



Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij en
Paardenhouderij

Walboer-
hoeve

ROC's

Regionale
Onderzoek
Centra

Rapport nr. 151

Perspectieven grassenveredeling voor bedrijfsinkomen en mineralenoverschotten

Th. V. Vellinga
E. N. van Loo

ARCHIEF
Voorlichting



cpro - dlo

April 1994

Colofon

Uitgever:

Proefstation voor de Rundveehouderij,
Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR),
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad
Telefoon 03200-93211
Fax 03200-41584

Redactie:

Afdeling Voorlichting
van het PR.

Drukker:

Drukkerij de Boer
Lelystad

Niets uit dit rapport mag zonder overleg
met het Proefstation worden overgenomen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 1994/oplage 450

De onderzoekcentra



Dit rapport is uitsluitend verkrijgbaar
door storting van f 25,- op Postbank
nr. 2307421 van het Proefstation PR,
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad met
vermelding: Rapport nr. 151.

Referaat

Perspectieven grassenveredeling voor bedrijfsinkomen
en mineralenoverschotten (PR-rapport 151)/
Th. V. Vellinga, E. N. van Loo - Lelystad, 1994.
Berekening van de gevolgen van betere grasrassen voor
bedrijfsinkomen en mineralenoverschotten op
melkveebedrijven.
Trefw: grassenveredeling, mineralenoverschot,
bedrijfsresultaat.

Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij en
Paardenhouderij (PR)
Lelystad

Waiboer-
hoeve

Regionale
Onderzoek
Centra

**PERSPECTIEVEN GRASSENVEREDELING
VOOR BEDRIJFSINKOMEN EN MINERALENOVERSCHOTTEN**

*Impact of grass breeding
on farm income and mineral surpluses.*

In samenwerking met het Centrum voor Plantenveredelings-
en Reproductieonderzoek (CPRO-DLO)

Th.V. Vellinga
E.N. van Loo

SAMENVATTING

Het terugdringen van mineralenoverschotten in de melkveehouderij is een belangrijke doelstelling van het milieubeleid van de overheid. Bij het overwegen van allerlei alternatieve mogelijkheden om de mineralenoverschotten te beperken, spelen de consequenties van milieutechnische verbeteringen voor het saldo en netto bedrijfsresultaat een grote rol. In het onderzoek naar de mogelijkheden van verlaging van mineralenoverschotten is tot nu toe de potentiële bijdrage van grassenveredeling relatief onderbelicht gebleven.

Deze studie heeft als doel om aan te geven welke mogelijkheden grassenveredeling biedt met name ten aanzien van stikstofefficiëntie en verteerbaarheid tot verlaging van de mineralenoverschotten en verbetering van het bedrijfsresultaat. Aangezien Engels raaigras de meest ingezaaide grassoort is voor de ruwvoerteelt, is deze studie gericht op veredelingsmogelijkheden en genetische variatie in deze soort. Er wordt getoond dat door verbetering van de stikstofrespons van Engels raaigras de stikstofgift kan worden verlaagd zonder verlaging van de grasproductie. Dit betekent een verbetering van de stikstofefficiëntie. Verder wordt berekend dat een verhoging van de energie-inhoud door een verhoging van de verteerbaarheid ruimte biedt voor een vermindering van het krachtvoergebruik.

In de afgelopen 20 jaar is er een verbetering gerealiseerd van de ruwvoerproductie van rassen van Engels raaigras van 10 %. Er is voldoende reden om te veronderstellen dat een verdere verhoging van de grasproductie van 10 % bij gelijkblijvende stikstofgift mogelijk is bijvoorbeeld door selectie op stikstofefficiëntie (grasproductie per stikopname). In deze studie wordt met behulp van een groeimodel aangetoond dat met al gevonden genetische variatie in de spruit/wortelverhouding en in hergroeisnelheid, verbeteringen van de stikstofefficiëntie mogelijk zijn van ten minste 10 %. Verder blijkt dat er systematische genetische verschillen in verteerbaarheid tussen rassen van Engels raaigras bestaan van ongeveer 2 %. Tussen niet verwante lijnen en populaties van Engels raaigras zijn al grotere verschillen aangetoond (tot 4%).

In deze studie worden op basis van de aangetoonde genetische variatie vijf scenario's geformuleerd die worden doorgerekend voor twee bedrijfstypen: een grasbedrijf (G) en een gras-maisbedrijf (M). De volgende scenario's zijn gebruikt:

scenario 1 met de huidige grasrassen en met toepassing van het maximale landbouwkundige stikstofadvies (G0 en M0), scenario 2 met grasrassen met een 10 % hogere stikstofefficiëntie en bij een gelijke ruwvoerproductie als bij scenario 1 en diens gevolg met een verlaagde stikstofgift (G+ en M+), scenario 3 met 5 % beter verteerbare grasrassen en dezelfde stikstofgift als het eerste scenario (G5 en M5), scenario 4 met stikstofefficiëntere en beter verteerbare grasrassen en bij een gelijke ruwvoerproductie (en dus een verlaagde stikstofgift, G5+ en M5+) en scenario 5 met huidige grasrassen en een verlaagd stikstofoverschot (even groot als bij scenario 2 en 4) door een verlaging van de kunstmestgift (G- en M-).

Een verbetering van de stikstofefficiëntie met 10 % van grasrassen blijkt een verlaging van de stikstofopname per dier tot gevolg te hebben van 15 % zonder verlaging van de stikstofvastlegging en zonder verlaging van de melkproductie. De stikstofbenutting door het dier neemt dus sterk toe. Een verhoging van de verteerbaarheid met 5 % leidt tot een 16 % lagere krachtvoerbehoefte. Door vergelijking van scenario's wat betreft mineralenoverschotten en bedrijfsresultaat zijn de effecten van grassenveredeling op bedrijfsniveau en nationaal niveau bepaald. Op bedrijfsniveau kan een verlaging van het stikstofoverschot gerealiseerd worden van 120 kg per ha per jaar (-34 % ten opzichte van scenario 1) door toepassing van stikstofefficiëntere rassen, terwijl het netto-bedrijfsresultaat toeneemt met f 120 per ha grasland per jaar. Ten opzichte van scenario 5 (eenzelfde verlaging van het stikstofoverschot met de huidige rassen) levert gebruik van stikstofefficiëntere rassen ongeveer f 380 per ha per jaar meer op. Verhoging van de verteerbaarheid met 5 % levert een verhoging van het netto-bedrijfsresultaat op van ongeveer f 210 per hectare per jaar. Een verhoging van de verteerbaarheid heeft slechts een klein effect op het stikstofoverschot omdat de stikstofbemesting niet wordt verlaagd. Wel is het fosfor- en kaliumoverschot iets lager bij een hogere verteerbaarheid door een verminderde aanvoer van krachtvoer. Op basis van de resultaten op bedrijfsniveau voor de twee bedrijfstypen (G en M) zijn slechts zeer grove schattingen mogelijk van de effecten van grassenveredeling op nationaal niveau. Voorzichtige schattingen op nationale schaal laten zien dat met grasrassen met een 10 % hogere stikstofefficiëntie een verlaging van het nationale stikstofoverschot met ongeveer 64 miljoen kg per jaar mogelijk is met een toename van het totale bedrijfsresultaat van f 65 miljoen per jaar. Als met gebruik

van de huidige grasrassen wordt gestreefd naar eenzelfde vermindering van het stikstofoverschot, levert het gebruik van stikstofefficiëntere rassen f 200 miljoen per jaar op. Eenzelfde voorzichtige schatting voor een verhoging van de verteerbaarheid met 5 % laat een verbetering van het bedrijfsresultaat zien van f 120 miljoen per jaar. Grassenveredeling kan dus een aanzienlijke bijdrage leveren aan een verlaging van de mineralenoverschotten en aan een verhoging van het bedrijfsresultaat in de melkveehouderij.

De berekende effecten van grassenveredeling zullen geleidelijk gedurende een periode van ongeveer 20 jaar kunnen worden gerealiseerd.

SUMMARY

Reduction of the mineral surpluses is one of the main targets of the governmental environmental policy. The financial and economic consequences of the various ways to reduce mineral surpluses play an important role. Until now research has paid little attention to the potential of grass breeding in this context.

The objective of this study is to show the possible contribution of grass breeding to a reduction of mineral surpluses and to an improvement of the farmers income. As perennial ryegrass is the most important species in Dutch grassland, this study is focussing on the possibilities and effects of breeding in this species. An increase of the nitrogen use efficiency (dry matter production per nitrogen uptake) is shown to improve the response of dry matter production to nitrogen input. This means that with improved cultivars nitrogen inputs may be reduced without loss of grass production. Further, it is shown that an increment of the digestibility provides possibilities to reduce the use of concentrates.

During the last 20 years a 10 % improvement of production of cultivars of perennial ryegrass has been realised. By selection on nitrogen use efficiency, a further increase in grass production by 10 % may be realised in the next 20 years. Using a growth model it is shown that an increase by 10 % in nitrogen use efficiency productivity can be achieved using known genetic variation in shoot-to-root ratio and in regrowth rate after defoliation. Systematic genetic differences between cultivars of perennial ryegrass of about 2 % in digestibility have been found. Differences between inbred families and non-related populations of perennial ryegrass are even greater (up to 4 %).

On the basis of this genetic range in nitrogen use efficiency and in digestibility, five scenarios are defined. Grass production, animal performance, mineral balances and farm income are calculated for these five scenarios for two types of dairy farms, one with only grass production (G) and the other with both grass and maize production (M). The five scenarios are: scenario 1 with current cultivars and with the current nitrogen recommendations and surpluses (G0 and M0), scenario 2 with cultivars with a 10 % higher nitrogen use efficiency and the same forage production as in scenario 1 (G+ and M+) and as a consequence a lower nitrogen input, scenario 3 with cultivars with a 5 % higher digestibility and current nitrogen

recommendations, scenario 4 with cultivars with both a 10 % higher nitrogen use efficiency and a 5 % higher digestibility and with the same grass production as in scenario 1 (G5+ and M5+, also here a reduced nitrogen input) and scenario 5 with current cultivars and a reduced nitrogen surplus (same surplus as in scenario 2 and 4) through a reduction of the nitrogen input (G- and M-).

An improvement of the nitrogen use efficiency of perennial ryegrass of 10 % is shown to lead to a reduction of the nitrogen intake per animal by 15 % without a reduction of the nitrogen output in milk and meat and without loss of milk production. The nitrogen utilisation of cows (output/input) therefore can increase considerably by using grass cultivars with an improved nitrogen use efficiency. An increase in digestibility with 5 % reduces the concentrate requirements on dairy farms by 16 %.

Effects of grass breeding on a farm scale and on a national scale were determined by comparing mineral surpluses and farm income of the five scenarios. On the farm scale, a reduction of the nitrogen surplus may be realised of 120 kg per ha per year (-34 % compared to scenario 1) when using cultivars with a 10 % increased nitrogen use efficiency, with an increase of the farm income of £ 120 per ha of grassland per year. Compared to scenario 5 (current grass cultivars, same nitrogen surplus as scenario 2), application of grass cultivars with a 10 % increased nitrogen use efficiency results in a farm income that is £ 380 per hectare of grassland per year higher. An increase in digestibility with 5 % leads to increase of the farm income with £ 210 per hectare of grassland per year. Such an increase in digestibility does not lower the nitrogen surplus very much, because the nitrogen fertilisation is not reduced. However, phosphorus and potassium surpluses are somewhat lower with grass cultivars with an increased digestibility, by a reduction of the concentrate input.

On the basis of the results on the farm level for the two farm types (G and M) only rough estimates can be made of the effects of grass breeding on a national level. Conservative estimates of a national scale are that an improvement of the nitrogen use efficiency of grass cultivars with 10 % may reduce the nitrogen surplus on Dutch dairy farms by 64 million kg per year (current surplus is about 450 million kg per year) and an increase in total farm income of £ 65 million. The total farm income on dairy farms that would use grass cultivars with an improved nitrogen

use efficiency would be f 200 million per year higher than when those farms would reduce the nitrogen surplus without improved cultivars through a reduction of the nitrogen input only. Also conservatively estimated, it is expected that an increase of digestibility with 5 % lead to an increase of farm income on dairy farms in the Netherlands of f 120 million per year.

It is concluded that the contribution of grass breeding on nitrogen use efficiency to a reduction of mineral surpluses while even increasing the farm income may be substantial.

The calculated impact of breeding of new cultivars will grow slowly over a period of about 20 years.

INHOUDSOPGAVE	biz
1 INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING	1
2 GENETISCHE EN FYSIOLOGISCHE MOGELIJKHEDEN VAN VEREDELING	3
2.1 Stikstofefficiëntie	3
2.2 Genetische variatie voor verteerbaarheid	8
3 WERKWIJZE	11
3.1 Scenario's	11
3.2 Uitgangspunten	14
4 RESULTATEN	18
4.1 Dierniveau	18
4.2 Bedrijfsniveau	20
5 DISCUSSIE	26
6 CONCLUSIES	36
LITERATUURLIJST	
BIJLAGEN	

1 INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Een duurzame Nederlandse rundveehouderij vereist een vermindering van de overschotten op de mineralenbalans. Vooral het nationale stikstofoverschot in de rundveehouderij van 450 miljoen kg per jaar baart zorgen (van der Meer, 1991). Maar ook de overschotten op de fosfor- en kaliumbalansen door import van krachtvoer vragen om aandacht. In de discussie over vermindering van de mineralenoverschotten in de Nederlandse rundveehouderij is tot nu toe veel aandacht gericht op teeltkundige en technische maatregelen.

Teeltkundige maatregelen zoals het verlagen van de stikstofgift kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het verlagen van de stikstof-overschotten, maar kunnen een nadelig effect op het netto-bedrijfsresultaat hebben (Mandersloot, 1992). Een aantal technische maatregelen voor de vermindering van de verliezen en daarmee van het mineralenoverschot wordt al in de praktijk toegepast. Drijfmest wordt "emissie-arm" toegediend, mestopslagen zijn afgedekt. De kosten van deze maatregelen variëren sterk (van der Kamp *et al.*, 1993)

Over de potentiële bijdrage van veredeling van Engels raaigras aan de vermindering van mineralenoverschotten is weinig bekend.

Veredeling zou een bijdrage kunnen leveren aan vermindering van mineralen-overschotten door een verbetering van de stikstofefficiëntie van Engels raaigras en ook door een verhoging van de verteerbaarheid van Engels raaigras. De stikstofefficiëntie wordt gedefinieerd als de droge-stofproductie per eenheid door de plant opgenomen stikstof. In dit rapport is in kaart gebracht hoe groot de bijdrage kan zijn van veredeling van Engels raaigras aan de vermindering van de mineralen-overschotten in de melkveehouderij. Bovendien is aangegeven wat het effect van veredeling van Engels raaigras kan zijn op het netto-bedrijfsresultaat.

In hoofdstuk 2 komt aan de orde hoe groot de verbetering van de stikstofefficiëntie en verteerbaarheid bij Engels raaigras zou kunnen zijn en welke planteigenschappen kunnen worden verbeterd om de stikstofefficiëntie en verteerbaarheid van Engels raaigras te verhogen.

Vervolgens worden in hoofdstuk 3 enkele scenario's geschetst waarvoor berekeningen zullen worden uitgevoerd. Ook worden in dat hoofdstuk een aantal bedrijfstypen en uitgangspunten beschreven voor de berekeningen.

De resultaten van de berekeningen op dier- en bedrijfsniveau worden in hoofdstuk 4 uiteengezet. Eerst wordt de voeropname en de stikstofbenutting van melkkoeien beschreven. Vervolgens worden op bedrijfsniveau de mineralenoverschotten en de bedrijfseconomische resultaten beschreven.

In de discussie (hoofdstuk 5) worden de resultaten in bedrijfsverband in een breder verband geplaatst en worden een aantal technische uitgangspunten nader belicht. Het rapport wordt afgesloten met een aantal conclusies.

2 GENETISCHE EN FYSIOLOGISCHE MOGELIJKHEDEN VAN VEREDELING

2.1 Stikstofefficiëntie

Stikstofefficiëntie wordt gedefinieerd als de droge-stofproductie per eenheid door de plant vastgelegde stikstof. Een manier om genetische variatie voor stikstofefficiëntie te onderzoeken is door van diverse rassen of populaties of andere genetische objecten bij verschillende stikstofconcentraties in het gewas specifieke groeiparameters te meten, zoals:

- 1) bladoppervlaktetoename direct na ontbladeren (dLAI, verandering van 'leaf area index'),
- 2) het specifieke bladoppervlak, dit is de oppervlakte blad per drooggewicht blad (Eng. 'specific leaf area', SLA),
- 3) de bladgroeisnelheid als fractie van de totale groeisnelheid (Eng. 'leaf weight ratio', LWR)
- 4) de hoeveelheid groei die per eenheid onderschept licht mogelijk is (Eng. 'radiation use efficiency', RUE).

Tabel 1 Waarden van groeiparameters voor een standaardras bij verschillende stikstofgehalten (in de droge stof) in het blad

	2,25 % N	4,5 % N	
LWR	0,58	0,78	
SLA	200	300	cm ² g ⁻¹
dLAI	0,2	0,36	d ⁻¹
RUE	2,0	3,0	g MJ ⁻¹

Deze groeiparameters zijn recht evenredig met de stikstofconcentratie in het blad. Het effect van stikstofconcentratie in het blad op de groeiparameters is voor een standaardras van Engels raaigras in tabel 1 weergegeven. Er bestaat genetische variatie voor de relatie tussen stikstofconcentratie en deze groeiparameters. Stikstofefficiëntere planten kenmerken zich door een hogere groeisnelheid dan minder stikstofefficiënte planten vergeleken bij de zelfde stikstofconcentratie in de plant. (van Loo *et al.*, 1992; van Loo, 1993).

Genetische variatie voor groeiparameters

De eerste eigenschap, bladoppervlaktetoename na ontbladeren, hangt af van de spruitdichtheid en van de bladstrekkingsnelheid per spruit. Ten gevolge van verschillen in uitstoeling en persistentie en in bladstrekkingsnelheid kunnen verschillen voorkomen in bladoppervlaktetoename van meer dan 60 % (van Loo *et al.*, 1992). Ook in het specifieke bladoppervlak (SLA) bestaan grote genetische verschillen. Er zijn diploïde en tetraploïde rassen van Engels raaigras op de markt. Tetraploïde rassen hebben over het algemeen een ongeveer 10 % lagere SLA, maar ook een grotere hoeveelheid groei per eenheid onderschept licht (RUE) door een hogere maximale bladfotosynthesesnelheid dan diploïde rassen (Schapendonk *et al.*, 1990). Een persistente selectie uit Splendor (een diploïd ras) bleek een 5-8 % hogere stikstofefficiëntie te bezitten dan de uitgangspopulatie door een groter uitstoelingsvermogen, een hogere bladstrekkingsnelheid en een 10 % hoger aandeel oogstbare produktie (LWR) (van Loo *et al.*, 1992).

Genetische variatie voor groeiparameters en effect op de stikstofrespons van droge-stofproduktie

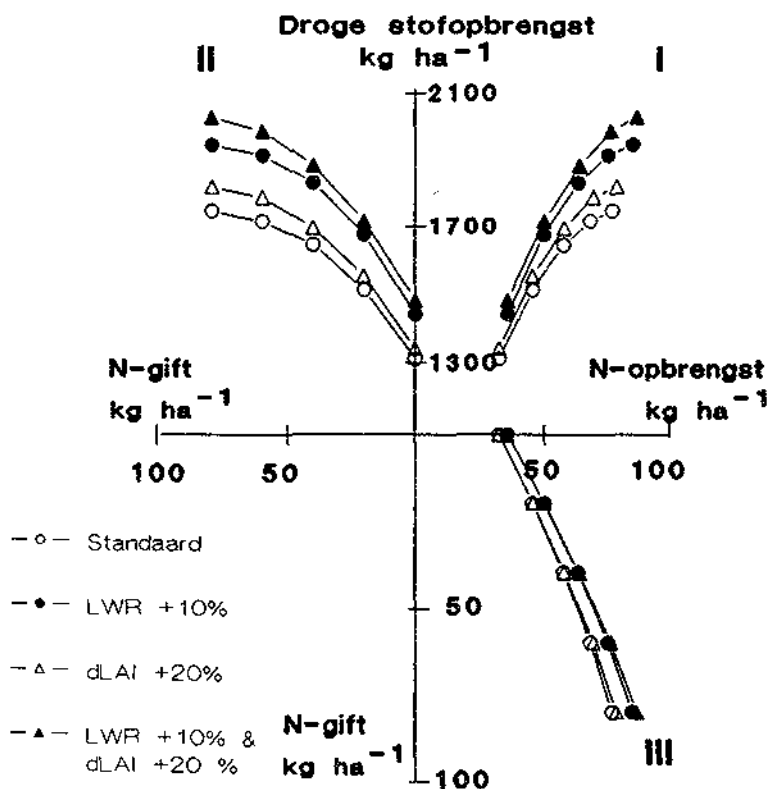
De genoemde genetische variatie is vastgesteld in hydrocultureproeven, waarbij de stikstofconcentratie in de plant constant werd gehouden. In de praktijk zal de stikstofconcentratie telkens na een stikstofgift (dus na elke ontbladering) omhoog gaan en vervolgens weer dalen als de stikstofvoorraad in de bodem kleiner wordt. Een belangrijke vraag is wat het verwachte effect van verhoging van de genoemde groeiparameters op de stikstofrespons is bij een éénmalige stikstofgift na maaien of beweiden (waarbij de stikstofconcentratie in het gewas dus niet constant blijft). Om hier uitspraken over te doen is met een groeimodel het effect berekend van een verbetering van verschillende groeiparameters op de droge-stofopbrengst en stikstofopbrengst van één snede. Dit is gedaan voor verschillende stikstofgiften. Het gebruikte model is beschreven in bijlage 1 en is eerder beschreven en gevalideerd door Schapendonk *et al.* (1990) en van Loo *et al.* (1992). Hier is het model uitgebreid met een zeer eenvoudige module voor stikstofopname. De stikstofvoor-

raad in de bodem bestaat uit één compartiment. Zolang er nog stikstof in de bodem is, hangt de stikstofopnamesnelheid af van de groeisnelheid van het gewas (er wordt niet meer opgenomen dan nodig is om een stikstofconcentratie in de bijgroei te verkrijgen van 5 % van de droge stof). In het model wordt de droge-stofproductie berekend uit de lichtonderschepping en de RUE. Van de aldus berekende bijgroei komt een fractie gelijk aan de LWR ten goede aan bladgroei. In de eerste week na ontbladeren is de bladoppervlaktetoename onafhankelijk van de bladgroeisnelheid (in droge stof) en alleen afhankelijk van de stikstofconcentratie in het blad. Daarna is de bladoppervlaktetoename een functie van de bladgroeisnelheid en de SLA (bladoppervlakte per bladgewicht). Berekeningen zijn uitgevoerd voor een stralingsom van $10 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (globale straling). Stikstof beïnvloedt de groeisnelheid door het effect van de stikstofconcentratie in het blad op de genoemde groeiparameters.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor een standaardras (tabel 1) en voor een ras met een 10 % hogere LWR, een 20 % hogere dLAI en een combinatie van een 10 % hogere LWR en een 20 % hogere dLAI. Deze waarden komen overeen met de gevonden genetische variatie voor groeieigenschappen. Uitkomsten van berekeningen met deze verbeteringen mogen dus als indicatief worden beschouwd voor de potentiële verhoging van de oogstbare produktie en voor de potentiële verbetering van de stikstofefficiëntie in de praktijk.

De resultaten van de berekeningen met het groeimodel staan in figuur 1 in een driekwadrantenanalyse. De verhoging van de LWR leidt in dit model tot een iets hogere stikstofopname (kwadrant III) en een 10 % hogere oogstbare produktie (kwadrant II) bij dezelfde stikstofgift. Dat een kleiner deel van de groei gebruikt wordt voor wortelgroei leidt niet tot een lagere wortelproduktie, omdat niet alleen de oogstbare produktie maar ook de totale produktie hoger is bij een hogere LWR (resultaten niet getoond). Een verhoging van dLAI met 20 % leidt tot een verhoging van de oogstbare produktie, bij een nauwelijks verhoogde stikstofopbrengst. De effecten van een verhoging van de LWR en van de dLAI blijken ongeveer additief in deze berekeningen.

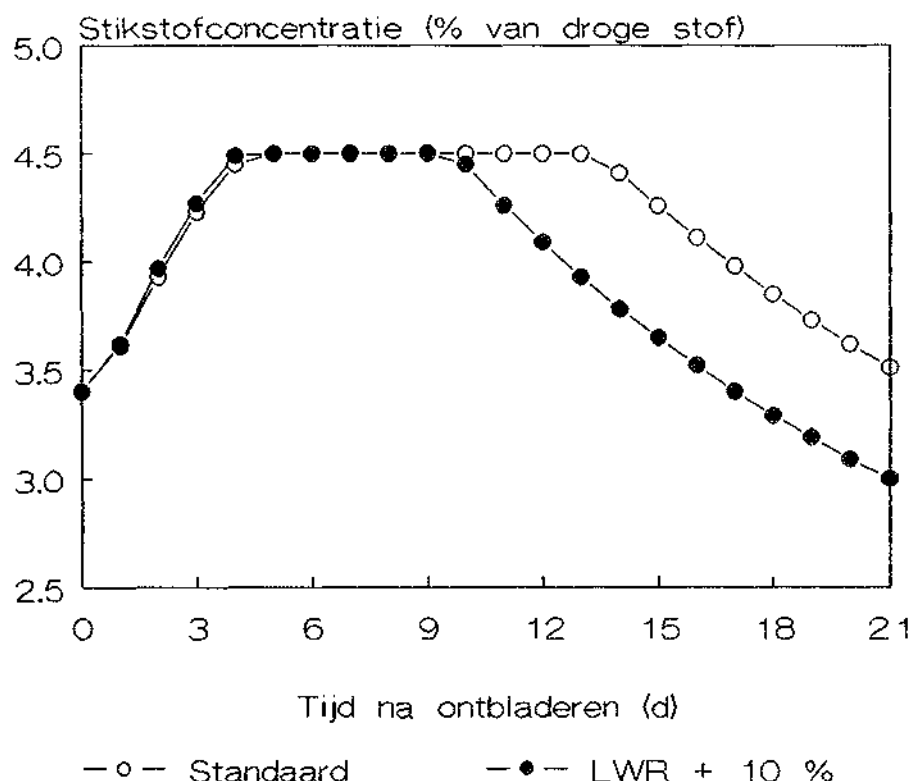
Figuur 1 Te verwachten effect van veredeling richting hogere LWR en snellere bladoppervlaktetoename na ontbladeren op de N-respons van een snede.



In het eerste kwadrant van figuur 1 (droge-stofopbrengst versus stikstofopbrengst) blijkt dat bij zowel bij een verhoging van de spruit/wortel-verhouding (c.q. LWR) als bij een verhoging van de hergroeisnelheid (dLAI) de droge-stofopbrengst meer toeneemt dan de stikstofopname. Met andere woorden de stikstofefficiëntie neemt toe met hogere waarden van groeiparameters. Vergeleken bij eenzelfde droge-stofproduktie vindt men een lagere stikstofconcentratie bij verhoogde waarden van groeiparameters. In figuur 2 is het verloop van de stikstofconcentratie getoond voor een situatie met een 10 % hogere LWR en voor de standaard situatie, vergeleken voor een stikstofgift waarbij de grasopbrengst na 21 dagen voor beide situaties gelijk is. De stikstofgift in de standaard situatie is 60 kg ha⁻¹ en 40 kg ha⁻¹ bij een 10 % hogere LWR. Vanaf twee weken hergroei is de stikstofconcentratie in de

situatie met een verhoogde LWR duidelijk lager dan in de standaard situatie.

Figuur 2 Verloop van de N-concentratie in gras na ontbladering in de standaard situatie en bij een verbeterde stikstofefficiëntie bij een gelijke grasopbrengst na 3 weken



Grasopbrengstverhogingen van 10 % door veredeling zijn in het verleden ook daadwerkelijk gerealiseerd. Uit gegevens van de Nederlands rassenproeven blijkt dat in de laatste 20 jaar de opbrengst van het sortiment Engels raagrassen met

ongeveer 10 % is gestegen (van Wijk en Reheul, 1991). Deze verbetering van het assortiment is geleidelijk aan ontstaan en er zijn geen aanwijzingen dat de snelheid waarmee de opbrengst stijgt, afneemt. Wel is het zo dat in het verleden sterk de aandacht was gericht op het verbeteren van persistentie en tegenwoordig de groeisnelheid zelf meer aandacht krijgt (Visscher, CPRO-DLO, mond. med.). Op grond van bovenstaande analyse van de genetische variatie voor stikstofbenutting is de conclusie gerechtvaardigd dat een verdere verbetering van de stikstofefficiëntie van het Engels raaigrassortiment met 10 % goed haalbaar is.

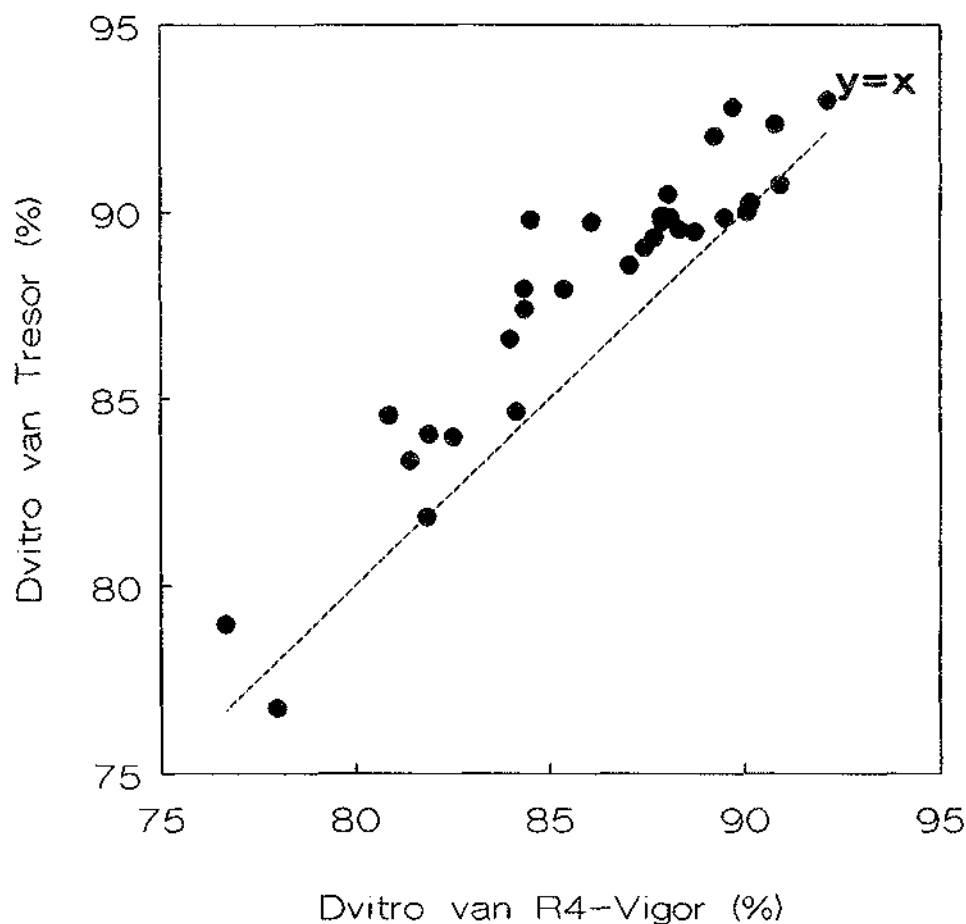
2.2 Genetische variatie voor verteerbaarheid

Vanwege de stijgende produktiviteit van melkvee bestaat er een stijgende behoefte aan krachtvoer. Een verhoging van de verteerbaarheid van Engels raaigras door veredeling zou daarom de behoefte aan krachtvoer kunnen verminderen. De verteerbaarheid van de organische stof wordt voornamelijk bepaald door het gehalte en de verteerbaarheid van de slechts verteerbare component: celwanden. Het cytoplasma (voornamelijk wateroplosbare suikers en eiwit) is vrijwel volledig verteerbaar. De verteerbaarheid kan dus verhoogd worden door een verlaging van het celwandgehalte of door een verhoging van de verteerbaarheid van celwanden of door beide.

In het rassenonderzoek zijn duidelijke systematische verschillen in verteerbaarheid gevonden in het huidige assortiment Engels raaigras voor de voederbouw, ook tussen rassen met ongeveer dezelfde schietdatum. Het ras Madera heeft bijvoorbeeld een verteerbaarheid die 2 % hoger is dan de verteerbaarheid van Parcour (gemiddeld verschil van vier proefjaren en vijf of zes sneden per jaar; Visscher, 1992). Ook buiten de rassen - in populaties of selecties uit rassen - bestaat genetische variatie voor verteerbaarheid.

In een maaiproef met verschillende stikstofniveaus en verschillende maaifrequenties en snedewaarten die in 1989 en 1990 is uitgevoerd op CPRO-DLO, werden consistente verschillen in verteerbaarheid van organische stof en verteerbaarheid van celwanden (bepaald volgens de methode-van Soest) gevonden tussen Tresor

Figuur 3 *In vitro* verteerbaarheid van twee populaties van Engels raaigras (D_{vitro} , werkelijke verteerbaarheid volgens van Soest) in verschillende jaren en snedes en bij twee stikstofgiften



en R4-Vigor (een persistente selectie uit Vigor). Gemiddeld bedroeg het verschil in verteerbaarheid van organische stof 1,8 % (figuur 3). De oorzaak van de hogere verteerbaarheid van Tresor was een 1,6 % lager celwandgehalte en een 2,5 % hogere celwandverteerbaarheid bij Tresor dan bij R4-Vigor. Momenteel wordt onderzoek uitgevoerd naar de verteerbaarheid van genetisch zeer verschillende populaties, klonen en inteeltfamilies. De eerste resultaten laten zien dat in deze objecten grotere verschillen in verteerbaarheid bestaan (verschillen in seizoensge-

middelste van 3 tot 4 %).

Er bestaat veel beselecteerbare genetische variatie voor suikergehalte in Engels raaigras (Humphreys, 1989). Het is de vraag of een verlaging van het celwandgehalte en een verhoging van het suikergehalte wenselijk is. Beter zou zijn om rassen met beter en sneller verteerbare celwanden te maken (Van Vuuren, 1991). Het CPRO-DLO onderzoekt momenteel de verteerbaarheden verteringssnelheid van van celwanden.

Op grond van bovenstaande analyse kan de conclusie worden getrokken dat er perspectief is op een verhoging van de verteerbaarheid van Engels raaigras door veredeling met enkele procenten. Of dit voldoende is om daadwerkelijk veredeling richting hogere verteerbaarheid te stimuleren, hangt af van de effecten van een hogere verteerbaarheid op het bedrijfsresultaat en de mineralenbalans.

3 WERKWIJZE

3.1 Scenario's

In hoofdstuk 2 is geconcludeerd dat er voldoende genetische variatie bestaat op het gebied van de stikstofefficiëntie en verteerbaarheid. Dit betekent dat er op deze eigenschappen veredeld kan worden.

Om een beeld te krijgen van de invloed van nieuwe rassen met een verbeterde stikstofefficiëntie en een verhoogde verteerbaarheid op de bedrijfsresultaten worden berekeningen gedaan voor de volgende mogelijkheden:

- een verbetering van de stikstofefficiëntie van het gras met 10%.
- een toename van de verteringscoëfficiënt van de organische stof (*in vivo* verteerbaarheid, VC_{os}) met 5 eenheden.
- een combinatie van beide effecten.

In deze paragraaf zullen de scenario's worden beschreven. In 3.2 zullen een aantal uitgangspunten voor de berekeningen worden geformuleerd.

Een verbeterde stikstofefficiëntie van het gras kan gevolgen hebben voor de bemesting van het grasland. Daarom wordt dit punt eerst apart besproken.

Aanpassing van de stikstofbemesting

Door een verbetering van de stikstofefficiëntie zal de droge-stofproductie bij een gelijke bemesting toenemen. Zoals al in 2.1 is aangegeven, moet een verbetering van 10% in een periode van 20 jaar realiseerbaar zijn.

Op basis van het PR-grasgroeimodel is een situatie berekend voor het traject van 100 tot ruim 400 kg N, bij een stikstofleverend vermogen van 140 kg N per ha per jaar.

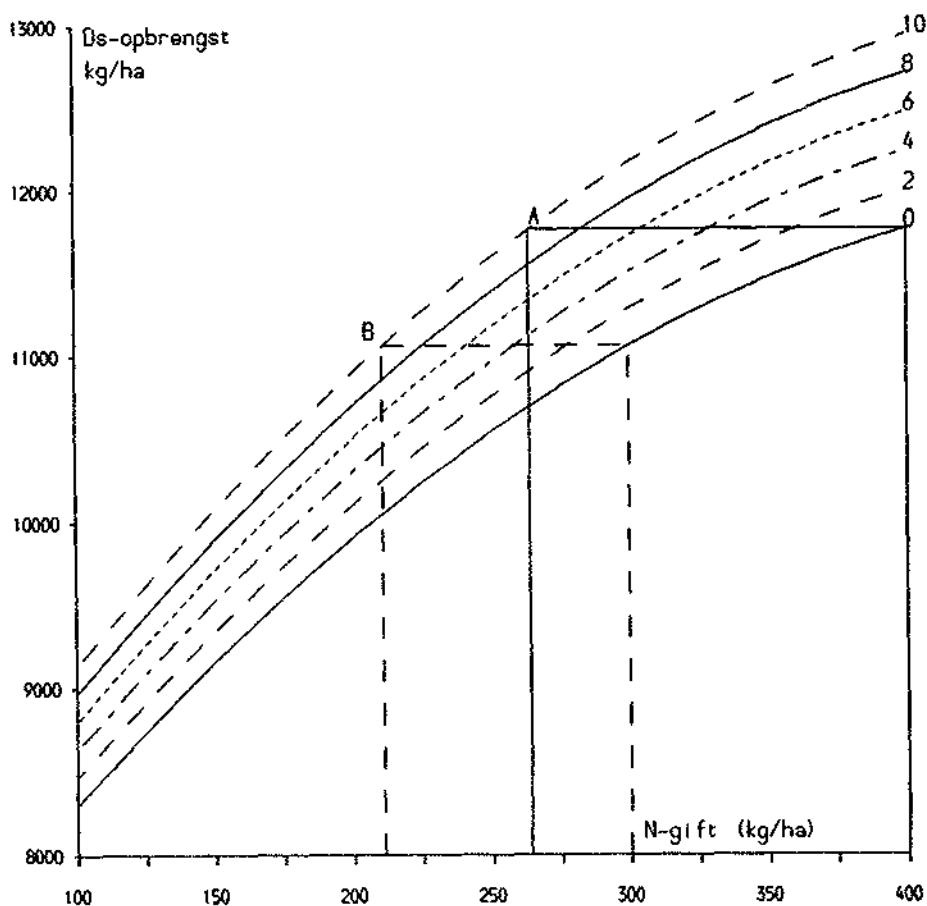
In figuur 4 is te zien wat de invloed is van een verbetering van de stikstofefficiëntie tot 10 %. De basisgegevens voor deze figuur staan in bijlage 2.

Door een verbetering van de stikstofefficiëntie met 10 % stijgt de opbrengst bij een bemesting van 400 kg N van ongeveer 11.800 kg ds per ha naar ongeveer 13.000

kg ds per ha.

De verbeterde stikstofefficiëntie kan ook worden gebruikt om een gelijkblijvende opbrengst te realiseren met een verlaging van de bemesting. De aanvankelijke bemesting van 400 kg N per ha per jaar, kan bij een verbetering van de stikstofefficiëntie worden teruggebracht tot iets minder dan 270 kg N per ha (situatie A).

Figuur 4 Droge-stofopbrengst van grasland op een goed vochthoudende zandgrond bij een verbetering van het stikstofrendement van 0 tot 10%



Als een bedrijf echter een bemesting van 300 kg N per ha per jaar heeft (bij een hogere bemesting ontstaat bijvoorbeeld een ruwvoeroverschot) is het positieve effect van een verbeterde stikstofefficiëntie echter een stuk kleiner (situatie B). Een vergelijkbare droge-stofopbrengst wordt dan gerealiseerd bij een bemesting van

211 kg N per ha per jaar, een besparing van 89 kg N.

Het hoogste rendement van verbeterde grasrassen is in absolute zin dus te verwachten bij het maximale bemestingsadvies.

Scenario's

Als uitgangspunt voor de berekeningen zijn bedrijfssituaties gekozen waarbij de ruwvoerproductie van het eigen grasland steeds gelijk blijft. De verbeterde stikstofefficiëntie wordt gebruikt om de stikstofbemesting te verminderen en daarmee het N-overschot te verlagen. De verbeterde verteerbaarheid wordt gebruikt om de aanvoer van krachtvoer te verminderen en daarmee enerzijds het bedrijfsresultaat te verbeteren en anderzijds een bijdrage te leveren aan een verlaging van de overschotten van P en K.

Aanvullend zal nog een bedrijfssituatie worden doorgerekend waar het N-overschot verminderd wordt tot hetzelfde niveau als bij gebruikmaking van verbeterde rassen mogelijk is. Daarbij wordt dan geen gebruik gemaakt van rassen met een verbeterde stikstofefficiëntie, maar alleen van verlaging van de stikstofbemesting en dus van de ruwvoerproductie.

De te berekenen scenario's worden dan de volgende:

- De huidige situatie. Bemesting volgens het maximale landbouwkundige advies. Nog geen gebruik van rassen met een verhoogde stikstofefficiëntie of verteerbaarheid. (Dit scenario wordt in de rest van het verhaal aangeduid met '0' (nul)).
- Een verbetering van de stikstofefficiëntie met 10 %. door betere rassen. Bemesting volgens een dusdanig regime dat de ruwvoerproductie gelijk is aan de uitgangssituatie '0' (aangeduid met '+').
- Een verhoging van de verteerbaarheid met 5 % (absolute eenheden). Bemesting volgens het maximale landbouwkundige advies zodat de ruwvoerproductie gelijk is aan de eerste situatie. (aangeduid met '5').
- Een verbetering van de stikstofefficiëntie met 10 % en een verhoging van de verteerbaarheid met 5 %. Bemesting volgens een dusdanig regime dat de ruwvoerproductie gelijk is aan de uitgangssituatie '0' (aangeduid met '5 + ').
- Graslandproductie niet verbeterd door betere rassen, bemesting wordt

dusdanig verlaagd dat het N-overschot gelijk is aan situatie '+' (aangeduid met '-').

3.2 Uitgangspunten

Om de genoemde vijf scenario's door te rekenen zijn twee bedrijfstypen gekozen. Als eerste is een bedrijf gekozen met alleen grasland (grasbedrijf, aangeduid met 'G'), het tweede bedrijf heeft enkele hectares snijmais (gras-maisbedrijf, aangeduid met 'M'). De bedrijfsgrootte is zodanig gekozen dat er bij het "maximale" bemestingsadvies geen ruwvoeroverschotten optreden. Daarom heeft het grasbedrijf 28 ha grasland, het gras-maisbedrijf heeft 23 ha grasland en 3 ha snijmais. In tabel 2 staan de uitgangspunten voor deze bedrijven. De voederwaarde van het weidegras en kuilgras is berekend met het programma Normen voor de Voedervoorziening (werkgroep NVV, 1991). De berekening van de VC_{os} aan de hand van VEM, DVE en OEB is beschreven in bijlage 3. Op het grasbedrijf wordt onbeperkt geweid, terwijl op het gras-maisbedrijf alleen overdag wordt geweid, met bijvoeding van 3 kg ds uit snijmais. Als bemesting wordt het maximale landbouwkundig advies toegepast. De jaargift aan stikstof is dan een resultante van het gebruik en zal dus niet exact op 400 kg N uitkomen. In beide gevallen is de werkelijke gift 420 kg N per ha per jaar.

De grondsoort is zand met een dik humeus dek, met slechts een geringe droogteschade. De P-AI van de grond is hoog, het K-getal is voldoende. Bij een hoge P-AI hoeft geen kunstmest-P meer te worden aangekocht en worden bedrijfsaanpassingen direct zichtbaar in de P-balans.

In 3.1 is al aangegeven dat bij een verbeterde stikstofefficiëntie de bemesting van 400 kg N teruggebracht kan worden tot iets minder dan 270 kg N om een gelijke ds-opbrengst te realiseren. Op basis van de gegevens uit bijlage 2 kan worden berekend dat voor de beide bedrijven uit tabel 2 de bemesting van 420 kg N kan worden verminderd tot 270 kg N per ha per jaar.

Een verlaging van de bemesting, in combinatie met een verbeterde stikstofeffi-

Tabel 2 Uitgangspunten van het grasbedrijf en maisbedrijf en de resulterende voederwaardes van weidegras (seizoensgemiddelde) en kuilgras

	Grasbedrijf	Gras-maisbedrijf
Grasland (ha)	28	23
Maisland (ha)	0	3
Grondsoort	"zanddik" GtIV	"zanddik" GtIV
Aantal melkkoeien	50	50
Vervangingspercentage	25	25
Productie per koe (kg) (4,4 % vet en 3,4 % eiwit)	8000	8000
Quotum per ha (kg)	14300	15400
N-gift per ha per jaar (kg)	420	420
Beweidingsstelsel	O4	B4 +3
Weidegras VEM/DVE/OEB/N/VC-os	980/103/57/36/80	980/103/57/36/80
Kuilgras VEM/DVE/OEB/N/VC-os	861/72/71/35/75	858/72/68/35/75

ciëntie en een gelijkblijvende stikstofrecovery door het gras leidt dan tot een daling van het stikstofgehalte van het gras met ongeveer 7 gram per kg ds. Een zelfde daling van het stikstofgehalte zal optreden in het kuilgras.

Om zonder verbetering van de stikstofefficiëntie tot eenzelfde vermindering van het N-overschot te komen moet de bemesting worden verlaagd tot 240 kg N per ha per jaar. Dat leidt tot een daling van het stikstofgehalte van 5 gram in weidegras en 6 gram in kuilgras.

In tabel 3 staan de voederwaardes van de vijf verschillende scenario's.

In werkelijkheid verandert de voederwaarde van weidegras tijdens het groeiseizoen (werkgroep NVV, 1991). Voor de voedingsberekeningen op dierniveau moet daarom de gemiddelde voederwaardes over het weideseizoen nog worden omgezet naar een voederwaardeverloop. Daartoe is het weideseizoen verdeeld in vijf perioden. Het voederwaardeverloop tijdens het groeiseizoen wordt weergegeven in bijlage 4.

In het Koemodel, zoals het is beschreven door Hijink en Meijer (1987), wordt

Tabel 3 Verteringscoëfficiënt van de organische stof en de gehalten aan N, VEM, DVE en OEB in weidegras en kuilgras voor de vijf scenario's

Scenario ->	0	+	5	5+	-
N-gift (kg/ha) ->	420	270	420	270	240
N-efficiëntie ->	0	+10	0	+10	0
VC _{os} ->	0	0	+5	+5	0
Weidegras					
VC _{os} (%)	80	80	85	85	80
N-gehalte (g/kg ds)	36	29	36	29	31
VEM (1/kg ds)	980	967	1049	1036	966
DVE (g/kg ds)	103	95	110	103	98
OEB (g/kg ds)	57	19	51	10	31
Kuilgras					
VC _{os} (%)	75	75	80	80	75
N-gehalte (g/kg ds)	35	28	35	28	29
VEM (1/kg ds)	861	851	926	916	854
DVE (g/kg ds)	72	67	80	74	72
OEB (g/kg ds)	71	32	65	25	41

uitgegaan van een relatie tussen het VEM-gehalte van het ruwvoer en de drogestofopname ervan. Deze relatie was vastgesteld over een traject van 400 VEM (stro) tot ruim 900 VEM voor kuilgras en ruim 1000 VEM voor weidegras. In het traject waar het ruwvoer van intensieve bedrijven zich bevindt is die relatie echter minder duidelijk. Ketelaars en Tolkamp (1991) konden bij onderzoek met schapen de voeropname slechts voor 60 % verklaren uit de verteerbaarheid.

In het programma Normen voor de Voedervoorziening wordt tot een VEM-gehalte van 1000 voor weidegras en 900 voor kuilgras, rekening gehouden met de relatie tussen VEM-gehalte en opname (werkgroep NVV, 1991).

Bij een verlaging van de stikstofbemesting is er sprake van een lichte daling van het VEM-gehalte, hetgeen in NVV leidt tot een verlaging van de opname. In die scenario's waar sprake is van een lichte daling van het VEM-gehalte van vers gras en kuilgras door een verlaagde bemesting, wordt de in NVV geldende relatie

gebruikt. Op deze wijze leidt een verbeterde stikstofefficiëntie, in combinatie met een verlaagde bemesting tot een iets hogere krachtvoerbehoefte. Hierdoor zal het positieve effect van een verbeterde stikstofefficiëntie niet worden overschat.

Om de effecten van een verhoogde VC_{os} op de voeropname en de krachtvoerbehoefte niet te overschatten is de in het Melkveemodel ingebouwde relatie tussen VEM-gehalte en voeropname niet gebruikt.

Voor de scenario's '+', '5' en '5+' zijn handmatig overzichten voor de voedervoorziening gemaakt. De scenario's '0' en '-' zijn berekend met het programma Normen voor de Voedervoorziening (werkgroep NVV, 1991). De voedervoorzieningsresultaten zijn vervolgens ingevuld in het programma BBPR, versie 1.75 (van Alem en van Scheppingen, 1993). De mineralenbalans is in dit programma geïntegreerd. De in de berekeningen gebruikte prijzen zijn gebaseerd op de Kwantitatieve Informatie 93/94 (IKC, 1993a).

4 RESULTATEN

4.1 Dierniveau

Voor de berekeningen in bedrijfsverband zijn de resultaten op dier- en hectareniveau belangrijk. In hoofdstuk 3 zijn bij de scenario's en de uitgangspunten al een aantal zaken over het grasland vermeld. De gegevens over de opname van het ruwvoer, de krachtvoerbehoefte en de stikstofopname en -benutting door melkkoeien in de verschillende scenario's voor het grasbedrijf staan in tabel 4. De volledige resultaten van het grasbedrijf en het gras-maisbedrijf, uitgesplitst naar weide- en stalperiode staan in bijlage 5.

Tabel 4 Melkproductie, opname van ruwvoer, krachtvoer en stikstof, de vastlegging van stikstof in melk en vlees en het benuttingspercentage van de opgenomen stikstof per koe voor het grasbedrijf

Scenario	G0	G +	G5	G5 +	G -
N-gift ->	420	270	420	270	240
N-efficiëntie ->	0	+10	0	+10	0
VC _{os} ->	0	0	+5	+5	0
Melk (kg/koe)	8000	8000	8000	8000	8000
Ruwvoer (kg ds/koe)	4657	4611	4658	4634	4682
Krachtvoer (kg/koe)	1862	1960	1561	1600	1838
N-opname (kg/koe)	206,6	175,4	200,2	168,4	172,1
N-vastlegging (kg/koe)	44,4	44,4	44,4	44,4	44,4
N-benutting (%)	21,5	25,3	22,2	26,4	25,8

Uit tabel 4 blijkt dat verbetering van de stikstofefficiëntie leidt tot een sterke daling van de stikstofopname en daarmee een stijging van het benuttingspercentage (vastgelegde stikstof in melk en vlees gedeeld door de totale stikstofopname). Als de bemesting wordt verlaagd, daalt de voederwaarde van het ruwvoer licht. De ruwvoeropname daalt enigszins, de krachtvoerbehoefte stijgt.

Verhoging van de verteerbaarheid heeft een vrij geringe invloed op de ruwvoeropname. Het geringe effect bij de ruwvoeropname bestaat echter uit twee onderdelen: de opname bij melkgevende koeien stijgt, hetgeen volledig wordt veroorzaakt

door een geringere verdring door krachtvoer, terwijl de opname van de droge koeien daalt. In de praktijk zal dat betekenen dat droge koeien in hun opname beperkt moeten worden, zij zullen niet vrijwillig een lagere opname realiseren. Het grote effect van de verhoging van de verteerbaarheid is te vinden in de daling van de krachtvoerbehoefte.

In de situatie met verbeterde stikstofefficiëntie en verbeterde VC_{os} , in combinatie met een verlaagde bemesting (scenario '5+'), is er wel een tendens waar te nemen dat het aandeel eiwitrijk krachtvoer (180 g DVE per kg) in de stalperiode iets hoger wordt. In enkele gevallen is namelijk de eiwitbehoefte van de koe zo groot, dat deze niet gedekt kan worden uit graskuil en standaardbrok (90 g DVE per kg).

In het scenario ' - ' is de hoeveelheid zelf geproduceerd ruwvoer kleiner dan van de andere vier scenario's. Om dit tekort aan te vullen wordt snijmais aangekocht. Door de aankoop van snijmais met 900 VEM vermindert de krachtvoerbehoefte en neemt de ruwvoeropname toe. Door de daling van het stikstofgehalte en een aandeel van 40 % snijmais in het winterrantsoen is ook in scenario ' - ' sprake van een sterke daling van de stikstofopname door de koe. De stikstofbenutting ligt hoger dan van het scenario ' + '.

Algemeen kan worden gesteld dat bij een verbetering van de stikstofefficiëntie ook de stikstofbenutting door de koe kan worden verbeterd. Een verhoging van de verteerbaarheid leidt echter nauwelijks tot een terugdringing van de stikstofopname, slechts 6 tot 7 kg N per koe. De vermindering van de krachtvoerbehoefte kan echter vanuit de problematiek rond P en K wel interessant zijn, de aanvoer van P en K wordt namelijk verminderd met resp. 1,5 en 4,5 kg per koe. Voor P is dat belangrijk voor een eventuele evenwichtsbemesting omdat vermindering van de krachtvoeraanvoer daar een belangrijke rol bij kan spelen. Bij het K-overschot gaat het vooral om kopziektegevaar. Het K-overschot op bedrijfsniveau leidt tot hoge K-gehalten in het gras.

Bovenstaande berekeningen zijn uitgevoerd bij een volledig grasrantsoen, alleen in scenario ' - ' met een ruwvoertekort is er sprake van een hoeveelheid snijmais. Als

in het rantsoen van scenario 'O' al een groot aandeel snijmais zit, zullen de effecten uiteraard kleiner zijn. Als het rantsoen slechts voor een deel bestaat uit (kuil)gras, zowel tijdens de weide- als de stalperiode, zal ook het effect van de verbeterde rassen ongeveer worden gehalveerd. Het is mogelijk dat door het geringe stikstofaanbod in het voer (een N-bemesting van 270 kg N met een verbeterde stikstofefficiëntie én een aandeel snijmais) er meer eiwitrijk krachtvoer moet worden verstrekt om de eiwitbehoefte van de koe te dekken. Dat komt wel in de plaats van standaard-krachtvoer, maar door de hogere gehalten aan N en P van eiwitrijk krachtvoer wordt de aanvoer van mineralen vergroot.

4.2 Bedrijfsniveau

Grasbedrijf

Tabel 5 Korte samenvatting van de mineralenbalans voor N, P en K voor de vijf scenario's van het grasbedrijf. Alle gegevens in kg per ha

	G0	G +	G5	G5 +	G -
N-gift ->	420	270	420	270	240
N-rendement ->	0	+10	0	+10	0
VC _{os} ->	0	0	+5	+5	0
N-aanvoer	465	338	455	327	335
N-afvoer	87	87	87	87	87
N-Overschot	378	251	369	240	248
P-aanvoer	19	20	16	16	24
P-afvoer	16	16	16	16	16
P-Overschot	3	4	0	0	8
K-aanvoer	64	67	52	53	88
K-afvoer	22	22	22	22	22
K-Overschot	42	45	30	31	66

In tabel 5 staat de mineralenbalans van de vijf scenario's. In de tabel zijn alleen aan- en afvoer vermeld, in bijlage 6 staat de aanvoer verder uitgesplitst naar

ruwvoer, krachtvoer, kunstmest en overig (waaronder depositie).

Door verlaging van de stikstofbemesting op het grasbedrijf van 420 naar 270 kg N en verbetering van de stikstofefficiëntie (scenario G+) neemt het N-overschot af met 127 kg per ha. De aanvoer van kunstmest-N daalt met 132 kg per ha, terwijl de aanvoer via krachtvoer met bijna 5 kg per ha toeneemt. De aankoop van ruwvoer is bij G+ iets minder dan bij G0. Het aangekochte ruwvoer is op beide bedrijven graskuil en betreft slechts een hoeveelheid van 2500 tot 3000 kg ds. Het P- en K-overschot neemt iets toe van G0 naar G+ door de grotere aanvoer via krachtvoer. De totale hoeveelheid krachtvoer neemt namelijk iets toe, ook moet er meer eiwitrijk krachtvoer worden gebruikt.

Om een gelijk N-overschot te bereiken zonder verbetering van de stikstofefficiëntie, het scenario G- t.o.v. G0, moet de stikstofbemesting per ha teruggebracht worden tot 240 kg N er ha per jaar. Het P- en K-overschot nemen dan duidelijk toe als gevolg van de grotere aankopen van ruw- en krachtvoer. Het aangekochte ruwvoer in het scenario G- is snijmais, de hoeveelheid is bijna 53.000 kg ds.

Een verhoging van de verteerbaarheid van het ruwvoer (situatie G5 t.o.v. G0 en situatie G5+ t.o.v. G+) leidt slechts tot een geringe daling van het stikstofoverschot, ongeveer 10 kg N per ha. De stikstofaanvoer via krachtvoer neemt iets af. Door een geringere stikstofaanvoer via het voer (die gedeeltelijk doorgaat naar de mest) moet de aanvoer van stikstof via de kunstmest wat stijgen. De efficiëntie van stikstof uit kunstmest is hoger dan stikstof uit voer, omdat het eerste direct aangewend wordt op grasland terwijl "voerstikstof" via het dier in de mest terechtkomt. Daarom kan de extra aanvoer van kunstmeststikstof kleiner zijn dan de verminderde aanvoer van "voerstikstof". Het overschot aan P en K vertoont een daling van respectievelijk 3 tot 4 en 12 tot 14 kg per ha. Omdat voor deze mineralen geen kunstmest hoeft te worden aangevoerd, vindt hier geen compensatie plaats, zoals bij stikstof is gebeurd. Het lage P-overschot op de mineralenbalans is duidelijk gerelateerd aan de bewust gekozen hoge P-Al toestand van het grasland.

Uit tabel 5 blijkt dat de effecten van een verbetering van de stikstofefficiëntie en een verhoging van de verteerbaarheid nagenoeg additief zijn.

Tabel 6 Korte samenvatting van de belangrijkste kostenposten en het netto-bedrijfsresultaat van de vijf scenario's van het grasbedrijf

	G0	G +	G5	G5 +	G -
N-gift ->	420	270	420	270	240
N-efficiëntie ->	0	+10	0	+10	0
VC _{os} ->	0	0	+5	+5	0
Veevoer	37400	39200	31200	32000	50600
Kunstmest	10300	6100	10500	6300	5300
Netto bedrijfsresultaat	27300	30700	34200	38600	19600

Een (zeer) korte samenvatting van de belangrijkste kostenposten van de vijf scenario's van het grasbedrijf staat in tabel 6. Een overzicht van alle kosten en opbrengsten staat in bijlage 8. Het weergegeven netto-bedrijfsresultaat is het bedrag dat overblijft na aftrek van alle toegerekende en niet toegerekende kosten en na aftrek van het berekende loon voor de arbeid van de ondernemer.

Een verbetering van de stikstofefficiëntie, gecombineerd met een verlaging van de bemesting, leidt tot een stijging van het netto-bedrijfsresultaat van f 3400 voor het scenario G + t.o.v. G0 en van f 4400 voor het scenario G5 + t.o.v. G5.

Verlaging van de bemesting leidt (uiteraard) tot een daling van de kunstmestkosten, deze kostendaling is voor beide vergelijkingen (G + t.o.v. G0 en G5 + t.o.v. G5) gelijk. De voerkosten vertonen een stijging van f 1800 voor G + t.o.v. G0 en van f 800 voor G5 + t.o.v. G5.

Verhoging van de verteerbaarheid leidt tot een stijging van het netto-bedrijfsresultaat van f 6900 bij G5 t.o.v. G0 tot f 7900 bij G5 + t.o.v. G +.

Het effect op het netto-bedrijfsresultaat van verhoging van de verteerbaarheid met 5 % is anderhalf tot tweemaal zo groot als verbetering van de stikstofefficiëntie met 10 %, in de scenario's met een gelijkblijvende ruwvoerproductie.

Verbetering van de stikstofefficiëntie en verhoging van de verteerbaarheid leidt tot een stijging van het netto-bedrijfsresultaat met f 11300 (G5 + t.o.v. G0), per hectare is dat f 404. Ongeveer eenderde van deze stijging is toe te schrijven aan een verbetering van de stikstofefficiëntie, tweederde is toe te wijzen aan verhoging van de verteerbaarheid.

Als het bedrijf streeft naar een gelijk stikstofoverschot als bij G+ en G5+ gerealiseerd kan worden, zonder dat gebruik gemaakt wordt van verbeterde rassen, moet de stikstofbemesting terug worden gebracht naar 240 kg N per ha per jaar. Het netto-bedrijfsresultaat daalt dan tot f 19.600. Ten opzichte van het scenario waar wel van de verbetering van de stikstofefficiëntie kan worden geprofiteerd (G+) is dat een verschil van f 11.100 per bedrijf, een daling van f 396 per hectare. Deze f 396 kan worden verdiend door wel gebruik te maken van de grassen met een verbeterde stikstofefficiëntie. Als daarbij nog het effect van een verbeterde verteerbaarheid wordt gerekend, kan het bedrag oplopen tot ongeveer f 680 per ha.

De beoordeling van het financiële gewin van verbetering van grasrassen is dus sterk afhankelijk van het scenario waar mee vergeleken wordt. Als gestreefd wordt naar gelijke hoeveelheden ruwvoer, levert een verhoging van de verteerbaarheid meer op dan een verbetering van de stikstofefficiëntie. Als echter het mineralenoverschot de vergelijkingsmaat is, wordt het financiële voordeel van een verbetering van de stikstofefficiëntie substantieel groter.

Gras-maisbedrijf

De gevonden effecten bij het gras-maisbedrijf zijn vergelijkbaar met die bij het grasbedrijf, hoewel ze allemaal iets minder sterk zijn. De reden hiervoor is dat er minder grasland is en dat een deel van het ruwvoerrantsoen uit snijmais bestaat. De resultaten van de mineralenbalansen staan in tabel 7. In bijlage 7 is de mineralenbalans uit tabel 7 uitgesplitst naar de verschillende aanvoerposten.

Door een verbetering van de stikstofefficiëntie (M+ t.o.v. M0) daalt het N-overschot met 113 kg per ha, de overschotten aan P en K nemen met 1 tot 2 kg toe. Door het aandeel snijmais in het rantsoen daalt het K-gehalte van het rantsoen en daarmee van de drijfmest. Daardoor is een aanvullende K-bemesting nodig. Een verhoging van de verteerbaarheid leidt tot een daling van het N-overschot met 7 kg per ha, terwijl de P- en K-overschotten met resp. 2 en 4 kg per ha afnemen. Een verlaging van de stikstofbemesting, om tot een gelijk stikstofoverschot te

Tabel 7 Korte samenvatting van de mineralenbalansen van de vijf scenario's voor het gras-maisbedrijf. Alle gegevens in kg per ha

	M0	M+	M5	M5 +	M-
N-gift ->	420	270	420	270	240
N-rendement ->	0	+10	0	+10	0
VC _{os} ->	0	0	+5	+5	0
N-aanvoer	427	313	420	304	314
N-afvoer	94	94	94	94	94
N-Overschot	333	220	326	210	221
P-aanvoer	22	23	19	20	26
P-afvoer	17	17	17	17	17
P-Overschot	4	5	2	2	9
K-aanvoer	87	88	83	83	95
K-afvoer	24	24	24	24	24
K-Overschot	63	65	59	60	71

komen, zonder verbetering van de stikstofefficiëntie, leidt tot een stijging van het P- en K-overschot met resp. 5 en 8 kg per ha. De toename van de P- en K-overschotten wordt vooral veroorzaakt door een grotere aankoop van ruwvoer.

Tabel 8 Korte samenvatting van de belangrijkste kostenposten en het netto-bedrijfsresultaat van de vijf scenario's voor het gras-maisbedrijf

	M0	M+	M5	M5 +	M-
N-gift ->	420	270	420	270	240
N-efficiëntie ->	0	+10	0	+10	0
VC _{os} ->	0	0	+5	+5	0
Veevoer	40400	41800	35900	35900	51100
Kunstmest	8300	4800	8400	5000	3900
Netto bedrijfsresultaat	23500	26500	28500	32900	17800

In tabel 8 staat een korte samenvatting van de belangrijkste bedrijfseconomische resultaten van het gras-maisbedrijf.

Uit de tabel blijkt dat de effecten vergelijkbaar zijn met de resultaten van het grasbedrijf. De financiële verschillen tussen de varianten zijn wat kleiner, het heeft echter betrekking op minder hectares grasland. Als de financiële resultaten en de resultaten op de mineralenbalans worden gedeeld over het aantal hectares grasland, komen de resultaten van het gras- en het gras-maisbedrijf nagenoeg overeen.

5 DISCUSSIE

Verbetering stikstofefficiëntie: lager stikstofoverschot en hoger bedrijfsresultaat

Het effect van grassenveredeling op het mineralenoverschot en het netto-bedrijfsresultaat is berekend voor twee typen melkveebedrijven, een grasbedrijf en een grasmaaisbedrijf, beide met een stikstofgift op grasland van 420 kg per ha per jaar (waarvan kunstmeststikstof: 300-330 kg per ha per jaar). Verbetering van de stikstofefficiëntie van Engels raaigras met 10 % (scenario's G+ en M+) leidt bij een gelijkblijvende ruwvoerproductie tot een verlaging van het stikstofoverschot met gemiddeld 120 kg per ha per jaar. Bij deze scenario's stijgt het netto-bedrijfsresultaat met f 120 tot f 130 per ha grasland per jaar ten opzichte van G0. Als op deze twee typen bedrijven, met de huidige rassen, het stikstofoverschot moet worden verlaagd tot hetzelfde niveau als G+ en M+, moet de stikstofgift op grasland met 180 kg per ha per jaar worden verlaagd ten opzichte van G0 en M0 (scenario's G- en M-). Dit verlaagt echter het bedrijfsresultaat met f 250 tot 275 per ha grasland per jaar ten opzichte van G0 en M0. Om dezelfde verlaging van het stikstofoverschot op bedrijfsniveau te bewerkstelligen, levert het gebruik van verbeterde rassen dus f 380 tot f 395 per ha grasland per jaar meer op dan een verlaging van de stikstofgift.

Hogere verteerbaarheid: hoger bedrijfsresultaat en lager fosfor- en kalium overschot

Een verhoging van de verteerbaarheid van gras leidt op bedrijfsniveau tot een lagere krachtvoerbehoefte (scenario's G5 en M5 ten opzichte van G0 en M0). Deze lagere krachtvoerbehoefte leidt tot een besparing op de veevoederkosten van f 220 tot f 245 per ha grasland per jaar. Het stikstofoverschot daalt slechts met 5 tot 10 kg per ha. Wel dalen de fosfor- en kaliumoverschotten op de mineralenbalans relatief zeer sterk. De relatief sterke daling van het P-overschot hangt samen met het in absolute zin lage overschot in G0 en M0 door de hoge fosfaatbeschikbaarheid in de voorbeeldscenario's (hoog P-AI-getal). De daling van de P-aanvoer door de

verhoogde verteerbaarheid van het gras is in absolute zin vrij gering. Vergelijkbare dalingen van het P-overschot zijn te realiseren door verlaging van het P-gehalte in het krachtvoer. Op het bedrijf G0 wordt ongeveer 100.000 kg krachtvoer aangekocht. Als van dit krachtvoer het P-gehalte met 1 gram per kg verlaagd kan worden resulteert dit in een daling van de P-aanvoer met 3,6 kg per ha. Verhoging van de verteerbaarheid (VC_{os}) met 5 eenheden leidt tot een daling van de P-aanvoer met 4 kg per ha (tabel 5).

Een combinatie van verbeterde verteerbaarheid en verlaagd P-gehalte kan leiden tot dalingen van de P-aanvoer in de orde van 7 kg P per ha, zonder dat de krachtvoergift wordt beperkt. Sommige mengvoederbedrijven passen al een verlaging van het P-gehalte toe in het krachtvoer voor de zomerperiode. In hoeverre een verlaging van het P-gehalte voor het krachtvoer in de winterperiode mogelijk is, is nog niet bekend. Als echter door verlaging van de P-bemesting op grasland (via een vorm van evenwichtsbemesting) het P-gehalte van weidegras zal dalen, zal de mogelijkheid om het P-gehalte van krachtvoer te verlagen, kleiner worden. Verlaging van de krachtvoerbehoefte via verhoging van de verteerbaarheid van gras wordt dan belangrijker.

Verbetering stikstofefficiëntie en verhoging verteerbaarheid optelbaar

De effecten van verbetering van de stikstofefficiëntie en verhoging van de verteerbaarheid zijn vrijwel optelbaar. Optelling van de effecten van beide verbeteringen (G+ en G5 of M+ en M5) afzonderlijk op het bedrijfsresultaat geeft een iets lager bedrijfsresultaat dan de uitkomst van de berekeningen voor het scenario G5+. Dit effect wordt ook gezien bij de mineraleoverschotten.

Verhoging bedrijfsresultaat biedt ruimte voor verlaging mineraleninvoer

Bij gebruik van stikstofefficiëntere rassen treedt naast de verlaging van het stikstofoverschot ook een verhoging van het bedrijfsresultaat op. Ook bij een verhoogde verteerbaarheid is het bedrijfsresultaat verhoogd ten opzichte van de huidige situatie. Deze potentiële verhoging van het bedrijfsresultaat biedt ruimte voor een minder intensieve bedrijfsvoering. Om de effecten van deze mogelijkheden exact te becijferen zijn aanvullende berekeningen nodig.

Effecten op nationale schaal

De verlaging van het stikstofoverschot en verbetering van het bedrijfsresultaat op bedrijfsniveau door grassenveredeling mag niet zonder meer vermenigvuldigd worden met het totale graslandareaal om een verlaging van het stikstofoverschot op nationale schaal te verkrijgen. Toepassing van verbeterde rassen vereist herinzaai van grasland. Buiten de veenweidegebieden, waar graslandverbetering door herinzaai niet mogelijk is, is in 1993 9 % van het graslandareaal opnieuw ingezaaid of doorgezaaid (CBS, 1994). Dit betekent dat in ongeveer 10 tot 15 jaar het gehele herinzaaibare graslandareaal (ongeveer 750.000 ha) met nieuwe rassen kan zijn ingezaaid, als men geen extra kosten wil maken voor de toepassing van nieuwe rassen. De berekende effecten van grassenveredeling kunnen dus slechts van toepassing zijn op driekwart van het graslandareaal.

De extrapolatie van de resultaten op bedrijfsniveau naar nationale schaal wordt enigszins bemoeilijkt door de enorme variatie die bestaat tussen bedrijven in de stikstofaanvoer per hectare. Op de 20 % van de bedrijven met de hoogste stikstofoverschotten was de aanvoer hoger dan 760 kg per ha per jaar en op de 20 % van het areaal met de laagste stikstofoverschotten was de stikstofaanvoer lager dan 342 kg per ha per jaar. Gemiddeld voor alle melkveebedrijven is de gemiddelde stikstofaanvoer 529 kg per ha per jaar. Samenhangend met deze variatie in stikstofaanvoer bestaat ook grote variatie in het aantal melkkoeien per hectare (bij de hoogste 20 % meer dan 2,4, bij de laagste 20 % minder dan 1,6 en gemiddeld 1,8

melkkoe per hectare). Deze gegevens zijn verzameld door LEI-DLO voor de periode 1989/1990 (Mulder & Poppe, 1993). In de doorgerkende scenario's voor de huidige situatie is de stikstofaanvoer 465-485 kg per ha per jaar (G0 en M0). Dit is iets lager dan de gemiddelde stikstofaanvoer in de jaren 1989/1990. In de gekozen scenario's is uitgegaan van een melkproduktie per koe van 8000 kg per jaar. In Nederland was de gemiddelde melkproduktie per koe 6585 kg per jaar in 1989/1990 (Mulder & Poppe, 1993). Zowel de lagere stikstofaanvoer als de hogere melkproduktie per koe in onze berekeningen zijn in overeenstemming met de waargenomen trend (NRS, 1993; Zaalmlink en Luten, 1994).

Vanwege de verschillen in bemestingsniveaus, veedichtheid en melkproduktie per koe die in Nederland bestaan, kan op basis van de analyses voor de twee bedrijfstypen slechts een zeer grove indicatie worden gegeven van de effecten op nationale schaal van grassenveredeling op bedrijfsresultaat en mineralenoverschotten. In situaties met lagere veebezettingen dan in de hier berekende bedrijfssituaties, is een lagere bemesting vaak gebruikelijk. Het effect van een verbeterde rassen zal dan ook geringer zijn, met name de winst door een verbeterde stikstofefficiëntie zal dan kleiner zijn. Dat is ook in 3.1 al aangegeven: een bemesting van 420 kg N kan worden verminderd tot 270 kg N bij een gelijkblijvende produktie, terwijl een bij bemestingsniveau van 300 kg N de bemesting terug kan tot 211 kg N per ha. De daling van de bemesting is in het laatste geval ongeveer tweederde van de daling die kan worden gehaald bij toepassing van de landbouwkundig optimale bemesting.

Om tot een voorzichtige schatting op nationale schaal te komen van de effect van grassenveredeling is aangenomen dat op het herinzaaibare areaal (750.000 ha) gemiddeld slechts 67 % (= tweederde) van de berekende verlaging van de mineralenoverschotten en een verhoging van het bedrijfsresultaat gerealiseerd zal worden.

Volgens deze voorzichtige schatting zal het stikstofoverschot op melkveebedrijven bij toepassing van stikstofefficiëntere rassen (G+ en M+) op nationale schaal met 64 miljoen kg per jaar dalen ten opzichte van de huidige situatie (gerepresenteerd

door G0 en M0). Het bedrijfsresultaat van de bedrijven die stikstofefficiëntere rassen gebruiken zal ongeveer f 65 miljoen per jaar hoger zijn ten opzichte van de huidige situatie.

Het bedrijfsresultaat van bedrijven die stikstofefficiëntere rassen gebruiken is zelfs f 200 miljoen per jaar hoger dan wanneer men het stikstofoverschot verlaagt door de stikstofgift te verlagen zonder gebruikmaking van betere rassen (G – en M-).

Op nationale schaal betekent een verhoging van de verteerbaarheid met 5 % een f 120 miljoen hoger netto-bedrijfsresultaat, als we eenzelfde voorzichtige schatting maken (op het herinzaaibare areaal slechts 67 % van het berekende voordeel in de voorbeeldscenario's). Bij gelijkblijvende P- en K-gehalten in krachtvoer leidt een verhoging van de verteerbaarheid met 5 % tot een daling van de P-aanvoer in krachtvoer met 1,5 miljoen kg per jaar (bij een P-overschot van ongeveer 30 miljoen kg) en van de K-aanvoer in krachtvoer met 6 miljoen kg per jaar (bij een K-overschot van ongeveer 80 miljoen kg) (Mulder en Poppe, 1993).

Lange termijnontwikkelingen

De veronderstelde vooruitgang in grasrassen door veredeling zal geleidelijk gedurende een periode van ongeveer 20 jaar worden gerealiseerd. In zo'n periode van 20 jaar kunnen allerlei veranderingen in de economische situatie van de melkveehouderij optreden. Wijzigingen in de prijzen van kunstmest, veevoer of van geproduceerde melk of wijzigingen in bijvoorbeeld de melkquotering. Verder zal de melkproductie per koe nog verder stijgen (met ongeveer 100 kg melk per koe per jaar). Dit beïnvloedt het aantal koeien dat nodig is om hetzelfde melkquotum vol te melken. Vanwege dit soort - deels onvoorspelbare - termijnontwikkelingen moeten de gepresenteerde resultaten met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

Heffingen

Het invoeren van heffingen op het stikstofoverschot zou voor een aantal scenario's sterkere consequenties hebben dan voor andere. Met name de scenario's G0, M0, G5 en M5 met hun hogere stikstofoverschot zouden met hogere heffingen worden geconfronteerd dan de andere scenario's. Echter de vergelijking van het bedrijfsresultaat van de scenario's G5 en M5 met G0 en M0 (het effect van verhoging van de verteerbaarheid) en G+ en M+ met G- en M- (het effect van verbetering van de stikstofefficiëntie) zou bij het invoeren van heffingen op het stikstofoverschot niet veranderen, omdat in de vergelijkingen dezelfde stikstofoverschotten voorkomen. Daarmee is het berekende effect van grassenveredeling op het bedrijfsresultaat onafhankelijk van het al of niet invoeren van heffingen. Wel zal het verschil in bedrijfsresultaat van de scenario's G+ en G0 toenemen (en idem dito voor het gras-maisbedrijf).

Effect van verteerbaarheid op voeropname

In de berekeningen is geen rekening gehouden met een hogere voeropname van grasrassen met een verhoogde verteerbaarheid, omdat het de vraag is of de voeropname nog wel afhankelijk is van de verteerbaarheid bij de op zich vrij hoge verteerbaarheid van gras. Aanvullende berekeningen hebben aangetoond dat het wel opnemen van zo'n effect van verteerbaarheid op voeropname slechts een beperkt effect heeft. De extra dalingen van de jaarlijkse overschotten van P en K liggen daarbij in de orde van 1 kg per ha. Het netto-bedrijfsresultaat stijgt met nog ongeveer f 800 per bedrijf (f 30 per hectare).

Verteerbaarheid en pensverzuring

In 2.2 is aangegeven dat een verhoging van de verteerbaarheid verkregen kan worden door of het celwandgehalte te verlagen of de celwandverteerbaarheid te

verhogen (of beide). Een verlaging van het celwandgehalte samen zal gaan met een verhoging van het oplosbare suikergehalte. Snel fermenteerbare suikers kunnen leiden tot een snelle produktie van vluchtige vetzuren en een daling van de pH van de pensvloeistof (Van Vuuren, 1993). Hoewel pensverzuring bij koeien op uitsluitend gras zeldzaam is, is een lage pH nadelig voor de celwandvertering. Daarom is uit veevoedingskundig oogpunt een verlaging van het celwandgehalte minder wenselijk dan een verhoging van de celwandverteerbaarheid.

Eiwitwaardering van gras

Uit recent onderzoek is gebleken dat de hoeveelheid darmverteerbaar eiwit (DVE) in het huidige DVE-systeem iets onderschat is (Van Vuuren, 1993). In de berekeningen voor dit rapport is gewerkt met de rekenregels van het huidige systeem (CVB, 1991). Een hogere DVE-waarde (en daarmee samenhangend een lagere OEB-waarde) zou vooral voor het gras-maisbedrijf waar grasrassen met een verbeterde stikstofefficiëntie gebruikt worden (M+ en M5+) een verlaging van het stikstofoverschot kunnen betekenen. Dan wordt namelijk eiwitrijke brok aangevoerd, omdat het eiwitaandeel in het rantsoen in de winterperiode iets te laag is (door het lagere DVE-gehalte van graskuil bij verbetering van de stikstofefficiëntie). Bij een hogere DVE-waarde kan deze aanvoer van eiwitrijke brok worden verminderd. Voor het grasbedrijf zou een aanpassing van de DVE-waarde slechts weinig effect hebben op het stikstofoverschot, omdat het eiwitaanbod al voldoende was met de huidige DVE-waarde.

Berekening van het VEM-gehalte van gras

In de berekeningen in 3.2 bleek dat een daling van het stikstofgehalte van het gras leidde tot een daling van het VEM-gehalte.

In de berekening van het VEM-gehalte van gras wordt gewerkt met de metaboliseerbare energie (ME). De hoeveelheid ME in gras is afhankelijk van de hoeveel-

heid verteerbare organische stof (vos) en het gehalte aan voedernorm ruw eiwit (vre). In formulevorm: $ME = 3,4 \times \text{vos} + 1,4 \times \text{vre}$, als de verhouding vos/vre kleiner is dan 7. Bij een gelijkblijvende VC_{os} , en daarmee een gelijkblijvende vos en een dalend stikstofgehalte van het gras zal het VEM-gehalte van het gras dalen. Bij deze berekende daling kunnen kanttekeningen worden geplaatst. In zeer veel gevallen is bij de voeding van melkvee sprake van een stikstofovermaat, zeker bij rantsoenen die puur uit (kuil)gras bestaan. De verwerking van die stikstofovermaat kost energie, Hijink en Meijer (1987) gaan uit van 0,2 VEM per gram eiwitovermaat. Voor de verwerking van de eiwitovermaat bij weidend vee is een extra energiebehoefte ingerekend (IKC, 1993b).

Bij daling van het stikstofgehalte van het gras door een verbeterde stikstofefficiëntie is de stikstofovermaat in het dier kleiner, daarom zal er in de praktijk sprake kunnen zijn van een iets hogere energie-inhoud van het gras dan nu wordt berekend. Als de energiebehoefte van eiwitafbraak wel volledig in rekening gebracht wordt, neemt het belang van een lager stikstofgehalte en een hogere stikstofefficiëntie alleen maar toe.

Stikstofrecovery

In 2.1 is aangegeven dat een lichte stijging van de stikstofrecovery is te verwachten, als de spruit/wortel-verhouding verhoogd wordt (verhoging van LWR). De verhoging van de stikstofrecovery is in de berekeningen in bedrijfsverband niet toegepast. Dat betekent dat de stikstofgehalten van gras iets minder snel zullen dalen dan in hoofdstuk 3 wordt berekend. De stikstofopname door het dier zal iets stijgen en de stikstofbenutting (4.1) zal hierdoor afnemen. Het heeft bij de berekeningen in bedrijfsverband zeer geringe gevolgen voor het mineralenoverschot. De grasproductie bij de gebruikte stikstofinput zal niet veranderen, de verandering van het stikstofgehalte van het voer zal met name leiden tot veranderingen van het stikstofgehalte in de urine. De verliezen door uitspoeling zullen misschien iets stijgen. Echter ook de stikstofgehalten in de (drijfmest) zullen wat stijgen, waardoor een geringere aankoop van kunstmest nodig is. Het gaat daarbij echter om zeer

kleine hoeveelheden. De verdeling van het overschot over de verschillende verliesposten (m.n. ammoniakemissie en uitspoeling) zal wel iets worden gewijzigd. Berekeningen hebben aangetoond dat een verhoging van het stikstofgehalte van 2 gram in het gras leidt tot een daling van het stikstofoverschot met ongeveer 2 kg per ha.

Experimentele onderbouwing

De in hoofdstuk 2 aangegeven genetische variatie in groeiparameters die de stikstofefficiëntie bepalen (spruit/wortel-verhouding en hergroeisnelheid) is aangetoond in kasproeven (van Loo *et al.*, 1992). Genetische variatie voor de stikstofresponskromme is ook gevonden in veldproeven met meer of minder persistente rassen of selecties (Baan Hofman, 1988). De persistente rassen hadden in deze proeven ook een betere stikstofrespons. In de recente rasbeproevingen bleken binnen het bestaande rassensortiment van Engels raaigras duidelijke verschillen in stikstofefficiëntie (Sikkema, 1994).

Over mogelijke negatieve genetische correlaties tussen stikstofefficiëntie, verteerbaarheid en andere belangrijke landbouwkundige eigenschappen als bijvoorbeeld kroonroestresistentie, droogteresistentie of voorjaarsontwikkeling is niets bekend.

Genetische variatie in Engels raaigras voor verteerbaarheid is duidelijk aangetoond (hoofdstuk 2). Ook in het rassenonderzoek zijn systematische verschillen tussen rassen van Engels raaigras gevonden van ongeveer 2 % (Visscher, 1992). Een aantal aspecten wat betreft veredeling op verteerbaarheid en de effecten ervan op melkveebedrijven verdienen nader onderzoek. Er is nog onvoldoende bekend over de respons op selectie voor verteerbaarheid in Engels raaigras. In andere grassoorten is zo'n respons al wel duidelijk aangetoond (Bhugara *et al.*, 1991). Om de kosten van veredeling op verteerbaarheid te verlagen is het zoeken naar een betrouwbare en goedkope screeningsmethode belangrijk. Hageman *et al.* (1992) hebben laten zien in beweidingsproeven dat er verschillen kunnen optreden in

melkproduktie en in pensfysiologische eigenschappen als zuurgraad in de pens en vetzuurgehaltes bij gebruik van verschillende rassen van Engels raaigras. Het verdient aanbeveling om de voorspelde mogelijkheid tot verlaging van de krachtvoergift bij verhoging van de verteerbaarheid te toetsen met behulp van voederproeven met dieren.

6 CONCLUSIES

Aan de hand van een vijftal bedrijfsscenario's is de potentiële bijdrage van grassenveredeling ten aanzien van stikstofefficiëntie en verteerbaarheid berekend. Daarbij was de aandacht met name gericht op een verlaging van het mineralenoverschot en een verhoging van het bedrijfsresultaat van twee typen intensieve melkveebedrijven (gras- en gras-maisbedrijf). Op grond van de berekeningen zijn een aantal conclusies mogelijk op bedrijfsniveau. Ook zijn enkele conclusies getrokken over de effecten van grassenveredeling op nationale schaal. Deze laatste conclusies zijn gebaseerd op vrij grove, maar voorzichtige schattingen.

Verbetering stikstofefficiëntie

1. Een verbetering van de stikstofefficiëntie van rassen van Engels raaigras met 10 % leidt tot een verhoging van de stikstofbenutting door koeien met 15 % en tot een verlaging van het stikstofoverschot met 120 kg per ha.
2. Een verbetering van de stikstofefficiëntie van rassen van Engels raaigras met 10 % verhoogt het netto-bedrijfsresultaat met f 120 tot 130 per ha grasland per jaar, als gestreefd wordt naar een vergelijkbare ruwvoerproductie.
3. Als wordt gestreefd naar een vergelijkbaar stikstofoverschot, wordt door gebruik van rassen met een verbeterde stikstofefficiëntie het bedrijfsresultaat verhoogd met f 380 tot f 395 per ha grasland per jaar ten opzichte van de situatie waarin die verbeterde rassen niet worden gebruikt.

Verhoging verteerbaarheid

4. Een verhoging van de verteerbaarheid met 5 % leidt slechts tot een daling van het stikstofoverschot met 10 kg N per ha.
5. Een verhoging van de verteerbaarheid met 5 % leidt tot een verhoging van het netto-bedrijfsresultaat met f 220 tot f 245 per ha per jaar.

6. Een verhoging van de verteerbaarheid met 5 % leidt tot een verlaging van de fosforaanvoer met ongeveer 4 kg per ha per jaar op het gras- en grasmaaisbedrijf en van de kaliumaanvoer met 4 kg per ha per jaar op het grasmaaisbedrijf en 8 kg per ha per jaar op het grasbedrijf.
7. De effecten van een verbetering van de stikstofefficiëntie en een verhoging van de verteerbaarheid zijn optelbaar.

Nationale effecten

8. Bij toepassing van rassen met een 10 % hogere stikstofefficiëntie is op nationale schaal een verlaging van het stikstofoverschot met ongeveer 64 miljoen kg per jaar te verwachten met een gelijkblijvende ruwvoerproductie. Het totale bedrijfsresultaat zal in dat geval toenemen met f 65 miljoen. Indien eenzelfde vermindering van het stikstofoverschot moet worden bereikt zonder gebruik te maken van verbeterde rassen, zal het voordeel van het gebruik van rassen met een 10 % hogere stikstofefficiëntie zelfs oplopen tot ongeveer f 200 miljoen per jaar.
9. Op nationale schaal leidt een verhoging van de verteerbaarheid van gras met 5 % tot een verhoging van het bedrijfsresultaat met ongeveer f 120 miljoen per jaar.

De hier berekende effecten van grassenveredeling zullen geleidelijk gedurende een periode van ongeveer 20 jaar kunnen worden gerealiseerd. De berekeningen geven aan dat stikstofefficiëntie en verteerbaarheid belangrijke aspecten zijn in het rassenonderzoek. Hierbij zijn goede toetsingsmethoden voor zowel veredelingsbedrijven, het strategisch onderzoek en het praktijkonderzoek van groot belang.

Om deze verbetering door grassenveredeling te bereiken is een continue inzet nodig door het veredelingsbedrijfsleven en het veredelingsonderzoek. We hopen dat de in deze studie aangetoonde potentiële bijdrage van grassenveredeling aan de verlaging van de mineralenoverschotten en de verhoging van het bedrijfsresultaat in de melkveehouderij een impuls kan zijn voor zowel veredelaars, het strategisch onderzoek en het praktijkonderzoek.

LITERATUUR

Alem, G.A.A. van en Scheppingen, A.T.J. van (1993) The development of a farm budgeting program for dairy farms. In: E. Annevelink, R.K. Oving en H.W. Vos (editors), *Proceedings XXV CIOSTA_CIGR V Congres - Farm planning, Labour and labour conditions, Computers in Agricultural management*. Wageningen, The Netherlands, pp 326-331.

Baan Hofman, T. (1988). Effecten van stikstofgift en maaifrequentie op de drogestofopbrengst van Engels raaigrasrassen die verschillen in persistentie. CABO-verslag 86, DLO-centrum voor Agrobiologisch Onderzoek, Wageningen.

Bughrara, S.S., Sleper, D.A. & Krause, G.F. 1991. Genetic variation in tall fescue digestibility estimated using a prepared cellulase solution. *Crop Science*, 31, 883-889.

Centraal Bureau voor de Statistiek (1994). *Maandstatistiek van de landbouw*, maart 1994.

Centraal Veevoederbureau. (1991) *Eiwitwaardering voor herkauwers: Het DVE-systeem*. CVB-reeks nr. 7, 1991.

Centraal Veevoederbureau (1992) *Handleiding voederwaardeberekening ruwvoerders*.

Hageman, I.W., Lantinga, E.A., Schiepers, H. en Neuteboom, J.H., (1992). *Opname, voederwaarde, melkproduktie en zodekwaliteit bij beweiding van diploid en tetraploid Engels raaigras*. Verslag Landbouwplantenteelt en Graslandkunde, Wageningen.

Hijink, J.W.F. en Meijer A.B. (1987). *Het koemodel*. PR-publikatie nr. 50.

Humphreys, M.O. 1989. Water-soluble carbohydrates in perennial ryegrass breeding. III. Relationships with herbage production, digestibility and crude protein content. *Grass and Forage Science*, 44, 423-430.

IKC (1993a) Kwantitatieve informatie veehouderij 1993-1994, Publikatie nr. 6-93 Informatie en Kennis Centrum Veehouderij.

IKC (1993b) Handboek voor de Rundveehouderij. Publikatie nr. 35. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij.

Kamp, A. van der, Kant, P.P.H. en Lent, A.H.J. van (1993) Bedrijfseconomische en milieutechnische gevolgen emissie-arme bedrijfssystemen op melkveebedrijven. PR-rapport 149.

Ketelaars, J.J.M.H. & Tolkamp, B.J. 1991. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen.

Loo, E.N. van, Schapendonk, A.H.C.M. en de Vos, A.L.F. (1992). Effects of nitrogen supply on tillering dynamics and regrowth of perennial ryegrass populations. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 40, 381-400.

Loo, E.N. van (1993) On the relation between tillering, leaf area dynamics and growth of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) Proefschrift Landbouw Universiteit Wageningen

Mandersloot, F. (1992) Bedrijfseconomische gevolgen beperking stikstofverliezen op melkveebedrijven. PR-rapport 138.

Meer, H.G. van der (ed), (1991). Stikstofbenutting en -verliezen van gras- en maisland. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 10. Werkgroep Stikstofproblematiek van gras- en maisland, Wageningen.

Mulder, M. & Poppe (red.). 1993. Landbouw, milieu en economie. Proeve van een periodieke rapportage voor monitoring. Periodieke Rapportage 68-89, LEI-DLO, Den Haag.

Nederlands Rundvee Syndicaat (1993). Jaarverslag 1992.

Schapendonk, A.H.C.M., Spitters, C.J.T. en De Vos, A.L.F., (1989). Persistentie en stikstofbenutting: verschillen tussen diploide en tetraploide rassen van Engels raaigras. *Prophyta*, **43** (bijlage 1), 71-74.

Schapendonk, A.H.C.M., C.J.T. Spitters and A.L.F. de Vos, (1990). Comparison of nitrogen utilization of diploid and tetraploid perennial ryegrass genotypes using a hydroponic system. In: Genetic aspects of plant mineral nutrition. Eds. N. El Bassam, M. Dambroth and B.C. Loughman. pp. 299-306. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Sikkema, K. (1994). Hoog produktieve rassen van Engels raaigras de beste stikstofbenutters. *Praktijkonderzoek* 94-2, pp 32-34.

Visscher, J. 1992. Verschillen in verteerbaarheid tussen grassoorten en tussen rassen van Engels raaigras. *Praktijkonderzoek*, 5^e jaargang no. 6, 25-28.

Vuuren, A.M. van, (1991). Nutritional quality of herbage in relation to animal production. In: Fodder crops breeding: achievements, novel strategies and biotechnology, Eds. A.P.M. den Nijs en A. Elgersma, p. 161-165, PUDOC, Wageningen, 1991.

Vuuren, A.M. van (1993) Digestion and nitrogen metabolism of grass fed dairy cows. Proefschrift Landbouw Universiteit Wageningen.

Werkgroep NVV (1991) Normen voor de Voedervoorziening. PR-publikatie 70.

Wijk, A.J.P. van & Reheul, D. 1991. Achievements in fodder crops breeding in maritime Europe. Proceedings of the 16th meeting of the Fodder Crops Section of EUCARPIA "Fodder crops breeding: Achievements, novel strategies and biotechnology", Wageningen.

Zaalmink, W. en Luten, W. (1994) Stikstofbemesting op proef- en praktijkbedrijven (voorlopige titel), in voorbereiding.

Bijlage 1 Eenvoudig grasgroeimodel voor de analyse van veredeling op specifieke groeiparameters.

Het voor de analyse gebruikte model is beschreven in van Loo *et al.*, (1992) en Schapendonk *et al.*, (1989). Het model bevat vier toestandsvariabelen: bladgewicht (W_{blad}), gewicht aan wortel en stoppel ($W_{\text{wortel+stoppel}}$), bladoppervlakte-index (LAI) en spruitdichtheid (T). De totale groeisnelheid is een functie van de hoeveelheid licht boven het gewas (I_0) en de stikstofconcentratie in het gewas. Berekeningen zijn uitgevoerd voor een optimale temperatuur (maximale bladstrekkingssnelheid en fotosynthese-eigenschappen).

Gedurende de eerste week na ontbladeren wordt verondersteld dat de bladoppervlaktetoename het produkt is van spruitdichtheid en een constante bladoppervlaktevorming per spruit. Daarna is bladoppervlaktevorming afhankelijk van de gewichtstoename van blad en het specifieke bladoppervlak (SLA)

In van Loo *et al.*, (1992) en Schapendonk *et al.*, (1989) is het model gebruikt voor een "steady state" stikstoftoediening in het gewas waarbij de stikstofconcentratie in het gewas constant blijft. Hier wordt het model gebruikt voor de situatie met een stikstofgift direct na een ontbladering. Stikstofopname is maximaal 10 % van de hoeveelheid in de bodem aanwezige stikstof of zodanig dat de stikstofconcentratie in de bijgroei van het gewas niet hoger wordt dan 5 % op droge-stof basis. Hiermee ontstaat een situatie waarbij direct na ontbladering de stikstofopname evenredig is met de gewasgroei totdat de stikstofvoorraad in de bodem uitgeput raakt. Vanaf dat moment treedt uitverdunding op van de stikstofconcentratie in het gewas. Als de stikstofconcentratie beneden 4,5 % op droge-stofbasis komt, worden groeiparameters LWR, SLA en RUE verlaagd evenredig met de verlaging van de stikstofconcentratie.

vervolg bijlage 1

Vergelijkingen

W_{blad} = drooggewicht van blad per oppervlakte grond, kg ha⁻¹

$W_{\text{wortel+stoppel}}$ = drooggewicht van wortel en stoppel, kg ha⁻¹

W_{oogst} = drooggewicht van geoogste biomassa, kg ha⁻¹

$W_{\text{tot}} = W_{\text{blad}} + W_{\text{(wortel+stengel)}}$

N_{blad} = stikstof in blad per oppervlakte grond, kg ha⁻¹

$N_{\text{wortel+stoppel}}$ = stikstof in wortel en stoppel, kg ha⁻¹

N_{oogst} = stikstof in geoogste biomassa, kg ha⁻¹

N_{bodem} = stikstof in bodem, kg ha⁻¹

$N_{\text{tot}} = N_{\text{blad}} + W_{\text{(wortel+stengel)}}$

t = tijd

$d(W_{\text{tot}})/dt = I_0 * RUE * (1 - \exp(-k * LAI))$

$d(W_{\text{blad}})/dt = LWR * d(W_{\text{tot}})/dt$

vervolg bijlage 1

Eerste week na ontbladeren:

$$d(LAI)/dt = dLAI$$

Na de eerste week na ontbladeren:

$$d(LAI)/dt = SLA * d(W_{blad})/dt$$

$$d(N_{tot})/dt = \min(0,1 * N_{soil}, 0,05 * d(W_{blad})/dt + 0,03 * d(W_{wortel+stoppel}))$$

$$d(N_{wortel+stoppel})/dt = (0,03 * d(W_{wortel+stoppel}) / (0,05 * d(W_{blad})/dt + 0,03 * d(W_{wortel+stoppel}))) * d(N_{tot})/dt$$

$$d(N_{blad})/dt = (0,05 * d(W_{blad}) / (0,05 * d(W_{blad})/dt + 0,03 * d(W_{wortel+stoppel}))) * d(N_{tot})/dt$$

$$W_{oogst} = W_{blad} - 200$$

$$N_{oogst} = N_{blad} - 7$$

LAI direkt na ontbladeren is 0,5.

W_{blad} direkt na ontbladeren is 200 kg ha⁻¹.

N_{blad} direkt na oogsten is 7 kg ha⁻¹.

N_{bodem} direkt na oogsten is 30 kg ha⁻¹ + N_{fert}

N_{fert} is stikstofbemesting direkt na oogsten (0 tot 80 kg ha⁻¹)

Bijlage 2 Droge-stofopbrengst, stikstofopname (kg/ha.jaar) en stikstofgehaltes (g/kg ds) op een goed vochthoudende zandgrond bij een verbetering van de stikstofefficiëntie met 5 en 10 procent.

N-efficiëntie ->		0 %		+ 5%		+ 10 %	
N-gift	Nopn. (kg/ha)	ds (kg/ha)	N (g/kg ds)	ds (kg/ha)	N (g/kg ds)	ds (kg/ha)	N (g/kg ds)
100	227	8302	27,3	8718	26,0	9133	24,9
150	264	9161	28,9	9619	27,5	10077	26,2
200	299	9906	30,2	10402	28,8	10897	27,5
225	316	10237	30,8	10749	29,4	11261	28,0
250	331	10540	31,4	11067	29,9	11594	28,6
275	347	10815	32,0	11356	30,5	11897	29,1
300	361	11062	32,6	11615	31,1	12168	29,7
325	375	11281	33,2	11845	31,7	12409	30,2
350	388	11471	33,8	12045	32,2	12618	30,8
375	401	11634	34,4	12216	32,8	12797	31,3
400	413	11768	35,1	12357	33,4	12945	31,9
425	424	11875	35,7	12469	34,0	13062	32,5

Bijlage 3 Omrekening van de voederwaarde naar VC_{os}

Bij alle berekeningen is gebruik gemaakt van de voederwaardeformules zoals deze zijn vastgesteld door het Centraal Veevoederbureau (CVB, 1992).

Weidegras

Het stikstofgehalte van weidegras bedraagt gemiddeld 36 gram per kg ds. Omrekening naar een re-gehalte levert: $36 * 6,25 = 225$ g/kg ds.

Ondanks het nieuwe eiwitwaarderingssysteem is de bepaling van het vre-gehalte nog steeds nodig bij de berekening van de vos en uiteindelijk de VC_{os} . Hiervoor is een ras-gehalte nodig. Berekeningen met het PR-grasgroeimodel geven voor weidesneden ras-gehaltenes van 100 g/kg ds. Er is namelijk uitgegaan van aanhangende grond, dat door regen is opgespat. Deze hoeveelheid is vastgesteld op 25 kg per ha.

De berekening van het vre-gehalte is eveneens afhankelijk van de datum. Deze datum is in de formules verwerkt als teldagen vanaf 1 april. Voor alle berekeningen is de datum vastgezet op dag 100 (10 juli), ongeveer het midden van het weideseizoen.

Het vre-gehalte bedraagt dan 180 g/kg ds.

Het vos-gehalte kan dan worden afgelezen in bijlage 1 van de CVB-handleiding. De vos bedraagt 720 g/kg ds, de bijbehorende VC_{os} is dan 0,80.

Kuilgras

Het stikstofgehalte van kuilgras (incl. NH_3) bedraagt 35 g/kg ds. Bij een NH_3 -fractie van 10 resulteert dat in een re-gehalte van 219 g/kg ds.

Het ras-gehalte van kuilgras is vastgesteld op 120 g/kg ds. Deze waarde is gebaseerd op berekeningen met het voederwinningsmodel van het PR, verontreiniging met grond bedraagt daarbij 20 g/kg ds.

Het vre-gehalte komt daardoor op 142 g/kg ds. Aflezen uit de CVB-tabel geeft een vos van 660 g/kg ds, de VC_{os} wordt dan 0,75.

Bijlage 4 Voederwaarde weidegras tijdens het groeiseizoen

Scenario	Periode					
	26/4-10/5	11/5-15/6	16/6-31/7	1/8-15/9	16/9-31/10	gem.
'0'						
VEM	1048	996	975	965	962	980
DVE	101	99	100	104	110	103
OEB	51	58	66	56	51	57
N	33,6	35,4	36,8	36,3	36,8	36,2
' + '						
VEM	1035	983	962	952	949	967
DVE	93	91	92	96	102	95
OEB	13	20	28	18	13	19
N	26,6	28,4	30,1	29,3	29,8	29,2
'5'						
VEM	1117	1065	1044	1034	1031	1049
DVE	108	106	107	111	117	110
OEB	45	52	60	50	45	51
N	33,6	35,4	36,8	36,3	36,8	36,2
'5 + '						
VEM	1104	1052	1031	1021	1018	1036
DVE	101	99	100	104	110	103
OEB	4	11	19	9	4	10
N	26,6	28,4	30,1	29,3	29,8	29,2
' - '						
VEM	1031	987	964	950	945	966
DVE	98	95	96	99	102	98
OEB	33	32	38	34	22	31
N	30,5	30,4	31,7	31,7	30,4	31,0

Bijlage 5 Voeding veestapel uitgesplitst naar weide- en stalseizoen.

	G0	G +	G5	G5 +	G -
N-bemesting (kg/ha)	420	270	420	270	240
Maaipercantage totaal	193	193	193	193	193
Kuilopbrengst (kg ds/ha)	5041	5041	5041	5041	3557
VEM-gehalte (/kg ds)	861	851	926	916	854
DVE-gehalte (g/kg ds)	72	67	80	74	69
OEB-gehalte (g/kg ds)	71	32	65	25	41
N-gehalte (g/kg ds)	35	28	35	28	29
Melkkoeien (ruwvoer in kg ds/koe, krachtvoer in kg produkt/koe)					
gras	2574	2550	2574	2550	2521
gecons. ruwvoer weide	59	59	59	59	59
krachtvoer weide					
90/120 DVE	592/2	632/7	480/2	493/6	628/2
graskuil stal	2024	2002	2025	2025	1238
maiskuil stal	0	0	0	0	864
krachtvoer stal					
90/180 DVE	1210/58	1245/76	1025/54	1028/73	1004/204
Pinken (ruwvoer in kg ds/pink, krachtvoer in kg produkt/pink)					
gras	1414	1441	1326	1326	1422
krachtvoer weide	0	0	0	0	1
graskuil stal	1222	1203	1198	1198	1223
krachtvoer stal (90DVE)	174	199	109	109	204
Kalveren (ruwvoer in kg ds/kalf, krachtvoer in kg produkt/kalf)					
gras	350	357	328	328	345
krachtvoer weide (90 DVE)	47	47	47	47	45
graskuil	794	794	740	740	807
krachtvoer stal					
90/180 DVE	156/17	159/17	156/17	156/17	168/17
Aankoop ruwvoer (kg ds per bedrijf)					
Graskuil	2830	2520	0	0	0
Maiskuil	0	0	0	0	52840

vervolg bijlage 5

	M0	M +	M5	M5 +	M –
N-bemesting (kg/ha)	418	270	418	270	242
Maaipercantage totaal	204	204	204	204	151
Kuilopbrengst (kg ds/ha)	5445	5445	5445	5445	4002
VEM-gehalte (/kg ds)	858	848	923	913	852
DVE-gehalte (g/kg ds)	72	67	80	74	69
OEB-gehalte (g/kg ds)	68	29	62	22	40
N-gehalte (g/kg ds)	35	28	35	28	29
Melkkoeien (ruwvoer in kg ds/koe, krachtvoer in kg produkt/koe)					
gras	1968	1961	1984	1985	1947
gecons. ruwvoer weide	538	538	538	538	531
krachtvoer weide					
90/120 DVE	685/12	703/28	588/12	591/25	709/14
graskuil stal	1730	1724	1795	1786	1094
maiskuil stal	315	313	270	270	1019
krachtvoer stal					
90/180 DVE	1142/102	1156/130	1034/100	971/137	955/238
Pinken (ruwvoer in kg ds/pink, krachtvoer in kg produkt/pink)					
gras	1414	1434	1326	1326	1421
krachtvoer weide	0	0	0	0	1
graskuil stal	1220	1200	1194	1194	1221
krachtvoer stal (90DVE)	179	204	114	114	208
Kalveren (ruwvoer in kg ds/kalf, krachtvoer in kg produkt/kalf)					
gras	350	355	328	328	345
krachtvoer weide (90 DVE)	47	47	47	47	45
graskuil	794	794	740	740	809
krachtvoer stal					
90/180 DVE	159/17	162/17	159/17	159/17	183/17
Aankoop ruwvoer (kg ds per bedrijf)					
Graskuil	0	0	0	0	0
Maiskuil	8080	7960	5570	5570	46900

Bijlage 6 Mineralenbalansen voor de vijf scenario's van het grasbedrijf.

	G	G +	G5	G5 +	G -
N-gift ->	420	270	420	270	240
N-efficiëntie ->	0	+10	0	+10	0
VC _{os} ->	0	0	+5	+5	0
Stikstof (N)					
Krachtvoer	80,9	86,2	68,3	71,1	89,3
Ruwvoer	3,2	2,8	0	0	23,9
Kunstmest	327,4	195,4	333,4	201,9	167,9
Overige	53,6	53,6	53,6	53,6	53,6
N-aanvoer	465,1	338,0	455,4	326,6	334,7
N-afvoer	86,9	86,9	86,9	86,9	86,9
N-Overschot	378,3	251,2	368,5	239,8	247,8
Fosfor (P)					
Krachtvoer	17,2	18,3	14,6	15,1	18,9
Ruwvoer	0,4	0,3	0	0	3,8
Kunstmest	0	0	0	0	0
Overige	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
P-aanvoer	18,6	19,6	15,5	16,1	23,6
P-afvoer	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
P-Overschot	2,6	3,6	-0,5	0,1	7,7
Kalium (K)					
Krachtvoer	55,3	58,4	46,4	47,7	56,3
Ruwvoer	3,1	2,7	0	0	26,0
Kunstmest	0	0	0	0	0
Overige	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
K-aanvoer	63,9	66,6	52,0	53,2	87,9
K-afvoer	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1
K-Overschot	41,7	44,5	29,8	31,1	65,7

Bijlage 7 Mineralenbalansen voor de vijf scenario's van het gras-maisbedrijf.

	M	M +	M5	M5 +	M -
N-gift ->	420	270	420	270	240
N-efficiëntie ->	0	+10	0	+10	0
VC _{os} ->	0	0	+5	+5	0
Stikstof (N)					
Krachtvoer	93,5	98,8	84,0	86,3	102,1
Ruwvoer	4,1	4,0	2,8	2,8	23,5
Kunstmest	275,5	156,8	279,0	161,0	134,9
Overige	53,7	53,7	53,7	53,7	73,7
N-aanvoer	426,8	313,3	419,6	303,8	314,3
N-afvoer	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5
N-Overschot	333,3	219,8	326,0	210,3	220,7
Fosfor (P)					21,5
Krachtvoer	19,9	20,9	17,8	18,2	
Ruwvoer	0,6	0,6	0,4	0,4	3,7
Kunstmest	0	0	0	0	0
Overige	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
P-aanvoer	21,5	22,5	19,2	19,6	26,2
P-afvoer	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2
P-Overschot	4,2	5,3	2,0	2,4	9,0
Kalium (K)					
Krachtvoer	62,4	64,9	55,7	55,8	63,5
Ruwvoer	4,4	4,3	3,0	3,0	25,6
Kunstmest	14,3	13,4	18,8	18,8	0
Overige	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
K-aanvoer	86,8	88,4	83,3	83,3	94,8
K-afvoer	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9
K-Overschot	63,0	64,5	59,4	59,5	70,9

**Bijlage 8 Overzicht van alle kosten en opbrengsten voor de vijf scenario's van
het grasbedrijf**

1.1 SAMENVATTING BEDRIJFSBEGROTING

	G0	G-	G+
TECHNISCHE GEGEVENS			
Aantal melkkoeien	50.00	50.00	50.00
Melkquotum, incl (ver)lease (ton)	400.00	400.00	400.00
Opp. grasland (ha)	28.00	28.00	28.00
Opp. snijmais eigen teelt (ha)			
Opp. overige voedergewassen (ha)			
Melkproduktie (kg/koe)	8000	8000	8000
Graslandgebruikssysteem	0	0	0
Stikstofniveau grasland (kg/ha)	421	240	273
Rente	8.00	8.00	8.00
A. OPBRENGSTEN			
Totaal	345439	345439	345439
Waarvan:			
- Melkopbrengsten	314138	314138	314138
- Omzet en aanwas	31301	31301	31301
B. TOEGEREKENDE KOSTEN			
Totaal	88078	96071	85388
Waarvan:			
- Veevoer	37404	50642	39241
- Energie	3398	3398	3398
- Gewasbeschermingsmiddelen	1509	1282	1323
- Kunstmeststoffen N, P2O5, K2O	10267	5264	6129
- Organische meststoffen			
- Overige bemestingskosten	3080	3080	3080
- Zaad, plant en pootgoed	573	328	371
- Overige grond- en hulpstoffen	6112	6343	6112
- Overige produkt gebonden kosten	25734	25734	25734
wv: rente	9103	9103	9103
C. Saldo (A - B)	257361	249368	260051
D. NIET-TOEGEREKENDE KOSTEN			
Totaal	230062	229768	229351
Waarvan:			
- Kosten onroerende goederen	106609	107462	106556
- Arbeidskosten	82000	82000	82000
- Machines/werktuigen, invent. ed	2800	2800	2800
- Loonwerk (werk door derden)	26824	25678	26166
- Algemene en incidentele kosten	11829	11829	11829
E. Netto-bedrijfsresultaat (C - D)	27299	19599	30700
F. Berekende arbeid ondernemer	82000	82000	82000
G. Arbeidsopbrengst ondern. (E + F)	109299	101599	112700

vervolg bijlage 8

1.1 SAMENVATTING BEDRIJFSBEGROTING

	G0	G+	G5	G5+
TECHNISCHE GEGEVENS				
Aantal melkkoeien	50.00	50.00	50.00	50.00
Melkquotum, incl (ver)lease (ton)	400.00	400.00	400.00	400.00
Opp. grasland (ha)	28.00	28.00	28.00	28.00
Opp. snijmais eigen teelt (ha)				
Opp. overige voedergrassen (ha)				
Melkproductie (kg/koe)	8000	8000	8000	8000
Graslandgebruikssysteem	0	0	0	0
Stikstofniveau grasland (kg/ha)	421	273	421	273
Rente	8.00	8.00	8.00	8.00
A. OPBRENGSTEN				
Totaal	345439	345439	345439	345439
Waarvan:				
- Melkopbrengsten	314138	314138	314138	314138
- Omzet en aanwas	31301	31301	31301	31301
B. TOEGEREKENDE KOSTEN				
Totaal	88078	85388	82055	78307
Waarvan:				
- Veevoer	37404	39241	31192	31956
- Energie	3398	3398	3398	3398
- Gewasbeschermingsmiddelen	1509	1323	1509	1323
- Kunstmeststoffen N, P2O5, K2O	10267	6129	10456	6333
- Organische meststoffen				
- Overige bemestingskosten	3080	3080	3080	3080
- Zaad, plant en pootgoed	573	371	573	371
- Overige grond- en hulpstoffen	6112	6112	6112	6112
- Overige produkt gebonden kosten	25734	25734	25734	25734
wv: rente	9103	9103	9103	9103
C. Saldo (A - B)	257361	260051	263384	267132
D. NIET-TOEGEREKENDE KOSTEN				
Totaal	230062	229351	229230	228553
Waarvan:				
- Kosten onroerende goederen	106609	106556	106401	106348
- Arbeidskosten	82000	82000	82000	82000
- Machines/werktuigen, invent. ed	2800	2800	2800	2800
- Loonwerk (werk door derden)	26824	26166	26200	25576
- Algemene en incidentele kosten	11829	11829	11829	11829
E. Netto-bedrijfsresultaat (C - D)	27299	30700	34154	38579
F. Berekenende arbeid ondernemer	82000	82000	82000	82000
G. Arbeidsopbrengst ondern. (E + F)	109299	112700	116154	120579

**Bijlage 9 Overzicht van alle kosten en opbrengsten voor de vijf scenario's van het
gras-maisbedrijf**

1.1 SAMENVATTING BEDRIJFSBEGROTING

	M0	M-	M+
TECHNISCHE GEGEVENS			
Aantal melkkoeien	50.00	50.00	50.00
Melkquotum, incl (ver)lease (ton)	400.00	400.00	400.00
Opp. grasland (ha)	23.00	23.00	23.00
Opp. snijmais eigen teelt (ha)	3.00	3.00	3.00
Opp. overige voedergewassen (ha)			
Melkproductie (kg/koe)	8000	8000	8000
Graslandgebruikssysteem	B	B	B
Stikstofniveau grasland (kg/ha)	418	242	270
Rente	8.00	8.00	8.00
A. OPBRENGSTEN			
Totaal	346848	346848	346848
Waarvan:			
- Melkopbrengsten	314138	314138	314138
- Omzet en aanwas	31301	31301	31301
B. TOEGEREKENDE KOSTEN			
Totaal	90364	96611	87975
Waarvan:			
- Veevoer	40432	51085	41842
- Energie	3398	3398	3398
- Gewasbeschermingsmiddelen	1660	1478	1502
- Kunstmeststoffen N, P2O5, K2O	8264	3929	4793
- Organische meststoffen			
- Overige bemestingskosten	2800	2800	2800
- Zaad, plant en pootgoed	1401	1204	1230
- Overige grond- en hulpstoffen	6466	6774	6466
- Overige produkt gebonden kosten	25944	25944	25944
wv: rente	9313	9313	9313
C. Saldo (A - B)	256484	250237	258873
D. NIET-TOEGEREKENDE KOSTEN			
Totaal	232964	232466	232355
Waarvan:			
- Kosten onroerende goederen	104867	104859	104807
- Arbeidskosten	82000	82000	82000
- Machines/werktuigen, invent. ed	2450	2450	2450
- Loonwerk (werk door derden)	31810	31319	31260
- Algemene en incidentele kosten	11837	11837	11837
E. Netto-bedrijfsresultaat (C - D)	23520	17771	26518
F. Berekende arbeid ondernemer	82000	82000	82000
G. Arbeidsopbrengst ondern. (E + F)	105520	99771	108518

vervolg bijlage 9

1.1 SAMENVATTING BEDRIJFSBEGROTING

	M0	M+	M5	M5+
TECHNISCHE GEGEVENS				
Aantal melkkoeien	50.00	50.00	50.00	50.00
Melkquotum, incl (ver)lease (ton)	400.00	400.00	400.00	400.00
Opp. grasland (ha)	23.00	23.00	23.00	23.00
Opp. snijmais eigen teelt (ha)	3.00	3.00	3.00	3.00
Opp. overige voedergewassen (ha)				
Melkproductie (kg/koe)	8000	8000	8000	8000
Graslandgebruikssysteem	B	B	B	B
Stikstofniveau grasland (kg/ha)	418	270	418	270
Rente	8.00	8.00	8.00	8.00
A. OPBRENGSTEN				
Totaal	346848	346848	346848	346848
Waarvan:				
- Melkopbrengsten	314138	314138	314138	314138
- Omzet en aanwas	31301	31301	31301	31301
B. TOEGEREKENDE KOSTEN				
Totaal	90364	87975	85993	82254
Waarvan:				
- Veevoer	40432	41842	35883	35908
- Energie	3398	3398	3398	3398
- Gewasbeschermingsmiddelen	1660	1502	1660	1502
- Kunstmeststoffen N, P2O5, K2O	8264	4793	8442	5006
- Organische meststoffen				
- Overige bemestingskosten	2800	2800	2800	2800
- Zaad, plant en pootgoed	1401	1230	1401	1230
- Overige grond- en hulpstoffen	6466	6466	6466	6466
- Overige produkt gebonden kosten	25944	25944	25944	25944
wv: rente	9313	9313	9313	9313
C. Saldo (A - B)	256484	258873	260855	264594
D. NIET-TOEGEREKENDE KOSTEN				
Totaal	232964	232355	232377	231698
Waarvan:				
- Kosten onroerende goederen	104867	104807	104729	104634
- Arbeidskosten	82000	82000	82000	82000
- Machines/werktuigen, invent. ed	2450	2450	2450	2450
- Loonwerk (werk door derden)	31810	31260	31360	30777
- Algemene en incidentele kosten	11837	11837	11837	11837
E. Netto-bedrijfsresultaat (C - D)	23520	26518	28478	32896
F. Berekende arbeid ondernemer	82000	82000	82000	82000
G. Arbeidsopbrengst ondern. (E + F)	105520	108518	110478	114896

List of translations of captions of tables and figures

Tables

Table 1	The value of growth parameters of a standard variety at different nitrogen concentrations (in the dry matter) in the leaves
Table 2	Definition of the grass farm and the maize farm and the nutritive value of the grass for grazing and of the silage
Table 3	Digestibility of organic matter and the contents of VEM, DVE and OEB in grass for grazing and in silage for the 5 scenarios
Table 4	Milk production, uptake of roughage, concentrates and nitrogen, output of nitrogen via milk and meat and the nitrogen utilization (in %) of the nitrogen uptake per cow for the grass farm
Table 5	Summary of the mineral balance sheet for N, P and K for the five scenarios of the grass farm. All data in kg per ha
Table 6	Summary of the most important costs and the profit of the five scenarios of the grass farm
Table 7	Summary of the mineral balance sheet for N, P and K for the five scenarios of the grass-maize farm. All data in kg per ha
Table 8	Summary of the most important costs and the profit of the five scenarios of the grass-maize farm

Figures

- Figure 1 Expected effects of breeding efforts towards a higher LWR and a faster increase in LAI after defoliation on the N-response of a cut
- Figure 2 The course of the N-concentration in grass after defoliation in the standard situation and with an improved nitrogen use efficiency at the same yield after three weeks
- Figure 3 In vitro digestibility of organic matter of two populations of perennial ryegrass (D_{vitro} , real digestibility, according to van Soest) in different years and cuts and at two nitrogen levels
- Figure 4 Dry matter yield of grassland on a moisture retaining sandy soil with an improvement of the nitrogen use efficiency of 0 to 10 %

ACTUELE RAPPORTEN + JAAR VAN UITGAVE

Nr.	Prijs
103 Stikstofwerking van geïnjecteerde runderdrijfmest op grasland. 1987	25,00
104 Invloed verhoogd grasaanbod op melkproductie, ruwvoeropname en graslandopbrengst. 1987	15,00
105 Het groeiverloop van gras gedurende het seizoen. 1987	25,00
106 Effect van monensin op coccidiose bij lammeren. 1987	25,00
107 De invloed van de zwaarte van een snede op de hergroei van gras. 1987	25,00
108 Oogst en conservering van luzerne. 1987	15,00
109 De nawerking van eerder gegeven stikstof. 1989	25,00
110 Invloed stikstofbemesting en zwaarte voorgaande snede op hergroei van gras. 1987	15,00
111 Melkveehouderij en milieu. 1988	17,50
112 Energiebewuste bedrijfsvoering op een melkveebedrijf. 1988	25,00
113 Vorstschade in grasland. 1988	25,00
114 Grasproductie en benutting bij de beweidingssystemen O4 en B4. 1989	25,00
115 Bodem, vegetatie, productie en graskwaliteit van grasland met beheersbeperkingen. 1989	25,00
116 Simulatie van voeding en groei van jongvee. Toelichting op een computerprogramma. 1989	25,00
117 Verdeling en toevoegmiddelen bij het inkuilen van gras. 1989	25,00
118 Effect oogstmachines en melasse op de kwaliteit van slecht voorgedroogd kuilvoer. 1989	25,00
119 Invloed van toevoegmiddelen op de kwaliteit van slecht voorgedroogd kuilvoer. 1989	25,00
120 Korrelkneuzen bij de oogst van snijmaïs. 1989	25,00
121 Invloed van het toevoegen van melasse aan gras. 1989	25,00
122 Het schaapmodel. 1989	25,00
123 Bemonstering, kwaliteit en voederwaardering van graskuil. 1990	25,00
124 Grasproductie en -benutting bij de beweidingssystemen B4 en B4+4. 1990	25,00
125 Opname van diploid en tetraploid in Engels raaigras. 1990	25,00
126 Bedrijfsmodel voor veenweidegebieden met verweving van natuur- en veehoudersbelangen. 1990	25,00
127 Graslandgebruik, bemesting en voedervoorziening op bedrijven met beheersbeperkingen. 1990	25,00
128 Continuëgebruik van Italiaans raaigras in vergelijking met Mk1-mengsel op komklei. 1990	25,00
129 Vriespunt van boerderijmelk. 1990	25,00
130 Invloed van het toevoegen van mierzuur en melasse aan weinig voorgedroogde graskuil. 1990	25,00
131 Vleesproductie met Piemontese x zwartbonte kruislingvaarzen. 1991	25,00
132 Invloed van ontwatering van veengrasland en van grasland met gebruiksbeperkingen op de voedervoorziening van melkveebedrijven. 1991	25,00
133 Inpassing melkveehouderij in het geïntegreerde bedrijfsmodel voor veenweidegebieden. 1991	25,00
134 Herstructurering van een veenweidegebied met het geïntegreerde bedrijfsmodel. 1992	25,00
135 Gecombineerd weiden van schapen en pinken. 1992	25,00
136 Invloed tijdstip van toediening op stikstofwerking van dunne rundermest op grasland. 1992	25,00
137 Kuilafdekking en kuilkwaliteit. 1992	25,00
138 Bedrijfseconomische gevolgen beperking stikstofverliezen op melkveebedrijven. 1992	25,00
139 Ammoniak-emissiemetingen met de Lindvalldoos. 1992	25,00
140 Propo Noord-Brabant. 1992	25,00
141 Dairy farming and automatic milking. 1992	25,00
142 Verfijning stikstofbemestingsadvies voor grasland naar gebruikswijze. 1992	25,00
143 Twee duurzaamheidscriteria getoetst aan een gangbaar melkveebedrijf. 1993	25,00
144 Stikstofverliezen en inkomen bij meer jongvee op melkveebedrijven. 1993	25,00
145 Afname melkstellen door melkmeters. 1993	25,00
146 Inkuilverliezen bij snijmaïs. 1993	25,00
147 Stromend diepkoelen van rauwe melk. 1993	25,00
148 Verfijning stikstofbemestingsadvies voor grasland. 1993	25,00
149 Bedrijfseconomische en milieutechnische gevolgen emissie-arme bedrijfssystemen op melkveebedrijven. 1993	25,00
150 Invloed bedrijfsfactoren op energieverbruik melkveebedrijven. 1994	25,00

Rapporten zijn verkrijgbaar door overmaking van het betreffende bedrag op Postbank nr. 2307421 van het PR te Lelystad met vermelding van het nummer van het rapport.