk per jaar, hetgeen bij een uitgebalanceerd rantsoen haalbaar moet zijn. Bij de opzet van het bedrijf wordt daarom vooralsnog gekozen voor 90 melkkoeien. Voor de vervanging van de veestapel worden ca. 55 kalveren en 45 pinken aangehouden.

Het houden van schapen kan in de bedrijfsvoering het voordeel hebben dat het grasland egaal afgeweid wordt en dat het grasland beter benut wordt. In pas-ingezaaid grasland zijn schapen uitstekend te gebruiken als 'biologische onkruidbestrijders'. Bovendien kunnen schapen als ze samen geweid worden met jongvee een verminderde wormbesmetting bij het jongvee tot gevolg hebben (Schans & de Boer, 1992). Daarentegen is het houden van schapen echter arbeidsintensief, vooral in het voorjaar. Voor de arbeidsbezetting is dit ongunstig, omdat de arbeidsdruk in het voorjaar reeds hoog is als gevolg van het toedienen van dierlijke mest (zie Sectie 3.7.3), de zaai- en pootbedbereiding en het zaaien en poten zelf. Een ander nadeel van schapen is dat extra afrastering nodig is in vergelijking met melkkoeien. Op een gemengd bedrijf levert dit problemen op in verband met de rotatie van gras- en akkerland. Tenslotte brengt het apart bemonsteren en aanwenden van de in de stal geproduceerde schapenmest extra kosten met zich mee. Financieel gezien zijn schapen minder aantrekkelijk dan koeien. Vooral de laatste jaren zijn de opbrengsten in de schapenhouderij gedaald – hoewel de opbrengsten op de Minderhoudhoeve nog relatief goed zijn –, terwijl de melkveehouderij goede bedrijfsresultaten haalt (Prins & v. d. Kraaij, 1992). Voor onderzoeksdoeleinden is het aanhouden van de schapen evenmin van belang, omdat de proeven van de Landbouwuniversiteit met schapen op een ander proefbedrijf worden uitgevoerd. Gezien de nadelen die verbonden zijn aan het handhaven van de schapentak is in eerste instantie besloten dat geen schapen aangehouden zullen worden op het geïntegreerde bedrijf. In latere discussies zijn de voordelen nog eens goed afgewogen tegen de nadelen en op basis hiervan wordt nu overwogen een 100-tal ooien aan te houden. Bovendien zorgt in de winterperiode een koppel schapen voor een fraaie aankleding van het landschap. In het uitgewerkte bedrijfsplan zijn schapen echter nog buiten beschouwing gelaten.

3.2.2 Veevoeding

De voederbehoefte van het vee is uitgerekend aan de hand van een aantal uitgangspunten:

- De melkproductie bedraagt 7.100 kg melk per koe per jaar.
- De productie-aanleg van de melkkoeien is gesteld op 8.000 kg melk per jaar.
- Het jongvee wordt zo mogelijk onbeperkt geweid.
- De koeien worden beperkt geweid (ca. 9 uur per dag).
- De weideperiode omvat 175 dagen en de stalperiode 190 dagen.
- De koeien hebben een tussenkalftijd van 365 dagen en een productieperiode van 305 dagen.
- De koeien kalven momenteel af tussen half november en 1 mei, zodat de koeien gedurende de stalperiode droog staan. Op de Minderhoudhoeve wordt ernaar gestreefd

het afkalfpatroon te verschuiven naar een najaarsafkalfpatroon, omdat dit gewenst is voor het onderzoek door de Groep Veevoeding van de Landbouwuniversiteit.

De voederbehoefte voor het melkvee bedraagt in de weideperiode gemiddeld 17.300 VEM en 1425 g DVE per koe per dag. De VEM-behoefte in de stalperiode is gemiddeld voor alle koeien 19.000 VEM en 1660 g DVE per koe per dag. Tijdens de droogstand van de koeien bedraagt de dagelijks voederbehoefte 6300 VEM en 350 g DVE per dag.

Ook voor het jongvee is een berekening gemaakt van de voederbehoefte. De 55 kalveren hebben een behoefte van 1345 kVEM en 84 kg DVE per dier per jaar. De jaarlijkse behoefte van de 45 pinken bedraagt 2260 kVEM en 111 kg DVE per dier (Asijee, 1993).

Op het bedrijf zal zo goed mogelijk volgens deze behoefte van het vee gevoerd worden, waarbij de onbestendige eiwit-balans (OEB) van het rantsoen zo dicht mogelijk bij 0 dient uit te komen en het rantsoen voldoende structuurwaarde dient te bevatten.

Keuze van voedergewassen

Om een efficiënte productie van het rundvee te realiseren, één van de uitgangspunten van het geïntegreerde bedrijf, dient de energiewaarde, het mineralengehalte en de structuurwaarde van het rantsoen zo goed mogelijk overeen te komen met de behoefte van het vee. Als voedermiddelen kunnen naast ruwvoer en aangekocht krachtvoer ook op het bedrijf geteelde krachtvoervervangers worden gebruikt. Voor een hoge en efficiënte productie dient gekozen te worden voor voedermiddelen met een hoge energiewaarde, een goede verteerbaarheid en mineralengehalten die net voldoen aan de behoefte. Naast de kwaliteit en het productieniveau van de voedermiddelen moet eveneens gekeken worden naar de productiekosten en de optredende nutriëntenverliezen bij de teelt, de conservering en de bewaring van het voedermiddel.

Een verhoging van de melkproductie van het vee wordt verkregen door een betere voerkwaliteit. Dit is mogelijk door de ruwvoerkwaliteit te verhogen of door een toename van het aandeel krachtvoer of krachtvoervervangers in het rantsoen. Hierbij stelt de benodigde structuurwaarde een voedingstechnisch maximum aan de vervanging van ruwvoer door krachtvoer. Een productieverhoging is eveneens te verkrijgen door een hogere drogestof(ds)-opname te realiseren. De ds-opname van het vee is behalve van de voerkwaliteit afhankelijk van de smakelijkheid van het voer, het voersysteem en het beweidingssysteem. Een verhoging van het productieniveau is gunstig zolang de voerefficiëntie toeneemt en in aanvulling op aangekocht krachtvoer, krachtvoervervangers verbouwd kunnen worden met lage nutriëntenverliezen en een hoge drogestofproductie per hectare (Biewenga et al., 1992).

Het geïntegreerde bedrijf dient voor ruwvoedergewassen zelfvoorzienend te zijn. Krachtvoer kan wel aangekocht worden, maar voor het minimaliseren van de overschotten op de nutriëntenbalans van het bedrijf kan het aantrekkelijk zijn op het bedrijf zelf krachtvoervervangers te telen.

Op de Minderhoudhoeve is ruime kennis aanwezig van de teelt van akkerbouwgewassen, zodat de teelt van voedergewassen en krachtvoervervangers die vaak akkerbouwmatig worden geteeld geen problemen op zal leveren. Ook de benodigde mechanisatie voor het

zaaien, de onkruidbestrijding en de oogst van deze gewassen is, behalve een reiniger voor voederbieten, reeds aanwezig.

Bij de eigen teelt van voedergewassen kan gekozen worden voor éénjarige gewassen zoals snijmaïs, Corn Cob Mix (CCM), maïskolvenschroot (MKS), voederbieten en granen geoogst in het generatieve stadium of voor twee-of meerjarige gewassen als gras, luzerne, mengsels van grassen en vlinderbloemigen. Onderstaand worden de belangrijkste voedergewassen besproken.

Gras kan gebruikt worden voor beweiding en/of voor maaien. Na het maaien kan het gras ingekuild worden, op het veld gedroogd worden tot hooi of kunstmatig gedroogd worden en vervolgens in balen of in brok geperst worden. Behalve het telen van gras in monocultuur is het ook mogelijk een gras/klaver-mengsel in te zaaien. Doordat klaver stikstof bindt, kan de N-bemesting lager zijn. Klaver kan in een graszode geïntroduceerd worden door herinzaai of doorzaai. Bij een gras/klavermengsel wordt gestreefd naar een klaverpercentage van 30%. Het handhaven van een constant klaverpercentage is echter erg moeilijk. In alle uitgevoerde proeven met gras/klavermengsels wordt na introductie van de klaver eerst een stijging van het klaveraandeel gevonden en daarna een daling. Bij gemengd gebruik van maaien en weiden is het klaveraandeel doorgaans wat lager als gevolg van urine- en mestplekken en beweiding (Schils, Verboon & Bruins, 1993). Maaien en weiden bij zware snedes heeft eveneens een negatieve invloed op het klaveraandeel in de zode. Bij lichte beweiding van gras/klaver neemt het klaveraandeel toe (Schils & Bruins, 1993).

Beweid grasland is arbeidstechnisch aantrekkelijk en bovendien is beweiden gunstig uit oogpunt van het welzijn van het vee. Een nadeel van beweid grasland is het optreden van N-verliezen als gevolg van mest- en urineplekken. Bovendien heeft gras een sterk positieve OEB, dat moeilijk te compenseren is door het bijvoeren van andere voedermiddelen (Biewenga et al., 1992). Een gras/klaver-weide in plaats van een grasweide heeft een positief effect op de ds-opname door het vee. Het vee neemt van gras/klaver meer op dan van gras. Ten opzichte van gras heeft klaver een hoger DVE-gehalte en een positievere OEB. Dit is gunstig gezien het lagere ruwe celstof-gehalte met daardoor meer verteerbare organische stof, maar door de hogere OEB treden mogelijk hogere stikstofverliezen op. Indien het klaveraandeel in een gras/klavermengsel toeneemt, zal het verschil tussen gras en gras/klaver groter worden en neemt het eiwitoverschot in het rantsoen toe. De gemiddelde gehaltes aan mineralen zijn in gras/klaver hoger dan in gras, uitgezonderd natrium. Witte klaver heeft een duidelijk hoger magnesium- en kaliumgehalte. Bij gras/klaver is de kans op kopziekte echter niet groter, omdat het hogere kaliumgehalte ruimschoots gecompenseerd wordt door het hogere magnesiumgehalte (Schils & Bruins, 1993). De productie van gras/klaver verloopt gelijkmatiger dan die van gras, doordat de groei van gras/klaver in de nazomer beter is. Ook de voederwaarde van gras/klaver loopt in de nazomer minder sterk terug dan die van gras. Bij het gebruik van witte klaver in een mengsel bestaat een verhoogde kans op het voorkomen van trommelzucht. Door het voeren van krachtvoer met een verhoogd vetgehalte (bv. sojabonen) of door beperkt weiden en bijvoeren met voordroogkuil zijn de problemen met trommelzucht te beperken (Schils, Verboon & Bruins, 1993). Gemiddeld zijn de gewas

opbrengsten van gras/klaver 5 - 10% lager dan van gras.

In vergelijking met weidegras heeft gemaaid gras een lager VEM- en DVE-gehalte en een hogere OEB. De N-verliezen van gemaaid grasland zijn lager, doordat geen beweiding plaats vindt. Ook bij maaien van grasland is de kwaliteit van de verschillende snedes niet constant, terwijl bovendien behoorlijke conserveringsverliezen optreden (Biewenga et al., 1992). Bij gras/klavermengsels zijn de inkuilverliezen hoger dan bij gras indien ingekuild wordt bij een drogestofpercentage hoger dan 35%. Bij inkuilen na 1 augustus is de VEM-, DVE- en OEB-waarde van een gras/klaverkuil hoger dan die van een graskuil. Het voeren van een ingekuild gras/klavermengsel kan een verlaging van het vetgehalte van de melk geven (Bruins, 1993).

Indien het gras gedroogd wordt tot hooi, neemt het weersrisico toe, omdat een langere periode met droog weer benodigd is. Bovendien is de voederwaarde van hooi lager dan van weide- en kuilgras. In tegenstelling tot andere grasproducten heeft hooi een negatieve OEB.

Naast het gebruik als weidegras, kuilgras of hooi kan gras ook kunstmatig gedroogd worden, waarna het in balen wordt geperst of eerst verder wordt fijngemalen en vervolgens in brok wordt geperst. Door het droogproces wordt de eiwitbestendigheid van het product aanzienlijk vergroot, zodat grasbrok en gedroogd gras een lagere OEB hebben dan kuil- of weidegras. Bovendien is de opname van gedroogd gras hoger dan van vers gras of van kuilgras (Hoefman, 1993a). In vergelijking met grasbrok heeft gedroogd gras een hoger VEM-, DVE- en rc-gehalte en een lagere OEB en is het iets goedkoper dan grasbrok (Booy & Hoefman, 1993). Om voer te krijgen met een hoge voederwaarde wordt bij voorkeur gras van de eerste snede gedroogd (Hoefman, 1993a). Voor een goede grasbrok is het verder nodig om percelen te kiezen met een goede botanische samenstelling en moeten verontreinigingen van het gras met grond zoveel mogelijk worden voorkomen. Maaien bij een opbrengst van ca. 2500 kg drogestof per hectare geeft de beste resultaten.

Grasbrok kan slechts een gedeelte van het krachtvoer vervangen, omdat bij een volledige vervanging of de vervanging van een groot gedeelte van het krachtvoer een verlaging van het vetgehalte van de melk optreedt. Bovendien wordt bij een volledige vervanging het ruwvoer in het rantsoen minder goed opgenomen, zodat de melkproductie daalt. Uit onderzoek is gebleken dat maximaal 50% van het krachtvoer te vervangen is door grasbrok, mits de voederwaardes weinig verschillen. Het vetgehalte in de melk kan enigszins verlaagd worden door het voeren van grasbrok (Boxem, 1992). In plaats van een gedeeltelijke vervanging van krachtvoer kan grasbrok ook gemengd worden met een speciale benuttingsbrok of na het drogen fijngemalen en vermengd worden met krachtvoer om de juiste samenstelling te krijgen (Hoefman, 1993a). Grasbrok is alleen geschikt voor hoogproductieve koeien als de kwaliteit goed is. Als krachtvoervervanger is het vooral geschikt voor jongvee en droogstaande koeien. Als gevolg van de hoge droogkosten is grasbrok echter geen goedkope krachtvoervervanger (van Uyen, 1991).

De voordelen van gedroogd gras en grasbrok zijn verlaagde krachtvoerkosten, een geringe arbeids- en mechanisatie-behoefte en een gering weersrisico door de korte veldperiode, waardoor de verliezen aan voederwaarde en groeidagen gering zijn. Nadelen zijn de variabele graskwaliteit, de meermalige oogst en de hoge droogkosten.

Maïs kan op een aantal manieren gebruikt worden als veevoeder. Bij de teelt van snijmaïs wordt de gehele plant geoogst en gehakseld, terwijl bij MKS alleen de kolf met een deel van de schutbladeren en soms ook een deel van de kolfsteel gehakseld en ingekuild wordt en bij CCM alleen de korrels en een kleiner of groter deel van de spil worden geoogst (van Uyen, 1991). MKS en CCM worden geoogst tussen half oktober en half november. Dit is 2 à 3 weken later dan snijmaïs, waardoor de oogstzekerheid kleiner wordt. Voor het verkrijgen van een goede opbrengst van MKS of CCM is vroeg zaaien daarom een vereiste. De producten dienen geteeld te worden op een perceel dat snel in het voorjaar en tot laat in het najaar te berijden is. Bovendien moet bij de rassenkeuze rekening gehouden worden met het teeltdoel. Vooral het vermogen om snel af te rijpen is belangrijk voor CCM en in mindere mate voor MKS. Een ras dat geschikt is voor MKS of CCM kan wel geoogst worden als snijmaïs, terwijl het omgekeerde minder geschikt is. Vooral op kleigronden kan de oogst van een goede kwaliteit MKS of CCM problemen opleveren, omdat de ontwikkeling van de plant op kleigrond in het voorjaar traag is, waardoor de bloei en de korrelvulling ook later plaatsvinden dan op zandgrond (Booy & Hoefman, 1993). Door het onderzaaien van een grasgroenbemester is het optreden van N-verliezen tijdens en na de teelt van maïs te reduceren (Biewenga et al., 1992). Uit proeven op de Minderhoudhoeve is echter gebleken dat de N-opname door het gewas ten opzichte van de N-bemesting bij maïs reeds hoog is (Spiertz & Sibma, 1986b).

MKS en CCM zijn evenals snijmaïs goede voeders qua energie, maar minder gunstig qua eiwit (van Uyen, 1991). Als bij MKS en CCM het stro niet geoogst wordt, vindt een daling van de VEM-opbrengst per hectare plaats en mogelijk een toename van het N-verlies per ha. Het stro van MKS en CCM kan goed gebruikt worden als voer voor jongvee en droogstaande koeien. De oogst van stro is echter niet altijd eenvoudig (Biewenga et al., 1992). In tegenstelling tot snijmaïs kunnen MKS en CCM als krachtvoervervangers worden gebruikt. De kostprijs van MKS en CCM is ongeveer gelijk. Om vervetting van het vee te voorkomen wordt geadviseerd maximaal de helft van de krachtvoergift, op drogestofbasis, te vervangen door MKS of CCM (van Uyen, 1991). MKS kan in de zomer een verlaging van het vetgehalte in de melk en soms een verhoging van het eiwitgehalte geven. De verdringing van gras door MKS is groter dan door krachtvoer (Bruins, 1992).

Snijmaïs heeft een hoge VEM-waarde, een lage DVE-waarde en een negatieve OEB. De opname van snijmaïs door het vee is hoog en het N-verlies per kVEM is laag. MKS en CCM hebben een lagere ds-opbrengst, maar een hogere VEM en DVE-waarde. Doordat maïsproducten een hoge VEM/DVE-verhouding hebben en een negatieve OEB zijn ze erg geschikt als aanvulling op een rantsoen met veel gras. Op de Minderhoudhoeve zou de teelt van MKS of CCM problemen op kunnen leveren, vanwege de vrij late kleigrond. Een mogelijkheid is om bij de rassenkeuze wel te kiezen voor MKS of CCM en indien het gewas te laat afrijpt eventueel toch snijmaïs te oogsten.

Voederbieten kunnen evenals MKS en CCM dienen als krachtvoervervanger. Ze hebben een hoge voederwaarde, een hoge ds-opbrengst en een goede smakelijkheid. Het bijproduct van de bieten, het bietenblad kan op het land achter gelaten worden, maar ook worden ingekuild

(van Uyen, 1991). Het blad van voederbieten heeft een hoge smakelijkheid, maar de voederwaarde is laag. Bietenblad is vooral geschikt als voedermiddel voor droogstaande koeien (van Uyen, 1991). De voederbiet is een milieuvriendelijk voedergewas met lage N-verliezen per kVEM en per kg DVE. Dit is een gevolg van de diepe beworteling van voederbieten, waardoor de nutriënten in de bodem erg goed benut kunnen worden.

In gemiddelde jaren wordt in de eerste helft van oktober de maximale totale drogestofopbrengst bereikt. Daarna gaan er nog voedingsstoffen van blad naar biet, zodat de bietopbrengst nog toeneemt. Voederbieten dienen daarom pas in de tweede helft van oktober geoogst te worden. Gezonde, goed uitgegroeide en afgerijpte bieten hebben een hoger drogestofgehalte en zijn gemakkelijker te bewaren. Vrij laat oogsten betekent bovendien meestal ook een lagere aanvangstemperatuur in de kuil. Dit is gunstig voor de bewaring. Een nadeel is dat laat oogsten de kans op rooiproblemen wel vergroot. Bij het rooien en inkuilen moeten beschadigingen zoveel mogelijk worden voorkomen. De bieten dienen daarom niet gekopt maar alleen ontbladerd te worden. Het bietenblad kan ingekuild worden of op het land achtergelaten worden. Bij achterlaten op het land kan het bietenblad in de winter uitspoelingsverliezen veroorzaken. Als het blad ingekuild wordt dient dit snel en luchtdicht te gebeuren. Het blad mag maar weinig verontreinigd zijn, omdat dit een negatief effect heeft op de voederwaarde. Perssapverliezen bij het inkuilen van bietenblad zijn te beperken door het blad samen met stro in te kuilen in een verhouding 2 : 1. De bieten kunnen het beste bewaard worden bij 3 - 4 °C. De kuil moet voldoende geventileerd worden, waarbij uitdrogen en bevriezen van de bieten voorkomen moet worden. Wat bladresten en (iets) vochtige grond in de kuil zijn gunstig voor de bewaring. Tevens is het mogelijk voederbieten samen met een ander product dat ook eind oktober wordt geoogst zoals snijmaïs in te kuilen. De voederbieten dienen dan echter wel goed gereinigd te worden voor het inkuilen. Voederbieten mogen wettelijk tot half april op het bedrijf bewaard worden. Daarna kan de bietenluis op voederbieten overleven, hetgeen riskant is voor de teelt van suikerbieten (Biewenga et al., 1992).

Voederbieten hebben een hoge VEM- en DVE-opbrengst en een negatieve OEB. Het opnemen van veel voederbieten in het rantsoen van vee is ongunstig. Doordat de voederbieten in de pens een vergisting tot boterzuur bevorderen, stijgt het melkvetgehalte enigszins, terwijl door gebrek aan bouwstenen voor lactose de melkproductie gereduceerd wordt. Door de lagere melkproductie is de melkvet- en eiwitproductie in een rantsoen met voederbieten wat lager dan in een rantsoen zonder voederbieten ondanks een hoger melkvet- en eiwitgehalte in de melk bij het voeren van voederbieten (Meijer et al., 1994). Naast enige verlaging van de melkproductie kunnen voederbieten een sterke verdringing van ruwvoer veroorzaken. Deze effecten treden reeds op als de hoeveelheid voederbieten in het rantsoen 5 kg ds per koe per dag bedraagt (Meijer, 1993). Naarmate de bieten schoner zijn worden ze beter gegeten door het vee en is de verdringing van ruwvoer door bieten geringer. De totale drogestofopname van melkvee neemt toe door de opname van voederbieten in het rantsoen. Vooral bij nieuwmelkte koeien, waarbij een te krappe energievoorziening vaak de oorzaak is van gezondheids- of vruchtbaarheidsproblemen, kan het opnemen van voederbieten in het rantsoen de energieopname verhogen (Engelberts, 1994). Naast volop gras- en of maïskuil

kan zonder problemen ca. 4 kg ds voederbieten worden gevoerd, bij voorkeur verspreid over twee dagelijkse porties. Het aanvullende krachtvoer moet zo weinig mogelijk suiker en snel afbreekbaar zetmeel bevatten en ruwvoer moet onbeperkt beschikbaar zijn.

Concluderend kan gesteld worden dat voederbieten milieuvriendelijk zijn en een hoge smakelijkheid en voederwaarde hebben en dat het bijproduct eveneens kan worden benut. Een nadeel is echter dat bieten alleen in de winter kunnen worden gevoerd en dat de bewaring en vervoedering bewerkelijk is. Door voederbieten samen met een ander product in te kuilen wordt de vervoedering echter veel minder bewerkelijk. Het opnemen van veel voederbieten in het rantsoen heeft een negatieve invloed op de melkproductie.

Ook *granen* kunnen geteeld worden als veevoer. Het hele gewas kan vervoederd worden als snijgraan, maar korrel en stro kunnen ook apart geoogst en vervoederd worden. Geschikte graangewassen zijn gerst, tarwe, haver of triticale (Shorrock, 1990).

Indien bij granen het hele gewas geoogst wordt, is de hoogste kwaliteit veevoer te verkrijgen bij oogst begin juli. De hoogste opbrengst wordt echter gehaald als half juli geoogst wordt. Bij te vroege oogst vindt een snelle fermentatie van het voer plaats, terwijl bij een te late oogst het product moeilijk bewaarbaar is en een slechtere voederwaarde heeft. De hoeveelheid en de kwaliteit van het te oogsten graan als veevoer is onder andere afhankelijk van de stoppellengte die gehanteerd wordt en kan afhankelijk gesteld worden van het reeds aanwezige ruwvoer (Garnsworthy & Stokes, 1993).

Het graangewas kan zonder conserveermiddelen worden ingekuild, maar hierbij kunnen behoorlijke ds-verliezen opteden, terwijl de verteerbaarheid en het eiwitgehalte van het voedermiddel lager is dan bij het inkuilen met conserveermiddelen. Als bij het silageren conserveermiddelen zoals natronloog of formaldehyde worden gebruikt, wordt een verhoogde drogestofopname verkregen, een verbeterde vertering en hogere vet- en eiwitgehalten in de melk (Cottrill, 1990). Bovendien kan het gewas bij een hogere opbrengst en kwaliteit geoogst worden (Hill & Leaver, 1990). Behalve graangewassen kunnen op deze wijze ook erwten of bonen of een mengsel van granen en peulvruchten ingekuild worden. De meeropbrengst van mengen is echter gering (Biewenga et al., 1992).

In vergelijking met graskuil is voor snijgranen minder bemesting nodig, is er een éénmalige oogst, is de voederwaarde minder variabel en zijn de drogestofverliezen tijdens bewaring lager. De meest veelbelovende plaats voor snijgranen in het rantsoen is als aanvulling op graskuil om de lage pH te neutraliseren en de voeropname te verhogen. Snijgranen zijn niet geschikt als enig voedermiddel (Hill & Leaver, 1990).

Het voordeel van snijgranen ten opzichte van het gebruik van graankorrels als veevoer, is dat het gewas eerder geoogst wordt. Hierdoor treedt geen schade door legering op, zijn eventueel minder bespuitingen nodig, worden hogere stro-opbrengsten en stro met hogere voedingswaarde verkregen en kunnen vang- of volggewassen vroeg gezaaid worden.

Hoewel de VEM-inhoud van graansilage vrij laag is, kan het opnemen van silage in het rantsoen van het vee de melkproductie verhogen doordat de voeropname verhoogd wordt (Shorrock, 1990).

Een tweede mogelijkheid is het apart oogsten van de korrels en het stro, waarna de

korrels als veevoer worden gebruikt. Voor een goede vertering moet het graan worden gemalen of geplet (van Uyen, 1991) of moet natronloog aan de korrels toegevoegd worden (Hoefman, 1993b). Het door natronloog ontsloten graan is 6 - 13 maanden houdbaar. Uit onderzoek is gebleken dat bij het opnemen van ontsloten graan in het rantsoen het vetgehalte van de melk enigszins daalt, maar de melkproductie en het eiwitgehalte stijgt (Hoefman, 1993b). Bij het pletten of malen van graankorrels blijft een goede voerkwaliteit behouden, omdat het pletten of malen bijvoorbeeld éénmaal per week plaats kan vinden in kleine hoeveelheden aangepast aan de behoefte van het vee. Vooral bij wintertarwe en triticale blijkt een goede voerkwaliteit bereikt te kunnen worden met pletten of malen. In vergelijking met wintertarwe heeft triticale een lagere korrelopbrengst, maar hier staat tegenover dat triticale een betere ziekteresistentie heeft, waardoor de teeltkosten geringer zijn. Voor een goede bewaring moet het drogestofgehalte van de korrels minimaal 83% zijn. Graankorrels zijn zetmeelrijk en eiwitarm, hebben een hoog VEM- en DVE-gehalte en een negatieve OEB. Uit onderzoek met triticale is gebleken dat het voeren van triticale het vetgehalte van melk verlaagt, terwijl het eiwitgehalte iets kan stijgen of gelijk blijft. De melkproductie verandert nauwelijks (van Uyen, 1991).

Granen als veevoer hebben als voordeel dat ze vroeg geoogst kunnen worden en dat het N-verlies per hectare gering is. Doordat de ds-opbrengsten vrij laag zijn, is het N-verlies per kVEM of per kg DVE echter minder gunstig. Een nadeel van granen is dat het product eerst bewerkt moet worden voor het gevoerd kan worden (Biewenga et al., 1992).

Luzerne is evenals gras een meerjarig gewas, dat ca. 3 jaar op hetzelfde perceel geoogst kan worden, voordat de productiviteit zodanig afneemt dat inzaai met een ander gewas plaats dient te vinden. Het tweede oogstjaar is in het algemeen het meest productief. Na een luzerne-gewas is een luzerne-vrije periode van minstens 4 jaar gewenst. Luzerne wordt bij voorkeur gezaaid tussen half april en eind juli. Bij zaai in augustus neemt de kans op uitwinteren duidelijk toe. Najaarsinzaai van luzerne is niet mogelijk. Bij een vroege voorjaarszaai kan hetzelfde jaar nog tweemaal worden geoogst. Doordat luzerne gevoelig is voor lage bodemtemperaturen ontwikkelt het gewas zich in het voorjaar langzamer dan gras (Spiertz & Sibma, 1986b). Bij inzaai vanaf juli is het ongewenst nog te oogsten in hetzelfde jaar. Gemengd inzaaien samen met andere vlinderbloemigen zoals klavers kan toegepast worden om onkruiden te ondrukken. Ook kan de luzerne met een nauwere rijafstand/grotere zaaizaadhoeveelheid gezaaid worden. Indien een mengsel van luzerne en klaver wordt ingezaaid is de klaver na enkele malen maaien verdwenen en heeft luzerne de zode opgevuld (Vereijken & van der Meer, 1990). Bij de inzaai van luzerne is een vlotte en ongestoorde beginontwikkeling van grote betekenis. N-bemesting van luzerne is niet nodig, omdat het gewas zelf stikstof bindt. In een volledig productiejaar bedraagt de opbrengst 12 à 13 ton drogestof per hectare. Als de luzerne in de nazomer wordt ingezaaid kan in drie jaar gemiddeld 12 ton drogestof per hectare worden gehaald. Luzerne kan dus het beste ingezaaid worden na graan of aardappelen. Luzerne wordt in een volledig productiejaar 3 of 4 maal geoogst. Vier keer oogsten vindt meestal alleen plaats in het laatste productiejaar, omdat dit ten koste gaat van de opbrengst in het volgende jaar. Het optimale oogsttijdstip van luzerne is als het gewas

begint te bloeien. Doorgaans kan de eerste snede eind mei/begin juni, de tweede snede rond half juli en de derde snede begin september geoogst worden (van Uyen, 1991). De laatste snede wordt bij voorkeur geoogst voor half september, zodat het voor de winter nog ca. 10 cm blad kan vormen (Vereijken & van der Meer, 1990). De stoppellengte dient minstens 5 - 10 cm te zijn om een vlotte hergroei na het maaien te verkrijgen (Subnel, Boxem & van Walbeek, 1993). Om droogkosten te beperken kan het gewas één dag voorgedroogd worden op het veld. In verband met grote verliezen is schudden van luzerne ongewenst.

Uit onderzoek op de Minderhoudhoeve bleek de drogestofopbrengst van luzerne in vergelijking met gras wat hoger te zijn, maar was de voederwaarde lager, zodat de energie- en eiwitopbrengsten per hectare weinig verschilden (Spiertz & Sibma, 1986a). Luzerne heeft een hoge eiwitproductie, maar de eiwitbestendigheid is laag. Door de luzerne te drogen en te verwerken tot luzernebrok is de bestendigheid te verhogen. De chemische samenstelling van luzernebrok vertoont sterke overeenkomst met die van grasbrok. Het rc-gehalte is hoger en door de matige verteerbaarheid ervan is de voederwaarde, vooral het VEM-gehalte, lager. Luzerne is relatief rijk aan caroteen, waardoor het goed in een rantsoen met snijmaïs en granen past. Door de hoge droogkosten is luzernebrok geen goedkope krachtvoervervanger (van Uyen, 1991). In plaats van drogen tot luzernebrok kan luzerne ook ingekuild worden. De inkuilverliezen bij luzerne zijn nauwelijks groter dan die van gras met een vergelijkbaar drogestofgehalte. De kans op verontreiniging met grond is echter groter en doordat luzerne stengeliger is dan gras is de voederwaarde van luzernekuil lager dan die van kuilgras. Het VEM- en DVE-gehalte zijn lager, terwijl de OEB hoger is (Deinum, 1991).

Rantsoenen

In Tabel 3.1 wordt een overzicht gegeven van de voederwaardes en de opbrengsten van de hiervoor besproken voedergewassen. Uit oogpunt van de energie- en eiwitopbrengsten van de voedermiddelen per hectare gaat de voorkeur uit naar snijmaïs en voederbieten, waarbij voederbieten alleen 's winters gevoerd kunnen worden. Het bietenblad kan eventueel geoogst en ingekuild worden, maar gezien de lage voederwaarde en de hoge inkuilverliezen wordt ervoor gekozen het bietenblad op het land achter te laten. Behalve de hoge energie- en eiwitopbrengsten zijn voederbieten een gunstig gewas vanwege de lage N-verliezen die de teelt van dit gewas met zich meebrengt (Biewenga et al., 1992). Ook snijmaïs is een gewas met een laag N-verlies per kVEM. Uit onderzoek op de Minderhoudhoeve met snijmaïs, gras en luzerne bleek de N-opbrengst ten opzichte van de N-bemesting bij maïs en gras vrijwel gelijk te zijn, terwijl de N-opbrengst bij luzerne veel hoger was. De N-opbrengst van luzerne was vrijwel onafhankelijk van de N-gift (Spiertz & Sibma, 1986b).

Om de negatieve OEB van voederbieten en snijmaïs te compenseren dient een rantsoen met voederbieten en snijmaïs aangevuld te worden met voedermiddelen met een positieve OEB zoals gras(/klaver), luzerne, snijgranen of aangekocht krachtvoer. Gezien de vereiste structuurwaarde zal het rantsoen in ieder geval gedeeltelijk aangevuld moeten worden met kuilgras, weidegras, gedroogd gras, hooi, snijgranen of ingekuilde luzerne. Vanwege de lage VEM- en DVE-opbrengsten en de lage voederwaarde wordt niet gekozen voor ingekuilde luzerne en snijgranen. Hooi heeft een hogere opbrengst dan kuil- en weidegras,

maar een relatief lage VEM-waarde. Bovendien heeft hooi een negatieve OEB, zodat het niet gebruikt kan worden om de negatieve OEB van snijmaïs en voederbieten te compenseren. Bovendien is het moeilijk en arbeidsintensief om hooi van een goede kwaliteit te winnen. De hoogste VEM- en DVE-opbrengst wordt gehaald met gedroogd gras. Kuilgras heeft een lagere VEM- en DVE-opbrengst, maar de kostprijs van kuilgras is lager. Weidegras haalt een VEM- en DVE-opbrengst die slechts weinig lager is dan die van gedroogd gras.

's Zomers wordt gekozen voor weidegras omdat de opbrengsten vrij hoog zijn, weiden weinig arbeid kost en gunstig is voor het welzijn van het vee (Sectie 3.2.3). 's Nachts worden de melkkoeien bijgevoerd met snijmaïs. Bij een grasweide is het verschil in opbrengst tussen een weide van gras of van gras/klaver slechts gering. Gezien de lagere benodigde N-input en de lagere N-emissie door het vee bij beweiding (Jarvis & Bussink, 1990) is een zode met zowel gras als klaver gunstig. Bovendien loopt de voederwaarde en de grasgroei van gras/klaver in de nazomer minder sterk terug en neemt het vee van gras/klaver meer op. Een nadeel van gras/klaver is de sterk positieve OEB en het variabele

Tabel 3.1 Voederwaarde van voedermiddelen per kg drogestof en bruto- en netto-opbrengsten per ha (Bronnen: Aarts, 1991; CVB, 1993; Roeterdink & Haaksma, 1993; Schils, 1993; van Uyen, 1993).

	Voederwaarde per kg ds				Opbrengst	Netto-opbrengst per ha		
	% ds	VEM	DVE	OEB	ton vers ha^{-1}	t ds	t kVEM	kDVE
Weidegras	16	1000	100	43	78,1	10,0	10,0	1000
Weidegras/klaver	16	1020	105	61	70,3	9,0	9,2	945
Kuilgras	45	850	69	57	27,8	10,4	8,8	645
Grashooi	83	790	78	-11	15,3	11,5	9,0	895
Gedroogd gras	92	890	96	3	13,8	11,7	10,4	1124
Grasbrok	93	850	88	21	13,7	12,1	10,3	1065
Snijmaïs	32	910	46	-22	48,1	14,5	13,2	665
MKS	55	1115	60	-15	15,5	8,1	9,0	485
Maïsstro		600	40	-30	9,3	4,8	2,9	195
MKS (totaal)					24,7	12,9	11,9	680
CCM	55	1135	71	-17	13,8	7,6	8,6	540
Voederbieten	15	1035	75	-52	100,0	13,3	13,8	1000
Voederbietenblad	11	740	34	75	35,0	2,9	2,1	100
Voederbieten (tot.)					135,0	16,2	15,9	1100
Snijgranen	25	750	34	7	42,5	9,4	7,0	320
Tarwe	86	1070	94	-17	9,3	8,1	8,7	760
Triticale	85	1065	85	-16	7,0	6,1	6,5	520
Luzernekuil	39	685	26	74	34,6	10,8	7,4	280
Luzernebrok	91	680	80	18	14,5	13,5	9,2	1080

klaveraandeel, waarmee een nog grotere variatie in de kwaliteit van het ruwvoer ontstaat dan bij een monocultuur gras. Het klaveraandeel in een zode kan wel enigszins bijgestuurd worden door middel van de beweidings- of maaifrequentie, de zwaarte van de snede en de mate van bemesting met kunstmest of dierlijke mest. Als onderzoeksproject zal op de Minderhoudhoeve 10 ha gras/rode klaver worden gezaaid. Deze percelen zullen alleen gebruikt worden voor maaien, omdat rode klaver niet geschikt is voor intensieve beweiding (Biewenga et al., 1992). In de gras/klaverpercelen zal onderzoek gedaan worden naar de conservering van leguminosen in extensieve productiesystemen en naar het effect van gras/klaver op de populatiedynamica van onkruiden. De rest van het grasareaal zal bestaan uit grasmonocultuur en wordt zowel beweid als gemaaid.

's Winters kan naast snijmaïs en voederbieten, gedroogd gras of kuilgras gevoerd worden. Gedroogd gras heeft als nadeel dat het hoge energiekosten voor het drogen met zich meebrengt en dat het een weinig positieve OEB heeft, zodat compensatie van de negatieve OEB van snijmaïs en voederbieten onvoldoende plaats vindt. Kuilgras heeft een hogere OEB, maar heeft over het hele jaar gezien een lagere voederwaarde en lagere opbrengsten dan gedroogd gras. Indien echter vooral gras van de eerste snede wordt ingekuild zijn de VEM- en DVE-opbrengsten van kuilgras weinig lager dan van gedroogd gras, terwijl de voederwaarde zelfs iets hoger is en de OEB positiever. Latere snedes kunnen kunstmatig worden gedroogd en eveneens in de winterperiode worden gevoerd.

Naast voederbieten en ruwvoer kan het rantsoen 's winters aangevuld worden met aangekocht krachtvoer of krachtvoervervangers. 's Zomers is een aanvulling met krachtvoer niet nodig aangezien het voeren van weidegras en snijmaïs voldoende is om aan de voederbehoefte te voldoen. Als krachtvoervervanger kan gekozen worden voor MKS, CCM, grasbrok, luzernebrok of graan. De teelt van MKS of CCM als krachtvoervervanger levert een lagere voederwaarde op dan de oogst van maïs als snijmaïs. Bovendien moeten MKS en CCM laat geoogst worden, hetgeen op kleigronden problemen kan opleveren met de berijdbaarheid van het land en met de grondbewerking in het najaar. Hiernaast is de oogst van het stro van MKS vrij moeilijk en is de voederwaarde ervan gering. Luzernebrok is aantrekkelijk, omdat luzerne niet bemest hoeft te worden, maar de voederwaarde is lager dan van grasbrok of gedroogd gras. Het verschil in voederwaarde tussen grasbrok en gedroogd gras is gering. De voederwaarde van gedroogd gras is echter iets hoger en de kostprijs van gedroogd gras is wat lager, zodat evenmin gekozen wordt voor grasbrok. Het voeren van granen is aantrekkelijk vanwege de hoge voederwaarde en de vroege oogst van granen. De vrij lage gewasopbrengsten zijn echter een nadeel. Aangezien op het bedrijf toch tarwe wordt verbouwd zou een gedeelte hiervan als onderzoeksproject gebruikt kunnen worden als (gedeeltelijke) krachtvoervervanger.

Voor het voeren volgens de behoefte van het vee, rekening houdend met de benodigde structuurwaarde en met de OEB-balans, zal het rantsoen 's zomers bestaan uit weidegras en snijmaïs en 's winters uit voederbieten, snijmaïs, gedroogd gras en kuilgras aangevuld met aangekocht krachtvoer en tarwekorrels.

Voor het bepalen van de optimale samenstelling van het rantsoen is gebruik gemaakt van het

door het Proefstation voor de Rundveehouderij ontwikkelde 'Koemodel'. Het model is enigzins aangepast door de Groep Veevoeding. Bij de bepaling van de rantsoenen is het jaar ingedeeld in een aantal periodes. Voor de huidige situatie waarbij 80% van de koeien afkalft in de periode van 15 december tot 15 maart is een rantsoenberekening gemaakt. De rantsoenberekening is uitgevoerd voor het melkproductieniveau van 8000 kg per koe per jaar, overeenkomend met de productie-aanleg (Tabel 3.2). Tarwe wordt voor het voeren geplet en door het rantsoen gemengd. Circa de helft van de snijmaïs wordt ingekuild samen met goed gereinigde en gehakselde voederbieten (vaste verhouding in rantsoen). De overige snijmaïs wordt apart ingekuild en in de weideperiode gevoerd.

Het rantsoen van het jongvee bestaat 's winters uit snijmaïs en kuilgras, waarbij de pinken eveneens een geringe hoeveelheid voederbieten krijgen. 's Zomers vindt onbeperkte beweiding plaats en bestaat het rantsoen geheel uit weidegras.

Voor het verbouwen van de ruwvoergewassen en de krachtvoervervangers voor het vee is een areaal benodigd van ca. 60 ha: 31 ha gras, 10 ha gras/rode klaver, 12,5 ha snijmaïs, 2,5 ha voederbieten en 4 ha wintertarwe. De overige 75 ha van het bedrijf kan gebruikt worden voor de teelt van akkerbouwgewassen.

3.2.3 Beweiding en rotatie

De voeding van de veestapel met weidegras is mogelijk via zomerstalvoedering, beperkt weiden of onbeperkt weiden. Bij zomerstalvoedering wordt de hoogste grasproductie en de beste N-benutting gehaald, terwijl dit het laagst is bij onbeperkt weiden (Ketelaars & van de Ven, 1992). Uit oogpunt van het welzijn van de dieren en de aankleding van het landschap

Tabel 3.2 Rantsoenen in 6 periodes* voor melkkoeien (kg ds per koe per dag).

Voedermiddel	1	2	3	4	5	6
Weidegras			13,5	12,3		
Snijmaïs	3,0	5,0	5,5	5,0	5,0	
Graskuil	3,0	3,5			1,5	4,0
Gedroogd gras	3,0	3,5			1,5	4,0
Tarwestro						3,0
Tarwe	1,5	3,5			2,5	
Voederbieten	1,5	2,5			2,5	
Eiwitarm krachtvoer			0,9	0,9		
Standaard krachtvoer	4,0	3,0				
Eiwitrijk krachtvoer	7,0	2,5				
Zeer eiwitrijk krachtvoer					1,9	

* Periode 1: week 5-7 (direct na afkalven); periode 2: week 8-16 (rest stalperiode); periode 3: week 17-28 (eerste deel weideperiode); periode 4: week 29-41 (tweede deel weideperiode); periode 5: week 42-48 (stalperiode); periode 6: week 49-4 (droogstand).

heeft stalvoedering echter voorlopig niet de voorkeur. Een punt van overweging is hierbij ook dat op matig bemest grasland de ammoniakvervluchtiging bij beweiding te verwaarlozen is (Jarvis & Bussink, 1990). De beweidingsverliezen kunnen tevens verminderd worden door de beweidingsduur per dag en per perceel te verkorten en door een vrij korte jaarlijkse beweidingsperiode tot ca. 1 oktober (Aarts, Biewinga & van Keulen, 1991).

Bij beweiding biedt beperkt weiden meer mogelijkheden om het vee naar behoefte te voeren dan onbeperkt weiden, aangezien bij een rantsoen met uitsluitend weidegras en enig krachtvoer in de melkstal een behoorlijk eiwitoverschot optreedt en de OEB-balans sterk positief is, hetgeen ongunstig is voor de N-benutting. Het eiwitoverschot neemt toe gedurende het groeiseizoen. Doordat met beperkt weiden 's nachts eiwitarme producten kunnen worden bijgevoerd, worden de N-verliezen beperkt. De dagelijkse beweidingsduur waarvoor gekozen wordt, kan aangepast worden aan de omstandigheden. In het begin van het beweidingsseizoen is het eiwitoverschot in het gras minder groot dan aan het eind van het groeiseizoen. Door aan het eind van het groeiseizoen, met een geringere grasgroei en een groter eiwitoverschot in het gras, de dagelijkse beweidingsduur te verkorten kan beter aan de voedernorm worden voldaan en is het grasoverschot in het voorjaar geringer.

Op de Minderhoudhoeve wordt gekozen voor beperkt weiden, omdat weiden gewenst is in verband met het welzijn van het vee en met beperkt weiden een gebalanceerd rantsoen verstrekt kan worden aan het vee.

In permanent grasland vindt een voortdurende accumulatie van koolstof en stikstof plaats, vooral onder beweiding. Door deze toenemende netto stikstofmineralisatie in de loop der jaren kunnen de stikstofgiften beperkt worden. Indien 'oud' grasland gescheurd wordt, veroorzaakt dit een snelle afbraak van de opgebouwde organische stof, wat kan resulteren in zeer hoge niveaus van nitraatuitspoeling (Lloyd, 1992) en CO_2-emissie. Deze uitspoeling kan voorkomen worden door het grasland op te nemen in de rotatie en 2 à 3 jaar na inzaai te scheuren, wanneer nog slechts geringe hoeveelheden organische stof zijn opgebouwd (Baars, 1991; Biewenga et al., 1992). Na het scheuren van grasland moeten altijd gewassen geteeld worden die veel stikstof kunnen opnemen zoals bijv. voederbieten, suikerbieten of aardappelen. Een volledige benutting van de stikstof die vrijkomt uit grasland treedt echter nooit op door synlocalisatie van de beschikbare stikstof en de plaats van de wortels en doordat de stikstof in de graszode eerst moet mineraliseren (Schröder et al., 1992). Een voordeel van het opnemen van grasland in de rotatie is de ruimere vruchtwisseling en de betere mineralenbenutting doordat gewassen met verschillende nutriëntenbehoeften elkaar opvolgen. Ook de ophoping van mest- en urineplekken in grasland gebruikt voor beweiding wordt verminderd door wisselbouw. Op de Minderhoudhoeve met de hoge bemestingstoestand van de huidige graslandpercelen zou wisselbouw de bemestingstoestand wat kunnen verlagen. Een nadeel is dan wel dat ook de percelen die wat verder van de stal gelegen zijn, gebruikt worden voor beweiding waardoor de loopafstand tot de stal vergroot wordt.

De graslandpercelen op het geïntegreerde bedrijf worden opgenomen in de rotatie en om de 2 à 3 jaar gescheurd om een ruime vruchtwisseling en een zo goed mogelijke mineralenbenutting te verkrijgen.

3.2.4 Veefokkerij

Op het geïntegreerde bedrijf wordt voor de fokkerij gebruik gemaakt van KI-stieren. De gehanteerde fokdoelen zijn melkproductie, exterieur en vruchtbaarheid. Bovendien zal geselecteerd worden op een nauwere eiwit/vet-verhouding in de melk dan momenteel gangbaar is in Nederland, overeenkomstig één van de huidige selectielijnen op de Minderhoudhoeve. Daarbij staat het beeld voor ogen van een moderne koe met een hoog eiwitgehalte en een vetgehalte dat niet veel hoger ligt.

3.3 Bouwplan en teelt van gewassen

In Sectie 3.2.2 is berekend dat 60 hectare benodigd is voor de teelt van ruwvoedergewassen en krachtvoervervangers. In dit hoofdstuk wordt een keuze gemaakt voor de gewassen die op de resterende 75 hectare worden verbouwd. Tevens wordt een bouwplan voor het geïntegreerde bedrijf opgesteld en wordt besproken hoe de gewassen op het bedrijf worden geteeld.

3.3.1 Keuze van akkerbouwgewassen

De gewassen en de arealen van de verschillende gewassen dienen zodanig gekozen te worden dat problemen met onkruiden en het optreden van ziekten en plagen zoveel mogelijk worden voorkomen, een goede fysische, chemische en biologische bodemvruchtbaarheid behouden blijft en de aangeboden stikstof zo efficiënt mogelijk benut wordt. Hiernaast speelt het saldo een belangrijke rol bij de gewaskeuze. Onderstaand worden de voor- en nadelen van een aantal gewassen besproken.

Suikerbieten passen goed in het bouwplan omdat de N-verliezen bij de teelt van dit gewas gering zijn (Smit & van der Werf, 1992) en het saldo hoog is. Een nadeel is de late oogst, waardoor geen nagewas geteeld kan worden. De oogst van suikerbieten onder ongunstige omstandigheden kan bovendien negatieve gevolgen hebben voor de bodemstructuur.

Ook aardappelen passen goed in het bouwplan, omdat ze geschikt zijn voor het aanwenden van dierlijke mest en hoogsalderend zijn. Pootaardappelen zijn bovendien vroegruimend, waardoor een tijdige inzaai van nagewassen mogelijk is. De N-benutting van aardappelen is slechter dan die van suikerbieten, maar het optreden van N-verliezen is te beperken door het telen van nagewassen.

Graangewassen zijn geschikt voor het bestrijden van onkruiden, terwijl ze bovendien een goede bodemstructuur achterlaten en vroegruimend zijn. Ook uit het oogpunt van het beperken van N-verliezen is de teelt van granen aantrekkelijk, omdat bij een optimale N-bemesting nauwelijks N-verliezen optreden (Prins, Dilz & Neeteson, 1988). Een nadeel van granen is echter het lage saldo in vergelijking tot suikerbieten en aardappelen. Met zomergerst is over het algemeen het hoogste saldo te behalen, mits brouwgerst geteeld wordt en

het oogstproduct een goede brouwkwaliteit heeft. Het saldo van wintertarwe is lager dan dat van zomergerst, bij wintertarwe zijn meer bewerkingen nodig, vooral gewasbespuitingen, en wintertarwe wordt later geoogst. Een voordeel van wintertarwe is echter dat het erg geschikt is om geteeld te worden na een gewas dat veel stikstof achterlaat in de bodem, omdat het reeds in het najaar wordt gezaaid zodat N-verliezen zoveel mogelijk voorkomen worden. De teelt van andere graangewassen zoals haver of rogge is minder aantrekkelijk, omdat de saldo's hiervan lager zijn dan van zomergerst.

Naast deze hoofdgewassen kunnen op het bedrijf enkele kleinere gewassen geteeld worden, zoals stamslabonen, zaaiuien en blauwmaanzaad. Deze gewassen hebben allemaal een saldo hoger dan of vergelijkbaar met dat van zomergerst. Stamslabonen hebben een vrij hoog saldo, kunnen zelf stikstof binden en hebben een vrij goede N-benutting. De N-benutting van zaai-uien is minder goed, omdat de beworteling van uien slechts gering is waardoor na de oogst in het bodemprofiel vaak nog veel stikstof aanwezig is. Een ander nadeel van uien is de slechte onkruidonderdrukking. Indien de prijsvorming goed is, kan met zaai-uien echter een hoog saldo gehaald worden. Bovendien is het gewas vroegruimend zodat een nagewas geteeld kan worden om N-verliezen te beperken (Anonymus, 1992). Blauwmaanzaad is een weinig arbeidsintensief gewas waarmee een behoorlijk goed saldo te behalen is. Andere gewassen als koolzaad en bloembollen zullen alleen geteeld worden als hiervoor belangstelling bestaat van bedrijven of particulieren, zodat een goed saldo gehaald kan worden. Indien mogelijk worden na de oogst van de gewassen groenbemesters of wintergewassen geteeld om de uitspoeling van nutriënten te voorkomen.

Bouwplan

De vruchtopvolging in ruimte en tijd dient gebaseerd te zijn op minimale negatieve en maximale positieve interacties. Om dit te bereiken is het belangrijk zoveel mogelijk gewassen die de bodemvruchtbaarheid verhogen af te wisselen met gewassen die deze verlagen (Vereijken, 1991), evenals dichtgroeiende gewassen die de structuur herstellen en onkruiden onderdrukken (maaigewassen) met meer open gewassen (rooivruchten). Uit vruchtwisselingsonderzoek op proefbedrijf 'De Schreef' (Hoekstra & Lamers, 1993) en uit onderzoek op het OBS is gebleken dat om op kleigronden het optreden van bodemgebonden ziekten en plagen te voorkomen een ruime vruchtwisseling aangehouden moet worden, dat tussen een gewas aardappelen en suikerbieten een neutraal gewas verbouwd dient te worden en dat voor consumptie-aardappelen bij voorkeur geen vlinderbloemige voorvrucht geteeld moet worden ter voorkoming van verwelkingsziekte. Voor het handhaven van een goede fysische en chemische bodemvruchtbaarheid kan het structuurgevoelige gewas aardappelen het beste voorafgegaan worden door een voorvrucht die een goede structuur achterlaat zoals granen. Na een gewas aardappelen wordt bij voorkeur een gewas geteeld waarin aardappelopslag effectief bestreden kan worden. Suikerbieten kunnen door de late oogst met zware machines onder vaak natte omstandigheden de bodemstructuur verslechteren, zodat ze bij voorkeur gevolgd worden door een weinig structuurgevoelig gewas zoals granen (Vereijken, 1990b). Na het scheuren van gras- of grasklaverpercelen worden bij voorkeur gewassen geteeld die veel stikstof kunnen opnemen zoals voederbieten, suikerbieten of con-

sumptie-aardappelen om stikstofuitspoeling zoveel mogelijk te voorkomen (Schröder et al., 1992). Tenslotte is voor de verhuur van land bestemd voor de bollenteelt een perceel net gescheurd graslandperceel vereist.

Op het geïntegreerde bedrijf van de Minderhoudhoeve wordt bij de keuze van de gewassen die geteeld worden en de grootte van het areaal per gewas gekozen voor een vruchtwisseling waarin aardappelen en bieten maximaal 1 maal per 6 jaar worden verbouwd om het optreden van grondgebonden ziekten en plagen zoveel mogelijk te voorkomen. Om een goede bodemstructuur te handhaven wordt een maximaal aandeel rooi- en hakvruchten in het bouwplan aangehouden van 50%. Hiernaast worden zo mogelijk winter- en nagewassen geteeld om het optreden van N-verliezen zoveel mogelijk te voorkomen.

Het totale areaal dat gebruikt kan worden voor het bedrijfssystemenonderzoek op het geïntegreerde bedrijf bedraagt 135 ha, verdeeld over 5 kavels nl. K21 t/m 23, K38 en K39 (Figuur 1, pagina 8). Om een ruime vruchtwisseling te verkrijgen worden de graslandpercelen opgenomen in de rotatie en om de 2 à 3 jaar gescheurd (Sectie 3.2.3), uitgezonderd de percelen K23-3, 6, 7 en 8 rondom de ligboxenstallen. Deze percelen - met een totale oppervlakte van ca. 5 hectare - zijn vrij klein, zodat de teelt van akkerbouwgewassen lastig is. Bovendien is het voor de bedrijfsvoering gemakkelijk om rondom de stallen een aantal permanente graslandpercelen te hebben. De overige graslandpercelen die gebruikt worden voor beweiding (26 ha) dienen ten noorden van de Elandweg te liggen op de kavels K21, K22 of K23, omdat anders de afstand tot de melkstal te groot wordt. De maaipercelen met een gras/rode klavermengsel (10 ha) kunnen op alle kavels worden ingezaaid. Aangezien klaver zelf stikstof bindt en daarom in een gras/klaverzode een nog hogere accumulatie van stikstof plaats vindt dan bij grasmonocultuur worden de gras/klaverpercelen om de 2 jaar gescheurd.

Het totale areaal dat jaarlijks geroteerd wordt bedraagt 108 hectare, aangezien van het gras- en gras/klaverareaal van 41 hectare elk jaar gemiddeld slechts 14 hectare wordt gescheurd. Uitgaande van de geformuleerde vruchtwisselingseisen houdt dit in dat het areaal aardappelen en bieten elk maximaal 22 hectare mag bedragen en dat het totale areaal rooi- en hakvruchten maximaal 54 hectare mag zijn.

Het suikerbieten-areaal mag maximaal 22 ha bedragen. Doordat het beschikbare bietenquotum echter slechts 1000 ton is, wordt het areaal suikerbieten dat geteeld kan worden beperkt tot 14 ha. Voor aardappelen geldt geen quoteringsregeling, zodat bij aardappelen wel het maximale areaal van 22 hectare zal worden benut. Hiervan zal 10 ha uit pootaardappelen en 12 ha uit consumptie-aardappelen bestaan. Een groter areaal pootaardappelen is financiëel wel aantrekkelijk maar arbeidstechnisch niet haalbaar. Naast deze rooivruchten zal ook 1/5-deel van het areaal dat in rotatie is gebruikt worden voor de teelt van granen. Hiervan zal 12 hectare bestaan uit wintertarwe, inclusief 4 hectare als veevoer, en 10 ha uit zomergerst. De resterende 50 hectare in de rotatie bestaat uit 14 hectare gras en gras/klaver, 12,5 hectare snijmaïs, 2,5 hectare voederbieten en 21 hectare overige gewassen. Evenals voorgaande jaren zal ook in de toekomst waarschijnlijk jaarlijks 2,5 hectare verhuurd worden voor de teelt van tulpen, terwijl mogelijk ook de proeven met 4,5 hectare koolzaad die het kweek-

bedrijf 'Van der Have' in 1994 op de Minderhoudhoeve heeft uitgevoerd herhaald worden. De resterende 14 hectare worden gebruikt voor de teelt van zaai-uien, blauwmaanzaad en stamslabonen. Van deze gewassen zal elk 4,5 hectare worden geteeld, omdat dit goed aansluit bij de gemiddelde perceelsgrootte op het bedrijf van 2,25 hectare.

De totale invulling van de vruchtwisseling ziet er daarmee als volgt uit:

41 hectare gras + gras/klaver (waarvan jaarlijks gemiddeld 14 hectare wordt gescheurd)
12,5 hectare snijmaïs
2,5 hectare voederbieten
12 hectare wintertarwe (waarvan 4 hectare als voedergewas)
10 hectare zomergerst
14 hectare suikerbieten
12 hectare consumptie-aardappelen
10 hectare poot-aardappelen
2,5 hectare tulpen
4,5 hectare koolzaad
4,5 hectare zaai-uien
4,5 hectare blauwmaanzaad
4,5 hectare stamslabonen

Uitgaande van deze gewassen en arealen is voor de jaren 1995 t/m 2000 een bouwplan opgesteld, dat zo goed mogelijk voldoet aan alle vruchtwisselingseisen.

3.4 Bemesting

Uitgangspunt bij de bemesting is een hoge efficiëntie van de toegediende nutriënten. Dit geldt in eerste instantie alleen voor stikstof (N) en fosfor (P). Kalium (K) hoeft vanwege de hoge bodemvoorraad voorlopig niet toegediend te worden. Wat betreft P dient nader bestudeerd te worden hoe de P-beschikbaarheid op jonge basische zeekleigronden zoals op de Minderhoudhoeve goed kan worden vastgesteld, want de gangbare waarderingsmethoden voor de P-toestand blijken op deze gronden niet te voldoen (in werkelijkheid hogere P-toestand dan P-AL-getal en Pw-getal aangeven). De N-bemesting van de afzonderlijke gewassen wordt zoveel mogelijk afgestemd op de behoefte, waarbij gestreefd wordt naar een minimalisatie van het N-overschot per eenheid product met als randvoorwaarde een goede productkwaliteit. Deze N-gift wordt de ecologisch optimale gift genoemd. Voor suikerbieten, voederbieten en graangewassen zal dit hoogstwaarschijnlijk betekenen dat de gift nauwelijks zal afwijken van de economisch optimale gift en dat de opbrengsten dus niet ver van het potentiële niveau komen te liggen. Voor aardappelen en maïs, welke doorgaans een wat lagere N-recovery hebben, zal naar verwachting de N-bemesting onder de economisch optimale gift uitkomen, met als een gevolg een lagere dan potentiële opbrengst.

De N-gift wordt gebaseerd op de hoeveelheid minerale stikstof die in het voorjaar in de bodem aanwezig is, met een correctie voor de nawerking van groenbemesters en dierlijke mest om ziekte- en legeringsrisico's te verminderen en de kwaliteit van het product te waarborgen. Stikstofhoudende meststoffen worden bij voorkeur vlak voor het zaaien of poten toegediend of over het gewas. Voor een maximaal rendement kan de stikstof gefaseerd toegediend worden verdeeld over meerdere giften. De P- en K-bemesting vindt plaats op bouwplanbasis middels gerichte bemesting van de meest behoeftige gewassen. Als meststof kan dierlijke mest of kunstmest worden toegepast. Dierlijke mest is beschikbaar op het bedrijf en is goed bruikbaar voor het op peil houden van de bodemvruchtbaarheid en het organische stofgehalte. Om een zo goed mogelijk N-benutting te krijgen, wordt de dierlijke mest in het voorjaar aangewend (Sectie 3.7.4). Om de bemesting zo goed mogelijk af te stemmen op de behoefte wordt de mest voor het toedienen bemonsterd, zodat de samenstelling bekend is (Vereijken & van der Meer, 1990). Dierlijke mest wordt bij voorkeur aangewend bij langgroeiende stikstof-behoeftige gewassen (van Dongen & Alblas, 1992). Op het geïntegreerde bedrijf komen vooral aardappelen en bieten in aanmerking voor het toepassen van dierlijke mest (Sectie 3.7.3). De hoeveelheid mest wordt afgestemd op de behoefte van het gewas, waarbij eventuele tekorten worden aangevuld met kunstmest. Ook de gewassen die dierlijke mest minder goed kunnen benutten worden bemest met kunstmest. Voor een gerichte N-bemesting wordt gebruik gemaakt van N-vensters (granen) en bladsteeltjesonderzoek (aardappelen). Om N-verliezen na de oogst te beperken worden zo mogelijk groenbemesters geteeld (Vereijken & van der Meer, 1990).

Bij aardappelen wordt maximaal 2/3-deel van de N-gift in de vorm van drijfmest gegeven. Aardappelen reageren doorgaans met een hogere opbrengst op een organische mestgift. Op het bedrijf wordt gekozen voor een gematigde stikstofgift, zodat het gewas minder gevoelig is voor ziekten en plagen, het N-overschot per kg knollen te minimaliseren, de sortering niet te grof wordt en het percentage uitval beperkt wordt. Bovendien vervroegt een gematigde kunstmestgift de knolgroei iets, wat gunstig is voor de pootgoedteelt. Voor consumptie-aardappelen is een wat lagere stikstofgift gunstig omdat het gewas bij de oogst dan voldoende afgerijpt is, zodat het loof mechanisch vernietigd kan worden en bespaard kan worden op chemische loofdodingsmiddelen. Bovendien is de kans op een verminderde productkwaliteit als gevolg van een slechte bakkleur of grauwverkleuring kleiner bij een goed afgerijpt gewas. Met een gematigde N-gift kan de oogst van late rassen enigszins vervroegd worden, waardoor de kans op ongunstige rooiomstandigheden verminderd wordt. Hierdoor zijn minder problemen te verwachten met structuurverlies, rooibeschadiging, oogstverlies en daarmee in het volgende teeltjaar opslagproblemen en bewaarverliezen.

Voor pootaardappelen geldt een stikstofadvies van 120 kg ha^{-1} minus 0,6 maal de bodemvoorraad in de bovenste 60 cm in februari gemeten. Van deze gift moet de nawerking van een eventuele groenbemester worden afgetrokken. Bij consumptie-aardappelen wordt voor een optimalisering van de stikstofbemesting de stikstofgift gedeeld. De hoogte van de N-gift is enigszins afhankelijk van het geteelde ras. Uitgegaan wordt van een eerste gift van 180 kg N ha^{-1} minus de bodemvoorraad, waarbij minimaal 50 kg ha^{-1} als startgift gegeven moet worden. In deze gift kan worden voorzien door organische mest. Met behulp van de

bladsteeltjesmethode wordt bekeken of en wanneer een tweede en eventueel een derde stikstofgift van 30 à 40 kg N ha^{-1} moet plaatsvinden (Anonymus, 1992).

Ook bij suikerbieten wordt een gematigde stikstofgift gehanteerd, omdat een hoge N-gift een negatief effect heeft op het suikergehalte en de winbaarheid van suiker hetgeen niet of nauwelijks gecompenseerd wordt door hogere wortelopbrengsten. Evenals bij aardappelen wordt bij suikerbieten maximaal 2/3-deel van de N-gift in de vorm van drijfmest gegeven, omdat bij een grotere drijfmestgift het suikergehalte en de winbaarheid negatief beïnvloed kan worden. Voor de hoogte van de N-gift geldt een advies van 170 kg N ha^{-1} minus 1,7 maal de bodemvoorraad in februari in de bovenste 60 cm van de grond. De nawerking van een eventuele groenbemester of stikstofbindende voorvrucht wordt van deze gift afgetrokken. In mei kan een tweede gift gegeven worden indien de bodemvoorraad lager is dan 200 kg N ha^{-1}. Voor voederbieten kan dezelfde N-gift aangehouden worden als voor suikerbieten (Anonymus, 1992).

Bij granen is een wat lagere eerste N-gift gunstig, omdat hiermee de gevoeligheid van het gewas voor een aantal ziekten wordt verminderd. Ook is het gewas minder gevoelig voor legeren doordat het gewas minder welig groeit en de halmbasis steviger blijft. Door het aanleggen van stikstofvensters in het gewas, kan de N-gift zo goed mogelijk worden aangepast aan de behoefte van het gewas. Bij brouwgerst heeft een hoge N-gift een negatieve invloed op de kwaliteit van het geoogst product, omdat voor brouwgerst een vrij laag eiwitgehalte in de korrel gewenst is. Het bemestingsadvies voor brouwgerst is 90 kg N minus de bodemvoorraad. Deling van de stikstofgift wordt afgeraden bij brouwgerst, omdat dit een negatief effect heeft op het eiwitgehalte. Voor wintertarwe is het bemestingsadvies voor de eerste gift 100 kg N minus de bodemvoorraad in februari, de tweede gift omvat 50 kg N per hectare. Bij een onvoldoende uitstoeling van het gewas wordt de tweede gift voor het schieten van het gewas gegeven, bij een goede uitstoeling na 2 - 4 weken later, na het schieten. Stikstoftekort moet in deze ontwikkelingsfase voorkomen worden. De derde stikstofgift is afhankelijk van de opbrengstverwachting en is maximaal 30 (voertarwe) tot 60 kg N ha^{-1} (baktarwe) (Anonymus, 1992).

Zaai-uien nemen pas laat in het seizoen veel stikstof op. Een gedeelde N-gift kan daarom de N-benutting verbeteren. Mede door de geringe beworteling hebben uien een lage N-benutting. Indien mogelijk kan het telen van een groenbemesters na de oogst van uien het optreden van N-verliezen beperken. Voor zaaiuien geldt een stikstofadvies van 130 kg ha^{-1} minus 0,7 maal de bodemvoorraad (Anonymus, 1992).

Het N-advies voor stamslabonen is 150 kg ha^{-1} minus de bodemvoorraad. Voor koolzaad is het advies 200 kg ha^{-1} minus de bodemvoorraad. Blauwmaanzaad tenslotte heeft voor een goede productie een N-gift nodig van 100 à 120 kg N ha^{-1} (Roeterdink & Haaksma, 1993).

Bij snijmaïs wordt zo veel mogelijk in de nutriëntenbehoefte voorzien door dierlijke mest. Eventuele tekorten worden aangevuld met kunstmest. Veelal is een runderdrijfmestgift van 45 - 50 m^3 voldoende om aan de fosfaat- en kalibehoefte van het gewas te voldoen. Als advies geldt een N-gift van 200 kg minus de bodemvoorraad (Vereijken, 1991; Vereijken & Wijnands, 1990).

Voor grasland geldt sinds 1994 een nieuw stikstofadvies dat meer rekening houdt met de bodemsoort, de droogte en de zwaarte van de snede. Bij een jaargift van 300 kg N ha^{-1} (N in de vorm van kunstmest en het werkzame deel van de dierlijke mest) gelden per hectare de volgende N-bemestingsadviezen:

- voor een lichte weidesnede (tot 1500 kg ds ha^{-1}): voor de eerste snede een N-gift van 50 kg ha^{-1}, voor de snedes vanaf de eerste snede tot 1 juli een N-gift van 40 kg ha^{-1} en voor de snedes van 1 juli tot 16 september een N-gift van 25 kg ha^{-1};
- voor een normale weidesnede (1500 - 2500 kg ds ha^{-1}): voor de eerste snede een N-gift van 65 kg ha^{-1}, en een lichte maaisnede voor de snedes vanaf de eerste snede tot 1 juli een N-gift van 50 kg ha^{-1} en voor de snedes van 1 juli tot 16 september een N-gift van 40 kg ha^{-1}; en
- voor een normale maaisnede (meer dan 2500 kg ds ha^{-1}): voor de eerste snede een N-gift van 90 kg ha^{-1}, voor de snedes vanaf de eerste snede tot 1 juli een N-gift van 70 kg ha^{-1} en voor de snedes van 1 juli tot 16 september een N-gift van 55 kg ha^{-1} (Hoefman, 1994).

De bemesting van de gras/klaverpercelen kan veel lager gehouden worden, omdat klaver zelf stikstof bindt. Een N-gift van 50 - 70 kg ha^{-1} voor de eerste snede eventueel aangevuld met een organische mestgift is voldoende voor een goede opbrengst van het gras/klavermengsel (Schils, Verboon & Bruins, 1993).

In Tabel 3.3 (zie pagina 54) wordt per gewas een overzicht gegeven van de kunstmest- en/of drijfmestgift die op het bedrijf wordt aangehouden.

3.5 Onkruidbeheersing

Op het geïntegreerde bedrijf van de Minderhoudhoeve wordt gestreefd naar een minimalisatie van het biocidengebruik per eenheid product met behoud van een goede productkwaliteit. Bij de onkruidbestrijding kan dit gerealiseerd worden door de teelt van weinig onkruidonderdrukkende gewassen af te wisselen met gewassen die onkruiden sterk onderdrukken, door het telen van groenbemesters, door een juist tijdstip van hoofdgrondbewerking, door de keuze van rassen met een snelle grondbedekking en grote bladrijkdom, door de aanpassing van het zaaitijdstip en de rijenafstand bij zaaien, door niet overmatig te bemesten, door zoveel mogelijk gebruik te maken van mechanische onkruidbestrijding en door bij chemische onkruidbestrijding gebruik te maken van een verlaagde dosering en van pleksgewijze- of rijenbespuiting en door de juiste keuze van het herbicide, het toepassingstijdstip en de toepassingstechniek (Vereijken, 1990a). Onderstaand wordt voor de belangrijkste gewassen aangegeven hoe bij de teelt van het gewas het gebruik van herbiciden zo veel mogelijk beperkt kan worden.

In het gewas aardappelen is het goed mogelijk het gebruik van herbiciden terug te dringen door onkruiden mechanisch te bestrijden. Bij mechanische onkruidbestrijding is het belangrijk dat bij aanvang van de teelt geen overjarige of grote onkruidplanten aanwezig zijn,

omdat deze moeilijk zijn te bestrijden en de bestrijding van overige onkruiden verhinderen doordat ze meegesleept worden met verzorgingsapparatuur. Het uitvoeren van een kerende grondbewerking in het najaar is daarom noodzakelijk. Op kleigrond zoals op de Minderhoudhoeve kan onkruid het best mechanisch bestreden worden met een rijenfrees wanneer 50% van de stengels opgekomen is, maar de blaadjes nog niet ontvouwen zijn om schade aan het gewas te voorkomen. Door deze bestrijdingsmethode is chemische onkruidbestrijding niet meer noodzakelijk, vooral bij een gewas dat de grond snel bedekt. Het gebruik van voorgekiemd pootgoed heeft daarom de voorkeur. Bij pootaardappelen is deze aanpak vaak afdoende, vanwege de hoge standdichtheid en de snelle groei. Wanneer later in het seizoen het loof inzakt, kan het aanwezige onkruid onderin het gewas zich alsnog onwikkelen. In pootaardappelen is de kans op zaadvorming echter klein, omdat voor die tijd de loofdoding al heeft plaatsgevonden. In consumptie-aardappelen worden de ruggen indien nieuw onkruid opkomt afgeëgd en opnieuw aangeaard. De bewerking moet zo oppervlakkig mogelijk worden uitgevoerd om beschadiging van wortels en uitdrogen van de rug te voorkomen. Indien vanwege slechte weersomstandigheden voor het uitvoeren van een mechanische onkruidbestrijding of bij onvoldoende effect van de bestrijding een chemische bestrijding toch noodzakelijk is, is onderbladbespuiting met een lage dosering een goed alternatief (Anonymus, 1992; Ridder et al., 1993; Wijnands & Veerman, 1994).

Suikerbieten zijn moeilijk alleen mechanisch schoon te houden, vooral in de rij. Met de bestrijding van onkruid hoeft meestal pas gestart te worden na opkomst. Door te schoffelen tussen de rijen en in de rij een rijenbestrijding uit te voeren met het lage dosering-systeem wordt het herbicidengebruik zoveel mogelijk beperkt. Deze behandeling moet meestal één of enkele malen herhaald worden, totdat het gewas het 6 - 8 bladstadium bereikt heeft en het eggen van de bieten mogelijk is zonder grote schade aan het gewas te veroorzaken. Aardappelopslag en wortelonkruiden worden pleksgewijs chemisch bestreden (Anonymus, 1992; Wevers et al., 1993; Wevers, 1994; Wijnands, 1990).

De inzet van bodemherbiciden in tarwe is te beperken door tarwe bij voorkeur niet voor half oktober te zaaien. Door later te zaaien ontkiemen in het najaar minder onkruiden, waardoor bestrijding direct na het zaaien achterwege kan blijven. Bovendien zijn de onkruiden in het voorjaar bij een later zaaitijdstip vaak kleiner, waardoor ze beter zijn te bestrijden. Hiernaast is de rassenkeuze van belang bij de beperking van de inzet van herbiciden. Aangezien door de wat schralere N-bemesting de concurrende kracht van het gewas tegen onkruid afneemt, dient gekozen te worden voor een ras met een goede onkruidonderdrukking. Voor de toepassing van mechanische onkruidbestrijding door eggen is verder een ras met een vlotte beginontwikkeling en een relatief steile bladstand gewenst. Bovendien is een vlakke grondligging een voorwaarde voor een effectieve, mechanische onkruidbestrijding. Met eggen worden alleen kiemende en kleine onkruiden bestreden, zodat vroeg begonnen moet worden met eggen. Vanaf het 3-bladstadium tot het strekken van het gewas verdraagt tarwe het eggen goed. Voor een goed effect moet het eggen 2 à 3 maal herhaald worden. Onkruid dat te groot is om met eggen te bestrijden kan met schoffelen en aanaarden nog effectief worden bestreden. Schoffelen kan echter alleen bij een rijafstand van 25 cm of meer. Indien de mechanische onkruidbestrijding onvoldoende resultaat oplevert, is een aanvullende

chemische bestrijding noodzakelijk. Bij zomergerst kan dezelfde bestrijdingsmethode worden gevolgd als bij wintertarwe, waarbij het van belang is te beginnen met een onkruidvrij zaaibed om de mechanische bestrijding zo effectief mogelijk te kunnen uitvoeren (Anonymus, 1992; Darwinkel et al., 1993; van Bon, 1994).

Bij de teelt van stamslabonen kan het gebruik van chemische middelen onder gunstige omstandigheden volledig vervangen worden door mechanische onkruidbestrijding door vroegtijdig (voor opkomst) en regelmatig eggen aangevuld met schoffelen (Timmer et al., 1993).

In het gewas zaai-uien kunnen weinig onkruiden getolereerd worden, omdat de concurrentiekracht van uien gering is. Uitgangspunt bij de onkruidbestrijding is het gebruik van de rijenspuit in combinatie met eggen en schoffelen. Met eggen kan worden begonnen als het eerste blad 3 - 5 cm is. Vooraf zal echter al een onkruidbestrijding moeten worden uitgevoerd, omdat met eggen slechts kiemend en zeer klein bovenstaand onkruid wordt bestreden. Schoffelen is mogelijk vanaf het moment dat de rijen zichtbaar zijn totdat het gewas te hoog is of de bladeren teveel gaan hangen. Het onkruid in de rij wordt bestreden met een rijenspuit. Grote onkruiden worden bestreden door pleksgewijze behandeling (Anonymus, 1992).

Bij snijmaïs kan de chemische onkruidbestrijding eveneens geheel of gedeeltelijk vervangen worden door mechanische bestrijding. Een voorwaarde voor mechanische onkruidbestrijding is dat er zo vroeg mogelijk mee begonnen wordt. Kiemende onkruiden moeten al voor opkomst door middel van eggen worden aangepakt. Bij voldoende diep zaaien hoeft dit geen opbrengst te kosten. Vanwege het late zaaitijdstip van snijmaïs is het ook goed mogelijk enige tijd voor de zaaidatum een vals zaaibed te maken. Reeds gekiemd onkruid kan dan kort voor het zaaien bij de definitieve zaaibedbereiding worden bestreden. Na opkomst kan vanaf het driebladstadium weer worden geëgd. Tot en met het driebladstadium wordt het gewas gemakkelijk beschadigd. Voor een goed effect van eggen moet dit regelmatig worden herhaald, met een interval van 7 à 10 dagen. Als aanvulling op het eggen kan in het gewas eveneens geschoffeld worden. Door aanaardend te schoffelen worden de kleine onkruiden in de rij ook bestreden. Indien chemische bestrijding noodzakelijk is, kan bespaard worden op het herbicidengebruik door een rijenbespuiting uit te voeren en tussen de rijen te schoffelen (Anonymus, 1992; van der Schans et al., 1993).

De onkruidbestrijding in voederbieten kan op dezelfde wijze plaatsvinden als die in suikerbieten. In de gras en gras/klaverpercelen wordt geprobeerd de bestrijding van onkruiden geheel achterwege te laten.

Tevens zal gebruik worden gemaakt van simulatiemodellen om op basis van de gemeten/geschatte onkruidbedekking in het voorjaar de te verwachten concurrentieschade te kwantificieren en dit te betrekken bij het nemen van de beslissingen.

Op alle percelen zal elk jaar in de tweede helft van de maand juni, dat is na de periode waarin onkruidbestrijding plaatsvindt, de onkruiddichtheden worden vastgesteld. Overwogen wordt om ook de zaadvoorraad in de percelen te volgen.

3.6 Beheersing van ziekten en plagen

Het gebruik van fungiciden en insecticiden wordt op het geïntegreerde bedrijf zoveel mogelijk beperkt. Door de ruime vruchtwisseling die op het bedrijf wordt aangehouden hoeven geen nematiciden te worden gebruikt en wordt de kans op het optreden van ziekten en plagen verkleind. Hiernaast kan het optreden van ziekten en plagen via de bedrijfsvoering beperkt worden door het afwisselen van bestrijdingsmethoden en bestrijdingsmiddelen, het telen van groenbemesters, bedrijfshygiëne en het tijdstip en de keuze van de hoofdgrondbewerking. Ook door het nemen van aangepaste teeltmaatregelen wordt bespaard op het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Het optreden van ziekten en plagen kan beïnvloed worden door de keuze van het zaaitijdstip, de rijenafstand, de hoogte van de N-bemesting en door de rassenkeuze. Indien gewasbeschermingsmiddelen worden toegepast, wordt aandacht besteed aan de juiste keuze van het middel, het toepassingstijdstip, de toepassingstechniek en de dosering.

In het gewas aardappelen is vooral de inzet van fungiciden tegen het optreden van *Phytophthora* en de inzet van loofdodingsmiddelen hoog. Het gebruik van loofdodingsmiddelen kan teruggedrongen worden door zoveel mogelijk mechanische loofdoding toe te passen. Het gebruik van fungiciden tegen *Phytophthora* kan verminderd worden door preventieve maatregelen ter voorkoming van infectie-bronnen, zoals het afdekken van afvalhopen en het gebruik van gezond pootgoed, door het gebruik van rassen met een goede *Phytophthora*-resistentie zowel in het loof als in de knol en door een gematigde N-bemesting. Als gevolg van deze maatregelen is het gewas minder gevoelig voor een aantasting en kan de dosering van het bestrijdingsmiddel tegen *Phytophthora* verlaagd worden. De mate waarin de dosering verlaagd wordt is tevens afhankelijk van de spuittechniek en het gehanteerde spuitinterval (Anonymus, 1992; Wijnands & Veerman, 1994).

In suikerbieten worden vrijwel alleen herbiciden toegepast. Op de Minderhoudhoeve is in de jaren 1991 t/m 1993 alleen in 1993 een insecticide toegepast. Voor de bestrijding van insecten zoals de bietenvlieg of luizen kan gebruik gemaakt worden van schadedrempels, zodat een bestrijding alleen wordt uitgevoerd als veel schade wordt verwacht. Het optreden van bodemgebonden ziekten en plagen wordt beperkt door de ruime vruchtwisseling (Anonymus, 1992; Wijnands, 1990).

Als preventieve maatregelen voor het optreden van ziekten en plagen in granen kunnen verlate zaai, matige stikstofbemesting en het gebruik van resistente rassen toegepast worden. Indien ondanks deze maatregelen toch ziekten en plagen optreden is een chemische bestrijding noodzakelijk indien de aantasting de schadedrempel overschrijdt. In het algemeen is voor de bloei van het gewas een bespuiting alleen noodzakelijk als in een vroeg stadium een ernstige aantasting optreedt. Tijdens de bloei is een bespuiting overbodig als het gewas volledig gezond is. Als meerdere ziektebestrijdingen nodig zijn, worden afwisselend verschillende middelen gebruikt (Anonymus, 1992; van Bon, 1994). In zomergerst kunnen als preventieve teeltmaatregelen bij de bestrijding van ziekten en plagen gebruikt worden: vroeg zaaien, het gebruik van resistente rassen, het gebruik van goedgekeurd en ontsmet zaaizaad, vruchtwisseling en een matige N-bemesting (Anonymus, 1992).

Het toepassing van fungiciden en insecticiden in zaai-uien is te beperken door een ruime vruchtwisseling, bedrijfshygiëne ter voorkoming van koprot en witrot, gezond zaaizaad, regelmatige gewasinspectie en het hanteren van schadedrempels (Anonymus, 1992).

In de gewassen koolzaad, blauwmaanzaad en stamslabonen worden reeds weinig fungiciden en insecticiden gebruikt. Door preventieve teeltmaatregelen wordt het optreden van ziekten en plagen zoveel mogelijk voorkomen.

In snijmaïs hoeven nauwelijks bestrijdingen tegen ziekten en plagen plaats te vinden. Schade door bodemschimmels en door de fritvlieg wordt voorkomen door een zaaizaadontsmetting. Ritnaalden worden alleen bestreden indien schade wordt verwacht (Anonymus, 1992). De ziekte- en plaagbestrijding in voederbieten is vergelijkbaar met die in suikerbieten. In de gras en gras/klaverpercelen wordt geen ziekte- en plaagbestrijding uitgevoerd.

Via monitoring zal informatie over de actuele aantastingen verzameld worden en met behulp van adviessystemen als EPIPRE en TEELT-PLUS zal een afweging worden gemaakt van de kosten en de baten van toepassing van pesticiden (geleide bestrijding). Indien gewasbeschermingsmiddelen worden toegepast, wordt aandacht besteed aan de juiste keuze van het middel, het toepassingstijdstip, de toepassingstechniek en de dosering.

3.7 Dierlijke mest

Aan de hand van de in Sectie 3.1 vastgestelde omvang van de veestapel, wordt in dit hoofdstuk de mestproductie berekend en wordt ingegaan op het mestsysteem, de mestopslag, de verdeling van de mest over de verschillende gewassen, het aanwendingstijdstip en de wijze van aanwending.

3.7.1 Mestsysteem

Rundermest kan worden bewaard als gecomposteerde mest, als vaste mest en gier of als drijfmest. Het gebruik van gecomposteerde mest komt niet in aanmerking, omdat het erg arbeidsintensief is en een goede verdeling van de mest over het land moeilijk is. Bovendien is de mest op grasland niet onder te werken, waardoor op grasland grote verliezen als gevolg van emissie zullen optreden. Er moet dus een keuze gemaakt worden tussen gescheiden mestopslag en -aanwending of opslag en aanwending als drijfmest. Voor het maken van deze keuze is het belangrijk voor- en nadelen af te wegen en te kijken naar het verschil in optredende N-verliezen bij het gebruik van beide soorten mest. Het gebruik van vaste mest en gier heeft een aantal voordelen (Biewinga et al., 1992):

- De bemesting met dierlijke mest is makkelijker af te stemmen op de behoefte van het gewas als van twee mestsoorten gebruik gemaakt wordt. Hierdoor kan bij gescheiden bewaring bij eenzelfde NPK-behoefte meer dierlijke mest worden aangewend en is minder kunstmest nodig ter aanvulling.
- Bij het aanwenden van vaste mest op akkerland vindt minder structuurbederf plaats dan bij drijfmest, omdat vaste mest relatief weinig water bevat.

Gescheiden mestopslag heeft echter ook een aantal nadelen:

- Bij gescheiden bewaring zijn twee opslag- en aanwendingssystemen nodig.
- De ammoniak in gier vervluchtigt snel. Een mestopslag voor gier moet daarom erg goed afgedekt moet worden.
- Bij het aanwenden van vaste mest is het verkrijgen van homogene mest en een goede verdeling ervan over het land erg moeilijk. Plaatselijke over- of onderdosering van mest kan aanleiding zijn tot opbrengst- en kwaliteitsverliezen. Daarom is voor een optimale bemesting homogene mest een vereiste omdat daarmee variaties in samenstelling worden voorkomen en een goede verdeling van de mest mogelijk is (Huijsmans & van Dongen, 1990). Aangezien drijfmest goed is te homogeniseren heeft het gebruik van drijfmest in dit opzicht de voorkeur boven vaste mest en gier.
- Bij gescheiden mestopslag kan vaste mest alleen aangewend worden op akkerland. Het aanwenden op grasland brengt namelijk grote N-verliezen met zich mee, omdat vaste mest op grasland niet onder te werken is. Hierdoor is voor de bemesting van grasland met dierlijke mest bij gescheiden mestopslag alleen gier bruikbaar. Het uitsluitend aanwenden van gier heeft het nadeel dat op grasland een P-tekort kan ontstaan als niet met P-kunstmest bijgemest wordt (Biewinga et al., 1992). Bovendien kan bij hoge giergiften, zeker gezien het reeds hoge kaliumgehalte van de bodem op de Minderhoudhoeve, een hoog kaliumgehalte in het gras ontstaan, waardoor de Mg-voorziening van het vee in gevaar komt en kopziekte kan optreden (van der Meer & Meeuwissen, 1989). Hiernaast kunnen ook andere gezondheidsproblemen optreden bij een te hoog kaliumgehalte in het rantsoen van melkkoeien (Boxem, 1993).

Een andere afweging die gemaakt moet worden bij de keuze van de mestsoort zijn de optredende N-verliezen. Terwan et al. (1990) vonden dat de emissie tijdens opslag en aanwending bij gescheiden mestbewaring wat groter is dan bij het gebruik van drijfmest. Om de emissie in de stal zoveel mogelijk te beperken zal de mest vaak met de mestschuif uit de stal verwijderd moeten worden. Verder zal de opslag van de mest afgesloten moeten worden en zal de mest bij voorkeur geïnjecteerd moeten worden. Bij het gebruik van drijfmest kan de mest in tegenstelling tot vaste mest geïnjecteerd worden, zodat de emissieverliezen geminimaliseerd worden. Het terugdringen van N-verliezen door emisssie-beperking zal bovendien de kans op nitraatuitspoeling niet vergroten als de N-toevoer wordt afgestemd op de behoefte van het gewas. Bovendien is de kans op nitraatuitspoeling op een kleigrond kleiner dan op zandgrond (van der Meer, 1991).

Om het optreden van N-verliezen zoveel mogelijk te beperken heeft het gebruik van drijfmest de voorkeur boven vaste mest en gier. Bovendien blijkt het gebruik van gescheiden mest nogal wat nadelen te hebben die niet opwegen tegen de voordelen. De kosten verbonden aan gescheiden mestbewaring zijn namelijk hoger en voor het verkrijgen van een homogene mest die goed te verdelen is, is drijfmest veel geschikter dan gescheiden mest. Daarom zal op de Minderhoudhoeve gebruik gemaakt gaan worden van drijfmest.

3.7.2 Mestopslag en opslagcapaciteit

Aan de opslag van mest wordt een aantal eisen gesteld. De mestopslag moet:

1 waterdicht zijn;
2 luchtdicht zijn, zodat gevormd ammoniak de opslag niet kan verlaten (Biewinga et al., 1992).

Ad 1. Door de opslag 100% mest- en waterdicht te maken zijn verliezen van kalium en fosfaat eenvoudig te voorkomen en wordt bovendien voorkomen dat grondwater kan toetreden. De mestopslag moet dus een stabiele ondergrond hebben, gemaakt worden van een hoge kwaliteit beton en een goede aansluiting hebben tussen vloer en wanden en wanden onderling.
Ad 2. Door de opslag luchtdicht af te dekken, kan gevormd ammoniak de opslag niet verlaten. Bij luchtdicht afdekken is geen luchtverversing meer mogelijk. Gassen, zoals methaan en kooldioxide, die in de opslag gevormd worden, kunnen ontwijken via een afvoerpijp.

Voor de opslag van mest bestaan verschillende mogelijkheden. De opslag in mestzakken of foliebassins is niet geschikt, omdat hiermee slecht gemixt kan worden, de duurzaamheid gering is en ze onvoldoende luchtdicht te maken zijn. Mestkelders afgedekt met een betonnen dek zijn erg duur. Daarom wordt op de Minderhoudhoeve gekozen voor mestopslag in mestsilo's. Deze zijn goedkoper dan mestkelders en bovendien kan de mest door de ronde vorm optimaal gemixt worden. De uitvoering van de silo en van de afdekking kan het best gebeuren met beton omdat dit het meest duurzaam is en hiermee bovendien de afdekking het best gasdicht te maken is (Biewinga et al., 1992).

De mestopslag moet een omvang hebben die voldoende is voor het opslaan van mest in de periodes dat deze niet uitgereden kan worden en voor de opslag van spoel- en reinigingswater en perssap.

De mestproductie van rundvee gebaseerd op een melkproductie van 8000 kg per jaar bedraagt in de winterperiode (195 dagen) 13,6 ton mest en in de weideperiode 13,7 ton (Asijee, 1993). De mestproductie van jongvee bedraagt 4 ton per dier per jaar. De mest geproduceerd in de weideperiode komt slechts gedeeltelijk terecht in de stal. Indien de weideperiode van de melkgevende koeien 's zomers 10 uur per dag bedraagt, is de mestproductie op stal 's zomers ca. 720 ton mest. 's Winters produceren de melkkoeien 1230 ton mest in de stal. Samen met de mestproductie in de stal door het jongvee van 120 ton resulteert dit in een totale mestproductie in de stal van 2070 ton. Hierbij komt nog het perssap, het spoel- en reinigingswater en het regenwater van de mestplaat, het erf en de voeropslagen, waarmee de totale productie op ca. 2900 ton komt. Aangezien het geïntegreerde bedrijf ernaar streeft alle dierlijke mest uit te rijden tussen half maart en eind april (Sectie 3.7.4) dient de geproduceerde mest ca. 10 maanden opgeslagen kunnen worden. Dit komt overeen met een opslagcapaciteit van ca. 2500 ton drijfmest.

3.7.3 Verdeling van de dierlijke mest over grasland en akkerland en over de verschillende gewassen

De verdeling van dierlijke mest over gras- en akkerland moet zodanig zijn dat de mest optimaal benut wordt en schadelijke neveneffecten zoveel mogelijk worden voorkomen. Door de drijfmestgift aan te passen aan de behoefte van het gewas zijn dezelfde opbrengsten te halen als met geoptimaliseerde kunstmestgiften (van Dongen & Alblas, 1992). De optimale drijfmestgift per gewas wordt bepaald door de nutriëntenbehoefte van het gewas en door kwaliteitseisen die gesteld worden aan het product. Ten aanzien van de kwaliteit van producten ligt de optimale mestgift vaak veel lager dan ten aanzien van de opbrengst. Kwaliteitsdaling wordt meestal veroorzaakt door een te hoog aanbod van N, waardoor luxe consumptie optreedt. Voor de hoogte van de drijfmestgift aan de verschillende gewassen, moet ook rekening gehouden worden met de mestwetgeving. Hierdoor kan in 1994 op het akkerland via dierlijke mest maximaal 125 kg P_2O_5 (55 kg P) per hectare worden aangewend, op maïsland maximaal 150 kg P_2O_5 (66 kg P) en op grasland maximaal 200 kg P_2O_5 (88 kg P) (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991b). Dit komt overeen met maximaal 69 resp. 83 en 110 m^3 runderdrijfmest per hectare. Vanaf 1995 mag op maïsland evenals op akkerland maximaal 125 kg P_2O_5 via dierlijke mest worden aangewend en wordt de maximale hoeveelheid voor grasland teruggebracht naar 175 kg P_2O_5 (97 m^3 runderdrijfmest).

Dierlijke mest op grasland

Bij de toediening van drijfmest aan grasland moet onderscheid gemaakt worden tussen gras dat gebruikt wordt voor maaien en gras dat beweid wordt. Bij beweiden worden lagere drijfmestgiften geadviseerd, omdat het weidend vee eveneens voor bemesting zorgt. Om problemen met de gezondheid van het vee te voorkomen dient voor de eerste snede niet te veel mest ineens te worden toegediend (Verburg & Corporaal, 1993). Vooral te hoge kaliumgehalten in het gras kunnen problemen veroorzaken. Op zware gronden, zoals op de Minderhoudhoeve, spoelt kalium namelijk niet of nauwelijks uit. Als de kaliumaanvoer via dierlijke mest groter is dan de hoeveelheid die het gras aan de bodem onttrekt, vindt op deze gronden ophoping van kalium plaats. Een overmaat aan kalium kan problemen veroorzaken met de opname en benutting van magnesium. Kalium verdringt namelijk magnesium in de bodem. Bovendien neemt de plant moeilijk magnesium op onder natte en koude omstandigheden. Daarnaast belemmert een hoog gehalte aan kalium in het gras de benutting van magnesium door de koe. Als bij koeien een tekort aan magnesium ontstaat, kan dit in het ergste geval tot kopziekte leiden. Voordat koeien kopziekte krijgen, treden echter andere verschijnselen op. Een dagelijks tekort aan magnesium of een slechte benutting door koeien leidt eerst tot een daling van de melkproductie. Zowel voor weiden als voor maaien is een lichte overmaat van kalium van 50 kg K_2O (42 kg K) per hectare toegestaan. Om kaliumovermaat te voorkomen moet bij het toedienen van runderdrijfmest op kleigrond rekening gehouden worden met de bemestingstoestand van de bodem. Bij een lage bemestingstoestand mag voor de eerste snede bij beweiden maximaal 15 m^3 per ha worden aangewend en bij maaien maximaal 30 m^3. Bij een voldoende bemestingstoestand is dit resp. 4 en 18

m^3. Bij een hoge bemestingstoestand wordt bemesten met kalium zowel bij beweiden als maaien afgeraden, zodat geen dierlijke mest kan worden aangewend (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991a). Het risico van kaliumovermaat is het grootst in de eerste sneden na aanwenden, omdat daar vaak sprake is van luxe-consumptie (Noij & Westhoek, 1992).

Vanwege de hoge tot zeer hoge kaliumtoestand van de bodem op de Minderhoudhoeve lijkt het niet raadzaam dierlijke mest op grasland aan te wenden, zeker niet op beweid grasland. Echter, de hoeveelheid geproduceerde mest in de stal is veel groter dan aan de akkerbouwgewassen kan worden toegediend.

Dierlijke mest op akkerland

Voor het akkerland wordt bij de keuze van gewassen waaraan dierlijke mest wordt toegediend de voorkeur gegeven aan langgroeiende, N-behoeftige gewassen om de efficiëntie van de inzet te verhogen. Gewassen die hieraan voldoen zijn o.a. suikerbieten en aardappelen (van Dongen & Alblas, 1992). Bij deze gewassen is bovendien het opbrengstverhogende effect van verse organische stof het duidelijkst merkbaar (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991b). Bij een voldoende bemestingstoestand van de bodem kan een groot deel van de gewasbehoefte aan fosfor en kalium worden gedekt uit de dierlijke mest, terwijl voor stikstof vaak een aanvulling plaats moet vinden vanuit minerale kunstmest. Gezien de vrij hoge kaliumtoestand van de bodem op de Minderhoudhoeve moet alleen dierlijke mest gegeven worden aan akkerbouwgewassen, waarbij een een hoge beschikbaarheid van kalium geen negatieve invloed heeft op de opbrengst of de productkwaliteit. Vooral de gewassen aardappelen en snijmaïs hebben veel kalium nodig voor een goede groei en zijn daarom wat kalium betreft zeer geschikt voor de toediening van dierlijke mest. Bij de keuze van gewassen die geschikt zijn voor het toedienen van dierlijke mest is tevens het tijdstip van toediening van belang (Sectie 3.7.4). Op zwaardere gronden, zoals op de Minderhoudhoeve, met hoofdgrondbewerking in het najaar wordt dierlijke mest over het algemeen reeds op het stoppelland toegediend. Het toedienen van drijfmest in het groeiseizoen is uit oogpunt van benutting van de toegediende nutriënten echter te preferen. Doordat relatief meer stikstof beschikbaar is dan bij najaarstoediening dient de dosering wel aangepast worden om negatieve effecten op de opbrengst en de kwaliteit te voorkomen. Bovendien kan bij het aanwenden van drijfmest in het voorjaar op zware gronden structuurschade en daarmee opbrengstderving optreden. Kleigronden waarop in het najaar de hoofdgrondbewerking wordt uitgevoerd en die over de winter heen een zekere mate van verwering behoeven voor het bereiken van het meest optimale zaai- of pootbed, zijn namelijk zeer gevoelig voor rijspoorbelasting en te diepe bewerking in het voorjaar. Bij voorjaarstoediening van dierlijke mest moet voor het inwerken van de mest echter voldoende grond ter beschikking zijn voor het bedekken van de mest en voor het opheffen van de oppervlakkige rijspoorschade moet er voldoende diep kunnen worden gewerkt.

Het gewas dat wat het pootbed betreft het meest geschikt is voor voorjaarstoediening van drijfmest is de aardappel, omdat bij dit gewas voldoende grond beschikbaar is voor het onderwerken van de mest. Wel heeft juist dit gewas een beperkt wortelstelsel, waardoor het bijzonder gevoelig is voor verstoring van de bouwvoor. Bovendien moet bij het bepalen van

de hoogte van de stikstofgift rekening gehouden worden met reeds verstrekte dierlijke mest, omdat aardappelen op een toenemend stikstof-aanbod reageren met een grovere sortering, een hoger percentage uitval (vooral door groeischeuren op kleigrond), een lager onderwatergewicht (o.w.g.) en een hoger gehalte reducerende suikers (Titulaer & Landman, 1990). Bij toediening van runderdrijfmest in het voorjaar kan een lager o.w.g. ook het gevolg zijn van Cl-schade. Uit proeven naar voorjaarstoediening van drijfmest op kleigrond blijkt echter dat het toedienen van 150 - 180 kg N ha^{-1} uit drijfmest geen directe gevolgen hoeft te hebben voor de opbrengst, mits de omstandigheden bij het aanwenden gunstig zijn, zodat de bodemstructuur van de laag waarin de aardappelen moeten groeien niet verslechterd door berijding bij het aanwenden van de mest (van Dongen & Alblas, 1992). Aan aardappelen zou in het voorjaar dus ca. 35 - 40 m^3 runderdrijfmest kunnen worden toegediend.

Suikerbieten zijn vanwege het oppervlakkige zaaibed minder geschikt voor voorjaarstoediening van drijfmest. Indien echter een aanwendingsmethode wordt gekozen waarbij de rijschade zoveel mogelijk wordt voorkomen heeft het aanwenden van drijfmest bij het uitrijden onder gunstige omstandigheden geen negatief effect op de opbrengst. Een negatief effect van drijfmesttoediening op de winbaarheid van suiker wordt voorkomen door bij de kunstmestgift rekening te houden met de reeds verstrekte drijfmest (van Dongen & Alblas, 1992). Het effect van drijfmesttoediening is naast de wijze van toediening eveneens afhankelijk van de frequentie van mesttoediening. Uit onderzoek van Titulaer & Landman (1990) blijkt een jaarlijkse drijfmestgift een negatieve invloed te hebben, vooral op de kwaliteit van de bieten. Op kaliumrijke zeekleigrond, zoals op de Minderhoudhoeve, bleek een jaarlijkse gift van 50 ton runderdrijfmest per ha nog te veel om suikerbieten te telen met een acceptabele kwaliteit. Indien echter niet jaarlijks drijfmest werd toegediend bleek drijfmest een opbrengstverhogend effect te hebben.

Winter- en zomergranen hebben een kleinere behoefte aan nutriënten en deze moeten ook nog goed gedoseerd worden over het groeiseizoen. Hierdoor zijn winter- en zomergranen minder geschikt voor drijfmesttoediening.

Andere gewassen die voor voorjaarstoediening van drijfmest op kleigronden in aanmerking komen zijn o.a. snijmaïs en stamslabonen. Deze gewassen worden later gezaaid en kunnen toe met een beperkte hoeveelheid nutriënten (van Dongen & Alblas, 1992). Bij snijmaïs wordt de benodigde verhouding van N, P en K het beste benaderd door runderdrijfmest. Voor maïsland wordt door Vereijken en van der Meer een maximale bemesting van 200 kg N ha^{-1} jr^{-1} uit runderdrijfmest (ca. 45 m^3) geadviseerd, waarbij de mest in het voorjaar wordt uitgereden en direct wordt onderwerkt en in het najaar een wintergewas geteeld wordt (Vereijken & van der Meer, 1988). Dit wordt bevestigd door onderzoek van Schröder (1990) waaruit blijkt dat indien de kaliumvoorziening van de bodem voldoende is, in snijmaïs in veel gevallen kan worden volstaan met 50 m^3 runderdrijfmest per ha (aangeboden per ha: 220 kg N, 90 kg P_2O_5 en 275 kg K_2O; beschikbaar voor gewas per ha: 120 kg N, 90 kg P_2O_5 en 275 kg K_2O). Een hogere aanvulling dan 20 - 30 kg N ha^{-1} als rijenbemesting blijkt dan niet nodig te zijn. Eventuele aanvullingen op de mestgift dienen gegeven te worden rondom het zaaien ter ondersteuning van de jeugdgroei. Een tijdige beschikbaarheid van voldoende stikstof op de juiste diepte is voor maïs belangrijk, temeer

daar de beworteling van maïs aanvankelijk vrij ondiep is. Bij onderploegen van de mest in het najaar komen de nutriënten soms te diep in profiel terecht en zijn dan niet beschikbaar voor het gewas (Schröder, 1990).

Dierlijke mest op het bedrijf
Bij de verdeling van de op het bedrijf geproduceerde drijfmest over de verschillende gewassen wordt rekening gehouden met de behoefte van het gewas en met de bemestingstoestand, met name de kali-toestand, van de bodem. Percelen met een zeer hoge kali-toestand worden indien mogelijk niet bemest met drijfmest. Dit houdt in dat de percelen 5 t/m 9 op kavel 22 en alle percelen op kavel 23 de eerste jaren niet bemest worden met drijfmest. De geproduceerde drijfmest zal aanvankelijk worden aangewend in de gewassen consumptieaardappelen, pootaardappelen, suikerbieten, voederbieten, snijmaïs, wintertarwe en stamslabonen. De hoeveelheid drijfmest die per gewas gegeven wordt is afhankelijk van het bemestingsadvies, de N-bodemvoorraad in het voorjaar en eventuele eisen omtrent de maximale N-gift die via drijfmest aan een gewas gegeven kan worden. Ruim de helft van de drijfmest zal worden aangewend in akkerbouwgewassen, de rest van de mest zal worden gebruikt voor de bemesting van gras- en grasklaverpercelen.

3.7.4 Aanwendingstijdstip en wijze van mestaanwending

Bij het aanwenden van dierlijke mest moet een goede benutting van de mest door het gewas en het voorkomen van structuurbederf voorop staan (van Enckevort et al., 1990). De positieve specifieke effecten van dierlijke mest kunnen namelijk gemakkelijk verloren gaan of zelfs omslaan in een negatief effect als het uitrijden van mest gepaard gaat met ernstige bodemverdichting en daarmee met een slechtere benutting van de nutriënten (Alblas et al., 1994). Op grasland is uitrijden van mest wettelijk toegestaan van 1 februari tot 1 oktober, tenzij de grond (gedeeltelijk) besneeuwd is. Op bouw- en maïsland geldt nog geen uitrijbeperking. Op zwaardere gronden, zoals op de Minderhoudhoeve, met hoofdgrondbewerking in het najaar wordt de dierlijke mest over het algemeen reeds op het stoppelland toegediend. Gezien de aanscherping van de mestwetgeving is het echter waarschijnlijk dat ook op kleigronden met de hoofdgrondbewerking in het najaar, het voorjaar het enige moment wordt waarop op een verantwoorde manier de mest kan worden toegediend (van Dongen & Alblas, 1992), ondanks het feit dat op deze gronden bij voorjaarstoediening van mest structuurschade en daarmee opbrengstderving kan optreden. Onderstaand worden de voor- en nadelen van beide tijdstippen afgewogen en vervolgens wordt gekeken naar de mogelijkheden van voorjaars- en najaarstoediening van dierlijke mest.

Het toedienen van dierlijke mest in het najaar heeft een aantal nadelen:

- Het aanwenden van de mest dient vóór 1 september plaats te vinden, omdat er dan namelijk nog voldoende gelegenheid is om de in mest aanwezige minerale N vast te leggen met ingewerkt stro en een groenbemester en zodoende te behouden voor uitspoeling. Dit lukt echter het best met vaste mest (Vereijken, 1990b) omdat stikstof bij

vaste mest langzamer vrijkomt dan bij drijfmest en dus minder uitspoeling plaatsvindt, terwijl op de Minderhoudhoeve drijfmest gebruikt wordt.

- Een najaarstoediening van dierlijke mest gaat altijd, ook in combinatie met groenbemesters en het onderwerken van stro, gepaard met een geringere benutting, omdat een deel van de goed oplosbare voedingsstoffen worden omgezet in organisch gebonden voedingsstoffen. De remineralisatie van deze gebonden stikstof zal zelden volkomen samenvallen met het opnamepatroon van het volggewas. Vanwege de weersafhankelijkheid kan de nalevering van N bovendien minder goed voorspeld worden dan het geval is bij in het voorjaar toegediende mest. Bovendien is het bindend vermogen van stro (7 kg N per ton stro) en groenbemesters (80 kg N ha^{-1}) gering. Bij een gift van 50 m^3 moet zowel stro ondergewerkt worden als groenbemesters toegepast worden om verliezen zoveel mogelijk te voorkomen (Schröder, 1990).
- Indien de vruchtwisseling onvoldoende vroegruimende gewassen bevat zal de mest niet altijd uitgereden kunnen worden voor 1 september, en zijn de verliezen nog groter. Hiernaast moet de mest bij latere aanwending vaak onder minder optimale bodemomstandigheden worden uitgereden, zodat structuurbederf optreedt dat kan leiden tot opbrengstderving en verminderde productkwaliteit (van Dongen & Alblas, 1992)
- Bij een najaarstoediening op grasland wordt mest aangewend als de graswortels niet actief zijn, zodat de kans op verliezen toeneemt. Bovendien gaat het gras door de beschikbare stikstof groeiend de winter in. Dat is niet alleen schadelijk voor de kwaliteit van het grasbestand (uitwinteren), maar leidt uiteindelijk ook tot een slechte benutting (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991a).

Voor het beperken van stikstofverliezen heeft toediening van dierlijke mest in het voorjaar dus de voorkeur. De beste N-benutting wordt verkregen als niet teveel dierlijke mest wordt gegeven, de mest aan het begin van het groeiseizoen aangewend wordt en direct wordt ondergewerkt en zuinig gebruik gemaakt wordt van kunstmest-N (van der Meer & Meeuwissen, 1989). De beste periode om dierlijke mest aan te wenden is van half februari tot eind april (Smith & Chambers, 1992). Aanwending voor half februari is ongewenst omdat te vroege aanwending aanleiding kan geven tot verliezen van stikstof en kalium (Noij & Westhoek, 1992). De nutriënten moeten namelijk beschikbaar zijn op het moment dat de bodemtemperatuur gewasgroei mogelijk maakt. Het optimale bemestingstijdstip is daarom direct voorafgaand aan de start van de gewasgroei. Bij gras kan voor het optimale bemestingstijdstip een temperatuursom van 180 °C aangehouden worden, terwijl bij gewassen zoals bieten en maïs, die in het voorjaar gezaaid worden, de nutriënten beschikbaar dienen te zijn direct na de kieming (Biewinga et al., 1992). Hiervoor dient de mest in deze gewassen aangewend te worden vóór of gelijktijdig met de zaai- of pootbedbereiding. De mest moet namelijk direct ondergewerkt kunnen worden en rijspoorschade dient zoveel mogelijk beperkt te worden. Bij toediening in wintergewassen zoals wintertarwe wordt gekozen voor mesttoediening in de overgangsfase van het gewas van uitstoeling naar stengelstrekking (van Dongen & Alblas, 1992) en eventueel een tweede drijfmestgift bij het verschijnen van het vlagblad (Weinman & Heitefus, 1990). Mestaanwending na april is eveneens niet aan te

bevelen, omdat dan het risico op opbrengstderving toeneemt (Smith & Chambers, 1992). Op grasland wordt dit veroorzaakt doordat neerslagtekorten na de toediening van dierlijke mest een grotere kans op schade geven. Omdat de kans op vochttekorten in de zomer groter is dan in het voorjaar is, kan mesttoediening in de zomer tot hogere opbrengstdervingen leiden (Schils, 1992).

Ondanks de geringere verliezen bij voorjaarstoediening van dierlijke mest is ook hieraan echter een aantal nadelen verbonden:

- De periode dat mest kan worden uitgereden wordt kleiner bij voorjaarstoediening, zodat een grotere opslagduur- en capaciteit nodig (Enckevort et al., 1990).
- Het toedienen van mest in het voorjaar vergroot de arbeidsdruk in het reeds drukke voorjaar (van Dongen & Alblas, 1992)
- Op zwaardere gronden kan voorjaarstoediening van mest structuurschade aan de bodem en insporing veroorzaken als gevolg van de mechanisatie benodigd voor de mesttoediening. Dit kan leiden tot een onregelmatige opkomst, een ondiep wortelend gewas en een onvolledige benutting van de grotere beschikbaarheid aan N door het gewas. De beoogde betere mestbenutting gaat hierdoor verloren.
- De mest zelf kan ook aanleiding geven tot het uitstellen van een geplande zaaibedbereiding. De met de mest toegediende hoeveelheid vocht kan mede tot gevolg hebben dat de toplaag van de bouwvoor minder geschikt wordt voor een fijne zaaibedbereiding op dat moment. Een mestgift van 30 m^3 per ha komt wat de vochthoeveelheid betreft overeen met een korte hevige regenbui van 3 mm (Huijsmans & van Dongen, 1990).
- Bij de teelt aardappelen kan het toedienen van dierlijke mest in het voorjaar leiden tot chloorschade en daarmee tot een lager onderwatergewicht.

Het tijdstip van mestuitrijden en zaaien en de omstandigheden tijdens het mestuitrijden, het zaaien en gedurende het groeiseizoen blijken van doorslaggevende betekenis te zijn voor eventuele schadelijke gevolgen van mesttoediening in het voorjaar voor de opbrengst en de productkwaliteit (van Dongen & Alblas, 1992). Om zoveel mogelijk te voorkomen dat structuurschade in het gewas optreedt door verdichting van de toplaag als gevolg van het uitrijden van mest in het voorjaar is het een vereiste dat de toedieningsapparatuur goed is uitgerust. Hierbij moeten de bodemcondities het uiteraard toestaan dat mest toegediend kan worden. Daarvoor is tevens het aantal werkbare dagen voor zaai- en pootbedbereiding van belang. Deze dagen moeten optimaal worden benut (Huijsmans & van Dongen, 1990).

Concluderend is voor een zo efficiënt mogelijk gebruik van nutriënten, één van de uitgangspunten van het geïntegreerde bedrijf, voorjaarstoediening van dierlijke mest zowel voor akker- als voor grasland te preferen boven najaarstoediening. Mits goede toedieningsapparatuur wordt gebruikt, hoeft dit geen nadelige gevolgen voor de opbrengst en de productkwaliteit te hebben. De mestaanwending dient plaats te vinden tussen half februari en eind april. Op grasland wordt mest toegediend vanaf een temperatuursom van 200 °C. In de akkerbouwgewassen die gezaaid worden in het voorjaar kan dierlijke mest het beste worden aangewend voorafgaand aan de zaai- of pootbedbereiding. In wintergewassen is het

optimale bemestingstijdstip voor het begin van de stengelstrekking en eventueel een tweede drijfmestgift bij het verschijnen van het vlagblad.

Wijze van mestaanwending
Volgens de mestwetgeving moet op bouw- en maïsland vanaf 1994 alle dierlijke mest emissie-arm aangewend worden. Dit houdt in dat de mest direct ingewerkt moet worden of dat dit moet gebeuren in 2 direct opeenvolgende werkgangen. Voor grasland geldt emissie-arm uitrijden in 1994 voor de periode van 1 februari tot 15 juni. Van 15 juni tot 1 oktober gelden op grasland geen uitrijbeperkingen. Vanaf 1995 moet dierlijke mest ook op grasland het hele jaar emissie-arm worden aangewend. Dit betekent dat dierlijke mest op grasland vanaf 1995 niet meer bovengronds uitgereden mag worden met een drijfmesttank. Op klei- en veengrond mag wel apparatuur gebruikt worden, die de mest in strookjes tussen het gras, dat tevoren wordt opgelicht, op de grond brengen. De strookjes mogen niet breder zijn dan vijf centimeter en de onderlinge afstand hart op hart moet minimaal 20 centimeter zijn (in de toekomst wordt dit mogelijk 15 centimeter). De sleepvoetenmachine en de sleufkoutermachine voldoen hieraan (Noorduyn, 1993). Zowel bij de toediening als bij het inwerken van dunne mest moet gezorgd worden voor een goede verdeling van de mest. Niet alleen bij het aanwenden moet de mest egaal in de breedte en diepte verdeeld worden, maar ook bij het inwerken moet de plaatsing van de mest aansluiten bij de behoefte van het gewas. Bij het aanwenden van mest moet de diepte van in- of onderwerken zodanig zijn dat ammoniakemmissie sterk gereduceerd wordt, terwijl de nutriënten uit de mest goed bereikbaar blijven voor de plantewortels (van Dongen, 1991).

Mestaanwending op grasland
Aangezien drijfmest in 1994 tot half juni en vanaf 1995 het hele jaar emissie-arm moet worden aangewend en de mest bij voorkeur voor eind april moet worden aangewend zal voor de mestaanwending op de Minderhoudhoeve reeds gekozen worden voor een emissiearm uitrijsysteem. Ten opzichte van bovengronds aanwenden betekent dit een verschuiving van de mestwerking van de eerste snede naar latere sneden. Eventuele schade door emissiearm aanwenden is vooral zichtbaar in de eerste snede na aanwenden (Noij & Westhoek, 1992).

Voor het emissie-arm aanwenden van drijfmest op grasland zijn verschillende mogelijkheden. Voor alle systemen geldt dat goed gemixte mest moet worden gebruikt. Dit stimuleert een gelijkmatige verdeling en verhoogt de bemestende waarde. Bovendien voorkomt het, evenals het voorkomen van verontreinigingen in de mest, verstoppingen van injectie-apparatuur (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991a). Onderstaand worden de voor- en nadelen van de verschillende systemen behandeld.
Mestinjectie De zode wordt over een breedte van 20 cm losgesneden, waarna de mest op een diepte van 15 cm wordt toegediend (Krebbers, 1993). Met mestinjectie kan 30 - 40 m^3 mest in één werkgang worden aangewend. De nutriënten in de mest komen echter langzaam vrij en doordat de injectietanden op ca. 50 cm afstand van elkaar zitten is de verdeling van de mest vrij slecht (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991a). Naarmate de mest dieper en de

meststroken verder uit elkaar komen te liggen, wordt op grasland de gemiddelde afstand tussen wortels en mest groter. De benutting van de meststof wordt hierdoor wat verlaagd omdat op en langs de sleuven of stroken relatief veel en ertussen relatief weinig meststof wordt aangeboden. De opname van voedingsstoffen wordt erdoor vertraagd (vooral bij P) of de voedingselementen moeten eerst door de grond naar de wortels toe getransporteerd worden voor ze beschikbaar zijn voor de plant (N en K) (Noij & Westhoek, 1992). Tevens zijn voor deze methode veel trekkracht en zware trekkers vereist, zodat het meestal door loonwerkers moet worden uitgevoerd. Op kleigrond blijven sleuven lang zichtbaar als na injectie een droge periode volgt. Doordat veel wortels worden doorgesneden treedt dan verdrogingsschade op. Het gras verdroogt of gaat zelfs helemaal dood. Als onder natte omstandigheden met een mestinjecteur wordt gewerkt treedt bodemverdichting op. Bovendien zal slip van de trekkerwielen de structuur nadelig beïnvloeden. Hierdoor is mestinjectie op kleigrond niet goed toepasbaar, zeker niet op zware klei (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991a).

Zode-injectie Bij zode-injectie kan 20 - 35 m^3 drijfmest per hectare worden aangewend. Doordat de injectie-diepte slechts 5 - 8 cm is, zijn de nutriënten uit de mest snel beschikbaar voor het gewas. De kans op verdroging van de zode is minder groot dan bij mestinjectie, doordat de zode na het aanwenden van de mest met aandrukschijven, -wielen of -rollen dichtgedrukt wordt (Biewinga et al., 1992). Bij zode-injectie bestaat nog wel het risico dat de zode beschadigd wordt. Hiernaast is de injecteur gevoelig voor verstopping (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991a).

Zodebemesting De mest wordt in sleufjes van 5 - 7 cm diep en 2 - 3 cm breed in de grond gebracht (Krebbers, 1993). Met een zodebemester kan 15 - 30 m^3 drijfmest per hectare aangewend worden. Het verdrogingsrisico is gering, maar met dit systeem kan de zode wel beschadigd worden. In tegenstelling tot zode-injectie worden de sleuven na aanwending niet dichtgedrukt. Voor deze toedieningstechniek is veel trekkracht nodig. Op vochtige kleigrond treedt in het voorjaar spoorvorming op die zichtbaar wordt in de latere grasgroei. Bij zodebemesting blijven de sleuven soms lang zichtbaar, vooral als de grond tijdens de toediening vochtig is en er vervolgens een droge periode aanbreekt. Ook op de reductie van de ammoniak-emissie heeft dit een negatieve invloed. Eventuele droogtescheuren in de grond vallen samen met de insnijdingen van de zodebemester, waardoor een patroon van rechte lijnen ontstaat. Het is de vraag of de oppervlakte van deze scheuren groter is dan de oppervlakte van de normale droogtescheuren. De zode wordt op klei niet losgetrokken van de ondergrond. De grasopbrengst lijkt niet lager te worden door de sleuven. Ook verbranding of verdroging aan beide kanten van de sleuf komt bijna niet voor (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991a). Indien de zodebemesting wordt gevolgd door droog weer, blijven de injectie-sleuven open staan, waardoor toch nog ammoniak kan vervluchtigen. Een voordeel van zodebemesting is dat de mest goed wordt verdeeld en het gras niet wordt besmeurd. Enige verbrokkeling van de zode en enige verbrandingsschade bij droog weer is een nadeel. Door het gebruik van een goede techniek en goed management zijn deze gebreken echter te voorkomen. Door het gras te rollen na de aanwending kan emissie waarschijnlijk verder worden verminderd en het herstel van de zode worden bespoedigd

(Biewinga et al., 1992).

Sleepvoetenmachine Met een sleepvoetenmachine kan een mestgift gegeven worden van 10 - 15 m^3 per hectare. Bij een sleepvoetenmachine wordt de mest tussen het gras op de grond gelegd. Hierdoor wordt het gras weinig besmeurd met mest en treedt geen verbranding op (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991a). Bij een dichte zode of bij een onjuiste afstelling van de elementen wordt de mest niet altijd goed op de grond gebracht, maar komt het gedeeltelijk op het gras (Krebbers, 1993). Als de mest op het gras terecht komt, kan het met het gras omhoog groeien en zorgen voor smaakbederf bij beweiding of verontreiniging in het kuilgras bij voederwinning (Verburg & Corporaal, 1993). De machine heeft een werkbreedte van 3 - 6 m en heeft geen nadelige gevolgen voor de bodem. De machine is licht en er wordt niet in de bodem gewerkt. De graszode wordt niet beschadigd, terwijl de puntige sleepvoeten gemakkelijk door een open zode gaan (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991a).

Sleufkoutermachine Deze machine zit tussen een zodebemester/zode-injecteur en een sleepvoetenmachine in. Met een sleufkoutermachine kan 12 - 15 m^3 mest aangewend worden. De machine lijkt op een sleepvoetenmachine, maar is in plaats van sleepvoeten voorzien van mesjes die een smal sleufje in de grond maken van 1 - 8 cm diep. De mest wordt deels in de sleufjes en deels naast de sleufjes op de grond tussen het gras gebracht (Krebbers, 1993). Wanneer de machine diep is afgesteld, is het resultaat vergelijkbaar met zodebemesten en wanneer de machine zeer ondiep wordt afgesteld is het resultaat vergelijkbaar met dat van de sleepvoetenmachine. De indruk bestaat dat in het vroege voorjaar wanneer het gras nog te kort is om de mest ertussen te kunnen leggen, beter met een ondiep (2 - 3 cm) werkende sleufkoutermachine kan worden gewerkt dan met een sleepvoetenmachine. De besmeuring van het gras is dan minder, terwijl de schade door het doorsnijden van wortels minimaal is (Verburg & Corporaal, 1993). Ten opzichte van een zodebemester heeft een sleufkoutermachine het voordeel dat het risico op opentrekken van de sleuven minder is en dat de machine goedkoper is (Krebbers, 1993).

Verdund verregenen Bij deze toedieningstechniek wordt de zode ook bij het aanwenden onder ongunstige omstandigheden nauwelijks beschadigd. Bij droge zomers is deze methode gunstig omdat het water en de mest de grasgroei stimuleren. Een nadeel van de methode is echter dat de controle op de verdunning moeilijk direct te bepalen is (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991a) en dat de methode vrij duur is (Verburg & Corporaal, 1993). Verder wordt de mest met verregenen slecht verdeeld: binnen de cirkels is de verdeling ongelijkmatig, terwijl de cirkels overlappen of gaten laten vallen (Biewinga et al., 1992).

Direct inregenen Indien bij deze methode de waterverdeling ongelijk is kan zowel plasvorming als verbranding optreden. Bovendien is de uitvoering via een buis- of slangenmethode arbeidsintensief (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991a). Doordat bij inregenen snel moet worden ingeregend, kan steeds maar een kleine oppervlakte worden bemest. In het voorjaar kan met deze methode afspoeling worden bevorderd en worden water en energie verspild omdat dan geen beregening nodig is (Biewinga et al., 1992).

Aanzuren van mest Bij aanzuren van mest wordt de werkzame stikstof verhoogd, wel moet de drijfmest vaker en in kleinere hoeveelheden worden uitgereden. Bovendien is een zeer

nauwkeurige verdeling gewenst, komt bij het uitrijden veel stank vrij en treedt besmeuring van het gras op, waardoor dit minder aantrekkelijk wordt voor het vee (Verburg & Corporaal, 1993).

Rijschade door drijfmesttoediening is te beperken door later uit te rijden en door kleinere, lichtere machines met geschikte banden te gebruiken. Op zware kleigronden kan de rijschade beperkt worden door gebruik te maken van een systeem met slangaanvoer. In het voorjaar van 1993 zijn goede ervaringen opgedaan met een sleufkoutersysteem met slangaanvoer (Verburg & Corporaal, 1993)

Op de Minderhoudhoeve is mestinjectie ongeschikt, omdat hiermee op de kleigrond veel schade kan worden veroorzaakt. Ook inregenen en aanzuren vallen af vanwege de nadelen die hieraan zijn verbonden. Uit praktijkonderzoek is gebleken dat de overige methoden op kleigrond bij aanwending onder gunstige omstandigheden goed voldoen. Wel kan bij het gebruik van een zodebemester of een zode-injecteur schade aan de zode ontstaan, die vooral bij toepassing in een nat voorjaar behoorlijk groot kan zijn. Bij mesttoediening in een nat voorjaar kan structuurschade alleen worden voorkomen met verdund regenen. De mestverdeling met verdund regenen is echter slecht. Daarom wordt voor de mestaanwending op grasland de voorkeur gegeven aan een sleepvoeten- of een sleufkoutermachine, omdat hiermee de mest op de grond wordt gelegd. Aangezien uit onderzoek is gebleken dat bij aanwending in het vroege voorjaar, waaraan de voorkeur wordt gegeven op de Minderhoudhoeve, met een sleufkoutermachine betere resultaten worden behaald dan met een sleepslangenmachine wordt op het geïntegreerde bedrijf gekozen voor mestaanwending op grasland door middel van een sleufkoutermachine. De hoeveelheid mest die maximaal toegediend kan worden met een sleufkoutermachine is beperkt, maar gezien de maximaal geadviseerde runderdrijfmestgift van 18 m^3 op grasland met een voldoende bemestingstoestand levert dit geen problemen op.

Mestaanwending op bouwland

Bij de mesttoediening op bouwland kan gekozen worden tussen een methode waarbij de mest bovengronds wordt toegediend en vervolgens zo snel mogelijk wordt in- of onderwerkt of een methode waarbij de mest in één werkgang wordt toegediend en in- of ondergewerkt. Voor de mesttoediening is een aantal methoden beschikbaar. Onderstaand worden de verschillende methoden besproken. Bij bovengronds toedienen en apart onderwerken, kan de mest toegediend worden via een:

- Spuitboom. De spuitboom bestaat uit een buis waarin een aantal openingen is gemaakt met daaronder naar beneden gerichte spreidplaten. Dit systeem is minder windgevoelig dan de aanwending met een drijfmesttank en de aansluiting van werkgangen en slootkanten en de mestverdeling is beter.
- Sleepslangen- of sleepvoetenmachine. Vanuit een drijfmesttank wordt de mest via een verdeelboom en meerdere doseeropeningen verspreid. De mest wordt op een onderlinge afstand van 20 - 30 cm op smalle strookjes op de grond gelegd. Er moet gewerkt worden met homogene en schone mest, omdat de machine gevoelig is voor verstop-

ping. Bovendien is de machine onderhoudsgevoelig. Met een sleepslangenmachine is het mogelijk om gewassen zoals maïs, granen en koolzaad tussen de rijen te bemesten, zonder dat het gewas met mest besmeurd wordt. Met dit systeem is het aantal werkbare dagen groter dan bij verspreiding met een mesttank, omdat het ongevoelig voor wind is. Bovendien is de verdeling van de mest veel beter en is de machine tevens geschikt voor het toedienen van mest met vorst en felle zon.

Voor het inwerken van de bovengronds toegediende mest kan in het najaar gebruik gemaakt worden van een:

- Vaste tandcultivator. Op kleigronden met veel gewasresten is het resultaat hiervan matig.
- Schijfcultivator. Op kleigronden met veel gewasresten cq. stoppels is het onderwerken wat minder, evenals de vlaklegging. Het resultaat is echter beduidend beter dan dat van de vastetandcultivator.
- Schijveneg. Deze kan bij aanwezigheid van veel onverkorte gewasresten vollopen. De schijveneg geeft een goed resultaat bij een goede afstelling en voldoende diep werken.
- Veertandcultivator. Ook deze loopt vol bij gronden met veel gewasresten.
- Rotorkopeg. Hiermee worden vrij goede resultaten verkregen.
- Stoppelploeg. Op klei- en zandgronden geeft een stoppelploeg het beste resultaat, maar de capaciteit is lager dan van andere machines.

Indien de mest in een aparte werkgang wordt in- of ondergewerkt in het najaar geeft onderploegen wat emissie-beperking betreft het beste resultaat, een bewerking met een rotorkopeg geeft ook een vrij goed resultaat, terwijl met een cultivator de minste emissie-reductie wordt behaald (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991b). Hiernaast vindt op zware kleigrond bij het gebruik van een cultivator voor het onderwerken van mest onvoldoende menging van mest en grond plaats en ontstaat bij het werken onder minder gunstige omstandigheden gemakkelijk een kluiterige toplaag die later moeilijk fijn te maken is. Met een stoppelploeg kan mest op kleigronden goed ondergewerkt worden. Een nadeel is dat de mest soms te onregelmatig in de grond gebracht wordt, zodat deze moeilijk bereikbaar wordt voor de jonge plantenwortels. Bovendien is een goede afstelling van de ploeg erg belangrijk, omdat te diep onderploegen snel voor uitspoelingsverliezen en verminderde benutting van nutriënten zorgt, zeker bij najaarstoediening zonder stro en/of een groenbemester (van Dongen, 1991). Bij mesttoediening in het voorjaar kan het inwerken uitgevoerd worden door middel van een:

- Rotorkopeg. De mest wordt ingewerkt in combinatie met de zaai- of pootbedbereiding.
- Triltandcultivator of veertandcultivator. Als zaaibed- of pootbedbereiding.
- Schudeg. Als zaai- of pootbedbereiding. Hiermee zijn op het OBS in aardappelen en suikerbieten goede ervaringen opgedaan (pers. med. Verdonschot).
- Neteg. Bij het inwerken van mest die na het zaaien aan suikerbieten is toegediend. Bij proeven in waarbij dit systeem werd toegepast, werden verhoogde tarrapercentages gemeten bij de oogst (van Dongen & Alblas, 1992). Bij toedienen van de mest voor het zaaien levert dit mogelijk minder problemen op.

- Onkruideg. Bij het inwerken van tijdens het groeiseizoen toegediende mest aan o.a. graangewassen.
- Rijenfrees. Voor het inwerken van mest die na het poten aan aardappelen is toegediend.
- Kappenaanaarder met triltanden. Voor het inwerken van mest die na het poten aan aardappelen is toegediend (van Dongen & Alblas, 1992).

Voor het bovengronds toedienen en in één werkgang onderwerken kan een aantal machines gebruikt worden. Bij injectie van mest op bouwland met gangbare methoden zoals een mestinjecteur wordt de mest echter, zeker voor akkerbouwgewassen met een oppervlakkige beworteling, over het algemeen te diep en te ver uit elkaar toegediend. Dit laatste door een te grote afstand tussen de injectiesleuven. Hierbij wordt met het synlocalisatie-effect geen rekening gehouden en kunnen de toegediende nutriënten niet door de wortels van de jonge plant worden opgenomen (van Dongen, 1991). Bovendien is voor deze methoden erg veel trekkracht nodig en blijven de getrokken sleuven open staan dat een negatief effect heeft op de emissie-reductie (pers. med. van Dongen). Voor bouwland bestaat daarom de voorkeur voor het oppervlakkig inwerken van mest (van Dongen, 1991) door middel van een:

- Bouwlandinjecteur (vaste tandinjecteur). Deze machine is zowel te gebruiken in een stoppel als in een groenbemester. Meestal zitten er 6 injectietanden met elk een ganzevoet van 15 tot 20 cm breed op een werkbreedte van 3 m, waardoor de mest oppervlakkig en goed gemengd wordt met de toplaag. Voor het gebruik van de machine is veel vermogen vereist, met name op zware grond. De methode beperkt de emissie en geeft een goede verdeling van de mest, vooral als gewerkt wordt met dubbele tanden, met een onderlinge afstand van ca. 25 cm (Biewinga et al., 1992).
- Triltandinjecteur. De triltandinjecteur is zeer geschikt voor mestinjectie in stoppelland, maar ongeschikt bij een jonge groenbemester (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991b).
- Ondiepe injectie met een graslandinjecteur. Deze injecteur is goed bruikbaar voor het aanwenden van runderdrijfmest. Bij het maken van de injectiesleuf in de grond kunnen op zwaardere gronden problemen optreden. Het dichtmaken van de sleuf is op bouwland niet direct noodzakelijk, maar kan onder droge omstandigheden problemen opleveren met de vochtvoorziening van het gewas. Het injecteren van mest met deze machine op zware grond vraagt veel trekkracht, vooral onder droge omstandigheden. Onder te natte omstandigheden treedt bodemverdichting op door het grote gewicht en de geringe werkbreedte van de machine (van Dongen, 1991).
- Zodebemester. De zodebemester heeft een werkbreedte van 3 tot 6 m en hiermee kan maximaal 25 m^3 mest per hectare worden toegediend. De machine is tevens geschikt om te gebruiken in grasgroenbemesters (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991b). Bij het gebruik op kaal bouwland is de machine erg gevoelig voor verstopping van de schijven (van Dongen, 1991).
- Sleufkoutermachine of sleepvoetenmachine waarachter een veertandcultivator wordt bevestigd voor het inwerken van de mest. Op deze manier kan 10 - 15 m^3 mest per hectare in één werkgang worden uitgereden (pers. med. van Dongen, PAGV). Bij de juiste afstelling van de machines hoeft de mest niet ingewerkt te worden. Een nadeel van

het gebruik van deze machines is dat hiermee alleen mest aangewend kan worden op onbeteeld land. Toediening van drijfmest in granen tijdens het groeiseizoen is op deze manier dus niet mogelijk. De maximale werkbreedte van de machines is momenteel ca. 6 m, zodat meer sporen gevormd zullen worden dan bij uitrijden met een sleepslangenmachine. Met deze methode wordt echter wel een werkgang bespaard, omdat de mest niet ingewerkt hoeft te worden. Bij de mestaanwending zijn momenteel ontwikkelingen gaande naar bredere machines en naar machines met slangenaanvoer vanuit een mesttank die voorop het perceel blijft staan. Bij de mestaanwending door middel van slangenaanvoer is de maximale mestgift niet afhankelijk van de grootte van de mesttank, omdat niet meer met de mesttank over het land gereden hoeft te worden. Bovendien zal minder rijspoorschade, omdat het gewicht van de machine waarmee over het land gereden wordt lager is (pers. med. Hijsmans, IMAG).

Uit bovenstaande blijkt dat een graslandinjecteur op bouwland evenals op grasland niet geschikt is voor het gebruik op kleigrond. Bij een zodebemester kunnen onder droge omstandigheden eveneens problemen optreden met de vochtvoorziening van het gewas. Een bouwlandinjecteur of een sleepvoetenmachine lijken de minste nadelen en de breedste inzetbaarheid te hebben. Een voordeel van het gelijktijdig aanwenden en inwerken van mest is een sterkere reductie van ammoniak-emissie dan bij het aanwenden en onderwerken van de mest in twee aparte werkgangen. Een ander voordeel van deze vorm van mestaanwending is dat de toplaag van de grond intact gelaten wordt, zodat het zaad van het volggewas aansluiting heeft met de vochtige ondergrond, waardoor verdrogingsverschijnselen en verminderde opkomst van het volggewas minder vaak voorkomen. De manier van mesttoediening heeft echter als nadeel dat de mest makkelijk te diep ingewerkt wordt en dat de machines zwaar zijn en daardoor voor veel rijschade kunnen zorgen. Bovendien veroorzaakt de geringe werkbreedte van de machines veel sporen in het land, tenzij gewerkt wordt met slangenaanvoer. Vooral op kleigrond heeft dit een negatieve invloed op de bruikbaarheid van het in één werkgang aanwenden en inwerken van dierlijke mest (pers. med. Verdonschot).

De aanwendingsmethode waarvoor gekozen wordt is tevens afhankelijk van het toedieningstijdstip van de mest. Indien gekozen wordt voor voorjaarstoediening van drijfmest in verband met een betere nutriëntenbenutting, kan op kleigrond snel structuurschade door berijding optreden. Bij een voorjaarstoediening waarbij de mest achtereenvolgens aangewend en ondergewerkt wordt, kan met een grotere werkbreedte worden gewerkt en kan het in- of onderwerken soms tegelijk met een voorjaarsgrondbewerking plaatsvinden. Dit heeft minder sporen en daarmee minder kans op structuurschade tot gevolg. Bij het aanwenden en onderwerken in één werkgang wordt een extra werkgang bespaard, wat een betere inpasbaarheid mogelijk maakt in de korte periode waarin mesttoediening mogelijk is. De toediening in het gewas biedt hier de mogelijkheid om op een later tijdstip alsnog mest toe te dienen. De schade aan het jonge gewas dient echter beperkt te blijven. Bij het snel in- of onderwerken van mest is het naast emissiereductie en een goede mestbenutting noodzakelijk dat de bewerking goed uitgevoerd kan worden. Bij het onderwerken in een aparte werkgang behoort het combineren van de spuitsporen en de sporen die gebruikt worden

voor mest uitrijden tot de mogelijkheden, mits de werkbreedte bij het mestverspreiden voldoende groot is. Een werkbreedte van 18 m of meer is dan vereist (van Dongen & Alblas, 1992). Een nadeel van het onderwerken in een tweede werkgang direct na de bovengrondse toediening is dat bij hoge mestgiften gereden moet worden over land waar kort te voren een vergelijkbare hoeveelheid water van 3 tot 5 mm is toegediend. Toedienen en onderwerken in één werkgang heeft echter de consequentie dat door de geringere werkbreedte meer sporen op het land gereden worden. Afhankelijk van de gewenste bewerking, de bodemcondities, en de beschikbare tijd moet gekozen worden uit één van beide systemen. De inwerkmethode moet gericht zijn op een niet te diepe plaatsing van de mest, zodat de voedingsstoffen bereikbaar zijn voor de plantewortels op het tijdstip dat hier behoefte aan is (van Enckevort et al., 1990). Voor alle toedieningsapparatuur geldt dat het gebruik van apparatuur waarmee de bandenspanning te regelen is, is aan te bevelen. Een zo egaal mogelijke verdeling van het gewicht per band is van groot belang (Dienst Landbouwvoorlichting, 1991b). Behalve een goede bandenkeuze is ook het gewicht van het toedieningssysteem van belang (Huijsmans & van Dongen, 1990). De rijschade die optreedt is namelijk vooral afhankelijk van de tankgrootte en van de vullingsgraad van de tank (van Dongen en Alblas 1992). Verder is het belangrijk machines met voldoende werkbreedte in combinatie met een voldoende banduitrusting te gebruiken (van Dongen & Alblas, 1992).

Voor een aantal gewassen is in proeven onderzoek gedaan naar geschikte methoden om op kleigronden drijfmest in akkerbouwgewassen in het voorjaar uit te rijden.

In *aardappelen* verdient het zo oppervlakkig mogelijk plaatsen van mest voor het poten van aardappelen de voorkeur. Door de pootbedbewerking kan dan een groot deel van het sporeneffect teniet worden gedaan (van Dongen & Alblas, 1992). Voor de toediening van de mest kan gebruik gemaakt worden van een sleepslangenmachine (Kroonen-Backbier & Wijnands, 1993), van toplaaginjectie met een bouwlandinjecteur of van ondiepe injectie met een graslandinjecteur (van Dongen & Alblas, 1992).

Ook bij *suikerbieten* heeft het zo oppervlakkig mogelijk plaatsen van mest voor het zaaien van de bieten de voorkeur. Door de zaaibedbereiding kan een groot deel van het sporeneffect teniet worden gedaan. Intensieve berijding verhoogt het tarra% en verlaagt de wortel- en suikeropbrengst. Vooral bij het gebruik van een grasland-injecteur zijn de opbrengsten en het suikergehalte laag en is het tarra% hoog. Oppervlakkige injectie van mest kan een betere benutting van de nutriënten geven dan oppervlakkig uitgereden en ingewerkte mest, doordat bij het injecteren van de mest voor het zaaien de rijsporen van de tank deels opgehaald worden door de injectietanden. Dit resulteert in een lagere dichtheid en een laag grondtarra% (van Dongen & Alblas, 1992). In proeven waarbij de mest oppervlakkig werd aangewend met een sleepslangenmachine met een grote werkbreedte en daarna gelijktijdig met de zaaibedbereiding werd ingewerkt, zijn echter op kleigrond goede resultaten behaald, mede doordat minder rijspoorschade ontstaat dan bij injectie met smalle, zware machines (pers. med. Verdonschot). Het aanwenden van de mest na het zaaien bijv. met een sleepslangenmachine of het inwerken van de mest met verschillende werktuigen achter elkaar geeft een verhoging van het tarra%. Bij het inwerken van mest moet versmering zoveel mogelijk worden voorkomen, omdat dit kan leiden tot een verdichte laag bovenin de

bouwvoor (van Dongen & Alblas, 1992).

In *granen* gaat het toedienen van mest gedurende het groeiseizoen het best met een sleepslangenmachine eventueel gevolgd door het inwerken van mest met een onkruideg. Hierdoor wordt ammoniakvervluchtiging grotendeels vermeden en worden de nutriënten in de mest goed benut (van Dongen & Alblas, 1992). Het toedienen van de mest met een sleepslangenmachine geeft betere resultaten dan een sleepvoetenmachine, doordat een sleepslangenmachine bredere banden en een grotere werkbreedte heeft. Door de mest onder te natte omstandigheden uit te rijden en in te werken kan structuurschade ontstaan in het gewas door verdichting van de toplaag. Deze schade ontstaat vooral bij geringe werkbreedten van de machines in combinatie met een onvoldoende banduitrusting (van Dongen & Alblas, 1992). Bij granen zijn topopbrengsten mogelijk indien een kunstmestgift gegeven wordt bij het begin van de hergroei in het voorjaar en een dunne mestgift bij het schieten (GS 29-30) en bij het verschijnen van het vlagblad (GS 37). Bij het breedwerpig toedienen van de mest is tevens te profiteren van het feit dat dunne mest een negatieve invloed heeft op de ontwikkeling van meeldauw in wintertarwe en wintergerst (Weinmann & Heitefuss, 1990). Bovendien wordt het gewas door het aanwenden van dunne mest steviger, waardoor minder snel legering optreedt.

Op matig zware gronden zoals op de Minderhoudhoeve zijn bij voorjaarstoediening van dierlijke mest op bouwland tot op heden de beste resultaten behaald met het aanwenden van drijfmest met een sleepslangenmachine voorafgaand aan het zaaien en poten, zodat de mest met de zaai- en pootbedbereiding ingewerkt kan worden. In graangewassen kan drijfmest eveneneens goed met een sleepslangenmachine toegediend worden in het voorjaar in het gewas. Voor het zoveel mogelijk beperken van rijspoorschade kunnen sporenwissers toegepast worden (pers. med. Verdonschot). Een sleepslangenmachine heeft de voorkeur boven het gebruik van injecteurs, omdat bij injecteurs de kans op rijspoorschade op kleigrond nogal groot is vanwege het grote gewicht en de geringe werkbreedte. Bovendien bedraagt de afstand tussen de injectietanden bij de injecteurs 50 cm, waardoor de verdeling van de mest met een sleepslangenmachine met een afstand tussen de slangen van 30 cm beter is. Wel moet de tankgrootte worden afgestemd op de perceelslengte, zodat één tankinhoud voldoende is voor het bemesten van de gehele lengte van het perceel.

3.8 Nutriëntenbalansen

In vergelijking met de bedrijfsvoering op de Minderhoudhoeve in de jaren 1991 t/m 1993 zal het overschot op de nutriëntenbalans van het geïntegreerde bedrijf geringer zijn. Op bedrijfsniveau zal nog een klein N-overschot bestaan van 34 kg ha^{-1} jr^{-1} bestaan, terwijl de afvoer van P en K zelfs hoger is dan de aanvoer. Dit is gunstig in verband met de hoge huidige bemestingstoestand van met name kalium. Op termijn wordt een voldoende P-toestand nagestreefd. Het verschil ten opzichte van de voormalige bedrijfsvoering wordt vooral veroorzaakt door de geringere input van kunstmest.

3.8.1 Aanvoerposten

Kunstmest gras en gras/klaver

De totale N-bemesting met kunstmest en drijfmest bedraagt ca. 300 kg N ha^{-1}. Van de totale geproduceerde hoeveelheid drijfmest komt 2900 ton in de stal en 595 ton in de weide. Bij een N-gehalte in de mest van 3,7 kg N per ton mest is er via drijfmest 12930 kg N beschikbaar voor de bemesting van gewassen. Van de drijfmest geproduceerd in de stal wordt ca. 1200 ton aangewend op grasland. Samen met de 595 ton geproducerd in de weide betekent dit een bemesting van het grasland via drijfmest van 1800 × 3,7 = 6660 kg N. De maaipercelen ingezaaid met grasklaver ontvangen alleen een startgift van 50 kg werkzame N via drijfmest. Aangezien de percelen van het bedrijf niet elk jaar drijfmest ontvangen wordt gerekend met een werkingscoëfficiënt van 75%. De overige 6000 kg N komt terecht op de graslandpercelen met een totale oppervlakte van 31 hectare. De N-bemesting van de graslandpercelen via drijfmest komt hiermee op 195 kg N ha^{-1}, waarvan 145 kg werkzame N. De graspercelen ontvangen dus nog 155 kg N via kunstmest. Een aanvullende P- of K-bemesting is niet nodig.

Kunstmest snijmaïs

Bij snijmaïs wordt geprobeerd geheel in de nutriëntenbehoefte van het gewas te voorzien via een drijfmestgift van 45 - 50 $m^3 ha^{-1}$.

Kunstmest akkerbouw

Aan de hand van de bemestingsadviezen en de drijfmestgiften per gewas kan de benodigde kunstmestgift per gewas berekend worden. Voor alle gewassen geldt dat een K_2O-bemesting niet nodig is in verband met de vrij hoge tot hoge K-toestand van de bodem. Aardappelen mogen maximaal 2/3 van de N-gift via drijfmest ontvangen. Pootaardappelen hebben maar een geringe N- en P_2O_5-bemesting nodig. In de jaren 1991 t/m 1993 was deze resp. ca. 55 kg N ha^{-1} en 30 kg P_2O_5 ha^{-1}. Indien hiervan 36 kg N wordt gegeven via drijfmest bedraagt de nog benodigde kunstmestgift ca. 18 kg N en 15 kg P_2O_5. Consumptie-aardappelen krijgen een startgift van 50 kg N via drijfmest. De overige bemesting van ca. 60 - 80 kg N en 40 kg P_2O_5 wordt gegeven via kunstmest. Suikerbieten en voederbieten hebben een N-bemesting nodig van ca. 90 kg N ha^{-1}, waarvan 60 kg N en 30 kg P_2O_5 gegeven kan worden via drijfmest. De overige 30 kg N en 15 kg P_2O_5 bestaat uit kunstmest. Het bemesten met drijfmest in wintertarwe geeft de beste resultaten bij aanwending bij de tweede en derde N-gift van resp. 50 en 30 - 60 kg N ha^{-1}. De eerste gift van ca. 80 kg N bestaat uit kunstmest. Zomergerst ontvangt alleen een kunstmestgift van ca. 40 kg N ha^{-1}. Wintertarwe en zomergerst hebben geen aanvullende P_2O_5-bemesting nodig. Zaaiuien worden uitsluitend bemest met kunstmest. De totale gift bedraagt ca. 100 kg N en 50 kg P_2O_5 ha^{-1}. Stamslabonen, koolzaad en blauwmaanzaad worden eveneens alleen met kunstmest bemest en ontvangen resp. 80, 140 en 80 kg N ha^{-1} en 40, 30 en 30 kg P_2O_5 ha^{-1}.

In Tabel 3.3 wordt per gewas een overzicht gegeven van de kunstmest- of drijfmestgiften die voor de berekeningen zijn aangehouden.

Tabel 3.3 Bemesting gewassen met kunstmest en drijfmest (kg ha^{-1}); de N-gift via drijfmest is weergegeven in werkzame N, oftwel ca. 75% van de werkelijke gift.

Gewas	N		P_2O_5		K_2O	
	Kunstmest	Drijfmest	Kunstmest	Drijfmest	Kunstmest	Drijfmest
Gras	155	145	0	70	0	310
Gras/klaver	0	50	0	25	0	106
Snijmaïs	0	140	0	65	0	295
Voederbieten	30	60	15	30	0	130
Suikerbieten	30	60	15	30	0	130
Consumptieaardappelen	70	50	40	25	0	105
Pootaardappelen	20	35	15	15	0	75
Wintertarwe	80	100	0	45	0	210
Zomergerst	40	0	0	0	0	0
Zaaiuien	100	0	50	0	0	0
Stamslabonen	80	0	40	0	0	0
Koolzaad	140	0	30	0	0	0
Blauwmaanzaad	80	0	30	0	0	0

Aankoop van krachtvoer voor rundvee
Uitgaande van de berekende rantsoenen en een veestapel die bestaat uit 20 vaarzen en 70 melkkoeien ouder dan 3 jaar kan de jaarlijkse stikstof- en mineralenaanvoer via krachtvoer berekend worden: 74186 kg N, 401 kg P en 1180 kg K.

Depositie De jaarlijkse depositie in Flevoland bedraagt 34 kg N, 1 kg P en 4 kg K ha^{-1}.

N-binding
Uitgaande van een klaveraandeel van 20% in het gras/klavermengsel wordt ca. 70 kg N ha^{-1} jr^{-1} gebonden door gras/klaver. Stamslabonen binden ca. 1 kg N per ton geoogst product per ha. Voor de overige gewassen geldt een N-binding van 4 kg N ha^{-1} jr^{-1}.

3.8.2 Afvoerposten

Melk
Met de berekende rantsoenen kan een totale melkproductie gehaald worden van 756.750 kg melk per jaar met een eiwitgehalte van 3,37%. Wanneer verder wordt aangenomen dat de gehalten P en K in de melk respectievelijk 0,09 en 0,15% bedragen, levert dit de volgende afvoerposten op: 4080 kg N, 693 kg P en 1130 kg K.

Afvoer van rundvee
De afvoer van het rundvee zal ten opzichte van de jaren 1991 t/m 1993 verschuiven naar een

grotere afvoer van jongvee en een kleinere afvoer van koeien, omdat het vervangingspercentage van de koeien kleiner wordt. Het jongvee bestaat uit ongeveer 27 kalveren en 25 pinken. Bij een vervangingspercentage van 25% betekent dit dat jaarlijks ca. 42 stierkalveren, 17 vaarskalveren, 2 pinken en 23 melkkoeien worden afgevoerd:
Indien aangenomen wordt dat de gehalten N, P en K respectievelijk 2,5; 0,75 en 0,17% per kg levend gewicht bedragen levert dit de volgende afvoerposten op: 412 kg N, 122 kg P en 29 kg K.

Afvoer van producten + stro
De teelt van voedergewassen is afgestemd op de behoefte van het vee, zodat ervan uitgegaan wordt dat er geen voedergewassen verkocht worden. De akkerbouwgewassen worden wel afgevoerd:

Gewas	Oppervlakte (ha)	Opbrengst (kg ha^{-1})	N-afvoer (kg N ha^{-1})	P-afvoer (kg P ha^{-1})	K-afvoer (kg K ha^{-1})
Wintertarwe	8,0	9000	168	34	38
Zomergerst	10,0	7100	101	24	35
Suikerbieten	14,0	70000	147	37	134
Pootaardappelen	10,0	30000	90	18	137
Cons. aardappelen	12,0	56000	168	34	256
Zaaiuien	4,5	60000	72	24	120
Koolzaad	4,5	3000	105	24	25
Blauwmaanzaad	4,5	2000	68	15	17
Stamslabonen	4,5	15000	33	6	36
Tulpebollen	3,0	22500	27	41	15
			(kg N)	(kg P)	(kg K)
Totaal	75,0		8661	2042	7898

3.8.3 Nutriëntenbalansen van het gehele bedrijf

In Tabel 3.4 worden de nutriëntenbalansen van het geïntegreerde bedrijf gegeven in vergelijking met de jaren 1991 t/m 1993 waarbij het akkerbouw- en het veehouderijgedeelte zijn opgeteld.

In vergelijking met de bedrijfsvoering op de Minderhoudhoeve in de jaren 1991 t/m 1993 zal het overschot op de nutriëntenbalans van het geïntegreerde bedrijf geringer zijn. Op bedrijfsniveau zal nog een klein N-overschot bestaan, terwijl de afvoer van P en K zelfs hoger is dan de aanvoer. Het verschil ten opzichte van de voormalige bedrijfsvoering wordt vooral veroorzaakt door de geringe input van kunstmest.

Tabel 3.4 Berekende nutriëntenbalansen van het geïntegreerde gemengde bedrijf vergeleken met het gemiddelde van de jaren 1991 t/m 1993 (kg ha^{-1}).

	N		P		K	
	Gemengd	'91/'93	Gemengd	'91/'93	Gemengd	'91/'93
Aanvoer						
Kunstmest	72	168	5	25	0	0
Krachtvoer	16	33	3	6	9	18
Depositie	34	34	1	1	4	4
N-binding	9	8	-	-	-	-
	131	243	9	32	13	22
Afvoer						
Melk	30	26	5	5	8	8
Vee	3	9	1	3	<1	<1
Gewassen	64	63	15	13	59	56
	97	98	21	21	67	64
Overschot	34	145	−12	11	−54	−42

3.9 Windenergie en energiebesparing

Fossiele energie zal waar mogelijk vervangen worden door windenergie en zonneënergie. Momenteel wordt de haalbaarheid van plaatsing van een 500 kW windturbine onderzocht. Verder zal getracht worden de energie-efficiëntie te maximaliseren.

3.10 Investeringsplan

Voor het geïntegreerde bedrijf is een aantal extra voorzieningen met betrekking tot machines, werktuigen en gebouwen nodig. Voor het emissie-arm aanwenden van dierlijke mest moet een sleufkoutermachine, een sleepslangenmachine en een mesttank aangeschaft worden. De opslagruimte voor mest moet uitgebreid en overdekt worden (mestzak). Om een goede benutting van het voer te krijgen, kunnen de verschillende voedermiddelen het beste gemengd worden in een voermengwagen vóór het aangeboden wordt aan het vee. Tenslotte is het voor het zoveel mogelijk beperken van chemische onkruidbestrijding noodzakelijk te beschikken over apparatuur waarmee onkruid mechanisch bestreden kan worden.

Naast deze investeringen in machines en gebouwen is een investering nodig in onderzoekscapaciteit. Het onderzoek op de Minderhoudhoeve zal worden uitgevoerd door een aantal onderzoekers, waarvoor wetenschappelijke begeleiding, technische ondersteuning en onderzoeksfaciliteiten benodigd zijn.

4 Bedrijfsplan van het ecologische gemengde bedrijfssysteem

G.J.M. Oomen & J. de Wit
Groep Ecologische Landbouw, Landbouwuniversiteit Wageningen
Haarweg 333, 6709 RZ Wageningen

4.1 Inleiding

Op 90 hectare goede kleigrond van de Ir. A.P. Minderhoudhoeve wordt vanaf 1996 een ecologisch gemengd bedrijf ontwikkeld. Het doel is een maatschappelijk acceptabel, duurzaam hoog productief, ecologisch gemengd bedrijf. Aan het bedrijf moeten tevens de technische coëfficiënten ontleend kunnen worden die nodig zijn voor een modelmatige analyse van hoog-productieve ecologische gemengde bedrijven of van combinaties van gespecialiseerde, hoog-productieve ecologische bedrijven op goede grond.

- De productie wordt hoog geacht als deze voor vergelijkbare gewassen hoogstens 20% lager uitkomt dan op het geïntegreerde zusterbedrijf op de Minderhoudhoeve.

- De productie wordt duurzaam geacht als de huidige bodemvruchtbaarheid tenminste in stand wordt gehouden, als ziekten, plagen en onkruiden niet in toenemende mate een probleem gaan vormen.

- Het bedrijf wordt ecologisch geacht als voldaan wordt aan het volgende:
  - Bedrijfsstructuur, keuze van vruchtopvolging en variëteiten, teelttechniek en sturing van de bodemvruchtbaarheid maken dat ziekten en plagen gereguleerd worden zonder direct menselijk ingrijpen. Onkruid wordt wel mechanisch bestreden.
  - De dieren worden niet dermate in hun vrijheid belemmerd dat zij stereotiep gedrag vertonen. De dieren worden in groepen gehuisvest, waarin enerzijds ruimte is voor sociaal gedrag en anderzijds de spanningen niet zover kunnen oplopen dat ze elkaar tot bloedens toe verwonden.
  - Er is ruimte (4% van het totaal) voor wilde planten en dieren die kleur en sfeer geven aan het open landschap (solitaire bomen, struiken, bloeiende kruiden, vlinders en vogels) en die een bijdrage leveren aan de regulering van plagen.
  - De gemiddelde nitraatconcentratie van het drainwater blijft onder de drinkwaternorm voor de EG (11,3 mg NO_3-N per liter) en de gemiddelde fosfaatconcentratie en kaliumconcentratie van het water dat vanuit het ecologisch bedrijf geloosd wordt op het oppervlaktewater, blijven onder de normen voor oppervlaktewater, nl. 0,15 mg P per en 12 mg K per liter (Anonymus, 1990). De ammoniakemissie is hooguit 17 kg NH_3-N per hectare (de helft van de huidige depositie).
  - Er worden niet meer nutriënten geïmporteerd dan nodig om de afvoer ervan te com-

penseren (de beschikbaarheid van alle nutriënten is momenteel ten minste voldoende).
  - Er wordt geen gebruik gemaakt worden van synthetische biociden en kunstmeststikstof.
  - Natuurlijke genetische barrières worden niet doorbroken.
- Het bedrijf wordt maatschappelijk acceptabel geacht als voldaan wordt aan het volgende:
  - De arbeidsomstandigheden zijn goed: zelden lawaai, mooie omgeving, ergonomisch doordachte wijze van werken.
  - Werknemers hebben hun omschreven taken en verantwoordelijkheden en ontvangen een maatschappelijk geldende beloning voor hun arbeid.
  - De gemiddelde kostprijs van producten is hooguit 20% hoger dan de gemiddelde kostprijs van producten van het geïntegreerde georiënteerde zusterbedrijf. De kostprijs is de prijs van de producten die nodig is om het bedrijfsresultaat 0 te laten zijn bij de maatschappelijk geldende beloning van kapitaal en arbeid.

Hieronder wordt beschreven hoe het bedrijf vorm gegeven wordt en welke overwegingen daartoe geleid hebben.

4.2 Veehouderij

4.2.1 Veestapel

De veestapel bestaat vnl. uit rundvee: ca. 55 koeien, 11 vaarzen, 16 pinken, 20 vaarskalveren, 5 jonge stieren en 5 stierkalveren, samen 96 GDE. Het melkquotum is 450.000 kg groot en de veedichtheid bedraagt ongeveer 1 GDE ha^{-1} bedrijfsoppervlak. Naast het rundvee zullen een beperkt aantal schapen en weidekippen gehouden worden. Deze worden hier niet besproken.

4.2.2 De voeding van het rundvee

Het voer wordt binnen het bedrijf geproduceerd en de jaarlijkse schommelingen in de voederproductie zullen worden opgevangen vanuit buffervoorraden. De rantsoenen zijn als volgt tot stand gekomen. Eerst werd op basis van ervaring om redenen van bodemvruchtbaarheid, onkruidbeheersing en beschikbaarheid van arbeid gekozen voor een basisrantsoen met grasklaver, silage van gras, klaver en luzerne, en graansilage. Ten einde de kans op bodemgebonden ziekten en plagen te minimaliseren wordt voor klaver en luzerne een teeltfrequentie aangehouden van 2/7 (Kahnt, 1986). Met behulp lineaire programmering in het FARM model (Habets, 1991) werd uitgerekend welke andere voedermiddelen nodig zijn om de dieren naar behoefte (VEM en DVE) te voeren en tegelijkertijd het overschot aan onbestendig eiwit (OEB) te beperken tot 25% van de eiwitbehoefte. Op langer termijn zal dit overschot verder worden teruggebracht. In een tiental rekenrondes werden zo de veebezetting, het percentage blijvend grasland en bouwland en het aandeel van de gewassen in de

vruchtwisseling op elkaar afgestemd. De gebruikte voederwaarden staan in Tabel 4.1.

Gerekend werd met een jaarproductie van 6750 kg melk en met 3,45% eiwit en 4,25% vet per koe. In Tabel 4.2 staan de gemiddelde rantsoenen voor het weideseizoen samengevat.

Droogstaande koeien staan op stal. Vaarzen en melkkoeien weiden op het blijvend grasklaverland. Naarmate de zomer vordert, worden ze meer en meer bijgevoerd met graansilage en uitgesorteerde aardappelen ten einde het eiwitoverschot te verkleinen. Graan wordt de gehele zomer bijgevoerd.

In de stalperiode (Tabel 4.3) worden de dieren naar behoefte aan VEM en DVE gevoerd en tevens wordt het overschot aan eiwit beperkt tot 8% van de behoefte.

Het (berekend) benodigd oppervlak van de verschillende gewassen stemt redelijk overeen met het bouwplan (Tabel 4.4) (aangenomen dat 10% van aardappelen wordt uitgesorteerd). De vruchtwisseling, veebezetting en veevoeding en het effect daarvan op de productiviteit van het land zullen onderwerp van studie zijn.

Tabel 4.1 Voederwaarde van de voedermiddelen.

	VEM (per kg ds)	DVE (gr per kg ds)	OEB (gr per kg ds)	Structuurwaarde (kg per kg ds)
Gras/klaver	970	110	32	0,7
Hooi	805	86	5	1,0
Gras/klaver/lucerne-silage	825	85	39	0,8
Graansilage	850	43	−23	0,8
Aardappelen	1050	64	−2	0
Voederbiet	1025	74	−51	0
Graan	985	83	−24	0

Tabel 4.2 Rantsoen in weideperiode (kg ds per dier per dag), overschot en behoefte (VEM, DVE en OEB in gr per dier per dag); vaars: groei 300 g per dag, melkproductie 18 kg per dag; melkkoe: melkproductie 24 liter per dag.

	Rantsoen					Overschot			Behoefte	
	gras/ klaver	hooi	graan-silage	aard-appelen	graan	VEM	DVE	OEB	VEM	DVE
Kalf	1,2	0	1,7	0	0	0	22	0	2766	203
Pink	6,5	0	0	0	0	67	461	208	6238	254
Vaars	11	0	1,9	1	3,3	0	439	226	16606	1191
Koe	13	0	1,4	1	5,2	0	577	257	19961	1408
Droge koe	0	10	0	0	0	0	378	−13	8046	402

Tabel 4.3 Rantsoen dieren in stalperiode (kg ds per dier per dag) en overschot en behoefte (VEM, DVE en OEB in gr per dier per dag).

	Rantsoen					Overschot			Behoefte	
	hooi	gras-silage*)	graan-silage	voeder-biet	aard-appelen	VEM	DVE	OEB	VEM	DVE
Pink	2,4	2,7	1,5	0	0,6	2	88	0	5198	254
Vaars	0	9	3	3,3	0	0	0	115	13345	1137
Koe	0	10	3,4	4,9	0	0	0	59	16132	1354
Droge koe	3	3,8	2,7	0	0	0	46	0	6705	402

*) gras/klaver/lucerne-silage

Tabel 4.4 Totale voederbehoefte (ton ds), verliezen, benodigde productie, opbrengst per ha, benodigd oppervlak en bouwplan. De lengte van de stalperiode is 245 dagen en die van de weideperiode 120 dagen.

	Netto behoefte	Winnings-verlies (%)	Voeder-verlies (%)	Bruto behoefte	Opbrengst (ton ds ha^{-1})	Benodigd opp. (ha)	Bouwplan (ha)
Weidegras	115,3	25	0	154,0	9,0	14,7	15
Grassilage*)	158,0	5	20	210,7	12,0	17,6	20
Hooi	13,1	5	25	18,7	12,0	1,6	2
Graansilage	78,9	5	10	92,8	9,0	10,3	10
Aardappelen	10,0	3	0	10,3	8,1	1,3	10
Voederbiet	62,6	3	5	68,0	16,0	4,3	4
Graan	32,4	0	0	32,4	5,2	6,2	10

*) gras/klaver/lucerne-silage

4.3 Rundveefokkerij

De rundveefokkerij moet leiden tot koeien die zo goed mogelijk zijn aangepast aan het bedrijfssysteem en het bedrijfssysteem moet binnen de overige randvoorwaarden leiden tot een zo hoog mogelijke productie per voederoppervlakte. Verwacht wordt dat zal blijken dat deze maximale productie bereikt kan worden met de gekozen voedergewassen, die een productie van ongeveer 7000 kg melk per jaar en dier mogelijk maken. Het fokken op een hoge productie heeft alleen prioriteit als deze voortkomt uit een verbeterde benutting van het beschikbare voer. De fokkerij is dan ook gericht op probleemloze koeien die het beschikbare voer efficiënt weten te benutten. De fokkerijmethode is een bedrijfseigen-fokkerij met natuurlijke dekking (Baars, 1988).

4.3.1 Fokdoelen

Hieronder worden de fokdoelen en bijbehorende mogelijke informatiebronnen voor het ecologische bedrijf geformuleerd.

Aangezien de hoeveelheid hoog kwalitatieve voedermiddelen beperkt is, zal de nadruk vooral liggen op een *efficiënte productie op basis van het beschikbare voer*. Het fokken op deze efficiëntie wordt sterk vereenvoudigd door slechts eigen dieren voor de fokkerij te gebruiken: hoog-productieve dieren zullen bij een gelijke verzorging zeer waarschijnlijk efficiënter zijn dan laagproductieve dieren. De voeropname zal steekproefgewijs bepaald worden en dat geeft de mogelijkheid die dieren te selecteren die per kilogram voer tot de hoogste productie komen.

Ook een *hoge levensduur* draagt bij tot een hogere efficiëntie omdat de opfokkosten per dier verlaagd worden en de gemiddelde productie van oudere koeien hoger is. Aangezien levensduur en levensproductie slechts achteraf exact vast te stellen zijn, wordt als belangrijke informatiebron laatrijpheid voorgesteld, naast beoordeling van functionele exterieur-eigenschappen die ook om andere redenen belangrijk zijn. Deze laatrijpheid kan afgelezen worden aan een vergelijking van de voor leeftijd en seizoen gecorrigeerde melkopbrengsten van eerste en volgende lactaties (volgens NRS normen): stijgen deze dan is sprake van een later rijp dier dan gemiddeld. Dit kenmerk maakt het mogelijk te anticiperen op de levensproductie.

Gezien het grote aandeel ruwvoer wordt heeft het fokken van koeien met een *hoge persistentie* (= een vlakkere lactatie-curve) een hogere prioriteit. Daarnaast heeft een hoge persistentie als voordeel dat de dieren aan minder stress onderhevig zijn tijdens de eerste drie maanden van de lactatie. De persistentie kan afgelezen worden aan de ontwikkeling van de voorspelde 305-dagen-productie tijdens de lactatie.

De voorkeur voor een koe met een voldoende aanleg voor *vleesproductie*, komt voort uit bedrijfseconomische overwegingen: de kalveren kunnen voor een hogere prijs verkocht worden (er worden geen gebruikskruisingen met vleesstieren overwogen). Voorts wordt er vanuit gegaan dat harmonisch gebouwde dieren met meer lichaamsreserves beter bestand zijn tegen stress situaties, die zich ongewild incidenteel zullen voordoen. Verder wordt vermeden dat de stieren in de toekomst onverkoopbaar zullen zijn en onmiddellijk na de geboorte geslacht zullen worden, zoals nu reeds het geval is met haantjes van leghen-rassen.

Een functioneel exterieur (*goede uier, klauwen en benen*) is zowel van belang voor een probleemloze dagelijkse omgang, als voor een hoge levensduurverwachting, als voor minder gezondheidsproblemen.

Verder zal ter bevordering van een *goede gezondheid*, een beoordeling aan de hand van een registratie van het aantal ziektedagen en de ernst van de ziektegevallen meegenomen worden in de selectie.

Een *goede vruchtbaarheid* is noodzakelijk voor het behalen van een hoge levensproductie, en voor een vermindering van de benodigde (veterinaire) zorg. Aangezien de tussenkalftijd mede beïnvloed wordt door de mate van persistentie en managementbeslissingen (bv. afstemming melkproductie op het melkquotum), wordt het aantal open dagen

tussen de managementbeslissing 'dekking toegestaan' en geslaagde bevruchting een selectie-criterium.

Een *goed karakter* is met name noodzakelijk ter voorkoming van verwondingen. Door de aanwezigheid van gehoornde koeien is dit kenmerk, met name bepaald door het onderlinge gedrag van de koeien, van groot belang.

Aangezien te grote verschillen in benodigde melktijd problematisch is, en zeer traag/zeer snel melkende koeien gevoeliger kunnen zijn voor mastitis, wordt gestreefd naar een *homogene melksnelheid* (maximale melksnelheid ± 3,0 kg per minuut bij 8 kg melk en minimale melksnelheid 2 liter per minuut).

Een *gemakkelijk geboorteverloop* zal benaderd worden via de kenmerken 'eigen draagtijd' en 'eigen geboorteverloop'.

4.3.2 Selectiecriteria en weging

Op zichzelf wijken deze fokdoelen niet drastisch af van de gebruikelijke fokdoelen. Verschillen ontstaan echter als het relatieve belang van elk selectiecriterium wordt aangegeven. In Tabel 4.5 wordt voor elk fokdoel een voorlopige wegingsfactor gegeven.

Aangezien alle selectiecriteria op eenzelfde schaal gebracht moeten worden, zal gewerkt worden met een subjectieve beoordeling (schaal 1 t/m 9). Op termijn kan weging en schaling van selectie-criteria verder uitgewerkt en onderbouwd worden.

Tabel 4.5 Fokdoelen, selectiecriteria en weging.

Fokdoelen	Selectiecriteria/fokwaardes voor	Weging
Inpasbaarheid in bedrijfssysteem	Selectie op basis van resultaten binnen het eigen bedrijfssysteem	-
Efficiënte productie	Melkgeldopbrengsten minus voerkosten in 1e lactatie.	20
Hoge levensduur	Laatrijpheid: stijging van gecorrigeerde melkgeldopbrengsten minus voerkosten in latere t.o.v. 1e lactatie	13
Hoge persistentie	Voorspelde 305 dagen productie op 100 dagen t.o.v. werkelijke 305-dagen-productie in 1e lactatie	8
Voldoende vleesproductie	Beoordeling bespiering	7
Functioneel exterieur	Uier-, klauwen- en benen-beoordeling	12, 3 en 5
Goede gezondheid	Beoordeling gezondheid	9
Goede vruchtbaarheid	Aantal open dagen tussen 'tijdstip dekking toegestaan' en geslaagde dekking	7
Goed karakter	Karakterscore	10
Goede melkbaarheid	Melksnelheid	3
Gemakkelijk geboorteverloop	Draagtijd en geboorteverloop van dier	3 en -

4.3.3 Fokmethode

Er is gekozen voor een bedrijfseigen-fokkerij met natuurlijke dekking, om de volgende redenen:

- Bedrijfseigen-fokkerij maakt het bedrijf autonomer en minder afhankelijk van externe inputs.
- Over verschillende fokdoelen (bijv. gezondheid, efficiëntie binnen het systeem, karakter en levensproductie) is te weinig bekend via de fokwaardeschattingen van KI-stieren.
- Genotype × milieu-interacties kunnen niet uitgesloten worden.
- In de gangbare fokkerij-organisaties wordt gebruik gemaakt van voortplantingstechnieken waar de biologische veehouderij kritisch tegenover staat.
- Het dierwelzijn van de koeien wordt verhoogd door aanwezigheid van stieren in de stal en natuurlijke dekking.

Nadelen van een bedrijfseigen-fokkerij met natuurlijke dekking, in vergelijking met het gebruik van KI-stieren, zijn met name een sterk verlaagde selectie-intensiteit aan de stierzijde en een mogelijke (waarschijnlijke) verlaging van de nauwkeurigheid van de fokwaardeschattingen. Omdat de kans bestaat dat de doelen in steeds mindere mate gehaald worden, wordt de mogelijkheid open gehouden om over te gaan op het gebruik van stieren van buiten (eventueel KI).

Gestreefd wordt naar een vervangingspercentage 20% (ongeveer 11 vaarzen per jaar) waarvoor ongeveer 15 vaarskalveren zullen worden aangehouden. Per jaar worden zo'n 5 stieren ingezet om het risico van een snelle inteelt-toename, te lage fokwaarde, slechte vruchtbaarheid, etc., van de gebruikte stieren te beperken. Daarvoor zullen ongeveer 6 stierkalveren worden aangehouden. Per stier worden 3 à 4 koe-kalveren aangehouden. Na gemiddeld 13 geslaagde dekkingen wordt de stier verkocht (op een leeftijd van ongeveer 1,5 jaar).

4.4 Huisvesting van het rundvee

4.4.1 Staltypen

Er zijn vijf staltypen: de grupstal, de ligboxenstal, de potstal en de tussenvormen voerligboxenstal en hellingstal. Van deze vijf typen bestaan verschillende varianten. Bij de afweging wordt uitgegaan van de technisch beste en biologisch meest verantwoorde uitvoering.

4.4.2 Beoordeling van de staltypen

De staltypen worden beoordeeld wat betreft dierenwelzijn, gezondheid van dieren, waarde van de mest, milieubelasting, benodigde hoeveelheid arbeid, arbeidsgemak en arbeids-

inspanning, kosten, in hoeverre gemakkelijk gemeten kan worden ten behoeve van onderzoek en in hoeverre de stal binnen de gehele ecologische landbouw past.

Hieronder wordt alleen ingegaan op de deelaspecten die kunnen verschillen voor de verschillende stallen.

Dierenwelzijn

Dierenwelzijn heeft de volgende aspecten:

- Beweging op zich is goed voor het lichamelijk welzijn van dieren. Aangenomen mag worden dat jonge dieren meer behoefte aan beweging hebben dan oudere koeien. Op stal lopen koeien overigens veel minder (ca. 0,5 uur) dan buiten (ca. 4,5 uur), deels omdat ze nauwelijks hoeven te lopen en deels omdat veel koeien zich maar in een beperkte ruimte binnen het sociale spanningsveld kunnen bewegen (Rist, 1987, p. 30).
- Vrij bewegende dieren kunnen positieve vriendschapsrelaties onderhouden. In grupstallen wordt hen deze vrijheid ontnomen, maar daar staat tegen over dat er meer ruimte is voor een relatie tussen verzorger en dier. Verzorgers kunnen het tekort compenseren door hen aandacht te geven tijdens de verzorging en door dieren bij elkaar te zetten die elkaar in de weideperiode opzoeken.
- Vrij bewegende dieren moeten confrontaties uit de weg kunnen gaan. Naarmate de ruimte in loopstallen kleiner is, lopen de spanningen gemakkelijker op. Als dieren meer ruimte gegeven wordt binnen de stal vergroot dit de ammoniakemissie en de bouwkosten. Als de dieren in de late herfst en vroege winter meer ruimte gegeven wordt buiten de stal, vergroot dit de uitspoeling van stikstof. In potstallen en hellingstallen hebben de dieren meer ruimte elkaar te ontwijken. In de overige stallen moeten de paden zo ruim gemaakt worden dat twee dieren elkaar ruim kunnen passeren (2,80 m). Ook kunnen kleinere groepen gevormd worden (ca. 25 dieren per groep). In grupstallen zijn confrontaties niet aan de orde.
- Niet onthoornen kan leiden tot extra onrust, stress en verwondingen. Als niet onthoornd wordt kunnen onrust en stress op lange termijn voorkomen worden door te selecteren en te fokken op rustige dieren. Op korte termijn moeten verwondingen voorkomen worden door de dieren rustig tegemoet te treden en hen in loopstallen voldoende ruimte en uitwijkmogelijkheden te geven. Binnen de reguliere veeteelt wordt onthoornen gezien als een goede manier om dieren tegen elkaar te beschermen. Binnen de ecologische landbouwbeweging worden de dieren bij voorkeur niet onthoornd, omdat het de integriteit en schoonheid van de dieren aantast, maar als het nodig blijkt om verwondingen te voorkomen, past men het wel toe.
- De dieren prefereren een ruim, zacht en droog ligbed en frisse lucht. De stallen doen hierin niet veel voor elkaar onder: in een potstal en hellingstal vinden de dieren vooral een ruim ligbed, in de grupstal en de ligboxstal een droger ligbed. De grupstal heeft het kleinste bevochtigde oppervlak en is daarmee het gemakkelijkste voldoende te ventileren. De aanwezigheid van verterende mest maakt dat aan de ventilatie van een potstal hogere eisen gesteld moeten worden. In de zomer is een potstal ongeschikt voor de huisvesting van de dieren omdat de mest dan haar draagkracht verliest. De mest kan

buiten de stal gecomposteerd worden, maar daartoe moet dan wel een aparte plaat gemaakt worden en bovendien gaat composteren van potstalmest gepaard met verlies van stikstof (tot ca. 25% van de totale hoeveelheid volgens Kirchman (1985)).

Uit oogpunt van dierenwelzijn zijn de potstal en hellingstal waarschijnlijk te preferen boven loopstallen met boxen. De grupstal wordt door verschillende mensen heel uiteenlopend beoordeeld; er ontbreekt vooralsnog een objectief kader en er is evenveel reden het systeem diervriendelijk danwel dieronvriendelijk te noemen.

Gezondheid van de dieren

In een moderne grupstal is de kans op mastitis, verspreiding van infecties, klauwgebreken en verwondingen het geringst. Stofwisselingsziekten en beengebreken blijken in ruime boxen i.t.t. vroeger geen probleem meer. De andere stallen ontlopen elkaar niet veel. De kans op verwondingen is kleiner indien de dieren onthoornd zijn en meer ruimte vinden elkaar uit de weg te gaan.

De waarde van de mest

De voorkeur gaat uit naar een combinatie van vloeibare en vaste mest. Een vaste mest waaruit de stikstof langzaam vrijkomt en die in de nazomer in de stoppel kan worden uitgereden zonder de bodem te verdichten en zonder dat het leidt tot een te grote uitspoeling van stikstof. Daarnaast een vloeibare mest met een grote directe stikstofwerking, waarmee de groei van gewassen gestuurd kan worden. Zo'n vloeibare mest moet in het voorjaar uitgereden worden zonder dat de struktuur van de bodem geweld wordt aangedaan. De kans op structuurbederf is het geringst als de mest zo voorbehandeld kan worden dat deze emissiearm kan worden verregend/verspoten over een staand gewas door middel van een lichte, automatisch werkende installatie. Gier leent zich beter voor zo'n behandeling dan drijfmest.

In een hellingstal kan nauwelijks vloeibare mest gewonnen worden en de vaste mest bevat veel vocht en stikstof. In de overige stallen kan vaste mest naast gier of drijfmest gewonnen worden. In een grupstal en voerligboxenstal kunnen gier en faeces het meest verregaand gescheiden worden, waardoor de vaste mest een uitgesproken langzame en de gier een uitgesproken snelle stikstofwerking krijgt.

De belasting van het milieu

De ammoniak-emissie uit een grupstal en ligboxenstal is verder terug te brengen met technische middelen dan die uit een potstal (Groenestein, 1993; Groenstein & Montsma, 1991; Groenestein & Reitsma, 1993) en waarschijnlijk ook verder dan die uit een hellingstal. Deze middelen zijn: een verkleining van het bevuilde oppervlak, een snelle afvoer van met name de urine naar een gesloten tank of kelder en een zo snel mogelijk onderwerken bij het uitbrengen van de mest. Afzien van onthoornen maakt dat de paden in loopstallen ruimer gemaakt moeten worden en leidt daarmee tot een grotere emissie. Als niet onthoornd wordt kan de grupstal het meest milieuvriendelijk uitgevoerd worden.

Bij het uitrijden kunnen de ammoniakverliezen in alle gevallen beperkt worden door de mest snel in te werken of door de ammoniak deels vooraf te nitrificeren. Injectie van mest

geeft de minste verliezen, tenminste als de grond vochtig is. De emissie van stikstof uit vaste mest hangt ook af van het vochtgehalte van de grond: naarmate de grond droger is en daardoor kluitiger wordt bij het inwerken zal meer van de aanwezige ammoniak verloren gaan. De verliezen hangen verder af van de hoeveelheid urine in de mest (hellingstal > potstal > grupstal).

Arbeidstijd
De systemen ontlopen elkaar niet veel wat betreft de tijd die nodig voor het melken, voeren, schoonmaken en opstrooien. In een grupstal is gewoonlijk wat meer tijd nodig om de tochtigheid te controleren, maar wanneer met eigen stieren wordt gewerkt speelt dit nauwelijks. Controle op ziekten en de behandeling daarvan gaat gemakkelijker in een grupstal. In de weideperiode kost het melken op de grup meer tijd omdat de dieren vastgezet moeten worden.

Zwaarte van de arbeid
De loopstallen ontlopen elkaar niet veel wat betreft de zwaarte van de arbeid. In de grupstal moet de melker bij het melken door de knieën. De belasting van de knieën bij het telkens weer opstaan is voor het merendeel van de boeren reden het melken in een melkput te preferen, met name in geval van grote groepen dieren. Deze extra belasting kan worden verkleind en gecompenseerd door:

- De individuele koeien goed schoon te houden door ruim in te strooien en ze te leren de ligruimte schoon te houden. De dieren kunnen dan direct gemolken worden en de melkruimte hoeft niet worden schoongemaakt.
- De dieren veel ruimte te geven, zodat men gemakkelijk tussen de dieren kan komen.
- Te werken met lichte melkstellen bij een zo lage onderdruk dat zonder bezwaar een korte tijd droog gemolken kan worden.

Verder wordt het melken en de verzorging van de dieren op de grup als prettig ervaren: droog, warm en dichtbij de dieren.

Meetbaarheid
In een grupstal kan de voederopname per dier worden gemeten en deze kan gerelateerd worden aan de melkopbrengst, in de overige staltypen zijn hier dure technische voorzieningen voor nodig. De dieren kunnen in loopstallen routinematig gewogen worden door een weegbox in de pad van het melklokaal te construeren, in grupstallen is het gemakkelijker de dieren incidenteel te wegen met een losse weeginstallatie. In alle stallen kan de melkproductie automatisch gemeten en geregistreerd worden.

Kosten
De bouwkosten van de loopstallen ontlopen elkaar niet veel. Die van de grupstal kunnen lager gehouden worden omdat de stal compacter gebouwd kan worden en geen dure voorzieningen nodig zijn om de individuele voederopname te registreren.

Inpasbaarheid

Het bedrijf moet onafhankelijk zijn van gangbaar produrende bedrijven en kunnen functioneren indien alle bedrijven in Europa ecologisch zouden zijn. In dat laatste geval zou er nauwelijks sprake kunnen zijn van aan- en verkoop van stro, aangezien dat overal van belang zou zijn voor het behoud van het organische stof gehalte. In geval van een potstal is bij de huidige veebezetting tenminste 154 ton stro nodig (= 96 GVE × 200 dagen × 8 kg stro per GVE) en bij de huidige vruchtwisseling komt hooguit 100 ton stro beschikbaar (= 20 ha graan × ca. 5 ton stro per ha). Een potstal is alleen mogelijk bij een lagere veebezetting met minder grasklaverluzerne en meer graan/hakvruchten of bij een gelijke veebezetting en meer graan en minder hakvruchten. In het eerste geval staat tegenover een organische stof toevoer door het groter accent op graanteelt een nagenoeg even groot verlies door het lagere percentage grasklaverluzerne en het geringer aantal dieren. M.a.w. een keuze voor de potstal leidt niet tot een duidelijk grotere aanvoer van organische stof en wel tot meer grondbewerking en dus tot een snellere afbraak van organische stof. De keuze gaat bovendien gepaard met een geringere stikstofbinding door grasklaver. Deze moet gecompenseerd worden door vlinderbloemigen te verbouwen als hoofdgewas of stoppelgewas om de productie op een voldoende hoog peil te houden. In het tweede geval leidt de keuze voor een potstal tot het afzien van de hoger salderende hakvruchten en in beide gevallen tot een extensievere bedrijfsvoering.

In geen van beide gevallen correspondeert het aandeel van de gewasgroepen met het huidige voedingspatroon.

Conclusie

Het melkvee wordt niet in een potstal gehuisvest vanwege de te hoge strobehoefte. De hellingstal wordt niet gekozen omdat met dit systeem alleen vaste mest verkregen wordt met een laag drogestofgehalte en een hoog gehalte aan snel mineraliseerbare stikstof. Technisch gezien gaat de voorkeur uit naar de grupstal omdat daarin twee complementaire mestsoorten gewonnen kunnen worden. Ook kunnen dieren in een grupstal zonder veel meerkosten individueel gevoederd worden, dit in tegenstelling tot de voerligboxenstal en gewone ligboxstal. De melkers op de Minderhoudhoeve geven de voorkeur aan het melken in een melkput. Er wordt daarom gekozen voor een combinatie van een melkput en grupstal. De keuze leidt tot een wat hogere emissie dan in een echte grupstal. Verwacht wordt dat de emissie lager zal zijn dan die welke in een loopstal met hellende vloeren en giergoot gehaald kan worden (< 4.4 kg NH_3 per koeplaats). Als de emissie groter zal blijken, zal gezocht worden naar verbeteringen in de mestverwerking.

Bij de keuze van het staltype voor het jongvee weegt het sociaal contact zwaar mee en er is voor gekozen het jongvee groepsgewijs in een potstal te huisvesten: het geeft de dieren ruimte en de mest kan gemengd worden met de vaste mest van de koeien. Ook de vijf stieren worden individueel gehuisvest in een potstal. De wat grotere ammoniakemissie is binnen het gehele bedrijfssysteem acceptabel.

4.5 Bouwplan en teelt van gewassen

4.5.1 Blijvend grasland

Rond de stal wordt 20 ha blijvende grasklaverweide aangelegd. Een vaste weide biedt in vergelijking met een in de rotatie roulerende kunstweide de volgende voordelen:

- De loopafstanden blijven beperkt voor de dieren (max. 300 meter bij een centrale ligging van de stal) en daardoor kunnen ze gemakkelijker en sneller naar de stal gedirigeerd worden.
- De energie/eiwitverhouding is beter en stabieler door het jaar heen; dit leidt tot minder grote stikstofverliezen vanuit de weide (Baars et al., 1992).
- De zode is dichter en wordt minder snel vertrapt, dit leidt een betere benutting van de bruto productie.
- De afrasteringen kunnen voor lange tijd gemaakt worden, dit maakt het haalbaar schapen mee te laten weiden. Een nader te bepalen aantal kan meeweiden zonder dat dit ten koste gaat van de netto productie voor het rundvee (Nolan & Connolly, 1977).
- Langs randen en in de weide kunnen bomen geplant worden die het landschap verfraaien, de natuur diversificeren en het vee schaduw bieden.

Deze voordelen wegen op tegen twee belangrijke nadelen: de bruto droge stofproductie is ca. 25% lager dan die van een kunstweide (9 ton ds ha^{-1} versus 12 ton ds ha^{-1}) en voor het jongvee moeten aparte maatregelen getroffen worden om een te zware besmetting met maagdarmparasieten te voorkomen.

Het blijvend grasklaverland wordt opgedeeld in vier blokken van 5 ha. Het melkvee krijgt elke dag een nieuw blok. Tot half mei gaan de dieren alleen overdag naar buiten, van half mei tot begin augustus staan ze als het weer en het voeraanbod het toelaten dag en nacht buiten en vanaf begin augustus tot begin oktober staan de dieren 's nachts op stal. Dit laatste om stikstofverliezen door uitspoeling uit urineplekken te beperken. De voordelen van de snelle omweiding op grote percelen zijn:

- Een stabielere kwaliteit van de grasklaver,
- Meer rust onder de dieren, en
- Meer mogelijkheden om het perceel fraai in te richten.

De weidevegetatie bestaat voornamelijk uit Engels raaigras, veldbeemdgras, timothee en witte weideklaver. Per jaar worden ongeveer de volgende hoeveelheden N per ha afgevoerd (gebaseerd op Baars et al., 1992):

- Afvoer in silage: tien van de twintig hectare wordt gemaaid, opbrengst 2500 kg ds ha^{-1} met 3% N; 1250 kg ds × 3% N in ds = 37,5 kg N.
- Afvoer in melk: ongeveer 20% van de eiwitopname, ds-opname is 5775 kg ds met 3,5% N; 20% × 5775 kg ds × 3,5% N in ds = 40 kg N.
- Ammoniakvervluchtiging: 10% van de uitgescheiden stikstof en de uitgescheiden stikstof is gelijk aan de 80% van de opgenomen stikstof; 10% × 80% × 5775 kg ds ×

3,5% N in ds = 16 kg N.

- Onvermijdelijke chemo-denitrificatie kort na excretie in urineplekken: 25% van de totale urine-N en de urine-N is ongeveer 60% van de opgenomen stikstof; 25% × 60% × 5775 kg ds × 3,5 % N in ds = 30 kg N.
- Uitspoeling en denitrificatie van stikstof die in herfst resteert in urine plekken: bij beperking van de beweiding in de herfst ongeveer 15% van de totale urine-N; 15% × 60% × 5775 kg ds × 3,5 % N in ds = 18 kg N.

Al met al wordt ongeveer 140 kg N ha^{-1} afgevoerd en als per jaar via bemesting en depositie 60 kg N wordt aangevoerd moet tenminste 80 kg N door klaver gebonden worden. Dit is mogelijk bij een klaverproductie van ca. 1650 kg ds ofwel bij een klaveraandeel van ca. 20% in de ds. Verwacht wordt dat dit aandeel (of een hoger) in een standweide op de diepe, goed vochthoudende grond met een goede P en K voorziening gehandhaafd kan worden. Indien nodig wordt de groei van de klaver ondersteund door de hergroeiperiode te verlengen.

4.5.2 Overige gewassen en bouwplan

De vruchtopvolging is iteratief tot stand gekomen. Hierbij werd gebruik gemaakt van het FARM model (Habets, 1991) waarin aspecten van veevoeding, bodemvruchtbaarheid en economie aan elkaar gekoppeld zijn. Hierbij werd uitgegaan van het volgende:

- De aanvankelijke veebezetting is gekozen op basis van de ervaringsregel dat binnen de ecologische landbouw ca. 1 GDE per ha bedrijfsopppervlak nodig is om het land in de conditie en vruchtbaar te houden. Een extra argument voor deze veebezetting is dat op een goede grond daarbij de verhouding tussen dierlijke en plantaardige productie correspondeert met die van het huidige Nederlandse voedingspatroon.
- Ten einde de stikstofvoorziening van het bedrijf te garanderen vormen gras-klaver-luzerne mengsels het basisvoeder.
- Het overschot aan eiwit in het voer (DVE en OEB) mag niet groter zijn dan 25% van de behoefte.
- Wortelonkruiden worden teruggehouden door goed groeiende mengsels van gras, klaver en luzerne in een teeltfrequentie van 2/7.
- De kans op bodemgebonden ziekten en plagen bij dicotylen wordt geminimaliseerd door enkelvoudige teelten van monocotylen in een teeltfrequentie van 2/7.
- De kans op structuurbederf bij de oogst wordt klein gehouden door laat te rooien hakvruchten in een lage frequentie (1/7) te telen.

Het bouwland wordt opgedeeld in zeven stukken van elk 10 ha groot. De vruchtopvolging bestaat uit:

- 1e jaar: silagegraan met als ondervrucht een mengsel van gras, klaver en luzerne,
- 2e jaar: grasklaverluzerne,
- 3e jaar: grasklaverluzerne,
- 4e jaar: een vroeg ruimende hakvrucht gevolgd door een vanggewas,

- 5e jaar: tarwe gevolgd door een vanggewas,
- 6e jaar: een laatruimende hakvrucht inclusief 4 ha voederbieten,
- 7e jaar: voedergraan gevolgd door silagegraan.

Silagegraan
Er is gekozen voor zomergerst i.p.v. maïs. De opbrengst van maïs is weliswaar hoger, maar daar staan de volgende nadelen tegenover: er bestaat een gerede kans dat onkruiden deels handmatig bestreden moeten worden in de tijd dat ook de hakvruchten arbeid vragen en de kans is groot dat de structuur van de grond lijdt bij de oogst en dat een doorgezaaide ondervrucht niet in staat is nagenoeg alle resterende stikstof op te nemen. Met de zomergerst wordt tegelijkertijd het grasklaverluzerne mengsel ingezaaid (Italiaans raaigras, rietzwenkgras, timothee, rode en witte klaver en luzerne). Het mengsel wordt in juli gehakseld bij een drogestofgehalte van 40 en ingekuild (ca. 10 ton ds ha^{-1}). Graansilage wordt graag door dieren opgenomen en het compenseert de positieve OEB van gras/klaver/luzerne.

Grasklaverluzerne
Een productief en homogeen mengsel verdringt alle wortelonkruiden en bij 50% vlinderbloemigen in de droge stof ligt de stikstofbinding in de orde van grootte van 250 kg N ha^{-1} jr^{-1}. De opkomst en eerste groei van de klaver en luzerne wordt zeker gesteld door het mengsel in het voorjaar met de gerst in te zaaien. In droge en warme jaren is met name luzerne in staat om gedurende de droge periode door te groeien. Het gras compenseert het hoge eiwitgehalte van de klaver en luzerne, geeft meer structuur aan het voer en maakt het mengsel beter conserveerbaar. Er wordt bruto ongeveer 12.000 kg ds ha^{-1} gemaaid.

Het verloop van de kwaliteit van het voer is op dit moment slechts in grote lijnen bekend. In het vroege voorjaar domineert het gras, hetgeen gepaard gaat met een laag eiwitgehalte. Later in het jaar gaan luzerne en de klaver domineren en wordt het eiwitgehalte hoger. Als het mengsel te rijk aan vlinderbloemigen blijkt te worden (> 50% in de droge stof) kan bijgestuurd worden door tijdig te bemesten met gier.

Vroege hakvrucht
Na het ploegen van de grasklaverluzerne is het land al vroeg in het jaar vruchtbaar. Het is verder in een goede fysische conditie en nagenoeg vrij van wortelonkruiden. Na grasklaverluzerne zijn er veel grotere bodemdieren aanwezig en er zijn aanwijzigingen dat deze jonge planten kunnen aantasten bij gebrek aan ander voedsel. Ook kunnen restanten van luzernewortels het mechanisch schoffelen bemoeilijken. Daarom worden in eerste instantie midden-vroege aardappels geteeld. Deze hebben hier minder van te lijden.

Tarwe
Na de aardappelen wordt een mengsel van goede baktarwes gezaaid, zoals Rektor, Urban, Monopol en Hereward. In het voorjaar wordt eenmaal geëgd en in augustus wordt geoogst (ca. 6500 kg ha^{-1}). Na de oogst wordt de helft van de aanwezige vaste mest uitgereden en met de schijveneg ingewerkt. Vervolgens wordt een mengsel van veldbonen en rogge als

groenbemestings-/vanggewas gezaaid.

Late hakvruchten
Het land wordt in het vroege voorjaar ondiep (ca. 14 cm) geploegd en aangerold. Daarna worden laat ruimende groentegewassen en hakvruchten geteeld.

Voedergraan
Na de hakvrucht wordt in het najaar triticale gezaaid. Triticale komt op ecologische bedrijven tot goede opbrengsten, het is weinig ziektegevoelig, brengt ook veel stro op en verdringt onkruid gemakkelijk. Na de oogst wordt de helft van de aanwezige vaste mest uitgereden en met de schijveneg ingewerkt. Vervolgns wordt er een mengsel van bladkool en veldbonen gezaaid.

4.6 Beheer bodemvruchtbaarheid en nutriëntenbalans

De grond is goed vochthoudend, goed gedraineerd en diep doorwortelbaar. De voorraden van de belangrijke nutriënten zijn ruim en het adsorberend vermogen van de grond is goed. De percelen zijn homogeen wat betreft profielopbouw. Dit alles vergemakkelijkt het beheer. De aandacht zal vooral gericht worden op behoud/ verbetering van de structuur, op de sturing van de beschikbaarheid van N en op de nutriëntenbalans.

De *structuur van de grond* moet een intensieve beworteling van de grond mogelijk maken, zowel van de bovengrond als van de ondergrond. In de winter moet een belangrijk deel van het regenoverschot zonder te stagneren via by-pass stroming doorlopen naar het grondwater. Dit laatste om denitrificatie en uitspoeling van nutriënten uit de bodemmatrix te beperken.

De kans op *structuurbederf* wordt klein gemaakt door op het bouwland het aandeel van gewassen die laat in de herfst geoogst worden klein (1/7) te houden en door het grasland alleen te beweiden wanneer de zode niet vertrapt wordt.

De *gewenste structuur* ontstaat in de bovengrond door fysische werking van vorst, droogte en grondbewerking en door de activiteit van de bodemfauna, in de ondergrond door (semi-)irreversibele krimp en activiteit van de bodemfauna. De grond is nagenoeg continu begroeid, er wordt veel organisch materiaal ingewerkt, de laatste snede klaver en luzerne komt ter beschikking van de bodemfauna en er wordt alleen geploegd als dat echt nodig is om het land schoon en zaaiklaar te maken. Verwacht wordt dat de luzerne in de kunstweide in droge zomers de vorming van semi-permanente scheuren in de hand werkt.

Het *verloop van de beschikbaarheid van stikstof* zal worden gemeten met behulp van een snelle veldmethode en berekend met behulp van een model als N-DICEA (Habets & Oomen, 1993). Op basis van vergelijking van meet- en rekenresultaten zal worden nagegaan wat de effecten zijn van bedrijfsstructuur en bedrijfsvoering (veebezetting, vruchtwisseling, grondbewerking, timing van bemesting en groenbemesting) op het beschikbaar komen en het

verloren gaan van stikstof.

Een (tijdelijke) overmaat aan stikstof leidt bij veel gewassen tot een grotere gevoeligheid voor ziekten en plagen (fysiologische vatbaarheid) en moet binnen de ecologische landbouw zo veel mogelijk voorkomen worden. Een overmaat stikstof in de bouwvoor wordt voorkomen door de gier vroeg in het voorjaar over een groot oppervlak uit te brengen (graan en gras samen 70 ha). Per jaar kan ca. 1500 kg snel mineraliserende N in vloeibare mest verspreid worden. In het voorjaar moet structuurbederf door zware machines vermeden worden. De mest wordt daarom met slangen naar de mestverdeler gebracht. Overwogen wordt een systeem te ontwikkelen waarbij zoveel ammonium genitrificeerd wordt dat de pH van de vloeibare mest daalt tot ca. 6 en verdere vervluchtiging geminimaliseerd wordt. Technisch is dit mogelijk, of het in het gehele bedrijfssysteem economisch rendabel is, is nog de vraag.

Nutriëntenbalans

De nutriëntenbalans is uitgerekend op basis van bouwplan, veebezetting en geschatte opbrengsten en nutriëntenaanvoer door depositie, fixatie en mest van buiten het bedrijf. In Tabel 4.6 staan de resultaten samengevat.

Gemiddeld wordt jaarlijks 129 kg *stikstof* per ha aangevoerd, via mest en gewasresten wordt ca. 100 kg N ha^{-1} gerecirculeerd. Het benuttingspercentage van stikstof kan op dit moment niet nauwkeurig geschat worden, gedurende de projectperiode zal getracht worden het omhoog te brengen. De stikstofverliezen blijven beperkt dankzij de gegeven eigen-

Tabel 4.6 Nutriëntenbalans van het ecologisch gemengd bedrijf.

	kg N totaal	kg N ha^{-1}	kg P totaal	kg P ha^{-1}	kg K totaal	kg K ha^{-1}
Aanvoer						
GFT-compost	2850	32	523	6	1743	19
Thomasslakkenmeel	-	-	523	6	-	-
Depositie	3060	34	78	1	374	4
N-binding	5779	64	-	-	-	-
	11689	130	1125	13	2117	23
Afvoer						
Melk	2460	27	406	5	679	8
Vee	392	4	106	1	27	0
Gewassen	3091	34	611	7	2905	32
	5943	65	1123	13	3611	40
Overschot	5746	65	2	0	−1495	−17
Bennuting bedrijf (%)	51		100		171	

schappen van de bodem (diepe, goed gedraineerde kleigrond) en worden beperkt door de teelt van vangewassen, door de snel mineraliserende mest in het voorjaar toe te dienen, door groenbemesters en en vanggewassen laat onder te ploegen, door de dieren in de herfst 's nachts op stal te zetten en door structuurbederf te vermijden.

Ter compensatie van de afvoer in producten wordt *fosfaat* aangevoerd, als de beschikbaarheid van de fosfaat in of onder het streeftraject ligt. Dit streeftraject wordt voorlopig wat arbitrair gekozen. De beschikbaarheid van fosfaat hangt af van de hoeveelheid fosfaat in de grond, de wijze waarop het gebonden is en de structuur van de grond. In de Flevopolder kan op gemengde ecologische bedrijven de Pw toenemen, ook bij een netto export van fosfaat. De Pw moet in de Flevopolder anders geïnterpreteerd worden dan daarbuiten (Remmelzwaal & Habekotté, 1986): bij lagere waarden dan elders is de fosfaatvoorziening reeds voldoende. Hoewel het streeftraject minder nauwkeurig kan worden gekozen wordt de Pw vooralsnog toch gebruikt om na te gaan of fosfaat van buiten het bedrijf moet worden aangevoerd. De Pw wordt in de rotatie gemeten na de teelt van voedergraan. Bij $15 < Pw < 25$ wordt evenveel fosfaat van buiten het bedrijf aangevoerd als er netto in de rotatie wordt afgevoerd. Bij $Pw > 25$ wordt geen fosfaat aangevoerd en bij $Pw < 15$ wordt extra fosfaat aangevoerd. Er vanuitgaande dat ca. 50% van de van het bedrijf afgevoerde nutriënten gerecirculeerd kan worden, wordt 50% van de afgevoerde fosfaat in de vorm van GFT compost en 50% in de vorm van thomasslakkenmeel gegeven. In geval er extra fosfaat moet worden aangevoerd, gebeurt dat in de vorm van thomasslakkenmeel.

De afvoer van de *kali* hoeft vooralsnog niet gecompenseerd te worden omdat de grond grote reserves bezit waar tenminste de komende decennia op kan worden ingeteerd. Een deel van de afvoer wordt gecompenseerd met de kali in de GFT compost.

5 Onderzoeksplan

E.A. Lantinga[1], G.J.M. Oomen[2] & J. van Bruchem[3]
[1] Groep Theoretische Productie-ecologie, Landbouwuniversiteit Wageningen
Bornsesteeg 47, 6708 PD Wageningen
[2] Groep Ecologische Landbouw, Landbouwuniversiteit Wageningen
Haarweg 333, 6709 RZ Wageningen
[3] Groep Dierlijke Productiesystemen, Landbouwuniversiteit Wageningen
Marijkeweg 40, 6709 PG Wageningen

Op het gebied van gemengde bedrijfssystemen bestaan nog veel vragen en zijn nog weinig goede waarden voor technische coëffiënten bekend. Het onderzoek op de Minderhoudhoeve kan een bijdrage leveren aan het vergroten van de kennis met betrekking tot zulke bedrijfssystemen. Om de resultaten van de nieuwe opzet te beoordelen worden de gemeten data zo mogelijk vergeleken met de bedrijfsresultaten van de Minderhoudhoeve in de jaren 1991 t/m 1994.

In beide bedrijfssystemen zal onderzoek uitgevoerd worden door een technisch onderzoeker, door onderzoekers van betrokken LU-leerstoelgroepen, door AIO's en door studenten.

5.1 Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen voor de Minderhoudhoeve zijn ondergebracht in een aantal projecten.

Project 1
Wat zijn de gevolgen van beide bedrijfssystemen voor de bedrijfsvoering en de bedrijfsresultaten?

- Gedetailleerde registratie van de financiële opbrengsten en de gemaakte kosten.
- Gedetailleerde registratie van het arbeidsverbruik.
- Bijhouden van het energieverbuik.
- Bepalen van de bruto en netto gewasopbrengsten en de kwaliteit van de producten, zowel van grasland als van bouwland.
- Registratie van de melkproductie: officiële drie-weekse melkcontrole, inclusief celgetal (elke controle).
- Afgesloten lijsten: totale en 303-dagenproductie.
- Exterieurgegevens verzamelen via de bedrijfsinspectie van het NRS. Hierbij worden eenmaal per jaar alle melkgevende vaarzen op het exterieur beoordeeld. Deze resultaten staan samen met de afgesloten melklijst vermeld op de koekaart.
- Van elk afgevoerd vrouwelijk dier wordt de afvoerdatum, de reden van afvoer (met codering) en bestemming op de afvoerlijst verzameld.

- Registreren van de hoogte van de mestgift met kunstmest en dierlijke mest.
- Registreren van het bestrijdingsmiddelengebruik.
- Bijhouden van het graslandgebruik.
- Registratie van het rantsoen van het vee en zo mogelijk van individuele koeien, inclusief de opname van weidegras.
- Vruchtbaarheid en levensduur van het vee.
- Registratie van ziektegevallen bij het vee en het gebruik van diergeneesmiddelen.
- Bijhouden aanwas en afvoer vee.
- Registratie van uitgevoerde grondbewerkingen.
- Registratie van uitgevoerd loonwerk.

Project 2

Wat zijn de gevolgen van een gemengde bedrijfsvoering voor de nutriëntenbalans van het bedrijf? Wat is het lange-termijn effect van een gemengd bedrijfssysteem op de beschikbaarheid van N, P en K voor het gewas en op de organische stofbalans?

Hiervoor dienen waarnemingen verricht worden ter bepaling van de N-, P- en K-balans:

- Kunstmest: samenstelling.
- Krachtvoer: soort, samenstelling en hoeveelheid.
- Ruwvoer: samenstelling plus hoeveelheid van eventuele verkocht ruwvoer.
- Benutting van het voer.
- Depositie: gemiddelde van de regio.
- Veestapel: aanwas en afvoer vee.
- Gehaltes in oogstbaar product en stro plus opbrengsten.
- Melk: samenstelling melk plus melkproductie.
- Dierlijke mest: de dierlijke mest wordt voor aanwending bemonsterd, zodat de gehaltes aan nutriënten in de mest bekend zijn.
- Drainwater: meten van samenstelling op verschillende tijdstippen gedurende het jaar plus meten van hoeveelheden neerslag.
- Bepalen van NO_3-N-gehalte in grondwater.
- Bepalen van de gehaltes in het weidegras op verschillende tijdstippen gedurende het groeiseizoen.
- Bepaling mest- en urineproductie tijdens weideperiode.
- Emissie-metingen.
- Nutriëntengehaltes in geoogst ruwvoer plus opbrengst.
- Nutriëntengehaltes in akkerbouwproducten.

Per perceel:

- Grondonderzoek voor bepaling van fosfaat- en kali-toestand en het organische-stofgehalte (eens per vijf jaar), C-totaal, N-totaal, P-totaal, bodem-pH, %$CaCO_3$ en spoorelementen (eens per tien jaar); de uitgangstoestand werd in 1996 vastgelegd. Bemonstering tot op een diepte van 30 cm (in graslandpercelen opsplitsing tussen lagen 0 - 5 en 5 - 30 cm).

- Hoeveelheid (anorganische) stikstof voor aanvang van het groeiseizoen (stikstofbemesting op afstemmen), tijdens groeiseizoen (stikstofvensters, bladsteeltjes-onderzoek) en na de oogst; eventueel opsplitsing in drie lagen van 30 cm.

Project 3
Wat zijn de lange-termijn effecten van beide bedrijfssystemen op de ontwikkeling van onkruiden, ziekten en plagen en op het gewasbeschermingsmiddelengebruik?
Het doen van waarnemingen in het gewas m.b.t.:
- De ontwikkeling van ziekten en plagen door het percentage aangetaste planten te schatten.
- Onkruiden: dichtheid, ontwikkelingsstadium, soorten, tijdstip van voorkomen.
- Het schatten van de schade veroorzaakt door ziekten, plagen en onkruiden.
- De ontwikkeling van het gewas d.m.v. het volgen van groeistadia en het bepalen van de plantdichtheid vanaf opkomst.
- Het effect van de afwisseling van bouwland en grasland op de bodemgezondheid.
- Jaarlijks registreren van gebruikte hoeveelheid en de soort gewasbeschermingsmiddelen.
- Registreren van de gewasopbrengsten en de productkwaliteit.

Project 4
Kwantificering van de effecten van een meerjarige teelt van gras/klaver op de populatiedynamica van onkruiden. Eén van de redenen in de praktijk om méérjarige gewassen in de vruchtwisseling op te nemen is de verlaging van de onkruiddruk op een perceel.

De Projecten 3 en 4 zullen op het ecologische bedrijf uitgevoerd worden door een AIO.

Project 5
Wat zijn de lange-termijn effecten van beide bedrijfssystemen op de samenstelling van flora en fauna?
- Bepalen van de rijkdom aan soorten en de aantallen planten en dieren in het grasland, bouwland en slootkanten en bermen

5.2 Interdisciplinaire verdieping

- Analyse van het effect van beperking van de diepte van kerende grondbewerking op de bodemecologie en bodemstructuur in relatie tot de gewasproductie in verschillende bedrijfssystemen voor akkerbouw en de teelt van vollegrondsgroente. Een project waarin zal worden samengewerkt door het Staring Centrum-DLO en de Groepen Ecologische Landbouw en Grondbewerking van de Landbouwuniversiteit.
- Een AIO-onderzoek van de Groep Ecologische Landbouw zal zich concentreren rond de vraag hoe natuur en cultuur met elkaar verweven moeten worden teneinde een goede

regulatie van ziekten en plagen te verzekeren.

- Participatie met de stal van het ecologische bedrijfssysteem in het onderzoek van Boencke in Duitsland m.b.t. diervriendelijke huisvesting
- Een AIO-onderzoek, van de Groep Dierlijke Productiesystemen, gericht op de modelmatige verkenning van de (technische) mogelijkheden, ter begeleiding en ondersteuning van experimenteel onderzoek dat uitgevoerd wordt op de Ir. A.P. Minderhoudhoeve. In de praktijk opgedane ervaringen kunnen in het model worden opgenomen, terwijl uit het model als veelbelovend naar voren komende technieken in de praktijk kunnen worden getoetst.
- Een AIO-onderzoek van de Groep Ecologische Landbouw met als doel het ontwikkelen van een conceptueel procesmodel waarin de belangrijkste processen van het ecologische gemengde bedrijf gemodelleerd worden. Dit conceptuele procesmodel zal de basis zijn voor het uiteindelijke (discrete) simulatiemodel. Dit simulatiemodel moet mogelijkheden bieden om het ecologische bedrijf door te rekenen om zodoende het inzicht in de ecologische bedrijfsvoering te vergroten en om dit bedrijf op theoretische wijze verder te ontwikkelen. Bij het vergroten van het inzicht gaat het vooral om het ontdekken van de sleutelfactoren die van belang zijn voor een gezond, zowel ecologisch als economisch gemengd ecologisch bedrijf.

5.3 Ontwerpen deelsystemen

- De ontwikkeling van een systeem van weidekippenhouderij op het ecologische bedrijfssysteem, waarbij mobiele huisvesting en genetische eigenschappen van de dieren op elkaar worden afgestemd.
- Het begrijpen en sturen van de stikstofstromen (inclusief de sturing van het percentage klaver in de grasklavermengsels en de sturing middels grondbewerking).
- Welke voedergewassen voldoen het beste op een gemengd bedrijf?
- Bestudering van de mogelijkheden van wintertarwe als vervanger van krachtvoer.

6 Organisatiestructuur

E.A. Lantinga & R. Rabbinge
Groep Theoretische Productie-ecologie, Landbouwuniversiteit Wageningen
Bornsesteeg 47, 6708 PD Wageningen

Voor de organisatie en de begeleiding van het bedrijfssystemenonderzoek op de Minderhoudhoeve wordt een wetenschappelijke adviescommissie, een projectteam en een periodiek beheersoverleg ingesteld met de volgende taken.

Wetenschappelijke adviescommissie
De wetenschappelijke adviescommissie komt in het groeiseizoen eens in de twee maanden bijeen en buiten het groeiseizoen eens in de drie à vier maanden. Zij buigt zich over de strategische beslissingen en over de richtlijnen voor de andere beslissingen die tactisch en operationeel van aard zijn. De commissie bestaat uit vertegenwoordigers van de LU-leerstoelgroepen die betrokken zijn bij het onderzoek op de Minderhoudhoeve, enkele vertegenwoordigers van DLO-instituten en van de onderzoekscholen PE, WIAS en MI. De betrokken leerstoelgroepen van de Landbouwuniversiteit zijn Veehouderij, Veefokkerij, Dierlijke Productiesystemen, Agronomie, Ecologische Landbouw, Plantenveredeling, Theoretische Productie-ecologie, Bodemkunde en Plantenvoeding, Grondbewerking, en Agrarische Bedrijfseconomie.

Projectteam
Het projectteam stelt de bedrijfs- en onderzoeksplannen op en draagt zorg voor de analyse, interpretatie en evaluatie van de onderzoeksgegevens. Het doet van daaruit voorstellen aan de wetenschapelijke adviescommissie voor de verdere ontwikkeling van de bedrijfssystemen. De samenstelling van het projectteam is als volgt:

Dr. ir. E.A. Lantinga	Coördinator van het geïntegreerde bedrijfssysteem (voorzitter en tevens contactpersoon naar buiten toe)
Ir. G.J.M. Oomen	Coördinator van het ecologische bedrijfssysteem
Dr. ir. J. van Bruchem	Dierlijke Productiesystemen
Ing. J. Overvest	Bedrijfsingenieur van de Minderhoudhoeve

Aan het hoofd van beide bedrijven staat een bedrijfsboer. De bedrijfsboeren zijn in overleg met het projectteam verantwoordelijk voor de bedrijfsvoering. De bedrijfsboeren en de technisch onderzoeksassistent (F. Bakker van Unifarm) kunnen op *ad hoc* basis de vergaderingen van het projectteam bijwonen. De bedrijfsingenieur verzorgt de communicatie tussen het projectteam en de beide bedrijfsboeren en is voorts belast met het personele en financiële beheer, inclusief de registratie van de ingezette arbeid, machine's e.d. op de beide bedrijven.

Periodiek beheersoverleg
Deze commissie adviseert inzake beslissingen omtrent personeel en benodigde investeringen. Naast de voorzitter van het projectteam hebben hierin de directeur van de sector dierwetenschappen en van de sector plant- en gewaswetenschappen zitting, evenals de bedrijfsingenieur van de Minderhoudhoeve en het hoofd van het proefbedrijf Unifarm. De directeur van de sector dierwetenschappen is de beheersmatige supervisor en participeert tevens namens de LUW in de projectgroep AKC voor beheersmatig overleg.

Publicatieplan
De publicaties met betrekking tot de nieuwe opzet van de Minderhoudhoeve zullen bestaan uit:

- Voorliggend rapport van de werkgroep 'Gemengde bedrijfssystemen' waarin de nieuwe opzet van de Minderhoudhoeve wordt beschreven.
- Een artikel over de opzet van de Minderhoudhoeve in het tijdschrift 'Agricultural Systems' of in 'Netherlands Journal of Agricultural Science' getiteld 'Mixed farming systems based on efficient nutrient and biocide management'.
- Artikelen en proefschriften naar aanleiding van AIO-onderzoek op de Minderhoudhoeve
- Jaarverslagen geschreven door de technisch onderzoeker over de jaarresultaten behaald op het proefbedrijf.
- Studentenverslagen over deelonderzoek uitgevoerd op het bedrijf.
- Overige wetenschappelijke artikelen.

7 Lijst van geraadpleegde literatuur

Aarts, H.F.M., 1991. Technische mogelijkheden voor de teelt van voedergewassen ten behoeve van rundvee. CABO-DLO, Wageningen, Verslag 146, 23 p.

Aarts, H.F.M., E.E. Biewinga & H. van Keulen, 1991. Dairy farming systems based on efficient nutrient management. In: Research on integrated farming systems in the Netherlands. Netherlands Journal of Agricultural Science 40(3), 285-299.

Alblas, J., F. Wanink, J. van der Akker & H.M.G. van der Werf, 1994. The impact of traffic induced compaction of sandy soils on the yield of silage maize in The Netherlands. Soil and Tillage Research 29(2/3), 157-165.

Anonymus, 1989a. Structuurnota Landbouw. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag, 139 p.

Anonymus, 1989b. Milieucriteria ten aanzien van stoffen ter bescherming van bodem en grondwater. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordending en Milieubeheer, Den Haag.

Anonymus, 1989c. Nationaal Milieubeleidsplan. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Economische Zaken, Landbouw en Visserij & Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Anonymus, 1990. Meerjarenplan Gewasbescherming: beleidsplan. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.

Anonymus, 1992. Telen met perspectief; Geïntegreerde teeltstrategieën gericht op een vermindering van kosten en milieubelasting. Informatie en Kennis Centrum Akker- en Tuinbouw en Dienst Landbouw Voorlichting, Wageningen, 62 p.

Asijee, K., 1993. Handboek voor de rundveehouderij. Publikatie nr. 35, Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Afdeling Rundvee-, Schapen- en Paardenhouderij. Lelystad, 629 p.

Baars, T., 1988. Fokkerij, Dirk Endendijk, 21 jaar familieteelt. Louis Bolk Instituut, Driebergen, 78 p.

Baars, T., 1991. Mineralenbeheersing in de biologische melkveehouderij. Louis Bolk Instituut, Driebergen, 16 p.

Baars, T., G. Oomen & M. van Dongen, 1992. Stikstofverliezen uit beweid grasklaverland. In: P.A. van der Werff (Ed.), Toetsing en nadere ontwikkeling van milieuvriendelijke bedrijfsvoering en bepaling van milieu-emissies van biologische gemengde bedrijven in Nederland op zandgronden. Vakgoep Ecologische Landbouw, Landbouwuniversiteit Wageningen, pp. 45-64.

Biewinga, E.E., H.F.M. Aarts & R.A. Donker, 1992. Melkveehouderij bij stringente milieunormen; Bedrijfs- en onderzoeksplan van het Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu. CLM, CABO-DLO en PR, Utrecht, Rapport nr. 1, 284 p.

Bon, K. van, 1994. Rendement omhoog door zuinige teelt. Oogst nr. 10, jrg. 7, supplement, pp. 12-13.

Booy, A. & R. Hoefman, 1993. Je eigen krachtvoer - Teeltaspecten van kolvensilage, voederbieten en gedroogd gras. Boerderij nr. 4, jrg. 78 - Veehouderij supplement, pp. 6-9.

Boxem, Tj., 1992. Vervanging krachtvoer door grasbrok of voederbieten. Praktijkonderzoek, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, nr. 6, pp. 11-15.

Boxem, Tj., 1993. Kaliumgehalte in gras en graskuil de laatste jaren toegenomen. Praktijkonderzoek, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, nr. 6, jrg. 6, pp. 8-11.

Bruins, W.J., 1992. Verdringing van gras door maiskolvensilage. Praktijkonderzoek, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, nr. 6, pp. 4-6.

Bruins, W.J., 1993. Opname van gras en gras/klaver. Praktijkonderzoek, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, nr. 3, pp. 1-4.

Cottrill, B.R., 1990. The nutritional value of forage crops. In: G.E. Pollott (Ed.), Milk and meat from forage crops. Occasional Symposium no. 24, British Grassland Society, pp. 79-89.

CVB, 1993. Verkorte tabel 1993 - voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarde veevoeders. Centraal Veevoederbureau, Lelystad, CVB-reeks nr. 13, 64 p.

Darwinkel, A., R.D. Timmer, H.W.G. Floot, A.H.J. Rops, M. Tramper, J.G.N. Wander & K. Wijnholds, 1993. Onkruidbestrijding in granen. In: Themadag Duurzame Onkruidbestrijding. Proefstation en Informatie- en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Themaboekje nr. 15, pp. 39-46.

Deinum, B., 1991. Teelt en gebruik van luzerne. Gebundelde Verslagen van de Nederlandse Vereniging voor Weide- en Voederbouw, Wageningen, nr. 23, pp. 1-8.

Dienst Landbouwvoorlichting, 1991a. Mestaanwending op grasland. In: Boerderij, nr. 17A, p. 21.

Dienst Landbouwvoorlichting, 1991b. Mesttoediening akkerbouw. In: Boerderij, nr. 41A, p. 15.

Dongen, G.J.M. van, 1991. Landbouwtechnische, economische, bemestingskundige en milieu-aspecten bij het toedienen en direct inwerken van dierlijke mest in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Verslag nr. 130, 113 p.

Dongen, G.J.M. van & J. Alblas, 1992. Voorjaarstoediening van dunne dierlijke mest op kleigronden. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Verslag nr. 145, 69 p.

Enckevort, P.L.A. van, A. Landman, H.H.H. Titulaer & E.J. Jansen, 1990. Mogelijkheden om uitspoeling van voedingsstoffen uit dierlijke mest te beperken. In: Themadag Benutting dierlijke mest in de akkerbouw. Proefstation en Informatie- en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Themaboekje nr. 10, pp. 53-68.

Engelberts, R., 1994. Voederbieten laten een brandschoon perceel achter. Oogst nr. 10, jrg.

7, pp. 48-49.

Garnsworthy, P.C. & D.T. Stokes, 1993. The nutritive value of wheat and oat silages ensiled on three cutting dates. Journal of Agricultural Science 121, 233-240.

Groenestein, C.M., 1993. Animal-waste management and emission of ammonia from livestock housing systems: field studies. In: E. Collins & C. Boon (Eds), Proceedings of Fourth International Symposium, University of Warwick Coventry, England. American Society of Agricultural Engineers, Michigan, USA, pp. 1169-1175.

Groenstein, C.M. & H. Montsma, 1991. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen. IMAG-DLO, Wageningen, The Netherlands, Rapport 91-1002, 14 p.

Groenstestein, C.M. & B. Reitsma, 1993. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen X (potstal voor rundvee). IMAG-DLO, Wageningen, The Netherlands, Rapport 93-1005, 15 p.

Habets, A.S.J., 1991. Farm, a more objective calculating model for arable, dairy, beef and mixed farms. Verslag Afstudeervak Vakgroep Ecologische Landbouw, Landbouwuniversteit Wageningen, 48 p.

Habets, A.S.J. & G.J.M. Oomen, 1993. Modellering van de stikstofdynamiek binnen gewasrotaties in de biologische landbouw. Vakgroep Ecologische Landbouw, Landbouwuniversiteit Wageningen, 45 p.

Haiger, A., R. Storhas & H. Bartussek, 1988. Naturgemässe Viehwirtschaft. Eugen Ulmer GmbH&Co, Stuttgart, 232 p.

Hill, J. & J.D. Leaver, 1990. Utilisation of whole-crop wheat by dairy cattle. In: G.E. Pollott (Ed.), Milk and meat from forage crops. Occasional Symposium no. 24, British Grassland Society, pp. 99-102.

Hoefman, R., 1993a. Mooi weer? Toch drogen. Boerderij nr. 11, jrg. 78 - Veehouderij supplement, pp. 16-17.

Hoefman, R., 1993b. Koeien doen meer met granen - Ontsloten graan prima te verteren. Boerderij nr. 16, jrg. 78 - Veehouderij supplement, pp. 16-17.

Hoefman, R., 1994. Nieuw advies stikstof - Wat de bodem levert hoeft boer niet te geven. Boerderij nr. 3, jrg. 79 - Veehouderij supplement, pp. 8-11.

Hoekstra, O. & J.G. Lamers, 1993. 28 jaar De Schreef. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Publikatie nr. 67, 207 p.

Huijsmans, J.F.M. & G.J.M. van Dongen, 1990. Toedieningsmethoden van dunne mest. In: Themadag Benutting dierlijke mest in de akkerbouw. Proefstation en Informatie- en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Themaboekje nr. 10, pp. 20-32.

Jarvis, S.C. & D.W. Bussink, 1990. Nitrogen losses from grazed swards by ammonia volatilization. In: N. Gáborcik, V. Krajcovic & M. Zimková (Eds), Proc. 13th Gen. Meeting EGF, Banská Bystrica (Czech.), vol II. Grassland Research Institute, Banská Bystrica, pp. 13-17.

Kahnt, G., 1986. Biologischer Planzenbau. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 228 p.

Ketelaars, J.J.M.H. & G.W.J. van de Ven, 1992. Stikstofbenutting en -verliezen in produktiegrasland. In: H.G. van der Meer & J.H.J. Spiertz (Eds), Stikstofstromen in

agro-ecosystemen. Agrobiologische Thema's, Wageningen, nr. 6, pp. 33-49.
Kirchmann, H., 1985. Losses, plant uptake and utilisattion of manure nitrogen during a production cycle. Acta Agric. Scand. Suppl 24, 9-71.
Krebbers, H., 1993. Sleuf of sleepvoet - mesttoediening op klei en veen vraagt eigen aanpak. Boerderij, jrg. 78, Veehouderij-supplement nr. 2, pp. 20-21.
Kroonen-Backbier, B. & F.G. Wijnands, 1993. Verslag over 1989. Proefbedrijf Ontwikkeling Bedrijfs-Systemen. OBS-uitgave nr. 10, Lelystad, 158 p.
Lloyd, A., 1992. Nitrate leaching following the break-up of grassland for arable cropping. In: J.R. Archer e.a. (Eds), Nitrate and Farming Systems. Association of Applied Biologists, Aspects of Applied Biology nr. 30, pp. 243-247.
Meer, H.G. van der & P.C. Meeuwissen, 1989. Emissie van stikstof uit landbouwgronden in relatie tot bemesting en bedrijfsvoering. Landschap 1989 nr. 1, pp. 19-32.
Meer, H.G. van der (Ed.), 1991. Stikstofbenutting en -verliezen van gras- en maisland; Stand van zaken in het onderzoek naar de stikstofproblematiek van gras- en maisland. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 10, Wageningen, 134 p.
Meijer, A.B., 1993. Het eerste proefjaar op de Marke. Praktijkonderzoek, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, nr. 5, pp. 80-83.
Meijer, R., Tj. Boxem, G. Smolders, A. van der Kamp & G.H. Wentink, 1994. Voederbieten voor melkvee. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij en Regionale Onderzoek Centra, Lelystad, Publikatie nr. 88, 29 p.
Noij, I.G.A.M. & H.J. Westhoek, 1992. Werking van dierlijke mest op gras- en maisland bij emissie-arme aanwending. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Lelystad, Intern Rapport nr. 8, 44 p.
Nolan, T. & J. Connolly, 1977. Mixed stocking by sheep and steers - a review. Herbage abstracts 47, 367-374.
Noorduyn, L., 1993, Twee systemen voor uitrijden mest op gras - veehouders moeten nog meer regels kennen. Boerderij, nr. 48, jrg. 78, p. 21.
Prins, H. & M. v. d. Kraaij, 1992. Schapenhouderij nog steeds geen vetpot. Praktijkonderzoek, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, nr. 3, jrg. 5, pp. 21-24.
Prins, W.H., K. Dilz & J.J. Neeteson, 1988. Current recommendations for nitrogen fertilisation within the E.E.C. in relation to nitrate leaching. The Fertiliser Society, Proceedings no. 276, Londen, 27 p.
Rabbinge, R., 1979. Een eeuw landbouwkundige ontwikkeling in vogelvlucht; selectieve ontwikkeling: noodzaak! maar ook mogelijk? SPIL (6) februari-maart, pp. 148-151.
Ridder, J.K., A.H.J. Rops, H.W.G. Floot, P.M.T.M. Geelen, E.Th.J. Schouten, H.P. Versluis & K. Wijnholds, 1993. Onkruidbestrijding in aardappelen. In: Themadag Duurzame Onkruidbestrijding. Proefstation en Informatie- en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Themaboekje nr. 15, pp. 15-26.
Rist, M., 1987. Artgemässe Nutztierhaltung. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart, 118 p.

Roeterdink, H.W. & J.J. Haaksma, 1993. Kwantitatieve informatie voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond. Informatie- en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond en Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Publikatie nr. 69, 212 p.

Schans, D.A. van, P.M.T.M. Geelen & D.T. Baumann, 1993. Onkruidbestrijding in snijmaïs. In: Themadag Duurzame Onkruidbestrijding. Proefstation en Informatie- en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Themaboekje nr. 15, pp. 52-62.

Schans, F.C. & J. de Boer, 1992. Gecombineerd weiden van schapen, lammeren, pinken en kalveren mogelijk als bedrijfssysteem. Praktijkonderzoek, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, nr. 3, jrg. 5, pp. 1-4.

Schils, R.L.M., 1992. Invloed van tijdstip van toediening op stikstofwerking van dunne rundermest op grasland. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, Rapport nr. 136, 139 p.

Schils, R.L.M., 1993. Opbrengst en kwaliteit van een gras/klavermengsel op de Waiboerhoeve (1). Praktijkonderzoek, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, nr. 1, pp. 8-13.

Schils, R.L.M. & W.J. Bruins, 1993. Opbrengst en kwaliteit van een gras/klavermengsel op de Waiboerhoeve (2). Praktijkonderzoek, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, nr. 3, pp. 5-7.

Schils, R.L.M., M.C. Verboon & W.J. Bruins, 1993. Nieuwe kansen voor witte klaver? Inleiding Open Dagen. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, pp. 11-20.

Schröder, J.J., 1990. Mais en mest: van tolerantie naar benutting. In: Themadag Benutting dierlijke mest in de akkerbouw. Proefstation en Informatie- en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Themaboekje nr. 10, pp. 86-96.

Schröder, J.J., T. Baan Hofman, H. Everts & W. van Dijk, 1992. Graslandvernieuwing en vruchtwisseling: een logische combinatie? In: Gebundelde Verslagen Nederlandse Vereniging voor Weide- en Voederbouw n.a.v. Themadag Graslandvernieuwing, Wageningen 1991.

Shorrock, C., 1990. Ensiling early harvested crimped grain. In: G.E. Pollott (Ed.), Milk and meat from forage crops. Occasional Symposium no. 24, British Grassland Society, pp. 103-105.

Smit, A.L. & A. van der Werf, 1992. Fysiologie van stikstofopname en -benutting: gewas- en bewortelingskarakteristieken. In: H.G. van der Meer & J.H.J. Spiertz (Eds), Stikstofstromen in agro-ecosystemen. Agrobiologische Thema's, Wageningen, nr. 6, pp. 51-69.

Smith, K.A. & B.J. Chambers, 1992. Improved utilisation of slurry nitrogen for arable cropping. In: J.R. Archer e.a. (Eds), Nitrate and Farming Systems. Association of Applied Biologists, Aspects of Applied Biology nr. 30, pp. 127-134.

Spiertz, J.H.J. & L. Sibma, 1986a. Dry matter production and nitrogen utilization in cropping systems with grass, lucerne and maize. 1. Comparison of crop characteristics, growth and production. Netherlands Journal of Agricultural Science 34, 25-35.

Spiertz, J.H.J. & L. Sibma, 1986b. Dry matter production and nitrogen utilization in cropping systems with grass, lucerne and maize. 2. Nitrogen yield and utilization. Netherlands Journal of Agricultural Science 34, 37-47.

Struik, P.C., 1992. Despecialisatie: over oude koeien en nieuwe gewassen. In: Gemengd bedrijf: verleden of toekomst? Symp. Studievereniging Arvense van de Vakgroep Landbouwplantenteelt en graslandkunde, Landbouwuniversiteit, Wageningen, pp. 5-18.

Subnel, B., Tj. Boxem & M. van Walbeek, 1993. Ontwikkeling bedrijfssysteem met luzerne op Cranendonk. Praktijkonderzoek, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, nr. 5, pp. 51-57.

Terwan, P., W.H.M.M. van Laarhaven, P.C.M. Willemsen, W.J. van der Weijden & J.A.M. van Bergen, 1990. De mestwetgeving: evaulatie en voorstellen voor nieuw beleid. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.

Timmer, R.D., J. Jonkers, P.M.T.M. Geelen & D.T. Baumann, 1993. Onkruidbestrijding in droge erwten, veldbonen en stamslabonen. In: Themadag Duurzame Onkruidbestrijding. Proefstation en Informatie- en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Themaboekje nr. 15, pp. 27-38.

Titulaer, H.H.H. & A. Landman, 1990. Bemestende waarde van dierlijke mest. In: Themadag Benutting dierlijke mest in de akkerbouw. Proefstation en Informatie- en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Themaboekje nr. 10, pp. 33-52.

Uyen, M. van, 1991. De teelt van krachtvoer op het melkveebedrijf. Informatie- en Kennis Centrum Veehouderij, Lelystad, Publikatie nr. 18, 80 p.

Verburg, S. & J. Corporaal, 1993. Emissie-arme mesttoediening op klei en veen. In: Praktijkonderzoek, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, nr. 5, jrg. 6, pp. 38-41.

Vereijken, P.H., 1990a. Geïntegreerde gewasbescherming meer dan efficiënter gebruik van chemische middelen. In: P.H. Vereijken & F.G. Wijnands (Eds), Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk - Strategie voor bedrijf en milieu. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad en Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek, Wageningen, Publikatie nr. 50, pp. 36-44.

Vereijken, P.H., 1990b. Innovatie van ecologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt al of niet in gemengd-bedrijfsverband. CABO-verslag nr. 138, Wageningen.

Vereijken, P.H., 1991. A methodic way to more sustainable farming systems. In: Research on integrated farming systems in the Netherlands. Netherlands Journal of Agricultural Science 40(3), 209-223.

Vereijken, P.H. & H.G. van der Meer, 1988. Geïntegreerde bemesting: onbekend maakt onbemind? Landbouwkundig Tijdschrift 100, jrg. 11, pp. 19-22.

Vereijken, P.H. & H.G. van der Meer, 1990. Geïntegreerde benadering van het bemestingsvraagstuk. In: H. Wassink (Ed.), Een veilige neventak - Bij luzerne geen

moeilijkheden met milieu en afzet. Boerderij nr. 14, jrg. 77 - Veehouderij supplement, pp. 18-19.

Vereijken, P.H. & F.G. Wijnands, 1990. Geïntegreerde bemestingsstrategie voor de akkerbouw. In: P.H. Vereijken & F.G. Wijnands (Eds), Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk - Strategie voor bedrijf en milieu. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad en Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek, Wageningen, Publikatie nr. 50, pp. 27-35.

Weinmann, J. & R. Heitefuss, 1990. Drijfmest in graan: effect op meeldauwaantasting. Instituut voor Fytopathologie en Gewasbescherming, Universiteit Göttingen. Dossier Gewasbescherming nr. 7, pp. 14-16.

Wevers, J., C.E. Westerdijk & J.C. van de Zande, 1993. Onkruidbestrijding in suikerbieten. In: Themadag Duurzame Onkruidbestrijding. Proefstation en Informatie- en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Themaboekje nr. 15, pp. 47-51.

Wevers, J., 1994. Combineer eg, schoffel en spuit. Oogst nr. 10, jrg. 7, supplement, p. 17.

Willigen, P. de, W.P. Wadman & M. van Noordwijk, 1992. Modelberekeningen omtrent de risico's van minerale stikstofophoping in het najaar bij enige akkerbouwgewassen en vollegrondsgroenten. In: H.G. van der Meer & J.H.J. Spiertz (Eds), Stikstofstromen in agro-ecosystemen. Agrobiologische Thema's, Wageningen, nr. 6, pp. 87-101.

Wijnands, F.G., 1990. Strategie voor een geïntegreerde teelt van suikerbieten. In: P.H. Vereijken & F.G. Wijnands (Eds), Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk - Strategie voor bedrijf en milieu. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad en Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek, Wageningen, Publikatie nr. 50, pp. 66-75.

Wijnands, F.G., 1992. Evaluation and introduction of integrated arable farming in practice. In: Research on integrated farming systems in The Netherlands. Netherlands Journal of Agricultural Science 40(3), 239-249.

Wijnands, F.G. & A. Veerman, 1994. Aardappelteelt kan aan alle eisen voldoen. Oogst nr. 10, jrg. 7, supplement, pp. 7-11.

8 Summary

8.1 Background

The Mixed Farming Systems Research was started to address problems that have surfaced in the last decades with current, highly specialized, agricultural production systems. In the 1980s, it became apparent that many of these systems in The Netherlands and other parts of Europe are suboptimal in biotechnical and environmental terms. Short-term rotations or monocropping, nutrient losses to the environment, high reliance on purchased inputs such as fertilizers, chemicals and concentrates, and inefficient use of available labour are characteristic for these farming systems. Short-term economic pressures pushed agriculture towards a high degree of specialization on a limited array of products. However, in the long run, this leads to undesirable economic, ecological, environmental and social effects. The development and evaluation of alternative systems is, therefore, important.

One way to prevent the undesirable effects of specialized agriculture is a re-birth of the mixed farming systems, at farm or regional levels, in which products and services are exchanged between the different production branches. Use of purchased inputs can be reduced by using more home-grown feed and more efficient application of cattle manure within the system. Balanced long-term crop rotations containing e.g. legumes, grassland fields, green manures and cover crops, reduce the need for fertilizers, herbicides, pesticides and spread economic risk.

8.2 The Minderhoudhoeve

The Ir. A.P. Minderhoudhoeve at Swifterbant, The Netherlands, is the experimental farm of the Wageningen Agricultural University. The farm is located in the Oostelijk-Flevoland polder, one of the large land reclamations in the centre of The Netherlands. This farm is about 30 years old and covers 247 hectare (ha) (610 acres, ac). Until recently, large-scale experiments on crop level, and with animals were conducted here for a wide variety of Departments at the University, such as Animal Breeding, Animal Nutrition, Plant Breeding, Plant Nutrition, Geology, Agronomy and Theoretical Production Ecology. These experiments will be continued at this location, as long as they do not interfere with the Mixed Farming Systems trials that were started in 1995.

Of the 247 ha, about 10 ha (25 ac) has been planted to trees, in a biomass research project of the Centrum voor Plantaardige Vezels (CPV), in cooperation with the Wageningen Agricultural University. Buildings take about 5 ha (12.5 ac) of the Minderhoudhoeve area. The mixed farming systems research utilizes 225 ha (555 ac).

8.3 The Mixed Farming Systems Research

In 1995, two prototypes of mixed farming systems were initiated at the Minderhoudhoeve: a mixed 'integrated', and a mixed 'ecological' (organic) farm. Both farms integrate animal husbandry and crop production, but they are managed independently according to preset goals and restrictions. The development of both farms is carefully monitored, and a continual evolution based on prior results will take place.

The project is part of the Agricultural Knowledge Centre Flevoland (AKC), along with the Christian Agricultural School (CAH) and the Bio-Dynamic Agricultural School Warmonderhof, both at Dronten. Support is provided through the year 2000 with European Community developments funds, administered by the province Flevoland. A special 'integrated farming systems' task force developed the plans, which were received very well by the University. At present, several University Departments are involved in the project. The project has been integrated in the Research Schools of Production Ecology (PE), Wageningen Institute of Animal Sciences (WIAS) and the Mansholt Institute (MI).

8.4 Information

Egbert Lantinga, Scientific Coordinator Integrated Unit
Group Theoretical Production Ecology, Bornsesteeg 47,
6708 PD Wageningen, The Netherlands
Phone: +31-(0)317-483915
Fax: +31-(0)317-484892
E-mail: egbert.lantinga@staff.tpe.wau.nl

Gerard Oomen, Scientific Coordinator Ecological Unit
Group Ecological Agriculture, Haarweg 333,
6709 RZ Wageningen, The Netherlands
Phone: +31-(0)317-484675
Fax: +31-(0)317-484995
E-mail: gerard.oomen@users.eco.wau.nl

Joop Overvest, Farm Supervisor
Ir. A.P. Minderhoudhoeve, Elandweg 40,
8255 RK Swifterbant, The Netherlands
Phone: +31-(0)321-321200
Fax: +31-(0)321-321702
E-mail: joop.overvest@apm.sdw.wau.nl

Web-site: http://www.agro.wau.nl/apm/