



PraktijkRapport Rundvee 82

De HerinzaaiWijzer als hulpmiddel bij afweging van graslandvernieuwing



Januari 2006

Rundvee





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 – 238 238
Fax 0320 – 238 050
E-mail info.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Losse nummers zijn per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Abstract

The Reseeding Indicator is an Internet program with which insight can be gained into the relationship between costs and profits of grassland renewal. The program computes an economic balance on the basis of current data on the plot. It provides insight into the improvement of the productivity and gives advice on whether or not to reseed. Moreover, an estimated nitrogen balance is provided. The program can be found on the website ASG (www.asg.wur.nl) and can be consulted directly.

Keywords:

Grass, reseeded, production, nutritional value, costs, profits, nitrogen

Referaat

ISSN 1570-8632

Hoving, I.E. (Praktijkonderzoek)

De HerinzaaiWijzer als hulpmiddel bij afweging van graslandvernieuwing (2006)

PraktijkRapport Rundvee 82

16 pagina's, 2 figuren, 6 tabellen

De HerinzaaiWijzer is een internetprogramma waarmee inzicht verkregen wordt in de verhouding tussen de kosten en de baten van graslandvernieuwing. Het programma berekent op basis van de actuele perceelsgegevens een economische balans, het geeft inzicht in de verbetering van de productiviteit en het adviseert om wel of niet te gaan herinzaaien. Aanvullend wordt ook een geschatte stikstofbalans gegeven. Het programma staat op de website van het ASG (www.asg.wur.nl) en is rechtstreeks te raadplegen.

Trefwoorden:

Gras, herinzaai, productie, voederwaarde, kosten, baten, stikstof



PraktijkRapport Rundvee 82

De HerinzaaiWijzer als hulpmiddel bij afweging van graslandvernieuwing

The reseeding indicator as a tool for renewing grassland

I.E. Hoving

Januari 2006

Voorwoord

In dit rapport zijn de technische achtergronden beschreven van het programma de HerinzaaiWijzer. Het project is uitgevoerd in het kader van het programma Nitraatprojecten, gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit (LNV) en het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM). Het programma is gemaakt op basis van bestaande kennis en daarna geactualiseerd met resultaten uit het experimentele onderzoek: 'Kwantificeren van de effecten van scheuren van grasland op stikstof- en fosfaatprocessen' (LNV-programma 398, thema II).

De HerinzaaiWijzer kan men interactief op internet gebruiken en is bedoeld om met een beperkt aantal invoergegevens een economische afweging te maken voor het scheuren van grasland. Daarbij wordt inzicht verkregen in het effect van scheuren op het verlies van stikstof. Het programma moet de financiële en milieukundige consequenties van graslandvernieuwing voor veehouders en agrarische adviseurs inzichtelijk maken.

Dr. Ir. Agnes van den Pol – van Dasselaar
Clustermanager Bodem, gras en voedergewassen

Samenvatting

Een botanisch verslechterde zode benadeelt de productiviteit, maar ook de voederwaarde en de stikstofopname van gras. Graslandvernieuwing is duur en het is moeilijk vast te stellen wanneer herinzaai lonend is. Daarom is een HerinzaaiWijzer ontwikkeld waarmee een economische afweging gemaakt kan worden voor herinzaai van grasland. De HerinzaaiWijzer is gratis te raadplegen op www.asg.wur.nl.

Baten

De baten van graslandvernieuwing worden gevormd door een meeropbrengst na herinzaai in de vorm van een hogere drogestofopbrengst, een hogere voederwaarde en een betere grasopname. Om de baten te kunnen vergelijken met de kosten wordt de netto meeropbrengst economisch gewaardeerd tegen de actuele voerprijzen voor VEM en DVE. De eiwitwaardering speelt alleen een rol wanneer een bedrijf te maken heeft met een eiwittekort. Zo zal bij een intensieve bedrijfsvoering op een droge zandgrond met veel snijmais de behoefte aan eiwit bij graslandvernieuwing zeker een rol spelen, in tegenstelling tot de vaak extensievere melkveebedrijven op klei en in de veenweidegebieden.

Kosten en stikstofverlies

De kosten bij herinzaai hebben betrekking op loonwerk, middelen, grondonderzoek en bemesting. Naast de kosten is ook rekening gehouden met het 'verlies' van stikstof als het gevolg van het vrijkomen van stikstof door mineralisatie van de oude zode. In het voorjaar wordt deze hoeveelheid geschat op 30 kg N en in het najaar op 180 kg N per ha bij een bemestingsniveau van 300 kg N per ha per jaar. In het programma is de vermindering van N-levering afhankelijk gesteld van het N-bemestingsniveau. In de jaren na herinzaai moet het N-verlies gecompenseerd worden. De hoeveelheid stikstof die vrijkomt is niet per definitie een stikstofverlies, maar betreft ook vastlegging in de nieuw te vormen zode.

Saldo

Het saldo wordt in de Herinzaaiwijzer berekend als het verschil tussen de kosten en de te verwachten financiële meeropbrengst. Bij een positief saldo van gemiddeld € 30,- per jaar over 5 jaar wordt graslandvernieuwing geadviseerd. Voor verschillende situaties is uitgerekend bij welk percentage goede grassen inclusief klaver herinzaai geadviseerd wordt. In de berekening is onderscheid gemaakt tussen wel en geen eiwittekort op het bedrijf.

Tabel 1 Percentage landbouwkundig goed gewaardeerde grassen waarbij advies herinzaai een gemiddelde saldoverhoging geeft van € 30,- per jaar in de eerste vijf productiejaren¹

Grondsoort	Zand		Klei		Veen	
	IV	VII	IV	VII	III*	II
Gt	46	37	51	43	53	37
Zonder eiwittekort	46	37	51	43	53	37
Met eiwittekort	65	62	68	67	65	60

¹ Voor zand (humeus dek dunner dan 30 cm) en klei is een gemiddelde stikstofjaargift aangehouden van 300 kg en voor veen een jaargift van 200 kg/ha. Overige aannames: klei en zand herinzaai vroeg in het voorjaar, veen herinzaai in het najaar, beperkt weiden, geen toepassing van beregening en een totaal kostenniveau van € 650,-

Bij scheuren in het najaar liggen de percentages uit tabel 1 wat lager door de lagere N-levering uit de bodem. Opvallend is dat het aandeel goede grassen waarbij herinzaai wordt aanbevolen sterk afhangt van de eiwitbehoefte op het bedrijf. Zonder een sterk eiwittekort moet de kwaliteit van de graszode zeer matig zijn, wil herinzaai economisch uit kunnen. Bij relatief gunstige groeiomstandigheden, zand en klei Gt IV en veen Gt III*, is herinzaai eerder rendabel door de relatief hogere opbrengstmogelijkheden. Bij dezelfde kosten haalt men de benodigde meeropbrengst relatief eerder dan bij minder gunstige groeiomstandigheden. Graslandvernieuwing heeft dus ook meer nut als de groeiomstandigheden blijvend verbeterd worden. Op veengrond speelt het risico op mislukken van herinzaai door verdroging een belangrijke rol en bovendien wordt de draagkracht tijdelijk sterk verminderd. Zodoende wordt op veengrond alleen bij uiterste noodzaak herinzaai toegepast, meestal in combinatie met het verbeteren van de vlakligging. Afgezien van de uitkomst van de Herinzaaiwijzer, moeten de risico's van mislukken in overweging genomen worden. Herinzaai is eerder rendabel wanneer men de oorzaak van de slechte grasmat wegneemt.

Summary

Botanically deteriorated grassland means decreased profits, but also the nutritional value and nitrogen uptake of grass are reduced. Renewal of grassland is expensive and it is hard to define when reseeding is profitable. That is why the Reseeding Indicator has been developed with which to consider economically when to reseed. The Reseeding Indicator can be consulted on www.asg.wur.nl free of charge.

Profits

The profits of renewing grassland after reseeding comprise a surplus of dry matter content, higher nutritional value and a better grass uptake. To be able to compare the profits and costs, the net surplus is estimated economically at current feed prices for VEM (net energy for lactation) and DVE (digestible protein available in the intestine). The protein estimation only plays a role when a farm has to do with a shortage of protein. On an intensive farm on dry sandy soil with much green maize, the need for protein will certainly play a role in grassland renewal, contrary to the often more extensive dairy farms on clay and peat.

Costs and nitrogen loss

The costs of reseeding concern hired labour, means, soil analysis and fertilisation. Besides the costs, also the 'loss' of nitrogen is considered, which is due to the release of nitrogen by mineralisation of the old sod. In the spring this amount is estimated at 30 kg N and in the fall at 180 kg N/ha at a fertilisation level of 300 kg N/ha/year. In the program the reduction of N-supply is made dependent on the N-fertilisation level. In the years after reseeding the N-loss should be compensated. The amount of nitrogen that is released is not by definition nitrogen loss, but also concerns fixing in the new sod to be formed.

Gross margin

In the Reseeding Indicator the gross margin is computed as the difference between costs and the expected financial surplus. At a positive gross margin of on average € 30/year over 5 years, grassland renewal is recommended. For various situations it is computed at which percentage of adequate grasses including clover it is recommended to reseed. In the calculation a distinction is made between whether or not there is protein shortage on the farm.

Table 1 Percentage of agriculturally well valued grasses, when the recommendation to reseed gives an average gross margin increase of € 30/year in the first five production years¹

Type of soil	Sand		Clay		Peat	
Gt	IV	VII	IV	VII	III*	II
Without protein shortage	46	37	51	43	53	37
With protein shortage	65	62	68	67	65	60

¹ For sand (humus cover thinner than 30 cm) and clay an average yearly supply of nitrogen is considered of 300 kg and for peat a supply of 200 kg/ha. Other assumptions: clay and sand reseeding in spring, peat in the fall, limited grazing, no irrigation and a total cost level of € 650,-

With breaking the land in the fall the percentages from the table are somewhat lower due to the lower N-supply from the soil. It is striking that the share of good grasses when reseeding is recommended strongly depends on the need for protein on the farm. Without a serious shortage of protein, reseeding is only economically profitable if the quality of the grass is mediocre. With relatively favourable growth conditions, sand and clay Gt IV and peat Gt III*, reseeding is profitable sooner, thanks to relatively higher yields. At the same costs, the surplus needed is relatively sooner than at less favourable growth conditions. Thus, grassland renewal is more profitable if there are sustained improved growth conditions. On peat the risk of failure of reseeding plays an important part due to dehydration. Moreover, the capacity is temporarily strongly decreased. That is why on peat reseeding is applied only when it is really necessary, mostly in combination with improving the levelling. Apart from the results of the Reseeding Indicator, the risks of failure should be considered. Reseeding is profitable sooner when the cause of the poor sod is removed.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Bruto grasproductie.....	2
3	Voederwaarde en benutting	6
4	Kosten	8
5	Saldo	9
6	Discussie.....	10
7	Conclusies.....	11
	Literatuur.....	12
	Bijlagen	14
	Bijlage 1 Opbrengsten per bodemtype en grondwatertrapklasse (kg droge stof per ha per jaar)	14
	Bijlage 2 Opbrengstdepressies voor grasland per grondsoort en grondwatertrap	15
	Bijlage 3 Opbrengsten per bodemtype en grondwatertrapklasse bij berekening.....	16

1 Inleiding

Graslandvernieuwing gaat vaak gepaard met hoge kosten en het is moeilijk vast te stellen wanneer vernieuwing voor een bepaalde situatie lonend is. Om meer inzicht te krijgen hoe de kosten zich verhouden tot de opbrengsten is een HerinzaaiWijzer ontwikkeld, waarmee men het verschil kan berekenen tussen de kosten van graslandvernieuwing en de te verwachten financiële meeropbrengst in de eerste 5 jaren na herinzaai. Het programma berekent op basis van de actuele perceelsgegevens een economische balans, het geeft inzicht in de verbetering van de productiviteit en het adviseert om wel of niet te gaan herinzaaien. Aanvullend wordt ook een geschatte stikstofbalans gegeven. Het programma staat op de website van het PV (www.asg.wur.nl) en is rechtstreeks te raadplegen.

De kosten van herinzaai moeten minimaal goedge maakt worden door een hogere opbrengst van de vernieuwde graszode. Hierbij zijn de kosten relatief gemakkelijk te bepalen, in tegenstelling tot de te verwachten financiële meeropbrengst. De praktijk leert dat een graszode in de loop van de tijd achteruitgaat en op een gegeven moment vernieuwd moet worden. Door goed graslandmanagement kan men herinzaai echter vaak heel lang voorkomen. In een verkennende studie naar graslandvernieuwing (Aarts *et al*, 2002) is de degeneratie van de drogestofproductie naar voren gebracht en geïllustreerd.

In de HerinzaaiWijzer wordt met deze degeneratie van de productie rekening gehouden, waarbij de verslechtering toe te schrijven is aan een achteruitgang van de botanische samenstelling, afhankelijk van de combinatie grondsoort en de grondwatertrap (Gt). Het programma berekent de meeropbrengst aan droge stof afhankelijk van het tijdstip van herinzaai (voorjaar of nazomer), de groeiomstandigheden en de actuele botanische samenstelling. De groeiomstandigheden worden bepaald door de grondsoort, de grondwatertrap, de toepassing van beregening en het stikstofbemestingsniveau.

In dit rapport zijn de technische achtergronden gegeven van het programma en is een saldoberekening gepresenteerd voor verschillende grondsoort/Gt combinaties. Daarbij is het percentage goede grassen (inclusief klaver) berekend waarbij een gemiddelde saldooverhoging wordt gehaald van € 30,- per jaar in de eerste 5 productie jaren na herinzaai. In de berekening is onderscheid gemaakt tussen wel en geen eiwittekort op het bedrijf.

2 Bruto grasproductie

Het programma gaat uit van degeneratie van een graszode in de tijd, als gevolg van een slechter wordende botanische samenstelling. Het productieverloop is voornamelijk ingeschat op basis van een praktijkinschatting door een panel van deskundigen van het praktijkonderzoek, omdat onderzoeksgegevens grotendeels ontbreken. Voor het productieverloop zijn twee referentiepunten gekozen: een potentiële productie en een verminderde productie op zeer lange termijn. Daarbij is de potentiële productie gedefinieerd als de productie die gerealiseerd wordt onder ideale omstandigheden bij een homogene botanische samenstelling met uitsluitend goed gewaardeerde grassen en witte klaver.

Bij de productie op zeer lange termijn moeten we denken aan een productieniveau van een botanische gevarieerde graszode met een relatief laag aandeel goede grassen en klaver, geadapteerd aan de natuurlijke groeiomstandigheden bij landbouwkundig gebruik. Voor het inschatten van de lange termijn productie is naast de praktijkinschatting gebruik gemaakt van gegevens uit het proefschrift van Korevaar (1987) en ongepubliceerde data uit een vervolgonderzoek.

Beide productieniveaus zijn afhankelijk gesteld van grondsoort en grondwatertrap. Aangenomen is dat direct na herinzaai in het eerste productiejaar een productiepiek optreedt. Het eerste productiejaar betreft bij herinzaai in het voorjaar het zelfde groeiseizoen en bij herinzaai in de nazomer het volgende groeiseizoen. Voor alle grondsoort/grondwatertrapcombinaties is verondersteld dat de productiepiek 10% bedraagt van de potentiële productie. Luten *et al.* (1976) vond bij najaarsinzaai in 1972 van goed grasland, een productiepiek in 1973 van 9% op zeelei, 24% op veen, 25% op zand en 21% op rivierklei, bij opbrengstniveaus van 13,7 tot 16,2 ton/ha. In 1974 waren de opbrengsten van het nieuw ingezaaide grasland en het niet gescheurde grasland niet significant verschillend. In een recent uitgevoerd veldexperiment naar de landbouw- en milieukundige effecten van scheuren grasland (Hoving & Velthof, 2005) werd daarentegen bij scheuren in het najaar een productieverlies gevonden in plaats van een productiepiek. Het verlies nam af bij toenemende N-bemesting. In de volgende 2 jaren van de proef vond echter een compensatie van dit verlies plaats en werd ook het directe productieverlies door scheuren grotendeels goedge maakt. Hieruit maken we op dat gemiddeld over 3 jaar de nieuwe zode relatief iets productiever was. Op basis van beide experimenten kon de hoogte van de productiepiek niet eenduidig worden vastgesteld en is de productiepiek pragmatisch vastgesteld op 10% in het eerste productiejaar.

Een productiepiek is mogelijk voornamelijk het gevolg van een goede bewortelbaarheid van de grond, waardoor de beschikbaarheid van vocht en nutriënten sterk vergroot wordt. De effectieve worteldiepte van eerstejaars gras kan worden vergeleken met een graangewas en kan wel zo'n 80 tot 90 cm bedragen (G.A van Soesbergen *et al.*, 1986). Volgens Hoogerkamp (1974) kan ook oud grasland nog relatief diep wortelen, zij het met een veel geringer aantal wortels. Uit meerjarig onderzoek (Hoogerkamp, 1974) op komklei bleek dat in een droge periode bij een relatief lage grondwaterstand oud grasland eerder en sterker van vochttekort te lijden had dan jong grasland. Volgens Minderhoud (1960) en Minderhoud *et al.* (1960) bracht bij voldoende vochtvoorziening en een relatief lage grondwaterstand jong grasland meer op dan het niet gescheurde oude grasland. Dit wijten we aan een hogere stikstoflevering. In het verleden was een zogenaamde sukkelperiode van jong grasland een bekend begrip. Hiermee bedoelen we dat gedurende een aantal jaren het grasland relatief slecht produceerde. Echter, door hogere N-giften en persistentere grasrassen is de sukkelperiode nauwelijks nog van belang (Hoogerkamp, 1984).

Voor een modelmatige benadering van de bruto grasproductie in de HerinzaaiWijzer is een exponentiële afname van de productie verondersteld in de tijd tussen de potentiële productie en de productie op lange termijn. Het productieverloop op lange termijn is uitsluitend afhankelijk gesteld van de vochtvoorziening, uitgedrukt in grondwatertrap. De productieafname op lange termijn wordt gecorrigeerd voor een afname op korte termijn, jaar 1 tot en met 5, uitgaande van de opbrengstpiek direct na scheuren als startpunt van de curve. Deze correctie is afhankelijk gesteld van zowel grondsoort als grondwatertrap.

De formule voor de bruto grasproductie is als volgt:

$$y(x) = \text{basisproductie} + \text{productiepiek direct na herinzaai}$$

$$y(x) = (b + (a-b) \times c^x) \times (1 + (d \times e \times x^f))$$

De volgende factoren zijn in de formule opgenomen:

- a Potentiële productie
- b Productie op lange termijn
- c Degeneratiefactor lange termijn
- d Productiepiek na herinzaai

- e Correctiefactor voor productiepiek na herinzaai
- f Degeneratiefactor productiepiek korte termijn
- x Tijd in jaren
- y Bruto drogestof opbrengst

Het deel $(b + (a-b) \times c^x)$ in de formule beschrijft het productieverloop op de lange termijn, de 'basis' productie. Het deel $(1 + (d \times e \times f^x))$ beschrijft de productiepiek direct na herinzaai. De correctiefactor (e) is bedoeld als rekenkundige correctie om gemiddeld in het eerste jaar na herinzaai op een productiepiek uit te komen van 10%, in plaats van alleen bij de start van het eerste jaar. De correctiefactor is afhankelijk van het potentiële productieniveau en de mate van degeneratie en wordt zodoende door het programma berekend.

Om een koppeling mogelijk te maken tussen het actuele grasbestand en de productie is aan het productieverloop een aandeel goede grassen inclusief klaver verbonden. Aangenomen is dat de degeneratie kan worden toegeschreven aan een afname van het aandeel goede grassen en de mate waarin dit gebeurt afhankelijk is van de ontwateringstoestand van de bodem (grondwatertrap), als equivalent voor de natuurlijke groeiomstandigheden. Indirect beïnvloeden de groeiomstandigheden het graslandgebruik, zoals het aandeel weiden en maaien, de snedezwaarte en de hoeveelheid beweiding- en vertrappingverliezen, waardoor het aandeel goede grassen gemakkelijker of minder gemakkelijk in de praktijk te handhaven is. Na herinzaai wordt het aandeel goede grassen inclusief klaver optimaal verondersteld en na verloop van tijd daalt dit aandeel, waardoor de productiviteit van de zode vermindert. Het aandeel goede grassen is eveneens ingeschat op basis van praktijkkennis, mede ondersteund door gegevens uit het proefschrift van Korevaar (1987). Gekozen is voor een aandeel goede grassen, omdat dit voor de gebruiker gemakkelijker is te schatten dan het aandeel van afzonderlijke grassoorten en onkruiden. Onder goede grassen en gewenste soorten in grasland verstaan we de soorten Engels raagrass, Timothee, Beemdlangbloem en witte klaver (Sikkema, 1997).

De grootte van de factoren en het percentage goede grassen inclusief klaver zijn afhankelijk gesteld van de grondsoort/Gt combinatie en staan in tabel 2.

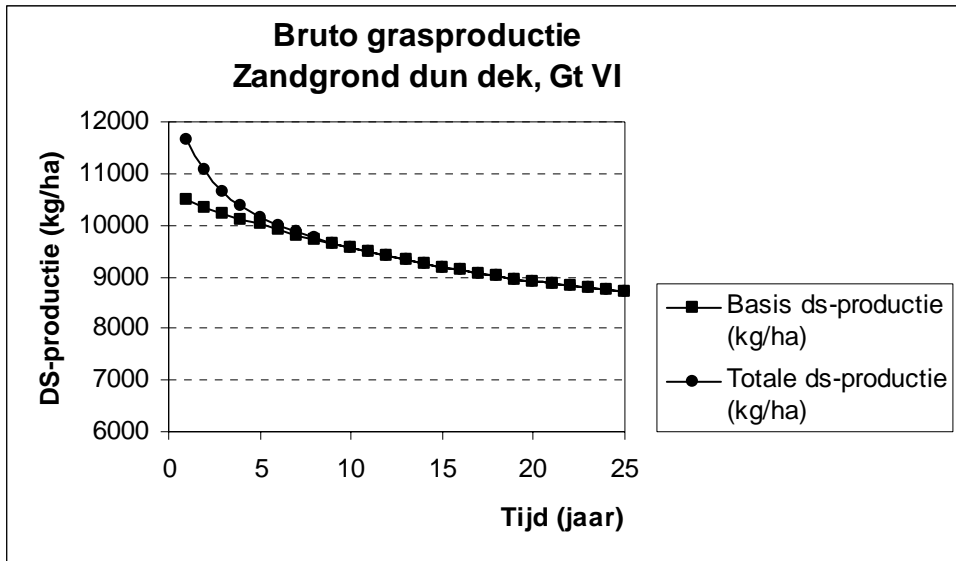
Tabel 2 De grootte van de modelfactoren en het percentage goede grassen inclusief klaver afhankelijk van de combinatie grondsoort en grondwatertrap. De productie op lange termijn en de extra productie in het eerste jaar betreft percentuele correcties van de potentiële productie

Gt	II	II*	III	III*	V	V*	IV	VI	VII
Zand / Loss									
Productie lange termijn (%)	65	70	65	70	65	70	80	75	70
Extra productie jaar 1 (%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Degeneratie jaar 1-5 (%/jaar)	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Degeneratie jaar 5-20 (%/jaar)	15	7,5	15	7,5	15	7,5	3	5	7,5
Goede grassen + klaver lange termijn (%)	30	35	30	35	30	35	45	40	35
Klei / Zavel									
Productie lange termijn (%)	65	70	65	70	65	70	80	75	70
Extra productie jaar 1 (%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Degeneratie jaar 1-5 (%/jaar)	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Degeneratie jaar 5-20 (%/jaar)	15	7,5	15	7,5	15	7,5	3	5	7,5
Goede grassen + klaver lange termijn (%)	30	35	30	35	30	35	45	40	35
Veen¹									
Productie lange termijn (%)	65	70	65	70					
Extra productie jaar 1 (%)	15	15	15	15					
Degeneratie jaar 1-5 (%/jaar)	50	50	50	50					
Degeneratie jaar 5-20 (%/jaar)	15	7,5	15	7,5					
Goede grassen + klaver lange termijn (%)	30	35	30	35					

¹ Voor veengrond zijn uitsluitend factoren opgenomen voor Gt II, II*, III en III*. De overige Gt klassen komen niet of nauwelijks voor op een pure veengrond

In figuur 1 is het productieverloop op de lange termijn ('basis' drogestofproductie) en de totale drogestofproductie weergegeven voor een zandgrond met een dun dek, Gt VI. De productiepiek direct na herzaai is van relatief korte duur, in dit voorbeeld ongeveer 2 jaar. De grafiek is niet gecorrigeerd voor het directe productieverlies in het jaar van herinzaai.

Figuur 1 Basis drogestofproductie en de totale drogestofproductie, inclusief de kortdurende productiepiek direct na herinzaai



In het jaar van herinzaai treedt een productieverlies op als gevolg van vernietiging van de oude zode en vorming van een nieuwe zode. In het model wordt de bruto productie voor dit verlies gecorrigeerd. Bij scheuren in het voorjaar wordt de eerste snede gemist en is het verlies geschat op 25%. Woldring (1975) vond bij herinzaai in het voorjaar (éénjarige proef) een drogestofverlies van 18% bij opbrengst van 9,1 ton/ha. Hoogerkamp (1970) noemt een verlies aan drogestofproductie bij voorjaarsinzaai van 25-50%.

Bij scheuren in de nazomer mist men een najaarssnede en wordt het verlies geschat op 12,5%. Met gegevens van Luten et al. (1976) is het verlies geschat op 17-20% bij herinzaai van goed grasland half augustus. De Vliegheer et al. (2001) vonden bij herinzaai van goed grasland in het najaar verliezen van 8-12%. In dit onderzoek werd het nieuwe gras relatief laat ingezaaid (half september-begin oktober), dat weliswaar het drogestofverlies in het jaar van inzaai beperkte, maar negatieve consequenties leek te hebben voor de grasopbrengst in de volgende jaren. In het recent uitgevoerde veldexperiment (Hoving & Velthof, 2005) is gebleken dat bij herinzaai in het najaar voor 15 september het productieverlies ongeveer even groot is als bij herinzaai in het voorjaar, namelijk ongeveer 25% van de jaaropbrengst. In de 'Herinzaaiwijzer' is uitgegaan van een direct productieverlies ter grootte van 25% van de jaaropbrengst van de oude zode.

Ook is rekening gehouden met het 'verlies' van stikstof als het gevolg van het vrijkomen van stikstof door mineralisatie van de oude zode. In tabel 3 staan de resultaten van Hoving & Velthof, 2005, waarbij de vermindering van N-levering afhankelijk was van het tijdstip van scheuren en het N-bemestingsniveau. Bij 300 kg N per ha per jaar bleef de vermindering van N-levering bij scheuren in het voorjaar beperkt tot ongeveer 30 kg per ha, maar bij scheuren in het najaar was de vermindering van N-levering 180 kg N per ha. De hoeveelheid stikstof die vrijkomt is niet per definitie een milieuverlies, maar betreft ook vastlegging in de nieuw te vormen zode. In de jaren na herinzaai moet dit verlies gecompenseerd worden óf door het accepteren van productieverlies bij gelijke bemesting óf door extra bemesting. In het programma is gekozen voor een productieverlies, dat berekend wordt door de verminderde N-levering uit tabel 3 te vermenigvuldigen met een marginaal stikstofeffect van 11 kg droge stof per kg stikstof (Vellinga, 1998).

Tabel 3 Vermindering N-levering bodem na scheuren gemiddeld over de proefperiode in kg per ha ten opzichte van niet gescheurd grasland (Hoving & Velthof, 2005)

Scheurbehandelingen	0 N	150 N	300 N	450 N
Scheuren voorjaar	18	23	29	34
Scheuren najaar	159	163	180	209
Scheuren voorjaar - scheuren najaar	141	140	151	174

Aan de hand van het actuele aandeel goede grassen inclusief klaver en de bestaande grondsoort/grondwatertrap combinatie wordt door middel van een 'loop' de betreffende productiecurve doorlopen tot de productie en het aandeel goede grassen overeenkomen. Het programma berekent een productie voor een periode van 5 jaar,

zowel vanaf het moment van herinzaai als vanaf de bestaande situatie. Op basis van het verschil tussen beide gemiddelde producties wordt de netto meeropbrengst berekend, na correcties voor voeropname bij weiden en maaien, stikstofverlies na scheuren en een direct productieverlies in het jaar van scheuren. Gekozen is voor een termijn van 5 jaar, omdat graslandvernieuwing een langetermijninvestering is, waarbij een termijn van 5 jaar nog te overzien is en waarbinnen opnieuw grasland vernieuwen niet gebruikelijk is.

De grasproducties per grondsoort- en grondwatertrapcombinatie zijn weergegeven in bijlage 1. De opbrengsten voor de bodemtypen zand, veen en klei zijn afkomstig uit het Handboek Rundveehouderij (1997) en niet-gepubliceerde grasopbrengsten. Per bodemtype waren de opbrengsten voor slechts één grondwatertrap bekend (gearceerde vakken in bijlage 1) en zijn daarom aan de hand van de grasopbrengstreductiepercentages (bijlage 2) uit de KWIN (2002) doorberekend naar alle Gt-klassen.

Bij toepassing van berekening zijn de opbrengstreductiepercentages voor droogte met 33% gereduceerd, ofwel de droogtedepressie wordt door berekening met een derde verminderd. Dit is een praktijkinschatting naar aanleiding van de resultaten van een berekeningproef uitgevoerd door ASG (Hoving & Van Riel, 2003). In bijlage 3 staan de grasopbrengsten bij toepassing van berekening vermeld. De opbrengsten zijn berekend voor drie stikstofjaarniveaus. Tussen deze niveaus worden de opbrengsten kwadratisch geïnterpoleerd.

3 Voederwaarde en benutting

Onderzoek van Keating & O'Kiely (2000) liet zien dat uitsluitend het beoordelen van het resultaat van graslandvernieuwing op basis van drogestofproductie en in vitro verteerbaarheid tot de conclusie kan leiden dat het effect van herinzaai beperkt is. Daarentegen nam de vleesproductie van vaarzen zodanig toe na herinzaai met Engels raaigras dat het zelfs economisch attractief was om te herinzaaien. De bruto grasproductie wordt gecorrigeerd voor voederwaarde en opname om tot een netto opbrengst te komen. Voor de voederwaarden wordt uitgegaan van het Tabellenboek Veevoeding (2002) van het Centraal Veevoederbureau (CVB). Voor de lange termijn wordt een voederwaarde verondersteld van 90% van de CVB-waarden. De voederwaarden zijn afhankelijk van de stikstofjaargift. Voor energie (VEM), darm verteerbaar eiwit (DVE) en ruw eiwit (RE) staat in tabel 4 een overzicht.

Tabel 4 Overzicht voederwaarden VEM, DVE en RE afhankelijk van de stikstofjaargift, gebaseerd op de normen volgens het Tabellenboek Veevoeding (2002)

Voederwaarde	N-gift (kg N/ha/jaar)	Potentieel (g/kg) (Tabellenboek Veevoeding, 2002)	Lange termijn (g/kg) (90% van potentieel)
VEM	200	974	876,6
	300	987	888,3
	400	994	894,6
DVE	200	97	87,3
	300	100,5	90,45
	400	103,5	93,15
RE	200	188	169,2
	300	206	185,4
	400	225	202,5

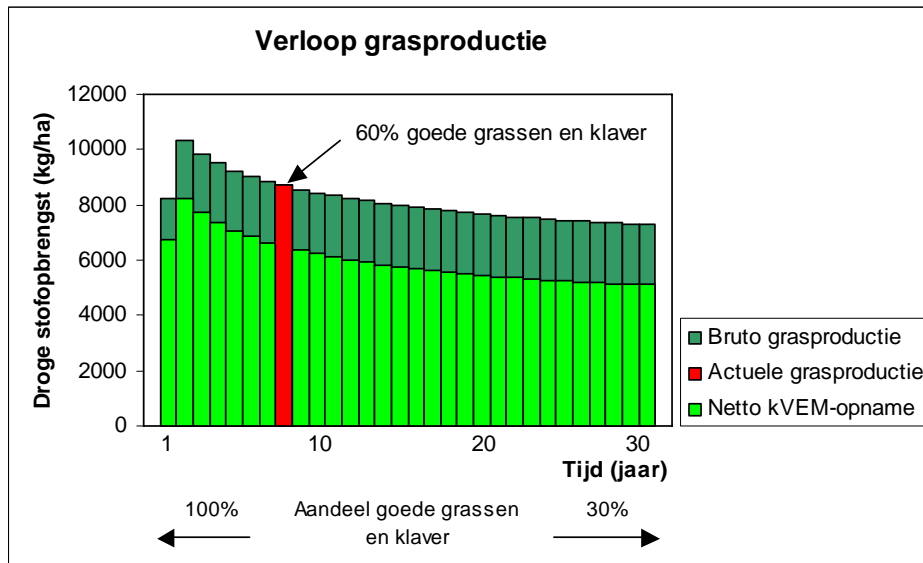
Evenals de bruto productie is de voederwaarde afhankelijk gesteld van het aandeel goede grassen inclusief klaver. Hiertoe wordt het verschil bepaald tussen de opbrengsten vermenigvuldigd met het gehalte VEM, DVE en RE over een periode van 5 jaar vanaf het moment van herinzaai en vanaf de bestaande situatie.

Met een degeneratiefactor wordt de productie in jaar X vertaald in een fractie goede grassen, dat vervolgens wordt gebruikt om de hoeveelheid VEM, DVE en RE uit te rekenen. De berekening van deze factor is als volgt: het verschil tussen de productie in jaar X en de productie bij 100% slechte grassen, gedeeld door het verschil in de productie bij 100% goede en 100% slechte grassen. De productie bij 100% slechte rassen wordt berekend door productie op lange termijn te delen door het aandeel slechte grassen op lange termijn. Aan de hand van de degeneratiefactor en het verschil tussen de potentiële voederwaarde en de voederwaarde op de lange termijn, wordt de bruto productie vertaald in een netto hoeveelheid kVEM, kDVE en RE. Om de meeropbrengst aan stikstof te bepalen wordt de hoeveelheid RE omgerekend naar een hoeveelheid stikstof door te delen door een factor 6,25.

Volgens een zelfde procedure als voor de voederwaarde wordt eveneens een correctie toegepast voor de beweiding- en inkuilverliezen. Onder de meest gunstige omstandigheden is het beweidingrendement 83% en het rendement bij maaien 85% (Handboek Rundveehouderij, 2001). Bij een landbouwkundig zeer marginale botanische samenstelling op lange termijn is volgens schatting het beweidingrendement 75% en het rendement bij maaien 80%. Aan de hand van de degeneratiefactor en het verschil tussen het potentiële rendement maaien en weiden en de rendementen op lange termijn, wordt de netto productie berekend.

Als voorbeeld is een schematische voorstelling van het bruto en netto productieverloop voor een droge zandgrond (zand humeus dek < 30 cm, Gt VII) weergegeven in figuur 2. De bruto productie is voor zowel de voederwaarde als de benutting door melkvee gecorrigeerd, dat resulteert in een netto opname.

Figuur 2 Bruto grasproductie en netto kVEM-opname door melkvee op een droge zandgrond in de loop van de tijd bij scheuren in het voorjaar, waarbij het aandeel goede grassen en klaver vermindert. Als voorbeeld is aangegeven hoe uit het aandeel goede grassen en klaver in de bestaande zode de grasproductie afgeleid wordt



De netto productie wordt standaard gewaardeerd op basis van tarieven uit de KWIN (2002). De opbrengsttarieven van het extra geproduceerde gras kunnen naar wens worden veranderd. De economische waardering van de extra kVEM-productie wordt standaard meegenomen in de baten. Dit geldt echter niet voor eiwit en stikstof. Alleen bij een eiwittekort op het bedrijf (invoer) wordt ook de hoeveelheid kDVE gewaardeerd. Bij een eiwittekort - bijvoorbeeld bij intensieve bedrijfsvoering op zandgrond met een hoog aandeel snijmaïs in het rantsoen - worden zodoende de baten aanzienlijk verhoogd en is het eerder rendabel om grasland te vernieuwen.

4 Kosten

De kosten bij herinzaai hebben in grote lijn betrekking op loonwerk, middelen, grondonderzoek en bemesting. In de HerinzaaiWijzer kan men een totaal kostenbedrag opgeven of kunnen de kosten nader gespecificeerd worden door voor een reeks van posten de kosten gedetailleerd op te geven. Hiervoor kan men een extra invoerscherm openen. Veelal blijkt bij een gedetailleerdere invoer dat de totale kosten toch hoger uitpakken dan men aanvankelijk gedacht. In tabel 5 is een overzicht gegeven van de kosten die betrekking hebben op graslandvernieuwing en het verbeteren van de vlakligging van de bodem voor de grondsoorten zand en klei. Het betreft globale bedragen, die voor wat betreft de bewerkingskosten in de praktijk behoorlijk blijken te variëren.

Tabel 5 Overzicht kosten graslandvernieuwing volgens KWIN 2002-2003 (2002)

Kosten per ha	Zandgrond (€)	Kleigrond (€)
Afzonderlijk kosten		
Spuiten glyfosaat (€/ha)	35	35
Glyfosaat (€/ha)	25	25
Frezen (€/ha)	130	140
Ploegen (€/ha)	125	135
Egaliseren (€/ha)	260	260
Zaaibedbereiding (€/ha) ¹⁾	60	70
Zaaien (€/ha)	60	60
Zaaizaad (€/ha) ²⁾	140	140
Spuiten onkruid (€/ha)	35	35
Onkruidbestrijdingsmiddelen (€/ha) ³⁾	45	45
Grondonderzoek (€/ha)	80	70
Basisbemesting fosfaat en kali (€/ha) ⁴⁾	105	60
Aanvullend: natrium, koper, kobalt (€/ha)	95	50
Aanvullend: kalk en magnesium (€/ha)	275	180
Aanvullend: kalium en fosfaat (€/ha)	50	55
Totaal		
Standaard inzaaimethode	840	815
Inzaai met extra bemesting	1260	1100
Inzaai met extra bemesting en kilveren	1520	1360

¹⁾ zandgrond: cultivatorcombinatie, zaaibedbereiding en zaaien in dezelfde werkgang
kleigrond: rotorkop- of schudeg, zaaibedbereiding en zaaien in dezelfde werkgang

²⁾ mengsel met klaver kost € 165,- per ha

³⁾ gebaseerd op 1 liter Starane, met name tegen muur

⁴⁾ mogelijke besparing op bemestingskosten met rundveedrijfmest is ongeveer € 35,- per 10 ton

5 Saldo

Het saldo wordt berekend als het verschil tussen de kosten en de te verwachten financiële meeropbrengst, gemiddeld over 5 jaar. Afhankelijk van de hoogte van het saldo gemiddeld over 5 jaar, wordt geadviseerd al of niet het bestaande grasland te vernieuwen. De volgende uitkomsten zijn mogelijk:

- Saldo is negatief; niet herinzaaien
- Saldo ligt tussen de € 0,- en € 30,- per jaar; dit jaar herinzaaien. Let wel: rendement is laag!
- Saldo is groter dan € 30,- per jaar; dit jaar herinzaaien

Voor verschillende grondsoort/Gt combinaties is het percentage goede grassen inclusief klaver berekend bij een saldo van gemiddeld € 30,- in de eerste 5 jaar na herinzaai. In de berekening is onderscheid gemaakt tussen wel en geen eiwittekort op het bedrijf. Het totale kostenniveau betrof € 650,-. De resultaten staan in tabel 6.

Tabel 6 Percentage landbouwkundig goed gewaardeerde grassen waarbij advies herinzaai een gemiddelde saldoverhoging geeft van € 30,- per jaar in de eerste 5 productiejaar¹

Grondsoort	Zand		Klei		Veen	
	IV	VII	IV	VII	III*	II
Gt						
Zonder eiwittekort	46	37	51	43	53	37
Met eiwittekort	65	62	68	67	65	60

¹ Voor zand (humeus dek dunner dan 30 cm) en klei is een gemiddelde stikstofjaargift aangehouden van 300 kg en voor veen een jaargift van 200 kg/ha. Overige aannames: klei en zand herinzaai vroeg in het voorjaar, veen herinzaai in het najaar, beperkt weiden, geen toepassing van beregening en een totaal kostenniveau van € 650,-.

Bij scheuren in het najaar liggen de percentages goed gewaardeerde grassen uit tabel 6 ongeveer 3% lager. Daarmee is scheuren in het najaar iets minder snel aantrekkelijk. Dit komt door een lagere N-levering uit de bodem na scheuren dan bij scheuren in het voorjaar. Het directe productieverlies door scheuren is voor beide herinzaaitijdstippen vergelijkbaar verondersteld.

Opvallend is dat het aandeel goede grassen, waarbij herinzaai wordt aanbevolen, sterk afhangt van de eiwitbehoefte op het bedrijf. Zonder een sterk eiwittekort moet de kwaliteit van de graszode zeer matig zijn, wil herinzaai economisch uit kunnen. Daarentegen luidt het advies bij een eiwittekort herinzaai bij een veel geringere achteruitgang van de zode.

Bij relatief gunstige groeiomstandigheden, zand en klei Gt IV en veen Gt III*, is herinzaai eerder rendabel, omdat de nieuwe zode relatief minder snel achteruitgaat. Graslandvernieuwing heeft dan ook meer nut als de groeiomstandigheden verbeterd worden. Op veengrond speelt het risico op mislukken van herinzaai door verdroging na grondbewerking een belangrijke rol en bovendien wordt de draagkracht tijdelijk sterk verminderd. Afgezien van de uitkomst van de HerinzaaiWijzer, moet men deze risico's bij herinzaai in overweging nemen.

6 Discussie

De grasproductie op lange termijn is ingeschat op basis van gegevens uit het Proefschrift van Korevaar (1987) en ongepubliceerde data uit een vervolgonderzoek aangevuld met een praktijkschatting van een panel van deskundigen van het praktijkonderzoek. De basis van de productie afhankelijk van grondsoort en grondwatertrap is daarmee nog redelijk onzeker en aanvullende data zijn daarom zeer gewenst.

Ook is de productie direct na herinzaai niet eenduidig, omdat in de onderzoeksresultaten die bekend zijn erg afhankelijk waren van de kwaliteit van de gescheurde zode. Veelal blijkt, dat de behaalde meeropbrengst betrekkelijk beperkt was. Het werkelijke productieniveau van de oude zode is in de berekeningen met de HerinzaaiWijzer relatief minder belangrijk, omdat het verschil tussen de productie van de oude en de nieuwe zode wordt bepaald door de vorm van de productiecurve en het aandeel goede grassen. Het verloop van de productiecurve op lange termijn is uitsluitend afhankelijk gesteld van de vochtvoorziening en bijvoorbeeld niet van de stikstofjaargift. Veldonderzoek van Hopkins (1990) liet zien dat de drogestofproductie van permanent grasland met een rijke soortensamenstelling na herinzaai met uitsluitend Engels raigras in het eerste jaar aanzienlijk werd verhoogd, ongeacht de stikstofjaargift. In de daarop volgende jaren werd het productievoordeel alleen gehandhaafd bij de hogere stikstofjaargiften. Dit kan betekenen dat voor de lagere stikstofjaargiften wel het aandeel goede grassen lager wordt in de loop van de jaren, maar dat de drogestofproductie minder daalt, zoals is aangenomen voor de HerinzaaiWijzer. Aangenomen is dat de netto productieverandering na herinzaai een cumulatief effect is van een verandering van de drogestofproductie, de voederwaarde en de opname, terwijl in werkelijkheid het accent meer kan liggen op een verminderde verteerbaarheid dan op een lagere drogestofproductie.

De botanische samenstelling wordt nu in het programma ingevoerd door een percentage goede grassen inclusief klaver op te geven. Klaver noemen we hier apart, omdat het geen grassoort is, maar in het geval van cultuurklaver wel landbouwkundig positief gewaardeerd wordt. Wanneer bij herinzaai de introductie of herintroductie van klaver een belangrijke rol speelt, is de opzet van het programma ontoereikend om hier doelbewust een berekening voor uit te kunnen voeren. Het is wenselijk om in de invoer van het programma specifiek het klaverpercentage op te kunnen geven. Klaver heeft invloed op de voederwaarde en op de stikstofbenutting en is erg belangrijk voor de stikstofleverantie door binding van stikstof uit de lucht. De functionaliteit van het programma zou uitgebreid moeten worden om met deze interacties rekening te kunnen houden. Daarmee wordt het programma interessant voor de biologische melkveehouderij.

7 Conclusies

De HerinzaaiWijzer adviseert op basis van de economische meeropbrengst wel of niet grasland te vernieuwen. De actuele botanische samenstelling van het te scheuren grasperceel is daarbij de meest bepalende factor. Bij een eiwittekort op het bedrijf is herinzaai veel sneller aantrekkelijk.

Scheuren in het voorjaar is op zand- en kleigrond iets eerder aantrekkelijk dan scheuren in het najaar, omdat de N-levering uit de bodem na scheuren in het najaar aanmerkelijk lager is. Het directe productieverlies door scheuren is voor scheuren in het voorjaar en najaar gelijk verondersteld op basis van veldonderzoek (Hoving & Velthof, 2005), waarbij herinzaai in het najaar voor 15 september plaatsvond.

Zeker op de droge zandgronden kan het verlies in het najaar aanzienlijk zijn omdat het gras in september relatief productief is ('tweede meimaand'). Vanaf 2005 is scheuren in het najaar alleen nog toegestaan op klei- en veegrond. Herinzaai in het voorjaar is toegestaan van 1 februari tot en met 10 mei. In Hoving & Velthof (2005) staan aanbevelingen voor de praktische uitvoering van scheuren in het voorjaar.

De inschatting van de verbetering van de productiviteit van grasland blijft de zwakste schakel in de advisering. Bij het verbeteren van de groeiomstandigheden wordt de duurzaamheid van de graszode vergroot en is herinzaai eerder rendabel. Met goed graslandbeheer kan men de levensduur van een graszode verlengen of kan men een matige zode zelfs weer verbeteren. Hierbij moeten we denken aan het tijdig inscharen van vee, het tijdig maaien en wegmaaien van weideresten, het voorkomen van vertrapping, maar ook het op peil houden van de pH-toestand van de bodem en het selectief bestrijden van probleemonkruiden.

Literatuur

Aarts, H.F.M., D.W. Bussink, W.J. Corré, I.E. Hoving, H.G. van der Meer, R.L.M. Schils & G.L. Velthof, 2002. Milieutechnische en landbouwkundige effecten van graslandvernieuwing. Een verkenning aan de hand van praktijksituaties. PRI, Wageningen rapport nr. 41a

Handboek voor de Rundveehouderij, 1997. Praktijkonderzoek Rundveehouderij, Schapen en Paarden (PR), Lelystad

Handboek voor de Rundveehouderij, 2001. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad

Hoogerkamp, M., 1970. Verbetering van grasland? Landbouwmechanisatie 21: 749-758

Hoogerkamp, M., 1974. De ophoping van organische stof onder grasland en de invloed hiervan op de opbrengst van grasland en akkerbouwgewassen (Tijdelijk grasland, al dan niet periodiek heringezaaid blijvend grasland of oud grasland?). Instituut voor Biologisch en Scheikundig onderzoek van Landbouwgewassen, Wageningen: 235 pp. (pag. 85.)

Hoogerkamp, M., 1984. Changes in productivity of grassland with ageing. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen: 78 pp.

Hopkins, A., Gilbey, J., Dibb, C., Bowling, P.J., Murray, P.J., 1990. Respons of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 1. Herbage production and herbage quality. Grass and Forage Science 45: 43-55

Hoving, I.E. en J.W. van Riel, 2003. Effect van diverse beregeningsstrategieën op de opbrengst van gras. Nederlandse Vereniging voor Weide- en Voederbouw, Gebundelde verslagen nr. 39, 2002 - 2003

Hoving, I.E. en G.L. Velthof, 2005. Landbouw- en milieukundige effecten van graslandvernieuwing op zand- en kleigrond. Lelystad, Animal Sciences Group van WUR. PraktijkRapport Rundvee in voorbereiding.

Keating, T., O'Kiely, P.O, 2000. Comparision of old permanent grassland, *Lolium perenne* and *Lolium multiflorum* swards grown for silage. 3. Effects of varying fertiliser nitrogen application rate. Irish Journal of Agricultural and Food Research 39: 35-53

Korevaar, H., 1987. Productie en voederwaarde van gras bij gebruiks- en bemestingsbeperkingen voor natuurbeheer. Proefschrift. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR), Lelystad. Rapport nr. 101

Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2002-2003 (KWIN-V), 2002. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad

Luten, W., Klooster, J.J., Roozeboom, L., 1974. Herinzaai van grasland. Verslag van een vergelijkend onderzoek met verschillende methoden van herinzaai in de periode 1971 t/m 1974. Rapport 39, Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad: 26 pp.

Minderhoud, J.W., Krist, G., Woldring, J.J., 1960. De grondwaterstand en zijn betekenis voor bruto-opbrengst, beworteling en botanische samenstelling van komkleigrasland. Verslag van de proefplekkenserie CI 1200 over de jaren 1952 t/m 1957. Mededeling no. 43, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw, Wageningen: 51 pp.

Minderhoud, J.W., 1960. Grasgroei en grondwaterstand : onderzoeken over de betekenis van de grondwaterstand voor komkleigrasland. Proefschrift Wageningen, publicatie 15, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw, Wageningen: 199 pp.

Woldring, J.J., 1975. Invloed van herinzaai en stikstof op de opbrengst en de botanische samenstelling van grasland. Tweede verslag van een proef te Gilze van 1971 t/m 1974. Rapport 35, Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad: 21 pp.

Sikkema, 1997. Beoordeling grasland- en slootvegetatie. PV, Lelystad. Handleiding

Soesbergen, G.A. van, C. van Wallenburg, K.R. van Lynden en H.A.J. van Lanen, 1986. De interpretatie van bodemkundige gegevens; systeem voor de bodemgeschiktheidsbeoordeling van gronden voor akkerbouw, weidebouw en bosbouw. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering. Rapport 1967.

Tabellenboek Veevoeding, 2002. Voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarde veevoerders. Centraal Veevoederbureau, Lelystad

Vellinga, Th.V., 1998. Verfijning bemestingsadvies 1998. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad. Rapport 173

Vellinga, Th.V., P.J. Kuikman en A. van den Pol-van Dasselaar, 2000. Beperking van Lachgasemissie bij het scheuren van grasland: een systeemanalyse. Alterra, Wageningen. Rapport nr. 114-5,

Vliegheer, A. de, Grunert, O., Carlier, L., 2002. Weidevernieuwing: invloed van ouderdom van de weide op de productiviteit. In: Brochure Voedergewassen 2002, Oogst 2001, Landbouwcentrum voor Voedergewassen, Geel, België: 69-78

Bijlagen

Bijlage 1 Opbrengsten per bodemtype en grondwatertrapklasse (kg droge stof per ha per jaar)

De opbrengsten in de gearceerde vakken zijn berekend met de Graslandgebruikswijzer (GGW) bij een standaard klasse voor het stikstofleverend vermogen, zonder toepassing van beregening. De opbrengsten voor de bodemtypen zand, veen en klei zijn afkomstig uit het Handboek Rundveehouderij, tabel 5.6 (1997). De opbrengsten voor de overige bodemtypen komen van niet gepubliceerde berekeningen met GGW. Met de opbrengstreductiepercentages uit bijlage 2 zijn aan de hand van de opbrengsten uit de gearceerde vakken de overige opbrengsten bepaald.

Bodem	N-gift (kg N/ha)	Grondwatertrap								
		II	II*	III	III*	V	V*	IV	VI	VII
Zand_dun	322	9963	11122	10543	11238	10543	10659	11585	10079	9500
	228	9334	10420	9877	10528	9877	9985	10854	9443	8900
	144	8390	9366	8878	9463	8878	8976	9756	8488	8000
Zand_dik	375	10524	11886	11514	12381	11886	12257	13000	12133	11390
	275	9795	11063	10717	11524	11063	11409	12100	11293	10602
	175	8662	9783	9477	10190	9783	10089	10700	9987	9375
Veen	289	12200	13784	12992	14260	12834	13468	15369	12992	11725
	176	11100	12542	11821	12974	11677	12253	13983	11821	10668
	92	10000	11299	10649	11688	10519	11039	12597	10649	9610
Klei	350	10321	11706	11202	12209	11580	11706	12713	11328	10573
	250	9401	10662	10932	11121	11301	11424	11579	10318	9630
	150	8150	9243	8846	9641	9144	9243	10038	8945	8349
Löss	350	10960	12430	11896	12965	12831	13366	13901	13767	13767
	250	9971	11308	10822	11794	11673	12159	12646	12524	12524
	150	8759	9934	9507	10361	10254	10682	11109	11002	11002
Zavel	350	10824	12224	11715	12734	12352	12606	13243	12479	11842
	250	9848	11122	11232	11586	11842	12087	12049	11354	10775
	150	8593	9705	9300	10109	9806	10008	10514	9907	9402
Klei met kleitussenlaag	350	9606	10838	9483	10345	9483	9729	11207	9606	9113
	250	8804	9933	9161	9481	9161	9399	10271	8804	8353
	150	7547	8515	7450	8128	7450	7644	8805	7547	7160
Zavel met kleitussenlaag	350	10298	11714	10556	11585	11071	11328	12358	11328	10942
	250	9380	10670	9954	10553	10439	10682	11256	10318	9966
	150	8132	9250	8335	9148	8742	8945	9758	8945	8640

Bijlage 2 Opbrengstdepressies voor grasland per grondsoort en grondwatertrap

Onderstaande opbrengstdepressies (%) voor grasland (KWIN 1999-2000) per grondsoort en grondwatertrap zijn weergegeven in percentage totale depressie, depressie door droogte en depressie als gevolg van overige factoren.

Bodem	Depressie	Grondwatertrap								
		II	II*	III	III*	V	V*	IV	VI	VII
Zand_dun	Totaal	14	4	9	3	9	8	0	13	18
	droogte	-1	-2	2	2	8	10	4	16	21
	overige	15	6	7	1	1	-2	-4	-3	-3
Zand_dik	Totaal	15	4	7	0	4	1	-5	2	8
	droogte	-3	-2	-2	-2	2	5	1	11	17
	overige	18	6	9	2	2	-4	-6	-9	-9
Veen	Totaal	23	13	18	10	19	15	3	18	26
	droogte	-1	0	4	5	13	14	4	21	29
	overige	24	13	14	5	6	1	-1	-3	-3
Klei	Totaal	18	7	11	3	8	7	-1	10	16
	droogte	-2	-2	0	0	4	7	1	12	17
	overige	20	9	11	3	4	0	-2	-2	-1
Löss	Totaal	18	7	11	3	4	0	-4	-3	-3
	droogte	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-4	-3	-3
	overige	21	10	14	6	6	2	0	0	0
Zavel	Totaal	15	4	8	0	3	1	-4	2	7
	droogte	-3	-3	-2	-2	1	2	-2	5	10
	overige	18	7	10	2	2	-1	-2	-3	-3
Klei met kleitussenlaag	Totaal	22	12	23	16	23	21	9	22	26
	droogte	0	1	7	9	16	17	9	22	26
	overige	22	11	16	7	7	4	0	0	0
Zavel met kleitussenlaag	Totaal	20	9	18	10	14	12	4	12	15
	droogte	-1	0	4	4	8	11	4	12	15
	overige	21	9	14	6	6	1	0	0	0

Bijlage 3 Opbrengsten per bodemtype en grondwatertrapklasse bij beregening

Hieronder staan de opbrengsten per bodemtype en grondwatertrapklasse bij toepassing van beregening (kg droge stof per ha per jaar). De opbrengsten zijn bepaald aan de hand van de opbrengsten uit bijlage 1 en de reductiepercentages uit bijlage 2, ervan uitgaande dat beregening een derde van de opbrengstreductie opheft.

Bodem	N-gift (kg N/ha)	Grondwatertrap								
		II	II*	III	III*	V	V*	IV	VI	VII
Zand_dun	322	9924	11043	10621	11317	10858	11052	11743	10710	10327
	228	9297	10346	9951	10602	10172	10354	11001	10033	9675
	144	8357	9300	8944	9530	9143	9307	9889	9019	8697
Zand_dik	375	10398	11802	11430	12297	11970	12468	13042	12596	12106
	275	9678	10984	10639	11445	11141	11604	12139	11724	11268
	175	8558	9714	9408	10121	9852	10262	10735	10368	9964
Veen	289	12146	13784	13208	14529	13534	14222	15584	14123	13287
	176	11051	12542	12017	13219	12314	12939	14179	12850	12089
	92	9956	11299	10826	11909	11094	11657	12774	11577	10891
Klei	350	10235	11620	11202	12209	11751	12005	12755	11842	11300
	250	9323	10584	10203	11121	10703	10935	11618	10786	10293
	150	8082	9176	8846	9641	9279	9480	10072	9351	8923
Löss	350	10824	12294	11759	12829	12740	13275	13719	13631	13631
	250	9847	11184	10698	11670	11590	12077	12480	12400	12400
	150	8650	9825	9398	10252	10182	10609	10964	10893	10893
Zavel	350	10694	12094	11628	12647	12395	12693	13156	12695	12275
	250	9730	11004	10580	11507	11278	11549	11970	11551	11169
	150	8490	9602	9232	10040	9840	10077	10445	10079	9745
Klei met kleitussenlaag	350	9606	10879	9776	10722	10153	10441	11584	10527	10202
	250	8804	9971	8960	9827	9305	9569	10617	9648	9350
	150	7547	8547	7681	8424	7977	8203	9101	8271	8015
Zavel met kleitussenlaag	350	10254	11714	10731	11761	11421	11809	12533	11853	11598
	250	9340	10670	9774	10712	10402	10757	11415	10796	10564
	150	8097	9250	8473	9287	9018	9325	9896	9360	9158