

# Wageningen UR Livestock Research

*Partner in livestock innovations*



Rapport 403

## Effect van inkuilmanagement op emissie van broeikasgassen op bedrijfsniveau

December 2010



**LIVESTOCK RESEARCH**

**WAGENINGEN UR**

## Colofon

### Uitgever

Wageningen UR Livestock Research  
Postbus 65, 8200 AB Lelystad  
Telefoon 0320 - 238238  
Fax 0320 - 238050  
E-mail [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

### Redactie

Communication Services

### Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2010

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

### Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research en Central Veterinary Institute, beiden onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek vormen samen met het Departement Dierwetenschappen van Wageningen University de Animal Sciences Group van Wageningen UR (University & Research centre).

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

## Abstract

This report described the losses during harvesting, storage and feed out period of grass silage. It was estimated that there was a considerable risk of extra losses due to aerobic deterioration and moderate conservation. Farm-related computations showed that economics and emission of greenhouse gases went together in limiting extra losses. For an average farm with 100 dairy cows, net return to labour and management may decrease by € 3000 to € 5000 as a result of aerobic deterioration and moderate conservation. The extra emission of greenhouse gases remained limited at approximately 1.5%.

## Keywords

Ensiling management, greenhouse gases, economics of grass silage, losses

## Referaat

ISSN 1570 - 8616

## Auteur(s)

Herman van Schooten  
Bert Philipsen

## Titel

Effect van inkuilmanagement op emissie van broeikasgassen op bedrijfsniveau

Rapport 403

## Samenvatting

In dit rapport worden de verliezen tijdens de voederwinning, bewaring en vervoeding van graskuil beschreven. Ingeschat wordt dat er een behoorlijke risico bestaat op extra verliezen als gevolg van broei en matige conservering. Uit berekeningen in bedrijfsverband blijkt dat economie en emissie van broeikasgassen samengaan bij het beperken van extra verliezen. Voor een gemiddeld bedrijf met 100 melkkoeien kan het arbeidsinkomen dalen met € 3000,- tot € 5000,- als gevolg van broei en matige conservering. De extra emissie aan broeikasgassen blijft beperkt tot ca. 1,5%.

## Trefwoorden

inkuilmanagement, broeikasgassen, economie graskuil, verliezen



Rapport 403

## Effect van inkuilmanagement op emissie van broeikasgassen op bedrijfsniveau

## Effect of ensiling management on emission of greenhouse gases at farm level

Herman van Schooten  
Bert Philipsen

December 2010



## Voorwoord

De Nederlandse melkveehouderij draagt vooral via de emissies van methaan en lachgas bij aan de totale uitstoot van broeikasgassen. Uit onderzoeken zijn verschillende perspectievolle maatregelen naar voren gekomen die bijdragen aan vermindering van de uitstoot. Het verbeteren van de ruwvoer kwaliteit wordt daarbij ook vaak genoemd.

Het oogsten en bewaren van gras met zo min mogelijk verliezen is van groot belang voor de kwaliteit van kuilgras die uiteindelijk wordt gevoerd. Een goede kwaliteit is van economisch belang omdat het de voerkosten beperkt. Uit oogpunt van broeikasgassen is het interessant om inzicht te hebben in de risico's en effecten van verschillen in ruwvoer kwaliteit op de emissies op bedrijfsniveau. Dit onderzoek levert hier een bijdrage aan.

Een woord van dank is verschuldigd aan de collega's André Bannink en Aart Evers. André Bannink voor zijn bijdrage aan de inzichten in de relatie tussen voerkwaliteit en methaanemissie en Aart Evers voor zijn bijdrage aan de berekeningen met BBPR. Daarnaast is een woord van dank verschuldigd aan oud-collega's Henk van Dijk en Sije Schukking voor het reviewen van met name de onderdelen waarin de verschillende verliesposten van graskuil op een rij worden gezet.

Het onderzoek is gefinancierd door Agentschap NL in het kader van Reductie van Overige Broeikasgassen (ROB) in de landbouw.

Dr. Ir. Agnes van den Pol - van Dasselaar, Grondgebonden Veehouderij.



## Samenvatting

Het beperken van de verliezen bij de voederwinning, bewaring en vervoeding is positief voor de voederwaarde en de opname van kuilgras. Mede vanuit de praktijk wordt verwacht dat het beperken van deze verliezen een positieve bijdrage levert aan de emissie van methaan.

Het doel van het project is om inzicht te krijgen in de mogelijkheden om de broeikasgasemissie op melkveehouderijbedrijven te reduceren via het spoor van voederwinning, bewaring en vervoeding.

### Verliezen bij de voederwinning, bewaring en vervoeding

In het traject van oogsten van het gras tot en met het vervoeden van graskuil treden op verschillende momenten verliezen aan droge stof en voederwaarde op. Op het veld treden kwantitatieve verliezen op door maaien, schudden, wiersen en laden en kwalitatieve verliezen door ademhaling, micro-organismen en uitloging. De totale voederwaardeverliezen op het veld hangen vooral af van de veldperiode en de weersomstandigheden en kunnen variëren van bijna 6% tot ruim 23%. Tijdens conservering treden er gistingsverliezen op die afhankelijk zijn van het drogestofgehalte en het verloop van het gistingsproces. Wanneer het gras voldoende voorgedroogd (> 35% ds) en ingekuild wordt volgens Goede Landbouwkundige Praktijk (GLP), kunnen de conserverings- en bewaringsverliezen beperkt blijven tot 7-8% van de voederwaarde. Onder zeer slechte omstandigheden kunnen de voederwaarde voeder verliezen oplopen tot 37-38%. Tijdens het vervoeden treden kwalitatieve verliezen op bij het uithalen, transport en als gevolg van voerresten. Daarnaast kunnen kwalitatieve verliezen optreden door broei. De totale vervoederingsverliezen kunnen variëren van 3% (GLP) tot bijna 24% van de voederwaarde bij veel problemen met broei. Het drogestofgehalte en dichtheid van de kuil lijken de belangrijkste factoren die het optreden van broei beïnvloeden.

### Risico op extra verliezen

In het relatief droge jaar 2009 was het drogestofgehalte van 46% van de kuilen hoger dan 50%. Gezien het grote aandeel kuilen met een hoog drogestofgehalte, met name in relatief droge jaren, bestaat er in de praktijk een aanzienlijk risico op extra verliezen als gevolg van broei. In het relatief natte jaar 2004 was het drogestofgehalte van 25% van de kuilen lager dan 35% en waren op basis van de NH<sub>3</sub>-fractie 64% van de kuilen matig geconserveerd (NH<sub>3</sub>-fractie > 8) en 7% zelfs slecht (NH<sub>3</sub>-fractie > 15). In een dergelijk jaar bestaat een behoorlijke kans op extra conserveringsverliezen als gevolg van een matige conservering.

Door goed te anticiperen op de weersomstandigheden en adequaat en zorgvuldig inkuilmanagement kan de kans op extra verliezen worden beperkt.

### Berekeningen op bedrijfsniveau

Met het BedrijfsBegrotingsProgramma voor de Rundveehouderij (BBPR) zijn enkele berekeningen uitgevoerd om effecten van broei en matige conservering op de emissie van broeikasgassen en economie in bedrijfsverband te berekenen. Ten behoeve van dit onderzoek is BBPR uitgebreid met de mogelijkheid broeiverliezen mee te nemen in de berekeningen. Als basisbedrijf is gekozen voor een bedrijf met 100 melkkoeien, 800.000 kg melkquotum, 43 ha grasland en 11 ha maïsland.

In een relatief droog jaar met broei daalde het arbeidsinkomen met bijna € 4000,- als gevolg van extra aankoop van ruwvoer en krachtvoer. De emissie aan broeikasgassen was beperkt (1,3%) hoger en werd vooral veroorzaakt door aan energie gerelateerde CO<sub>2</sub> uit de extra aankoop van ruwvoer en krachtvoer.

In een nat jaar met matig geconserveerd kuilgras was de emissie aan broeikasgassen beperkt, 1,4% hoger dan in een normaal jaar met goed geconserveerd kuilgras. Dit was vooral aan energie gerelateerde CO<sub>2</sub> en werd voornamelijk veroorzaakt door extra aankoop van krachtvoer. De arbeidsopbrengst was bijna € 3200,- lager. Bij gebruik van een goed toevoegmiddel was de emissie aan broeikasgassen 1% hoger dan in een normaal jaar en de arbeidsopbrengst was nog € 2300,- lager.

In de praktijk kunnen de effecten van broei en matige conservering wat groter zijn dan in deze studie berekend omdat i.t.t. de aanname in deze studie, de gewenste melkproductie niet altijd gehaald wordt ondanks optimalisatie van het rantsoen op basis van voederwaarde.

### Directe emissie uit graskuilen

In graskuilen kan een kleine hoeveelheid lachgas worden gevormd. De directe emissie aan broeikasgassen uit graskuilen is erg beperkt en bedraagt op bedrijfsniveau hooguit 0,2-0,3% van de totale emissie.





## Summary

Limiting the losses at harvesting, storage and feed out period is profitable to the nutritional value and uptake of grass silage. Practice also expects that limiting these losses contributes positively to methane emission.

The purpose of the project was to get insight into the possibilities of reducing greenhouse gas emission on dairy farms via the track of harvesting, storage and feed out of grass silage.

### Losses at feed production, preservation and feeding

In the course of harvesting the grass up to and including feeding the grass silage there are various moments of losses of dry matter and nutritional value. On the land, quantitative losses occur due to mowing, tedding, windrowing and loading and qualitative losses occur due to respiration, micro-organisms and leaching. The entire nutritional value losses on the land mainly depend on the period and weather circumstances and may vary from over almost 6% to over 23%. During storage there are fermentation losses that depend on the dry matter content and the course of the fermentation process. If the grass is sufficiently dried in advance (> 35% of dry matter) and ensiled according to Good Agricultural Practices (GAP), the fermentation and storage losses can be kept limited to 7-8 % of the nutritional value. In extremely bad circumstances the losses of nutritional value increase to 37-38%. During feed out, qualitative losses occur at taking out, transport and due to feed remains. Moreover, qualitative losses due to aerobic deterioration may occur. The total feed out losses may vary from 3% (GAP) to almost 24% of the nutritional value if heating accompanies aerobic deterioration. The dry matter content and density of the silage seem to be the most important factors that influence the occurrence of heating during feed out.

### Risk of extra losses

In the relatively dry year of 2009 the dry matter content of 46% of the silages was higher than 50%. In view of the large part of silages with a high dry matter content, particularly in relatively dry years, there is a considerable risk of extra losses due to aerobic deterioration. In the relatively wet year of 2004, the dry matter content of 25% of the silages was lower than 35%; 64% of the silages were moderately preserved on the basis of the  $\text{NH}_3$  fraction ( $\text{NH}_3$ -fraction > 8) and 7% even badly ( $\text{NH}_3$ -fraction > 15). In such a year there is a considerable risk of extra preservation losses resulting from mediocre conservation.

By anticipating well to the weather circumstances and adequate and careful ensiling management the risk of extra losses can be limited.

### Computations at farm level

With the Farm Budget Program for the Dairy sector (BBPR), some computations were carried out to calculate the effects of aerobic deterioration and mediocre conservation on the emission of greenhouse gases and the economics with respect to the farm. For the purpose of this research, the BBPR was extended to include the possibility of losses due to aerobic deterioration. A farm with 100 dairy cows, 800,000 kg of milking quota, 43 ha of grassland and 11 ha of land for silage maize was taken as the basis. In a relatively dry year when heating accompanied aerobic deterioration, net return to labour and management decreased by almost € 4000 due to extra purchase of roughage and concentrates. Greenhouse gas emissions were limitedly higher (1.3%) and were mainly caused by energy-related  $\text{CO}_2$  from extra purchase of roughage and concentrates.

In a wet year with moderately preserved grass silage, greenhouse gas emission was limitedly higher (1.4 %) than in a normal year with well-preserved grass silage. This was mainly energy-related  $\text{CO}_2$  and was chiefly caused by extra purchase of concentrates. The net return to labour and management was almost € 3200 lower. By using an adequate additive, greenhouse gas emissions were 1% higher than in a normal year and net return to labour and management was still € 2300 lower.

In practice the effects of aerobic deterioration and mediocre preservation can be somewhat larger than computed in this study because in contrast to the assumption in this study, the desired milk production will not always be realised, despite optimisation of the ration on the basis of nutritional value.

### Direct emission from grass silages

In grass silages a small amount of nitrous oxide can be formed. The direct greenhouse gas emission from grass silages was very limited and was at farm level 0.2 – 0.3 % of the total emission at the most.



# Inhoudsopgave

## Voorwoord

## Samenvatting

## Summary

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Verliezen bij voederwinning, bewaring en vervoeding</b> .....	<b>2</b>
2.1	Verliezen op het veld.....	2
2.2	Verliezen tijdens conservering en bewaring .....	3
2.3	Verliezen tijdens het voeren van de kuil. ....	4
2.4	Totale verliezen bij voederwinning, bewaring en vervoeding .....	6
<b>3</b>	<b>Drogestofgehalte en conservering in de praktijk</b> .....	<b>8</b>
3.1	Drogestofgehalte .....	8
3.2	Ammoniakfractie .....	8
3.3	Conserveringsindex .....	9
<b>4</b>	<b>Risico analyse</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Maatregelen ter beperking van voederwinning- en voerverliezen</b> .....	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Berekeningen in bedrijfsverband</b> .....	<b>14</b>
6.1	Voederwinningsverliezen in BBPR .....	15
6.2	Relatie kwaliteit graskuil en methaanemissie in BBPR.....	16
6.3	Uitgangspunten van berekeningen in bedrijfsverband.....	16
6.4	Resultaten berekeningen in bedrijfsverband .....	18
6.5	Enkele discussiepunten bij berekeningen in bedrijfsverband .....	21
<b>7</b>	<b>Directe emissie van broeikasgassen uit graskuilen</b> .....	<b>23</b>
7.1	Emissie als gevolg van conservering .....	23
7.2	Emissie als gevolg van groei. ....	24
<b>8</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>25</b>
<b>9</b>	<b>Praktijktoepassingen</b> .....	<b>27</b>
	<b>Referenties</b> .....	<b>29</b>
	<b>Bijlagen</b> .....	<b>32</b>
	Bijlage 1 Gemiddelde drogestofgehalte van graskuilen 1982 – 2009 .....	32
	Bijlage 2 Enkele gehanteerde prijzen en loonwerktarieven bij berekeningen met BBPR .....	33



## 1 Inleiding

In Nederland draagt de landbouw ongeveer voor 13% bij aan de uitstoot van broeikasgassen. Het gaat daarbij vooral om lachgas en methaan. Lachgas komt vooral vrij uit de bodem, methaan vooral uit pensfermentatie en dierlijke mest.

De landbouw heeft geen kwantitatieve doelstelling gekregen bij de start van het Reductieplan niet-CO<sub>2</sub>-Broeikasgassen (ROB), maar wel een kwalitatieve. Deze doelstelling luidt: het implementeren van kosteneffectieve maatregelen in de praktijk. In het convenant 'Schone en Zuinige agrosectoren' is tussen overheid en de sector afgesproken de uitstoot van overige broeikasgassen te reduceren met 4 tot 6 Mton ten opzichte van 1990.

In het rapport 'Klimaatmaatregelen in de agrosectoren en afwentelingseffecten' (Lescchen et al., 2008) wordt het belang van de ruwvoer kwaliteit in relatie tot de methaanemissie beschreven. Een betere ruwvoer kwaliteit gaat in geval van gras gepaard met een hogere opname, een betere verteerbaarheid van celwanden, en een andere chemische samenstelling en een hogere voederwaarde. Als gevolg hiervan is het de verwachting dat het een betere graskwaliteit en minder methaanemissie oplevert. Bij de winning, bewaring en vervoeding van graskuil treden verliezen op die de kwaliteit van het gras negatief beïnvloeden. Verwacht mag worden dat het beperken van de deze verliezen dat beperking van deze verliezen een positieve bijdrage levert aan de emissie van methaan.

Ook uit de praktijkprojecten binnen het Ketenproject melkveehouderij ROB 'Zien is Geloven' komt naar voren dat een door een deel van de melkveehouders inkuilmanagement wordt gezien als een maatregel om de uitstoot van overige broeikasgassen te beperken. Deze veronderstelling was ondermeer gebaseerd op informatie uit 2008 over de door van Blgg AgroXpertus ontwikkelde conserveringsindex. Hieruit bleek dat bij 44% van de graskuilen de conserveringsindex te laag (<60) was. In één van de hoofdstukken van dit rapport wordt het principe en de interpretatie van deze index kort behandeld.

Het inkuilen van gras is in Nederland gebaseerd op verzuring van voorgedroogd materiaal. De toegepaste methode is de afgelopen decennia (sinds de invoering van de cirkelmaaiers, cirkelschudders en cirkelharken) op grote lijnen niet aan veranderingen onderhevig geweest. Wel is de capaciteit van de verschillende bewerkingen toegenomen. Bij maaien, schudden en wiersen zijn de capaciteiten vooral toegenomen door grotere werkbreedtes. Daarnaast is de droogsnelheid van het gras verhoogd door het toepassen van intensieve kneuzers en later het toepassen van kneuzers met breed aflegging. Bij het laden is de capaciteit toegenomen door snellere opraap- en invoercapaciteiten en grotere laadvolumes van de oogstmachines. Deze veranderingen hebben ervoor gezorgd dat de problematiek rond inkuilen wat verschoven is van te natte kuilen naar te droge kuilen.

Door de grotere (droog) capaciteiten is het wat gemakkelijker geworden om het optimale drogestofgehalte te behalen bij een beperkt aantal droge dagen. Daar staat tegenover dat gewas bij scherp drogend weer gemakkelijk droger wordt dan te optimale drogestofgehalte.

Het gebruik van toevoegmiddelen is meer verschoven van toepassing als noodmaatregel bij ongunstige inkuilomstandigheden naar standaard toepassing als verzekeringspremie. In de jaren 90 varieerde het percentage kuilen waarbij een toevoegmiddel werd toegepast van 5% in normale jaren tot bijna 20% in natte jaren. In de jaren 2000-2003 varieerde het gebruik van 2 tot 5%. Met name de toepassing van melasse is na 2000 afgenomen door het mestbeleid, omdat loonwerkers per boer moesten vastleggen hoeveel er was geleverd. De indruk bestaat dat afgelopen jaren is het gebruik van bacteriemengsels sterk is toegenomen. Hoewel er geen harde cijfers over bekend zijn wordt op dit moment ingeschat dat aan 5-10% van de kuilen een toevoegmiddel (conserverings- en/of broeibestrijdingsmiddel) wordt toegevoegd.

Wat betreft oogstwerkzaamheden vindt er op dit moment een verschuiving plaats van uitvoering in eigen beheer naar meer uitvoering door loonwerkers. Met name grotere bedrijven laten naast het inkuilen ook het maaien en wiersen steeds vaker over aan de loonwerker.

Het doel van het project is om inzicht te krijgen in de mogelijkheden om de broeikasgasemissie op melkveehouderijbedrijven te reduceren via het spoor van voederwinning, bewaring en vervoeding. Daartoe is het van belang om inzicht te hebben in de effecten van verschillende verliesposten bij de voederwinning, bewaring en vervoeding op de emissie aan broeikasgassen op bedrijfsniveau.

Naast de effecten van mogelijke maatregelen op broeikasgasemissie is het voor de praktijk ook van belang om inzicht te hebben in de effecten op economie en mogelijk andere bijkomende effecten.

## 2 Verliezen bij voederwinning, bewaring en vervoeding

In Nederland worden praktisch alle graskuilen als voordroogkuil gemaakt. Bij de winning, bewaring en vervoeding van graskuil treden er op diverse momenten verliezen op. Deze verliezen kunnen plaats vinden op het veld, tijdens de conservering en bewaring en tijdens het vervoederen van de kuil. In dit hoofdstuk worden de verschillende verliezen op een rij gezet. Als basis hiervoor is de publicatie van Van Dijk (1995) gebruikt. Daarnaast zijn voor verdere onderbouwing van een aantal aspecten ook enkele andere referenties geraadpleegd.

### 2.1 Verliezen op het veld

Tijdens de veldperiode kunnen kwantitatieve (brokkel)verliezen optreden tijdens het maaien, schudden en wiersen en laden. Daarnaast kunnen er kwalitatieve verliezen optreden als gevolg van ademhaling, micro-organismen en uitloging.

#### A. Kwantitatieve verliezen

##### *Maaien*

Wanneer gemaaid wordt met een goed afgestelde cirkelmaaier zonder kneuzer, zijn de verliezen te verwaarlozen (Van Dijk, 1995). Bij gebruik van een kneuzer wordt het product iets meer verkort. Volgens Rotz&muck (1994) variëren de drogestofverliezen van de meest gebruikelijke kneuzers bij verschillende gewassen van 1-5%. Bij het maaien van gras in Nederland blijven de verliezen bij gebruik van een maaier-kneuzer beperkt tot 1-2% (Van Dijk, 1995). Gemiddeld houden wij als Goede Landbouwkundige Praktijk (GLP) bij maaien zonder keuzen geen verliezen aan en bij maaien met kneuzer 1,2%. Aangenomen wordt dat in de praktijk verschillen in verliezen tussen GLP en Slechte Landbouwkundige Praktijk (SLP) beperkt zullen zijn.

##### *Schudden*

Door het schudden kunnen kleine delen van het gewas afbreken die in de verdere verwerking niet meer meegenomen kunnen worden. Van Dijk (1995) concludeert op basis van onderzoek van Overvest (1977) dat de schudverliezen gemiddeld 1,2% drogestof per dag bedragen bij een veldperiode tot en met 3 dagen, waarbij één keer per dag werd geschud. Bij een langere veldperiode zullen de verliezen nog iets toenemen. Bij het schudden van een vrij droog gewas kunnen de brokkelverliezen oplopen tot wel 4% per keer schudden. Bij een veldperiode tot en met 3 dagen houden wij een verlies van 1,2% per dag aan en bij een veldperiode langer dan 3 dagen houden we een verlies van 1,4% per dag aan. Uitgaande van een veldperiode van 2 dagen bij GLP betekent dit dat de schudverliezen daarbij 2,4% drogestof zijn.

##### *Wiersen en laden*

De omvang van de verliezen tijdens wiersen en laden zijn afhankelijk van nauwkeurigheid van werken. Onder normale omstandigheden en bij een goede uitvoering bedragen de verliezen, onafhankelijk van de opbrengst per ha, circa 60 kg drogestof per ha (Van Dijk, 1995). Bij een slordige uitvoering kan dit verlies wel twee tot drie keer zo groot worden. Als basis voor GLP wordt door ons een verlies van 60 kg drogestof per ha aangehouden. Wanneer er gemaaid wordt bij een drogestofopbrengst van 3500 kg per ha betekent dit dat de drogestofverliezen als gevolg van wiersen en laden 1,7% zijn.

#### B. Kwalitatieve verliezen door ademhaling, micro-organismen en uitloging

##### *Ademhaling*

Zolang het gemaaide gras nog leeft blijft het ademen. Hierbij gaat drogestof verloren, voornamelijk in de vorm van gemakkelijk oplosbare koolhydraten. Daardoor is het verlies aan voederwaarde (VEM) groter dan het verlies aan drogestof. Volgens Honig (1980) zijn de ademhalingsverliezen naast de veldperiode afhankelijk van de het vochtgehalte en temperatuur en zijn bij normaal droogverloop van 36 uur 0,5%. Wilkinson (1981) schat de ademhalingsverliezen aan drogestof in het veld op 2%. Volgens Overvest (1977) daarentegen lijkt het niet onwaarschijnlijk dat bij een korte veldperiode onder bepaalde omstandigheden er geen verlies aan drogestof maar zelfs een kleine winst kan worden gevonden als gevolg van assimilatie. Op basis van het onderzoek van Overvest (1977) is berekend dat de VEM-daling in de drogestof tijdens een veldperiode van 1-3 dagen 0-0,5% kan bedragen.

### *Micro-organismen*

Als een gewas gemaaid is kunnen allerlei aërobe micro-organismen actief worden en vooral oplosbare koolhydraten en eiwitten afbreken. Bij een korte veldperiode en snelle droging zijn deze verliezen klein. Bij een lange veldperiode en ongunstig (vochtig) weer kunnen deze verliezen aanzienlijk zijn (van Dijk, 1995). In de literatuur zijn hierover echter weinig onderzoeksresultaten te vinden. Een eigen schatting is dat de verliezen kunnen oplopen tot 2%.

### *Uitloging*

Als gevolg van regen kunnen drogestofverliezen optreden door het uitspoelen van oplosbare bestanddelen (Van Dijk, 1995). Deze uitlogingsverliezen zijn alleen van betekenis als er regen valt en vooral afhankelijk van het drogestofgehalte van het gewas, de hoeveelheid regen en de mate van kneuzing. De effecten zijn door McGechan (1989) samengevat in de formule  $L = R_r (900 - (100 - DS)) / 700$ , waarbij  $L$  = drogestofverlies (%),  $R_r$  = neerslag afspoeling (mm) en  $DS$  = drogestofgehalte (g/kg). De formule geldt voor een gewas wat gemaaid is met een maaier-kneuzer. Wanneer er gemaaid is zonder kneuzer moet de uitkomst met 20% verminderd worden.

Hieruit blijkt dat bij een stevige regenbui van 10 mm in een gewas met een drogestofgehalte van 40% de drogestofverliezen kunnen oplopen tot ruim 4%. In vers gemaaid gras zijn de verliezen beperkt tot 0,3%. Conclusie is dat bij GLP de voederwaardedaling dusdanig klein is dat we uitgaan van 0% daling.

## **2.2 Verliezen tijdens conservering en bewaring**

### *Conserveringsperiode*

Tijdens de conserveringsperiode treden verliezen op als gevolg van het gistingsproces en bij lagere drogestofgehaltenes ook als gevolg van perssap. De gistingsverliezen zijn sterk afhankelijk van het drogestofgehalte en het verloop van het gistingsproces (Van Dijk, 1995). Spoelstra (1988) vond bij potproeven dat het drogestofverlies afhankelijk was van de  $NH_3$ -fractie. Hij vond de volgende relatie:  $\text{drogestofverlies}(\%) = 0,41 \times NH_3\text{-fractie}$ . Gross (1987) vond op basis van onderzoek met zakken in praktijkkuilen het volgende verband:  $\text{drogestofverlies}(\%) = 0,9 \times NH_3\text{-fractie}$ .

Wanneer gras wordt voorgedroogd tot een drogestofgehalte van 35% of hoger, gaan we ervan uit dat de conservering altijd goed verloopt. Bij dergelijke kuilen zal het drogestofverlies beperkt blijven tot 3-4%. Bij goed geslaagde kuilen met een drogestofgehalte lager dan 35% zal het drogestofverlies 5-9% zijn. Bij slecht geslaagde kuilen met een drogestofgehalte lager dan 35% en bij erg natte kuilen (<25% ds) kan het verlies nog verder oplopen tot 10-15%.

Bij het conserveringsproces worden vooral gemakkelijk omzetbare koolhydraten (suikers) vergist. Daarom zijn de energieverliezen hoger dan de drogestofverliezen. Ook deze extra energieverliezen zijn afhankelijk van het drogestofgehalte en het verloop van de conservering. Corporaal en Steg (1990) berekenden, op grond van een groot aantal onderzoeksdata uit onderzoek van Corporaal en Van Schooten (1989), Corporaal e.a. (1989) en Van Schooten e.a. (1989), verbanden tussen de  $NH_3$ -fractie van het kuilvoer en de verandering in gehalte aan verteerbare organische stof (vos) als gevolg van inkuilen. De berekende achteruitgang was:  $\text{vos}_{\text{kuil}} = (0,984 - 0,0045 \times NH_3\text{-fractie}) \times \text{vos}_{\text{versgras}}$ . Dit betekent globaal een VEM-waarde daling van 5 tot 11% bij een  $NH_3$ -fractie van 5 tot 15. Hierbij moet bedacht worden dat de onderzoeksdata afkomstig waren uit onderzoek met onvoldoende voorgedroogd kuilvoer waarbij het grootste deel van de drogestofgehaltenes tussen de 20 en 35% lagen.

Op basis van bovenstaand onderzoek en diverse praktijkervaringen wordt de VEM-daling voor goed geconserveerde natte kuilen (< 35%ds) ingeschat op 3-5% en voor matig tot slecht geconserveerde kuilen op 5-13%. Voor drogere kuilen (> 35%ds) wordt de VEM-daling ingeschat op 2-3%.

Naast een daling van de VEM-waarde zal ook het eiwitgehalte veranderen. De procentuele afname van de hoeveelheid ruw eiwit (re) is per definitie gelijk aan de  $NH_3$ -fractie. Doordat andere componenten verloren gaan (met name overige koolhydraten), vindt indikking plaats en zal de daling

niet evenredig zijn aan de NH<sub>3</sub>-fractie. Corporaal en Steg (1990) vonden het volgend verband tussen de NH<sub>3</sub>-fractie en de verandering van het re-gehalte als gevolg van inkuilen:

$RE_{\text{kuil}} = RE_{\text{versgras}} \times (102,5 - 0,68 \times \text{NH}_3\text{-fractie})/100$ . Dit betekent dat het RE-gehalte 1% daalt bij een NH<sub>3</sub>-fractie van 5 en 8% bij een NH<sub>3</sub>-fractie van 15.

Wanneer gras wordt ingekuild bij een drogestofgehalte lager dan 26-28%, zullen naast conserveringsverliezen ook perssapverliezen optreden. De exacte drogestofgehaltegrens waaronder perssapverliezen gaan optreden, hangt af van de kuilhoogte. Bij hoge kuilen ontstaat wat eerder (bij een hoger drogestofgehalte) perssap dan bij lage kuilen. Naarmate het gras natter wordt ingekuild treden meer perssapverliezen op. De drogestofverliezen t.g.v. perssap kunnen oplopen tot 2%, wanneer gras wordt ingekuild bij 20% ds (Bastiman and Altman, 1985). Met het perssap gaan vooral gemakkelijk oplosbare koolhydraten en eiwitten verloren. Geschat wordt dat naast het verlies aan drogestof ook de voederwaarde zal dalen met 1% wanneer gras wordt ingekuild bij een drogestofgehalte van 20%.

#### *Bewaringsperiode*

Tijdens de bewaarperiode, tussen het einde van de conserveringsperiode en het moment van voeren, kunnen er verliezen optreden als gevolg van zuurstof diffusie door het plastic en eventueel als gevolg van luchtintreding via randen en naden. Deze verliezen zijn voornamelijk kantverliezen. Op basis van verschillende onderzoeken (Pitt, 1986; McGechan, 1990 en Ashbell and Weinberg, 1992) worden deze verliezen geschat op 0,2-1,0% drogestof per maand. In goed afgedekte kuilen zullen de verliezen beperkt blijven tot 0,2% per maand (GLP). Aangenomen mag worden dat ook de voederwaarde van het kuilvoer wat zal dalen omdat ook bij deze verliezen de best verteerbare componenten het meest verloren zullen gaan. Praktijkervaringen geven aan dat de VEM-waarde op jaarbasis gemiddeld 30 eenheden daalt. Dit betekent een daling van de voederwaarde van 0,2-0,3% per maand. Ingeschat wordt dat in slecht afgedekte kuilen de gemiddelde voederwaarde gauw kan verdubbelen.

### **2.3 Verliezen tijdens het voeren van de kuil.**

#### **A. Verliezen door uithalen, transport en voerresten**

Bij de vervoeding treden verliezen op bij het uithalen van het voer en tijdens het transport naar de stal. Daarnaast zijn er verliezen als gevolg van voerresten in de stal. Van Dijk (1995) schat de drogestofverliezen van ruwvoerders bij vervoeding inclusief voerresten op gemiddeld 5%. Wilkinson (1981) schat de verliezen bij het uithalen van voer op 2-5% en geeft aan dat dit voornamelijk aërobe verliezen zijn. Wanneer het voer goed geconserveerd en bewaard is en er wordt netjes gewerkt en eventueel minder smakelijk voer kan aan bijvoorbeeld droge koeien worden gevoerd dan kunnen de voerresten beperkt blijven. Bij GLP schatten wij de verliezen in op 3%. Bij slordig werken en/of broei schatten wij dat deze verliezen kunnen oplopen tot 7%.

#### **B. Broei**

##### *Verliezen*

Broei en schimmel in graskuil kunnen leiden tot grote verliezen aan drogestof en kwaliteit. Het zijn aërobe processen en zullen daarom bij volledige afsluiting van zuurstof niet voorkomen. Wanneer na de conservering weer lucht in kuilvoer komt kunnen bepaalde groepen bacteriën, schimmels en gisten weer actief worden. Zij gebruiken koolhydraten (suikers) maar ook organische zuren voor hun groei. Daarbij wordt naast CO<sub>2</sub> en water ook warmte gevormd. Dit heeft temperatuurstijging en voederwaardeverlies tot gevolg. Volgens van Dijk (1995) kunnen in broeiend kuilvoer de verliezen aan voederwaarde oplopen tot 2 á 3% per dag. Volgens Honig (1986) varieert het dagelijkse verlies afhankelijk van de temperatuurstijging van het kuilvoer van 1,2 tot 3,5% (zie tabel 1).

**Tabel 1** Effect van broei op drogestofverlies van graskuil (naar Honig, 1985)

Temperatuurstijging (°C) boven de omgevingstemperatuur	5	10	15
Dagelijks drogestofverlies (%)	1,2	2,3	3,5
Drogestofverlies na 7 dagen (%)	8,4	16,1	24,5



Naast verliezen aan drogestof daalt bij broei ook voederwaarde in de droge stof. Onderzoek van Oostveen en Van Straalen (2007) kwam gemiddeld op een verschil van 45 VEM uit tussen kuilvoer met en zonder broei. Enkele praktijkwaarnemingen van ForFarmers en De Samenwerking (Van Drie, 2004) kwamen gemiddeld op een vergelijkbaar verschil van 50 VEM uit. Het aantal dagen dat het kuilvoer had gebroeid was bij deze onderzoeken niet duidelijk. Naast daling van de VEM-waarde daalt ook het eiwitgehalte. In het onderzoek van Oostveen en Van Straalen (2007) was de daling aan RE en DVE resp. 14 en 5 g/kg ds en in de praktijkwaarnemingen van de beide mengvoerleveranciers resp. 13 en 6 g/kg ds.

Bij GLP gaan we ervan uit dat er geen verliezen zijn als gevolg van broei. In de praktijk echter komt het vaak voor dat kuilen gedeeltelijk broeien. Met name de bovenlaag en de randen zijn gevoelig voor broei. Als vuistregel hanteren wij bij broei, waarbij de temperatuur van het broeiende materiaal 10-20 °C hoger is dan de oorspronkelijke temperatuur van de kuil, dat 2,5% drogestof per dag verloren gaat. Daarnaast houden we bij een dergelijke temperatuursverhoging een daling van de voederwaarde van 9 VEM per dag aan. Daarnaast schatten we de daling aan ruw eiwit op 3 g/kg ds per dag. Wanneer we ervan uit gaan dat tussen het moment dat het materiaal in een kuil begint te broeien en het moment dat het gevoerd wordt 5 dagen zit, betekent dit dat de drogestofverliezen in het broeiend materiaal 12,5% zijn en dat de VEM-waarde en ruw eiwitgehalte met resp. 45 eenheden/kg ds en 15 g/kg ds gedaald zijn.

Naast verliezen aan drogestof en voederwaarde wordt het voer door broei minder smakelijk waardoor het slechter wordt opgenomen. Een lager drogestofopname van 10-20% is dan mogelijk (Van Dijk, 1995).

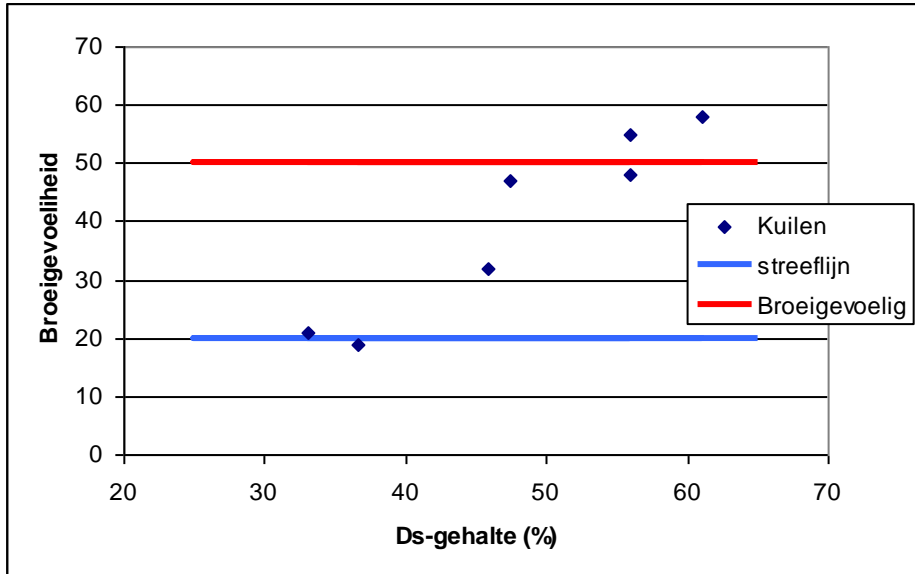
#### *Factoren die broei beïnvloeden*

Het ontstaan van broei en de mate waarin het voorkomt hangt af van veel factoren. Factoren die broei beïnvloeden zijn: drogestofgehalte, dichtheid, voersnelheid, snelheid van inkuilen, wijze van uithalen, afdekking, kuilvorm, temperatuur kuil bij openmaken en buitentemperatuur (Van Dijk, 1995).

Daarnaast heeft ook het conserveringsresultaat invloed. Een slecht geconserveerde kuil broeit minder gauw dan een goed geconserveerde kuil omdat boterzuur broei beter remt dan melkzuur. Daarnaast broeien kuilen met relatief veel azijnzuur ook niet snel.

Van Dijk (1995) adviseert om hoge drogestofgehaltenes (>50%) van het gras bij inkuilen te voorkomen omdat de dichtheid dan afneemt als gevolg van minder goed kunnen aanrijden.

Blgg AgroXpertus ontwikkelde in 2009 een kengetal voor de broeigevoeligheid van graskuil. Het principe is gebaseerd op de aanwezigheid van azijnzuur en melkzuur in ongedissocieerde vorm in de kuil. Het getal voor broeigevoeligheid wordt berekend uit de pH, melkzuur en azijnzuur. Hoewel de exacte berekeningswijze niet openbaar is vertonen de uitkomsten van de berekeningen over het algemeen een sterke relatie met het drogestofgehalte. In figuur 1 is de relatie tussen het drogestofgehalte en de broeigevoeligheid van een aantal praktijkkuilen weergegeven. Naarmate de kuilen droger zijn, is de berekende broeigevoeligheid hoger. Dit komt overeen met het advies van Van Dijk (1995) en ervaringen in de praktijk. Het streefgetal is 20 of lager en een broeigevoeligheid van >50 wordt als erg broeigevoelig aangemerkt. Voor het al of niet optreden van broei in de praktijk spelen echter ook dichtheid, voersnelheid en afdekking een belangrijke rol.

**Figuur 1** Relatie tussen drogestofgehalte en broeigevoeligheid (Bron Blgg AgroXpertus)

Mengvoerleverancier Forfarmers deed onderzoek naar factoren die effect hebben op broei bij 70 praktijkbedrijven en concludeerde dat bij graskuilen naast drogestofgehalte, de dichtheid, gronddek en voersnelheid belangrijke factoren zijn die invloed hebben op het voorkomen van broei (Van Drie, 2004). Het effect van dichtheid kan verklaard worden uit het feit dat naarmate een kuil dichter is, het minder poreus is en lucht dus minder ver vanaf het snijvlak in de kuil kan dringen.

#### 2.4 Totale verliezen bij voederwinning, bewaring en vervoeding

In tabel 2 zijn de verschillende verliesposten tijdens voederwinning, bewaring en vervoeding samengevat. Per verliespost is op basis van de vorige paragrafen de mogelijke spreiding weergegeven, variërend van de waarden in optimale situaties tot waarden die op kunnen treden in matige tot slechte situaties.

##### *Totale veldverliezen*

De totale kwantitatieve verliezen aan drogestof als gevolg van maaien, schudden, wiersen en laden kunnen bij GLP beperkt blijven tot 5 á 6%. Bij een langere veldperiode (5 dagen) in combinatie met een slecht afgestelde maaier en slordig werken met wiersen laden kunnen de kwantitatieve verliezen oplopen tot 12-13%. De kwalitatieve verliezen zullen bij GLP (korte veldperiode en geen regen in het gewas) hooguit bestaan uit 0- 0,5% verlies aan drogestof door ademhalingsverliezen. Bij langere veldperiodes en wanneer er regen in het enigszins voorgedroogde gewas valt kunnen de drogestofverliezen als gevolg van micro-organismen en uitloging oplopen tot 7-8%. Hierbij zullen vooral de componenten met de hoogste voederwaarde verloren gaan. Ingeschat wordt dat de VEM-waarde en eiwitgehalte ook nog eens dalen met circa 3%.

##### *Totale conserverings- en bewaringsverliezen*

Wanneer er vanuit gegaan wordt dat bij GLP gras wordt ingekuuld bij een drogestofgehalte van rond de 40% en dat de kuil een half jaar bewaard wordt dan kunnen de drogestofverliezen als gevolg van conservering en bewaring beperkt blijven tot 3-5%. Daarnaast zal de VEM-waarde dalen met 2-3% en het eiwitgehalte met 1-3%. Wanneer gras met een drogestofgehalte lager dan 35% wordt ingekuuld dan kunnen de drogestofverliezen en de VEM-daling bij een matige tot slechte conservering oplopen tot resp. 8-15 en 5-13%.

Bij een goede luchtdichte bewaring zullen de drogestofverliezen en de voederwaardedaling gedurende een bewaarperiode van een half jaar beide beperkt blijven tot 1,2%. Bij een slordige afdekking en beschadigingen van het plastic kunnen de bewaarverliezen oplopen tot 6% drogestof. Daarnaast wordt ingeschat dat de voederwaardedaling kan verdubbelen.

*Totale vervoederingsverliezen*

Wanneer er tijdens het uithalen en voeren netjes wordt gewerkt en het materiaal is goed geconserveerd en vrij van broei (GLP) dan kunnen de vervoederingsverliezen beperkt blijven tot 3%. Bij slordig werken en extra resten door kantverliezen en broei kunnen de vervoederingsverliezen oplopen tot 7%. Bij GLP gaan we er vanuit dat er geen broeiverliezen optreden. In materiaal wat broeit kunnen de drogestofverliezen oplopen tot 12,5% en de VEM-daling tot 5%. Daarmee kunnen de totale vervoederingsverliezen op VEM-basis variëren van 3 tot circa 24%.

**Tabel 2** Verliezen tijdens voederwinning, bewaring en vervoeding van graskuil

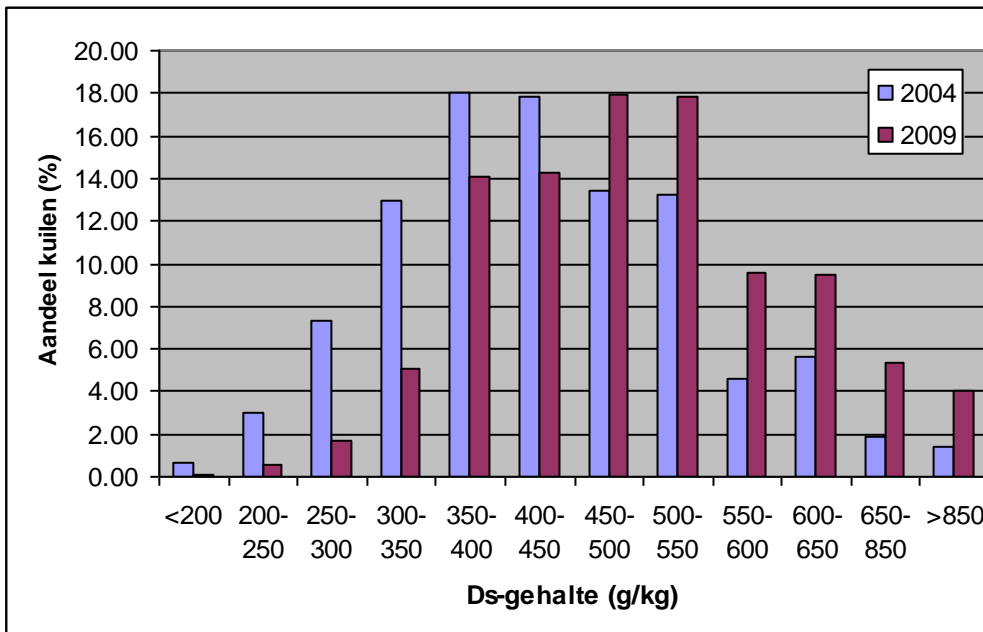
Soort verlies	Kwantitatief/ kwalitatief	Verliesposten	Opmerkingen	Ds-verlies (%)	VEM-waarde daling (%)	VEM-verlies (%)	
Veldverliezen	Kwantitatief	Maaien	Zonder kneuzer	0	-	0	
			Met kneuzer	1,2-2,0	-	1,2-2,0	
		Schudden wiersen en laden	Afhankelijk van veldperiode Bij 3500 kg ds/ha	2,4-6,4 1,7-4,3	-	2,4-6,4 1,7-4,3	
	Kwalitatief	Ademhaling Micro-organismen Uitloging		0,5-2 0-2 0-4		0-3	0,5-11,7
			<i>Subtotaal veldverliezen</i>		5,3-20,7	0-3	5,8-23,5
Conserverings- en bewaringsverliezen	Kwalitatief	Conservering	Vochtig < 35% ds, matig/slecht	9-15	5-13	13,5-26,1	
			Vochtig < 35% ds, goed	5-8	3-4	7,9-11,7	
			Voordroog > 35% ds	3-4	2-3	4,9-6,9	
		Perssap	> 28% ds	0	0	0	
			20-28% ds	0-2	0-1	0-3	
Bewaringsverliezen	Bij 6 maand bewaring	1,2-6	1,2-2,4	2,4-8,3			
<i>Subtotaal conservering en bewaring</i>		4,2-23	3,2-16,4	7,3-37,4			
Vervoeding	Kwantitatief	Uithalen, transport en voerresten		3-7	0	3-7	
				0-12,5	0-5	0-16,9	
	Kwalitatief	Broei			0-2	3-23,9	
		<i>Subtotaal vervoeding</i>		3-19,5	0-2	3-23,9	

### 3 Drogestofgehalte en conservering in de praktijk

#### 3.1 Drogestofgehalte

Door technische ontwikkelingen in de afgelopen decennia is het mogelijk geworden om het gras in een steeds korter tijdsbestek in te kuilen. Ondanks deze technische ontwikkelingen is het inkuilen van gras in de praktijk nog steeds in zekere mate afhankelijk van de weersomstandigheden. Gemiddeld is het drogestofgehalte van graskuilen over de afgelopen tien jaar bijna 50% (zie bijlage 1). In figuur 2 is de frequentieverdeling weergegeven van het drogestofgehalte van graskuilen in een relatief nat jaar (2004) en een relatief droog jaar (2009). Wanneer een drogestofgehalte van 35% als minimum wordt gesteld voor een goede conservering dan blijkt in het natte jaar 2004 dat bijna 25% van de kuilen dat niet haalt. Ruim 49% van de kuilen heeft een drogestofgehalte van 35 tot 50% en 26% van de kuilen heeft een drogestofgehalte hoger dan 50%. In het droge jaar 2009 zijn maar ruim 7% van de kuilen natter dan 35% drogestof. Bij circa 46% van de kuilen ligt het drogestofgehalte tussen de 35 en 50% en maar liefst ruim 46% van de kuilen heeft een drogestofgehalte boven de 50%.

**Figuur 2** Frequentie verdeling van de drogestofgehalten van graskuilen in een relatief nat jaar, 2004 en een relatief droog jaar, 2009 (Bron: Bgg AgroXpertus)



#### 3.2 Ammoniakfractie

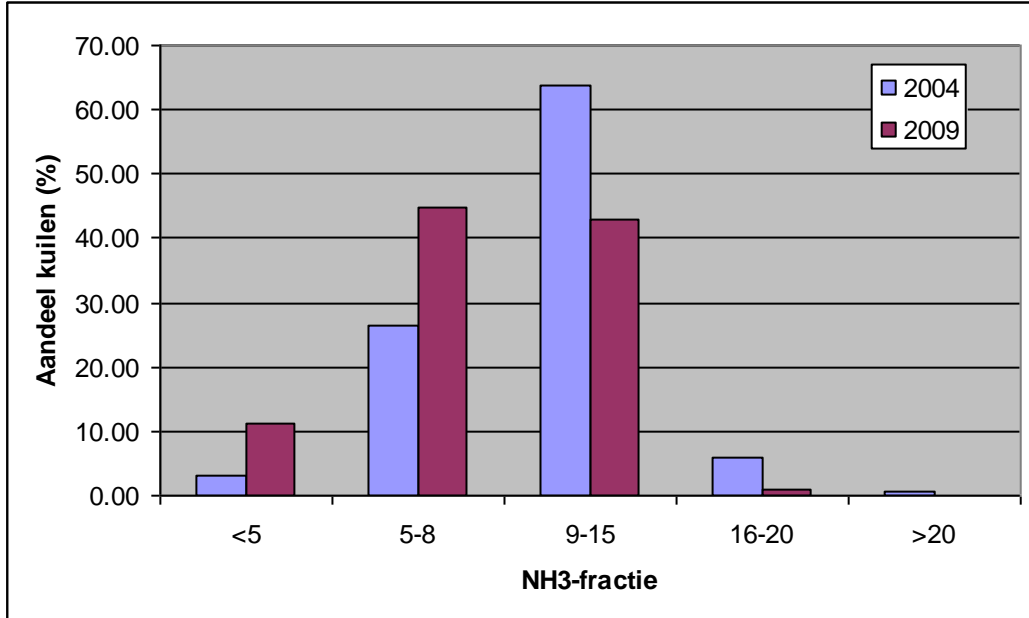
In de praktijk is de ammoniakfractie (NH<sub>3</sub>) een vertrouwde parameter om het conserveringsproces te beoordelen. In tabel 3 staat hoe de hoogte van de NH<sub>3</sub>-fractie zich verhoudt tot de kwaliteit van de kuil.

**Tabel 3** Relatie ammoniakfractie (NH<sub>3</sub>) en kuilkwaliteit

NH <sub>3</sub> -fractie	Kuilkwaliteit
<5	zeer goed
5 t/m 8	goed
9 t/m 15	matig
16 t/m 20	slecht
>20	zeer slecht

De afgelopen zes jaar was de gemiddeld NH<sub>3</sub>-fractie van alle graskuilen circa 9. In figuur 3 is verdeling van de NH<sub>3</sub>-fractie van een relatief ongunstig inkuiljaar (2004) en een relatief gunstig inkuiljaar (2009) weergegeven. In 2009 was de conservering in 56% van de kuilen goed geslaagd, 42% was matig geslaagd en 1% was slecht geslaagd. In 2004 was slechts ruim 29% goed geslaagd, bijna 64% matig geslaagd en bijna 7% was zelfs slecht geslaagd.

**Figuur 3** NH<sub>3</sub>-fractie frequentie verdeling van de graskuilen in 2004 en 2009 (Bron: Blgg AgroXpertus)



### 3.3 Conserveringsindex

Een van de aanleidingen van het project was de constatering dat volgens de Kuilkenner van Blgg AgroXpertus in 2008 meer dan 44% van de graskuilen slecht was geconserveerd omdat de conserveringsindex van deze kuilen lager dan 60 was. Hoewel er onzekerheden bestaan bij deze wijze van beoordeling werd hieruit o.a. door een deel van de melkveehouders binnen praktijkprojecten van 'Zien is Geloven' inkuilmanagement gezien als een mogelijke maatregel voor het beperken van overige broeikasgassen.

De conserveringsindex is in 2005 door Blgg AgroXpertus ontwikkeld en wordt sindsdien desgewenst op het kuilanalyse formulier afgedrukt. Deze index beoordeelt de conservering aan de hand van vier parameters: pH, NH<sub>3</sub>, boterzuur en azijnzuur/propionzuur. De index wordt berekend door aan de verschillende parameters punten toe te kennen. Wanneer de uitkomst boven de 80 is dan wordt de conservering als goed beoordeeld en onder de 65 als onvoldoende. De wijze van puntentoekening leidde er toe dat droge kuilen relatief negatief beoordeeld werden. Vanaf 2010 is daarom de puntentoekening in de index gewijzigd. De exacte berekeningswijze van Blgg AgroXpertus is niet openbaar. Hierdoor wordt het lastig om praktijkresultaten te interpreteren en te relateren aan andere onderzoeksresultaten. Daarom wordt hier in deze rapportage niet verder op ingegaan.

## 4 Risico analyse

In dit hoofdstuk wordt geprobeerd om in te schatten hoe hoog de verschillende verliezen per verliespost zijn bij voederwinning, bewaring en vervoeding onder gunstige omstandigheden (GLP) en onder minder gunstige/slechte omstandigheden (SLP). De informatie uit de hoofdstukken 2 en 3 vormen hiervoor de basis. Voor GLP zijn de laagste verliezen aangehouden van tabel 2 in hoofdstuk 2. Voor SLP zijn bij een aantal verliesposten de hoogste waarden aangehouden en bij een aantal zijn wat minder hoge waarden aangehouden omdat volgens ons op deze manier de SLP-waarden van deze verliesposten beter overeenkomen met de huidige praktijk dan wanneer de hoogste waarden worden aangehouden. De totaaltellingen bij SLP moeten gezien worden als een indicatie omdat het niet altijd reëel is te veronderstellen dat bij alle posten tegelijk de ongunstige omstandigheden zich voordoen.

Ten slotte is op basis van de praktijkresultaten wat betreft drogestofgehalten en NH<sub>3</sub>-fracties in hoofdstuk 3 en 'expert judgement' een inschatting gemaakt van het risico dat er extra verliezen optreden ten opzichte van GLP.

**Tabel 4** Overzicht verliezen bij GLP en SLP en inschatting van de kans op SLP

Verliesposten	GLP			SLP			Risico op SLP 1)
	Ds-verlies (%)	VEM-waarde daling (%)	Totaal VEM-verlies (%)	Ds-verlies (%)	VEM-waarde daling (%)	Totaal VEM-verlies (%)	
<b>Veld</b>							
Maaien	1.2	-	1.2	2.0	-	2.0	O
Schudden	2.4	-	2.4	6.4	-	6.4	OO
wiersen en laden	1.7	-	1.7	3.4		3.4	O
Ademhaling	0.0			2.0	} 3.0	} 9.8	O
Micro-organismen	0.0	0.0	0.0	2.0			
Uitloging	0.0			3.0			OO
<b>Subtotaal veldverliezen</b>	<b>5.3</b>	<b>0.0</b>	<b>5.3</b>	<b>18.8</b>	<b>3.0</b>	<b>21.6</b>	
<b>Conservering en bewaring</b>							
Conservering	3.0	2.0	4.9	10.0	8.0	17.2	OOO
Perssap	-	-	-	2.0	1.0	3.0	OO
Bewaringsverliezen	1.2	1.2	2.4	2.4	2.4	4.7	OOO
<b>Subtotaal conservering en bewaring</b>	<b>4.2</b>	<b>3.2</b>	<b>7.3</b>	<b>14.4</b>	<b>11.4</b>	<b>24.9</b>	
<b>Voeren</b>							
Uithalen, transport en voerresten	3.0	-	3.0	7.0	-	7.0	OOOO
Broei	0.0	0.0	0.0	6.5	2.5	8.8	OOOO
<b>Subtotaal Voeren</b>	<b>3.0</b>	<b>0.0</b>	<b>3.0</b>	<b>13.5</b>	<b>2.5</b>	<b>15.8</b>	

<sup>1)</sup> O = klein risico    OOOOO = groot risico

### Veldverliezen

Bij maaien wordt aangehouden dat bij de huidige toegepaste technieken de extra verliezen en het risico erop beperkt zijn. Bij wiersen en laden kunnen bij slordig werken de verliezen twee- tot driemaal zo groot worden dan bij GLP. Voor SLP zijn de dubbele verliezen van GLP aan gehouden. Het risico

op extra verliezen is beperkt omdat dit door de veehouder zelf redelijk controleerbaar is en niet afhankelijk is van oncontroleerbare omstandigheden zoals het weer.

Bij verliezen door schudden gaan we bij GLP uit van een veldperiode van 2 dagen. De verliezen bedragen dan 1,2% ds per dag. Bij SLP is uitgegaan van een veldperiode van 5 dagen. De extra verliezen bedragen dan 4% (1,2% voor dag 3 en 1,4% voor de dagen 4 en 5). Het risico op extra schudverliezen is wat hoger ingeschat dan het risico op extra maai-, wiers- en laadverliezen omdat hier de factor 'weer' in meespeelt.

In de literatuur variëren de ingeschatte ademhalingsverliezen van 0 tot 2%. Daarom zijn deze verliezen bij GLP op 0% gezet en bij SLP op 2%. Het risico op extra ademhalingsverliezen wordt als laag ingeschat omdat het in een kort tijdsbestek na maaien speelt en de kans op een verkeerde inschatting van het weer dan nog klein is. M.a.w. de kans dat het gras niet verwelkt na maaien is klein. De extra verliezen door micro-organismen spelen vooral bij een langere veldperiode. Het risico wordt als beperkt ingeschat omdat in de praktijk veelal de veldperiode beperkt wordt gehouden, ook bij minder gunstige weersomstandigheden. Extra verliezen door uitloging als gevolg van regen spelen vooral bij voorgedroogd gewas en kunnen dan aanzienlijk zijn. Ook het risico op deze verliezen wordt als beperkt ingeschat omdat door de combinatie van huidige grote inkuilcapaciteit met de moderne weersvoorspelling de kans op neerslag in eenmaal voorgedroogd gewas beperkt is.

### **Conserverings- en bewaringverliezen**

Extra conserveringsverliezen ten opzicht van GLP treden op wanneer het gras onvoldoende voorgedroogd is (<35% ds). De mate waarin extra verliezen optreden varieert sterk en is vooral afhankelijk van inkuilbaarheid van het gras plus een eventuele toepassing van een toevoegmiddel. De genoemde conserveringsverliezen bij SLP in tabel 4 gelden voor gras dat onvoldoende is voorgedroogd en waarvan de conservering matig is geslaagd. Het risico op extra conserveringsverliezen ten opzichte van GLP wordt als redelijk groot ingeschat omdat er in de praktijk bij ongunstige weersomstandigheden meestal gekozen worden voor een korte veldperiode waarbij het gras wat natter wordt ingekuild (zie ook hoofdstuk 2.1). Daarnaast komt het nog wel eens voor dat bij een voldoende hoog drogestofgehalte van de kuil (>35%) de conservering toch niet helemaal goed is verloopt. De oorzaak hiervan moet dan vaak worden gezocht in het feit dat het gewas onvoldoende homogeen is voorgedroogd en ingekuild. Het gemiddelde drogestofgehalte van de kuil is dan wel voldoende hoog, echter een deel (plukken) van het gewas heeft dan een te laag drogestofgehalte waarin de conservering niet goed verloopt.

Perssap verliezen ontstaan wanneer het drogestofgehalte van het ingekuilde gras lager dan 26-28% is. Het risico hiervan is wat minder groot dan extra conserveringsverliezen omdat het in de praktijk ook bij minder gunstige weersomstandigheden vaak nog wel lukt om het gras in te kuilen bij een drogestofgehalte dat boven deze perssapgrens ligt.

Bij een goede luchtdichte bewaring zijn de verliezen gedurende de bewaarperiode beperkt. Bij SLP is er vanuit gegaan dat de bewaringsverliezen het dubbele zijn van GLP. De kans op extra verliezen en opzichte van de GLP wordt als redelijk groot ingeschat omdat in de praktijk naast goed luchtdicht afsluiten van de kuil het vooral lastig is om gedurende de bewaarperiode de kuil goed luchtdicht te houden. Zaken als kleine beschadigingen of niet strak blijven van het plastic kunnen zorgen voor extra toetreding van lucht.

### **Voerverliezen**

De verliezen als gevolg van uithalen van het voer en transport naar de stal en voerresten kunnen bij netjes werken en goed geconserveerd smakelijk voer beperkt blijven tot 3% (GLP).

Bij GLP gaan we er vanuit dat er geen verliezen optreden als gevolg van broei. Bij genoemde SLP verliespercentages zijn we er vanuit gegaan dat op bedrijfsniveau de helft van het materiaal in de kuilen broeit. Op basis van vuistregels, genoemd in paragraaf 2.3 komt dan het gemiddelde drogestofverlies op circa 6,5% en de gemiddelde VEM daling op 2,5%.

Belangrijke factoren die het optreden van broei beïnvloeden zijn het drogestofgehalte, dichtheid, afdekking en voersnelheid. Het risico op extra verliezen door broei wordt vrij hoog ingeschat omdat er in de praktijk veel graskuilen een drogestofgehalte hebben die boven de 50% ligt waardoor goed verdichten lastig wordt en omdat er uit diverse praktijkervaringen en metingen, o.a. van ForFarmers samen met Bgg AgroXpertus (Van Drie, 2004) blijkt dat ruim de helft van de kuilen in meer of mindere mate broeit. Omdat door broei veelal ook extra voerresten ontstaan wordt ook het risico daarop vrij hoog ingeschat.

## 5 Maatregelen ter beperking van voederwinning- en voerverliezen

Uit voorgaande is gebleken dat het risico op extra verliezen als gevolg van broei en als gevolg van het niet goed verlopen van het conserveringsproces aanzienlijk is. Hieronder worden enkele maatregelen beschreven die de kans op extra verliezen beperken.

### Maatregelen tegen broei

- Voorkom dat gras bij inkuilen droger is dan 45-50% drogestof. Dit kan door planmatig te werken waarbij de veldperiode en het aantal keren schudden zijn afgestemd op de weerssituatie. Stem daarnaast de te oogsten oppervlakte per keer af op de bewerkingscapaciteit.
- Zorg voor een goede verdichting tijdens het inkuilen. Bij een onvoldoende verdichte kuil kan er tijdens het voeren gemakkelijk verse lucht in de kuil dringen. Kuil het gras in door het in dunne lagen (< 30 cm dik) op de kuil te brengen en rijdt het goed vast. Als richtlijn voor het gewicht van de machine waarmee aangereden wordt, wordt wel aangehouden: een kwart van het productgewicht wat per uur wordt aangevoerd. Daarnaast is het zaak om de aanvoercapaciteit en de verdichtingscapaciteit op elkaar af te stemmen.
- Sluit de kuil direct luchtdicht af. Kuilen die bij het inkuilen gebroeid hebben zijn tijdens het voeren meestal ook broeigevoeliger.
- Werk de toplaag zo mogelijk af met de eerste (natste) wiers en breng zo mogelijk een gronddek aan op de kuilen.
- Laat de kuil voldoende afkoelen alvorens het te openen. Houdt graskuilen minimaal zes weken dicht.
- Voorkom tijdens de voerperiode dat er lucht tussen de afdekking en de bovenlaag van het voer de kuil kan indringen. Leg daarvoor bij een kuil zonder gronddek een kraag met zandslurven vlak achter het snijvlak.
- Zorg voor voldoende voersnelheid door de kuilafmetingen aan te passen aan de voerbehoefte per week. Voor kuilen met een gronddek wordt een voersnelheid van 1,5 m per week aangehouden en voor kuilen zonder gronddek 2 m. Wanneer dagelijks voer wordt uitgehaald, bedraagt de minimale voersnelheid resp. 1 m en 1,25 m per week.
- Wanneer de ervaring is dat er zich regelmatig problemen voordoen met broei kan een toevoegmiddel worden gebruikt die broei beperkt. Omdat broei meestal ontstaat in de toplaag kan om de kosten te beperken de toepassing beperkt blijven tot de bovenste laag (0,5 m) van de kuil.
- Wanneer de bedrijfssituatie en het voermanagement het toelaten is over elkaar kuilen een optie. Voordeel hiervan is dat er tijdens het voeren maar één kuil open ligt.

### Maatregelen ter bevordering van een goede conservering

- Streef naar een drogestofgehalte van 40-45% en houdt de veldperiode kort, maximaal drie dagen.
- Om er zeker van te zijn dat de conservering goed verloopt, moet het gras worden voorgedroogd tot minimaal 35% drogestof. Om dit te bereiken moet er soms snel geanticipeerd worden op een korte periode met gunstige weersomstandigheden. Een goed regionaal weerbericht (via internet) kan hierbij een nuttig hulpmiddel zijn
- Voorkom natte plukken in de kuil door het gewas homogeen voor te drogen. De natte plukken kunnen er voor zorgen dat de conservering niet goed verloopt ondanks dat het gemiddelde drogestofgehalte voldoende hoog is.
- Kuil het gras in met een hakselaar en gebruik een effectief toevoegmiddel wanneer het gras onvoldoende kan worden voorgedroogd. De homogeniserende werking en de goede verdeling van het toevoegmiddel door de hakselaar geven een betere conservering.
- Beperk de temperatuurstijging in de kuil het product goed vast te rijden en zo snel mogelijk luchtdicht af te sluiten, bij voorkeur binnen enkele uren. Dit is gunstig voor een goede start van het conserveringsproces.

### Maatregelen tegen extra bewaarverliezen

- Zorg voor een goede (eind)afdekking. Het beste is één laag plastic plus een gronddek (volledig bedekt). Gebruik bij afdekken met uitsluitend plastic twee goede plastic folies van circa 0,15 mm. Maak bij kans op schade door vogels of (on)gedierte gebruik van een beschermzeil.
- Controleer tijdens de bewaarperiode de afdekking regelmatig op beschadigingen en houdt het plastic steeds strak op de kuil.
- Houdt de kuil de naaste omgeving vrij van begroeiing. Dit beperkt de schade door ongedierte.



De verliezen bij de winning, bewaring en vervoeding worden bij Goede Landbouwkundige Praktijk (GLP) vanuit economische motieven al zoveel mogelijk beperkt. De gekozen maatregelen zijn er op gericht om de totale verliezen van het hele traject van maaien t/m vervoederen zo beperkt mogelijk te houden. Per verliespost zijn wel maatregelen te bedenken die de verliezen beperken, maar deze zijn of economisch niet interessant of geven een grotere kans op extra verliezen bij een andere verliespost. Bijvoorbeeld, de veldverliezen zouden kunnen worden beperkt door het gewas direct vanaf stam in te kuilen. Daarmee worden schud- en wiersverliezen voorkomen en er zijn geen risico's op kwalitatieve veldverliezen door ademhaling en uitloging. De conserveringsverliezen plus perssapverliezen stijgen echter omdat het materiaal bij een zeer laag drogestofgehalte, tussen de 10% en 20%, wordt ingekuild. Mogelijkheden om de conserveringsverliezen te voorkomen zijn, het materiaal kunstmatig drogen of een toevoegmiddel toevoegen die het conserveringsproces grotendeels stil legt, bv een zeer hoge dosering mierenzuur. Naast enkele andere bezwaren, zoals milieukundige, zijn dit economisch gezien geen interessante maatregelen.

## 6 Berekeningen in bedrijfsverband

Beperken van de voederwinningsverliezen betekent enerzijds meer beschikbare drogestof en anderzijds een hogere kwaliteit van de graskuil. Verwacht wordt dat dit wat betreft emissie van broeikasgassen een aantal gevolgen heeft:

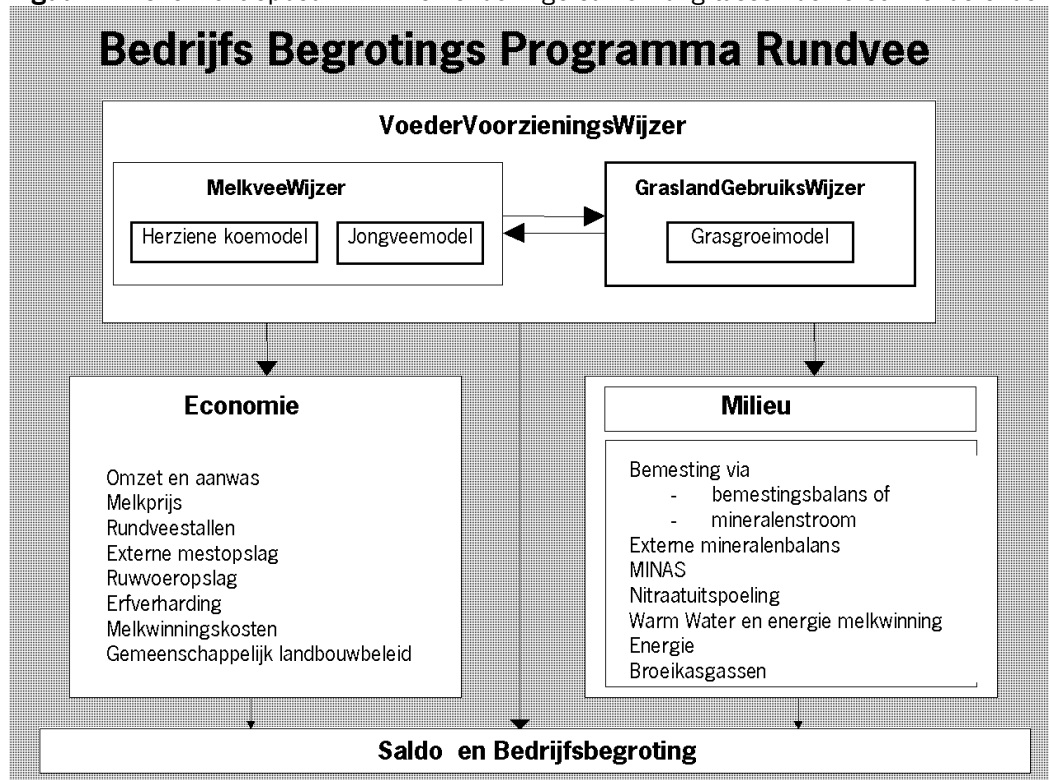
- minder methaan(CH<sub>4</sub>)emissie bij de pensfermentatie als gevolg van een betere fermenteerbaarheid van het kuilgras,
- minder emissie van aan CO<sub>2</sub> gerelateerde energie door minder aanvoer van krachtvoer en ruwvoer.

Daarnaast kunnen er kleine effecten op de emissie van lachgas (N<sub>2</sub>O) zijn als gevolg van wat wijzigingen in hoeveelheden mest en stikstofgehalten van mest.

In hoofdstuk 4 is beschreven dat het risico op extra broei en conserveringsverliezen ten opzichte van GLP redelijk groot is. Daarnaast is een inschatting gemaakt van de grootte van deze extra verliezen. In dit hoofdstuk worden de gevolgen van de geschatte extra broei en conserveringsverliezen geïntegreerd in bedrijfsverband met het BedrijfsBegrotingsProgramma voor de Rundveehouderij (BBPR), ontwikkeld door Livestock Research.

Rekeninghoudend met specifieke bedrijfsomstandigheden, berekent BBPR technische, bedrijfseconomische en milieutechnische kengetallen (Van Alem & Van Scheppingen, 1993; Schils et al., 2007). Uitgangspunt bij berekeningen met BBPR is steeds de huidige landbouwkundige advisering bij onder meer de voeding en bemesting. BBPR is opgebouwd uit verschillende modules (figuur 4). De voeropname en melkproductie zijn berekend met het herziene koemodel (Zom, 2002). Aan de hand van de voeding berekent het model ook de mestsamenstelling. De melkprijs, veeprijzen en overige prijzen zijn gebaseerd op het prijsniveau van 2009 (KWIN-Veehouderij, 2009-2010). De uitstoot van broeikasgassen is beschreven in Schils et al. (2006).

**Figuur 4** Overzicht opbouw BBPR en onderlinge samenhang tussen de verschillende onderdelen



## 6.1 Voederwinningsverliezen in BBPR

In deze paragraaf wordt beschreven hoe in BBPR de verschillende verliezen bij de voederwinning, bewaring en vervoeding worden berekend.

### Veldverliezen

Voor veldverliezen wordt standaard gerekend met verliezen volgens GLP zoals beschreven in paragraaf 2.4. De verschillende verliespercentages worden hieronder genoemd en kunnen desgewenst overschreven worden. Voor deze studie zijn deze normen niet aangepast.

#### *Maaiverliezen*

- Maaien zonder kneuzer: 0% drogestofverlies.
- Maaien met kneuzer: 1,2% drogestofverlies.

#### *Schudverliezen*

- Bij een veldperiode t/m 3 dagen en één keer per dag schudden: 1,2% drogestofverlies per dag.
- Bij vaker dan één keer per dag schudden: 1,2% drogestofverlies per keer extra schudden.
- Bij een veldperiode van 4 dagen of meer: 1,4% drogestofverlies per dag.

#### *Wiers- en laadverliezen*

Voor verliezen als gevolg van wiersen en laden wordt standaard gerekend met 60 kg drogestof per ha, onafhankelijk van de opbrengst.

### Conserveringsverliezen

Bij de conservering gaan voornamelijk eiwitten en overige koolhydraten verloren. Voor de berekening van de verliezen binnen BBPR wordt verondersteld dat er geen verliezen aan ruw as en ruwe celstof zijn. Zowel het verlies aan eiwit als het verlies aan koolhydraten in de kuil worden gerelateerd aan de NH<sub>3</sub>-fractie.

Op basis van het grasgroei-model wordt de samenstelling van het gemaaid gras vastgesteld en de voederwaarde berekend met de CVB formule voor vers gras. Samen met de ds-opbrengst worden de opbrengsten per ha aan RE, RC, OK en RAS per ha berekend. De hoeveelheden RE en OK worden vervolgens verminderd met een percentage dat overeenkomt met de NH<sub>3</sub>-fractie. Daarna worden vanuit de overgebleven hoeveelheden componenten de hoeveelheid drogestof aan kuilgras en de samenstelling ervan berekend. Vervolgens wordt met de CVB formule voor kuilgras de voederwaarde van het kuilgras berekend.

In tabel 5 zijn enkele berekende verliezen weergegeven voor gras wat ingekuild wordt met 270 g/kg RC, 180 g/kg RE, 90 g/kg RAS en 460 g/kg OK in de drogestof, bij verschillende NH<sub>3</sub>-fracties.

**Tabel 5** Verliezen in de kuil berekend volgens BBPR-methode

NH <sub>3</sub> -fractie	Ds-verlies(%)	VEM-daling(%)	VEM-verlies(%)
4	1.8	5.9	7.6
8	3.6	7.2	10.5
12	5.4	8.6	13.5
16	7.2	10.0	16.4
20	9.0	11.4	19.4

In hoofdstuk 2 is beschreven dat de inkuilverliezen afhankelijk zijn van het ds-gehalte en de NH<sub>3</sub>-fractie. Bij het systeem dat gehanteerd wordt in BBPR zijn de verliezen alleen afhankelijk van de NH<sub>3</sub>-fractie en niet van het ds-gehalte. Wanneer we de berekende verliezen vergelijken met de verliesnormen genoemd in hoofdstuk 2 dan komen de berekende drogestofverliezen aardig overeen met de verliesnormen voor voordroogkuilen (>35% ds). De berekende VEM-daling komt echter ruim een factor twee hoger uit. Dit leidt er toe dat de berekende VEM-verliezen een factor 1,5 hoger uitkomen dan de richtlijnen in hoofdstuk 2.

Voor goed geconserveerde vochtige kuilen komen de met BBPR berekende drogestofverliezen duidelijk lager uit en de VEM-verliezen wat hoger dan de genoemde normen in hoofdstuk 2. Voor matig tot slecht geconserveerde vochtige kuilen komen de ds-verliezen wat lager uit terwijl de VEM-daling redelijk overeen komt.

Om de werkelijke conserveringsverliezen, zoals beschreven in hoofdstuk 2, wat beter te benaderen zijn in deze studie binnen BBPR de NH<sub>3</sub>-fracties bij de verschillende situaties soms wat aangepast (zie paragraaf 6.3).

### Verliezen tijdens het voeren

#### *Vervoederingsverliezen*

Standaard wordt in BBPR gerekend met 5% vervoederingsverliezen. Dit percentage kan echter overschreven worden. In deze studie is afhankelijk van de situatie gerekend met percentages die variëren van 3 tot 7%.

#### *Broei*

Ten behoeve van deze studie is BBPR uitgebreid de mogelijkheid om broeiverliezen mee te nemen in de berekeningen. Voor een situatie met broei kan er opgegeven worden hoeveel procent drogestof er verloren gaat, hoeveel het gehalte aan, ruw eiwit, ruwe celstof, vos en structuurwaarde veranderd en hoeveel de voederwaarde (VEM, DVE, OEB) veranderd. Daarnaast kan een hogere verzadigingswaarde van het kuilvoer worden ingevoerd om een lagere opname t.g.v. broei te simuleren.

## 6.2 Relatie kwaliteit graskuil en methaanemissie in BBPR

Bij de bij fermentatie van kuilgras in het maagdkanaal komt methaangas vrij. Deze emissie is afhankelijk is van de kwaliteit (samenstelling en verteringseigenschappen) van het ruwvoer (Evers et al., 2010). De methaanemissie van graskuil met een laag VEM en RE-gehalte kan tot 18% hoger zijn dan van graskuil met hoge gehalten. Daarom wordt binnen BBPR met een variabele emissiefactor voor methaan gerekend. Toepassen van de variabele broeikasgasfactoren levert een spreiding op van 18,11 tot 21,22 g CH<sub>4</sub>/kg ds voor graskuil (zie tabel 6). Bij een hoog VEM en RE-gehalte is de broeikasgasfactor laag en bij een laag VEM en RE-gehalte is de broeikasgasfactor hoog.

**Tabel 6** Emissiefactoren voor methaan

Per kg ds		Methaan emissiefactor
VEM	Ruw eiwit (g)	(g/kg ds)
800	100	21.22
800	175	19.91
800	250	19.50
900	100	22.18
900	175	19.64
900	250	18.79
1000	100	23.15
1000	175	19.37
1000	250	18.11

## 6.3 Uitgangspunten van berekeningen in bedrijfsverband

Op basis van de praktijkgegevens in hoofdstuk 3 en de risicoanalyse in hoofdstuk 4 zijn een bedrijfssituatie met extra verliezen door broei in een relatief droog jaar doorgerekend en een bedrijfssituatie met extra verliezen door een matige conservering in een relatief nat jaar. In deze paragraaf wordt het basisbedrijf beschreven waarmee de simulatieberekeningen zijn uitgevoerd en worden de uitgangspunten van de verschillende varianten toegelicht. In bijlage 2 staan enkele gehanteerde prijzen en loonwerktarieven.

### **Basisbedrijf**

Als basisbedrijf is een bedrijf op goed vochthoudende zand gekozen dat beperkte weidegang toepast. Het bedrijf is niet helemaal zelfvoorzienend en koopt circa 2 ha snijmaïs aan. Het stikstofbemestingsniveau op grasland uit kunstmest is 133 kg per ha. Voor de voederwinning wordt het maaien met maaier-kneuzer, schudden en wiersen in eigen beheer uitgevoerd. Het gras wordt ingekuild door een loonbedrijf met een hakselaar.

De overige uitgangspunten van het bedrijf zijn:

- Melkquotum: 800.000 kg
- Veestapel: 100 melkkoeien plus jonvee
- Melkquotum/ha: 14800 kg
- Totale bedrijfsoppervlakte 54 ha, waarvan 43 ha grasland en 11 ha maïsland
- Graslandgebruikssysteem: Beperkt weiden + 6 kg drogestofbijvoeding

## Berekende varianten

### 1. GLP situatie

In de GLP (Goede Landbouwkundige Praktijk) situatie wordt uitgegaan van een optimale conservering en geen broeiverliezen. De volgende uitgangspunten zijn daarbij genomen:

- Grasopbrengst bij maaien: 1<sup>e</sup> snede 4000 kg drogestof per ha en gem. 3300 drogestof per ha.
- Veldperiode: 2 dagen.
- Drogestofgehalte graskuil: 40%.
- NH<sub>3</sub>-fractie 8 (in BBPR is gerekend met NH<sub>3</sub>-fractie 4 om de verliezen beter te simuleren).
- Broeiverliezen: 0%.
- Relatieve opname: 100%.
- Vervoederingsverliezen: 3%.

### 2. Droog jaar

In de hoofdstukken 2 en 3 is vastgesteld dat het risico op broei in de praktijk vrij groot is, met name in droge jaren. Daarom is voor een variant gekozen waarbij als uitgangspunt een droog jaar is genomen waarbij het gras gemiddeld te droog (50% ds) wordt ingekuuld. Wanneer er vanuit wordt gegaan dat de helft van het kuilgras last heeft van broei dan heeft dat tot gevolg dat er gemiddeld in alle kuilgras 6,5% extra drogestofverliezen als gevolg van broei optreden met daarnaast een gemiddelde voederwaardedaling van 2,5% (zie hoofdstuk 4). De broei zorgt tevens voor een lagere opname en extra voerresten. Daarnaast is aangenomen dat er in een droog jaar wat lichtere sneden (moeten) worden gemaaid dan in een gemiddeld jaar. Hoewel dit de praktijk is zorgt dit ten opzichte van het GLP-bedrijf voor verstremgeling van effecten. Immers maaien bij een andere snede-opbrengst heeft op zich al een effect op de emissie aan broeikasgassen op bedrijfsniveau, bijvoorbeeld omdat de kwaliteit van het gras anders is. De GLP-situatie in een droog jaar is eigenlijk maaien bij een lichtere snede-opbrengst en geen broei in de graskuilen. Daarom zijn voor een droog jaar een variant met en een variant zonder broei met elkaar vergeleken, beide bij een lichtere opbrengst. Bij de variant zonder broei is er vanuit gegaan dat het in een droog jaar door adequaat management mogelijk is om niet te droog (40% ds) in te kuilen. Samengevat zijn de volgende uitgangspunten voor de beide varianten gekozen:

#### A. Lichtere snede zonder broei

- Grasopbrengst bij maaien: 1<sup>e</sup> snede 3400 kg drogestof per ha en gem. 3000 kg drogestof per ha.
- Veldperiode: 2 dagen.
- Drogestofgehalte graskuil: 40%.
- NH<sub>3</sub> fractie: 8 (in BBPR is gerekend met NH<sub>3</sub>-fractie 4 om de verliezen beter te simuleren).
- Broeiverliezen: 0%.
- Lagere opname t.g.v. broei: 0%.
- Vervoederingsverliezen 3%.

#### B. Lichtere snede met broei

- Grasopbrengst bij maaien: 1<sup>e</sup> snede 3400 kg drogestof per ha en gem. 3000 kg drogestof per ha.
- Veldperiode: 2 dagen.
- Drogestofgehalte graskuil: 50%.
- NH<sub>3</sub> fractie: 6 (in BBPR is gerekend met NH<sub>3</sub>-fractie 3 om de verliezen beter te simuleren).
  - Broeiverliezen: 6.5 % ds en 2,5 % (23)VEM daling.
  - Lagere opname t.g.v. broei: 7%.
  - Vervoederingsverliezen: 7%.

### 3. Nat jaar

In een nat jaar is er een groter risico dat het optimale drogestofgehalte bij inkuilen niet wordt gehaald. Dit gaat gepaard met een groter risico op een hoger NH<sub>3</sub>-fractie met als gevolg extra conserveringsverliezen (zie hoofdstukken 3 en 4). Daarom is gekozen voor een bedrijfssituatie waarbij ingekuild wordt bij een drogestofgehalte van gemiddeld 30% waarbij de gemiddelde NH<sub>3</sub>-fractie op 13 uitkomt. Daarnaast is de veldperiode een dag langer dan optimaal.

Verder is aangenomen dat er in een nat jaar wat zwaardere sneden (moeten) worden gemaaid dan in een gemiddeld jaar, vooral de eerste snede. Dit geeft evenals een lichter snede maaien in een droog jaar verstremgeling van effecten. De GLP situatie voor een nat jaar is eigenlijk inkuilen bij een korte veldperiode met een toevoegmiddel. Daarom zijn voor een nat jaar een variant met extra conserveringsverliezen en een variant met waarbij de extra conserveringsverliezen worden beperkt door het gebruik van een toevoegmiddel, beide bij een zwaardere opbrengst. De volgende uitgangspunten zijn voor de beide varianten gekozen:

#### A. Zwaardere snede met beperkt extra conserveringsverliezen plus toevoegmiddel

- Grasopbrengst bij maaien: 1<sup>e</sup> snede 4400 kg drogestof per ha en gem. 3500 kg drogestof per ha.
- Veldperiode: 2 dagen.
- Drogestofgehalte graskuil: 30%.
- NH<sub>3</sub> fractie: 10 (in BBPR is gerekend met NH<sub>3</sub> fractie 8 om de verliezen beter te simuleren).
- Broeiverliezen: 0%.
- Vervoederingsverliezen: 3%.

#### B. Zwaardere snede met extra conserveringsverliezen

- Grasopbrengst bij maaien: 1<sup>e</sup> snede 4400 kg drogestof per ha en gem. 3500 kg drogestof per ha.
- Veldperiode: 3 dagen.
- Drogestofgehalte graskuil: 30%.
- NH<sub>3</sub> fractie: 13 (in BBPR is ook met NH<sub>3</sub>-fractie 13 gerekend).
- Broeiverliezen: 0%.
- Vervoederingsverliezen: 5%.

## 6.4 Resultaten berekeningen in bedrijfsverband

In deze paragraaf worden de resultaten van de berekeningen in bedrijfsverband beschreven. Eerst worden de gevolgen van een droog jaar met broei op de voedervoorziening, uitstoot van broeikasgassen en economie gekwantificeerd en daarna de gevolgen van een nat jaar met extra conserveringsverliezen.

### Droog jaar en broei

De gevolgen van een droog jaar op de voedervoorziening, uitstoot van broeikasgassen en economie staan in tabel 7.

#### *Voedervoorziening*

De zelfvoorzieningsgraad neemt in een droog jaar wat af ten opzichte van de GLP situatie omdat er bij lichtere snedenopbrengsten wordt gemaaid. De groeipotentie van het gras wordt dan minder goed benut. In de situatie waarbij broei optreedt, neemt de zelfvoorzieningsgraad nog wat verder af omdat er bij broei drogestof verloren gaat en er extra vervoederingsverliezen optreden. De voederwaarde van het gras is in een droog jaar iets hoger dan in de GLP-situatie omdat er in een droog jaar bij een lichtere snedenopbrengst wordt gemaaid. Broei veroorzaakt een sterke daling van de VEM-waarde waardoor per saldo de VEM-waarde van de gevoerde graskuil in de situatie met broei duidelijk lager uitkomt dan die van de graskuil in de GLP-situatie. De slechtere ruwvoerpositie van met name in de situatie met broei wordt in het droge jaar gecompenseerd door extra maisaankoop. De lagere voederwaarde van de graskuil en de slechtere opname zorgen ervoor dat er daarnaast in de situatie met broei behoorlijk meer krachtvoer aangekocht moet worden.

#### *Broeikasgassen*

In de GLP situatie is de totale emissie aan broeikasgassen circa 1 kg CO<sub>2</sub>-equivalenten per kg melk. In een droog jaar zonder broei verschilt zowel de totale emissie als de emissie aan CO<sub>2</sub>, methaan en lachgas nauwelijks ten opzichte van de GLP-situatie. In een droog jaar met broei is de emissie 1,3% (13 gram CO<sub>2</sub>-equivalenten per kg melk) hoger dan in een droog jaar zonder broei. Dit betreft vooral

aan energie gerelateerde CO<sub>2</sub>. Het merendeel hiervan komt voor rekening van extra aanvoer van krachtvoer (70%) en snijmaïs (20%). De verandering van de kwaliteit van het rantsoen (VEM en RE) is te beperkt om de methaanemissie substantieel te veranderen. De emissiefactor voor methaan van het kuilgras daalt 0,2 g CH<sub>4</sub> per kg drogestof (van 19,9 naar 19,7) als gevolg van het maaien van een lichtere snede en stijgt 0,25 g CH<sub>4</sub> per kg drogestof als gevolg van voederwaardedaling door broei. Er vinden nauwelijks veranderingen in de bemesting en beweiding plaats. De optelsom van de verschillende bronnen van lachgasemissie levert dan ook nauwelijks een verandering op van de totale emissie aan lachgas.

*Economie*

In een droog jaar stijgen de voerkosten door extra aankoop van snijmaïs. Hierdoor en omdat er iets vaker gemaaid wordt zijn de loonwerkkosten wat hoger. Het gevolg is dat het saldo en de arbeidsopbrengst licht dalen met resp. ruim € 700,- en € 1000,-. In de situatie met broei dalen het saldo en de arbeidsopbrengst met resp. ruim € 4000,- en bijna € 5000,- omdat er naast meer snijmaïs ook extra krachtvoer moet worden aangekocht.

**Tabel 7** Gevolgen van een droog jaar met broei

	GLP	Droog jaar	
		Lichtere snede	Lichtere snede + broei
<i>Voederverzorging</i>			
Graskuil eigen teelt -Totaal (kg ds)	248111	-4252	-15348
-Snede opbr - gem.	3309	3149	3098
- 1 <sup>e</sup> snede	3969	3411	3423
- ov. snede	2977	2998	2968
- Ds%	40	40	50
- NH3-fractie	8	8	6
- VEM/kg ds	898	+6	-19
- DVE/kg ds	71	+1	+5
- CH4-emissiefactor (g/kg ds)	19.9	19.7	20.0
Snijmaïskuil eigen teelt (kg ds)	153450	+0	+0
Zelfvoorzieningsgraad (%)	96.3	-1.1	-3.0
Aankoop snijmaïs (kg ds)	16745	+4665	+12230
Aankoop krachtvoer (kg)	224636	+717	+16704
<i>Oogst, bewaar en voederverliezen</i>			
Veld - Ds-verlies (%)	5.51	+0.18	+0.21
Conservering - Ds-verlies (%)	2.06	+0	-0.51
- VEM-verlies (%)	7.07	+0	-0.79
Broei - Ds-verlies (%)	0	+0	+7
- VEM-daling per kg ds	0	+0	+23
Vervoeding - Ds-verlies (%)	3	+0	+4
Relatieve opname (%)	100	+1	-8
<i>Broeikasgassen emissie (kg/kg melk)</i>			
CO2 gerelateerd aan energie	0.287	+0.002	+0.016
Lachgas in CO2 equivalenten	0.193	+0.001	+0.001
Methaan in CO2 equivalenten	0.516	-0.001	-0.002
Totaal in CO2 equivalenten	0.996	+0.002	+0.015
<i>Economie (€)</i>			
Voerkosten - Ruwvoer	2138	+428	+1123
- Krachtvoer	37275	+90	+2189
Loonwerk incl. aangekocht maïs	24704	+403	+923
Saldo	198748	-716	-4131
Arbeidsopbrengst	8906	-1008	-4785

### **Nat jaar met extra conserveringsverliezen**

De gevolgen van een nat jaar op de voederverzorging, uitstoot van broeikasgassen en economie zijn weergegeven in tabel 8.

#### *Voederverzorging*

Ten opzicht van de GLP-situatie neemt in een nat jaar de zelfvoorzieningsgraad toe omdat er bij zwaardere snedenopbrengsten wordt gemaaid. Hierdoor wordt de groeipotentie van het gras wat beter benut. Daardoor hoeft er in een nat jaar met een redelijk goede conservering door het gebruik van een toevoegmiddel bijna 12 ton drogestof minder snijmaïs aangekocht te worden. In de situatie met een matige conservering wordt de extra drogestofopbrengst teniet gedaan door de hogere veld, conserverings en vervoederingsverliezen. Daardoor moet er in die situatie nog steeds evenveel snijmaïs aangekocht worden als in de GLP-situatie.

Tegenover de hogere grasopbrengst staat dat de kwaliteit van het gemaaid gras in een nat jaar wat lager is dan in de GLP-situatie. Daarnaast veroorzaakt een matige conservering voor een extra daling van de VEM-waarde. Deze lagere kwaliteit en het lagere drogestofgehalte van de graskuil in het natte jaar zorgen ervoor dat de opname wat lager is als gevolg van een hogere verzadigingswaarde. De lagere opname en de lagere kuil kwaliteit van de graskuil worden gecompenseerd door extra aankoop van krachtvoer.

#### *Broeikasgassen*

De totale emissie aan broeikasgassen per kg melk is in een nat jaar, waarin de conservering van graskuilen door toepassing van een toevoegmiddel redelijk geslaagd is, beperkt (circa 1%) hoger dan in de GLP-situatie. Dit wordt veroorzaakt door iets meer aan energie gerelateerde CO<sub>2</sub> uit de aankoop van extra krachtvoer, iets meer emissie van lachgas uit toediening dierlijke mest omdat er iets meer (1%) uitgereden wordt en iets meer methaanemissie uit pensfermentatie van pinken omdat er relatief meer graskuil wordt gevoerd in de stalperiode. De stijging van de emissiefactor van het kuilgras als gevolg van de lagere voederwaarde bij een zwaardere snede is te beperkt voor een substantieel effect op de totale emissie.

Bij een matige conservering is in een nat jaar de totale emissie 1,4% (14 gram CO<sub>2</sub>-equivalenten per kg melk) hoger dan in de GLP situatie. Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door extra emissie van aan energie gerelateerde CO<sub>2</sub> uit de aankoop van extra krachtvoer. Daarnaast wordt het veroorzaakt door wat meer directe en indirecte emissie van lachgas uit dierlijke mest. De emissie van methaan uit pensfermentatie blijft gelijk omdat de lagere voederwaarde van het gras wordt gecompenseerd door extra krachtvoer.

#### *Economie*

In een nat jaar met redelijk goed geslaagde kuilen dalen de ruwvoerkosten omdat er bij iets zwaardere sneden wordt gemaaid waardoor er minder snijmaïs hoeft te worden aangekocht. Door de lagere voederwaarde van het gras stijgen de krachtvoerkosten ten opzichte van de GLP-situatie. Daarnaast worden er extra kosten gemaakt voor het toepassen van een toevoegmiddel. Dit resulteert in een lager saldo en arbeidsopbrengst van € 2300,- tot € 2400,-.

In de situatie van een nat jaar met matig geconserveerde kuilen zorgt de extra aankoop van krachtvoer voor een lager saldo en arbeidsopbrengst van € 3100,- tot € 3200,- ten opzichte van de GLP-situatie.



**Tabel 8** Gevolgen van een nat jaar met extra conserveringsverliezen

	GLP	Nat jaar	
		Goede conservering (toevoegmiddel)	Matige conservering
<i>Voederveorziening</i>			
Graskuil eigen teelt - Totaal (kg ds)	248111	+2855	-5772
- Snede opbr- gem.	3309	3445	3461
- 1 <sup>e</sup> snede	3969	4352	4352
- ov. snede	2977	3016	3078
- Ds%	40	30	30
- NH3-fractie	8	10	13
- VEM/kg ds kuil	898	-11	-25
- DVE	71	-7	-9
- CH4-emissiefactor (g/kg ds)	19.9	20.0	20.1
Snijmaïskuil eigen teelt (kg ds)	153450	+0	+0
Zelfvoorzieningsgraad (%)	96.3	+2.6	-0.1
Aankoop snijmaïs (kg ds)	16745	-11777	-39
Aankoop krachtvoer (kg)	224636	+13032	+17364
<i>Oogst, bewaar en voederverliezen</i>			
Veld - Ds verlies (%)	5.51	-0.06	+1.11
Conservering - Ds-verlies (%)	2.06	+2.06	+4.63
- VEM-verlies (%)	7.07	+3.2	+7.1
Vervoeding - Ds-verlies (%)	3	+0	+2
Relatieve opname (%)	100	-5	-6
<i>Broeikasgassen (kg per kg melk)</i>			
CO2 gerelateerd aan energie	0.287	+0.002	+0.009
Lachgas in CO2 equivalenten	0.193	+0.004	+0.005
Methaan in CO2 equivalenten	0.516	+0.003	+0.000
Totaal in CO2 equivalenten	0.996	+0.009	+0.014
<i>Economie (€)</i>			
Voerkosten - Ruwvoer	2138	-1082	-4
- Krachtvoer	37275	+2545	+3197
Loonwerk incl. aangekochte maïs	24704	-345	-7
Toevoegmiddel	0	+1465	+0
Saldo	198748	-2421	-3078
Arbeidsopbrengst	8906	-2302	-3172

## 6.5 Enkele discussiepunten bij berekeningen in bedrijfsverband

Bij de berekeningen in bedrijfsverband met BBPR is er vanuit gegaan dat de streefproductie per koe gehaald wordt en dat het aantal koeien gelijk blijft. Een lagere voederwaarde van het ruwvoer en/of een lagere opname wordt daarbij gecompenseerd door aanvoer van (kracht)voer met een hogere voederwaarde. Een andere optie zou zijn om de productie een resultante te laten zijn van de veranderingen van de kwaliteit van het ruwvoer. Bij een andere productie per koe wijzigt het aantal koeien om hetzelfde quotum vol te melken en binnen BBPR wijzigen dan ook de vaste kosten van o.a. gebouwen. Dit maakt een goede vergelijking met de praktijk en tussen plannen lastiger. In de praktijk zal het echter niet altijd lukken om een daling van de voederwaarde en opname te compenseren met als gevolg dat de productie per koe daalt. De vraag is dan in hoeverre dit een ander effect heeft op de totale emissie van broeikasgassen. In de situatie met broei zal de melkproductie per koe ongeveer 400 kg per jaar dalen als gevolg van de lagere voederwaarde en de lager opname van het kuilgras met broei wanneer dit niet gecompenseerd wordt met extra (kracht)voer. Hierdoor zijn er

5% meer koeien nodig om het quotum vol te melken. Een globale berekening laat zien dat de totale emissie aan broeikasgassen echter maar tussen de 0 en 1% stijgt. De methaan emissie op bedrijfsniveau stijgt tussen de 0,5 en 1%. Dit is relatief minder dan de stijging van het aantal koeien. Meer koeien betekent dat er meer ruwvoer nodig is voor de stalperiode en bijvoeding in de weideperiode terwijl er minder gemaaid kan worden omdat er meer oppervlakte voor beweiding nodig is. Het gevolg is dat er relatief meer maïs aangekocht wordt. Dit grotere aandeel maïs in het rantsoen geeft een wat lager methaan emissie per koe. Daarnaast zorgt een iets lagere totale drogestof opname per koe ook voor een wat lager emissie per koe. De lachgas emissie op bedrijfsniveau daalt tussen de 1 en 1,5%. De daling komt vooral uit toediening van mest omdat het stikstofgehalte van de mest daalt als gevolg van meer maïs aankoop. Ten slotte stijgt de aan energie gerelateerde CO<sub>2</sub> tussen de 0,5 en 1% door aankoop van extra voer.

Het gebruik van krachtvoer met grondstoffen uit andere werelddelen zorgt hoogstwaarschijnlijk voor meer emissies aan broeikasgassen dan in de berekening van BBPR worden meegenomen omdat niet alle afwentelingeffecten worden meegenomen. Meer of minder krachtvoer voeren kan dus een groter effect opleveren dan nu is berekend. Daarnaast worden er op dit moment voor snijmaïs en krachtvoer met een vaste emissiefactoren voor methaan gerekend. Nieuwe inzichten geven aan dat dit een ruwe benadering is en dat de emissie beter voorspelt kan worden wanneer de samenstelling wordt meegenomen (Ellis et al., 2010). Als deze inzichten worden meegenomen dan zouden de effecten van het voeren van snijmaïs en krachtvoer kunnen wijzigen.

## 7 Directe emissie van broeikasgassen uit graskuilen

In voorgaand hoofdstuk zijn berekeningen uitgevoerd naar de indirecte gevolgen van verliezen bij de voederwinning, bewaring en vervoeding van graskuil op de emissie aan broeikasgassen. In dit hoofdstuk worden mogelijke directe emissies uit graskuilen behandeld.

### 7.1 Emissie als gevolg van conservering

Op basis van diverse onderzoeken is door Pahlow et al. (2003) een overzicht samengesteld van gassen die gevormd worden in kuilen. Dit overzicht is weergegeven in tabel 9.

**Tabel 9** Overzicht van gassen die gevormd worden in kuilen.

Gas	Concentratie (ml/liter)	Oorsprong
CO <sub>2</sub>	210-1000	Ademhaling van gewas en micro organismen en fermentatie
CO	0-1	Niet bekend
H <sub>2</sub>	0-1	Enterobacteriën
	1-500	Boterzuur fermentatie
NO	0-100	Afbraak van NO <sub>2</sub> onder zure omstandigheden
N <sub>2</sub> O	0-50	Denitrificatie van NO <sub>2</sub> door enterobacterien
NO <sub>x</sub>	0-100	NO wat in contact komt met O <sub>2</sub>

#### Koolzuurgas

Koolzuurgas (CO<sub>2</sub>) is het gas wat verreweg het meest gevormd wordt in kuilen en ontstaat door ademhaling van het gewas waarbij rest zuurstof in de kuil wordt gebruikt. Het gehalte varieert van 210 tot ca 1000 ml/L (Pahlow et al., 2003) en neemt geleidelijk af als gevolg van uitzakken via de bodem en diffusie door plastic. Tegelijkertijd komt zuurstof binnen door diffusielucht. Koolzuurgas, geproduceerd in kuilen, valt echter onder de zogenaamde korte C-kringloop en is daarmee niet van belang voor de emissie van broeikasgassen.

#### Lachgas

Ingekuild gras wordt opgeslagen onder anaerobe omstandigheden. Onder deze omstandigheden wordt NO<sub>3</sub>- binnen enkele uren gereduceerd tot NO<sub>2</sub>. Rottingsbacteriën kunnen NO<sub>2</sub> vervolgens denitrificeren tot N<sub>2</sub>O (Spoelstra, 1985). De concentratie van N<sub>2</sub>O varieert in kuilen van 0 tot maximaal 50 ml/liter. In goed geconserveerde kuilen zal de concentratie aan N<sub>2</sub>O dichter bij nul liggen dan bij 50 ml/liter omdat in dergelijke kuilen rottingsbacteriën nauwelijks een rol spelen. Op basis van onderzoek van Pitt 1986 kan berekend worden dat een normale kuil met een drogestofgehalte van 40% met een dichtheid van 230 kg ds/m<sup>3</sup> een poriënvolume heeft van 425 l/m<sup>3</sup>. De dichtheid van lachgas is 1,53 g/dm<sup>3</sup>. Bij een aanname dat de N<sub>2</sub>O concentratie in graskuil 10 ml/liter is, betekent dit dat elke m<sup>3</sup> graskuil 4,25 l N<sub>2</sub>O bevat of 6,50 g. Wanneer verder wordt aangenomen dat een gemiddeld bedrijf met weidegang 6000 kg ds/ha aan graskuil per jaar produceert dan zal de directe N<sub>2</sub>O emissie uit graskuil 0,170 kg per ha per jaar zijn.

Velthof en Oenema (1997) rekenen met een emissiefactor van 15 ±10 g N<sub>2</sub>O-N per kg NO<sub>3</sub>-N in de graskuil. Deze relatie baseren ze op een onderzoek van Ataku (1982), waaraan gerefereerd wordt door Spoelstra (1985). Het gemiddeld nitraatgehalte van graskuilen is volgens BlggAgroXpertus 1,7 g/kg ds. Wanneer wordt aangenomen dat een gemiddeld bedrijf met weidegang 6000 kg ds/ha aan graskuil per jaar produceert komt dit neer op 0,108 kg directe emissie aan N<sub>2</sub>O uit de kuil per ha. De berekening op basis van N<sub>2</sub>O concentratie kwam een factor 1,5 hoger uit. Het is echter mogelijk dat de aanname van een gemiddelde concentratie van 10 ml/liter N<sub>2</sub>O in een kuil nog aan de hoge kant is. Omgerekend naar CO<sub>2</sub> eq komen bovenstaande berekeningen uit op een directe emissie aan N<sub>2</sub>O van 35 tot 54 kg CO<sub>2</sub> eq. per ha per jaar. De emissie van een gemiddeld bedrijf met 15000 kg melk per ha ligt rond de 16000 kg CO<sub>2</sub> eq per ha (Vellinga et al., 2009). De geschatte directe emissie van lachgas uit graskuilen is dus maar 0,2-0,3% van de totale emissie en daarmee nauwelijks van invloed.

### **Methaan**

In de praktijk wordt er normaal gesproken geen noemenswaardige hoeveelheden methaan in graskuilen gevormd. Alleen wanneer boterzuurbacteriën grote hoeveelheden  $H_2$  produceren en de pH is dicht bij 7 dan kunnen 'sporen' methaan ontstaan (Spoelstra 1986, ongepubliceerde data, blz 70 inkuilboek).

### **7.2 Emissie als gevolg van broei.**

Wanneer na een conserveringsperiode de kuil weer wordt opengemaakt komt er lucht in het kuilvoer waardoor bepaalde groepen bacteriën, schimmels en gisten weer actief worden. Zij gebruiken koolhydraten (suikers), maar ook organische zuren als voedsel en produceren daarbij  $CO_2$  en warmte. Wanneer kuilgras erg lang aan de lucht wordt blootgesteld kan er een rottingsproces ontstaan waarbij methaan wordt gevormd. In de praktijk zal dit echter minimaal zijn. Broei betekent verlies aan goed verteerbare voedingsstoffen en daarmee verlies aan voederwaarde. De mate waarin broei voorkomt hangt af van veel factoren. In broeiend kuilvoer kunnen de verliezen 2-3% per dag bedragen (zie paragraaf 2.3). De lagere voederwaarde heeft vooral een indirect effect op de uitstoot van broeikasgassen via aankoop van extra (kracht)voer (zie hoofdstuk 6).

## 8 Conclusies

In deze studie zijn de verschillende verliezen die optreden bij de voederwinning, bewaring en vervoeding van kuilgras op een rijtje gezet en zijn de risico's op extra verliezen bij de verschillende verliesposten ingeschat. Vervolgens zijn er berekeningen in bedrijfsverband uitgevoerd voor een bedrijf met 100 melkkoeien, waarbij gekeken is naar effecten van broei en matige conservering op emissie van broeikasgassen en economie.

Hieronder worden de conclusies uit de studie samengevat.

- In het traject van oogsten van het gras tot en met het vervoederen van graskuil treden op verschillende momenten verliezen aan droge stof en voederwaarde op:
  - Op het veld treden kwantitatieve verliezen op door maaien, schudden, wiersen en laden en kwalitatieve verliezen door ademhaling, micro-organismen en uitloging..De totale voederwaardeverliezen op het veld hangen vooral van de veldperiode en de weersomstandigheden en kunnen variëren van ruim bijna 6% tot ruim 23%.
  - Tijdens conservering treden er gistingsverliezen op die afhankelijk zijn van het drogestofgehalte en het verloop van het gistingsproces. Wanneer het gras voldoende wordt voorgedroogd (> 35% ds) en ingekuild wordt volgens GLP dan kunnen de conserverings- en bewaringsverliezen beperkt blijven tot 7-8% van de voederwaarde. Onder zeer slechte omstandigheden kunnen de voederwaarde voederverliezen oplopen tot 37-38%.
  - Tijdens het vervoederen treden er kwalitatieve verliezen op bij het uithalen, transport en als gevolg van voerresten. Daarnaast kunnen er kwalitatieve verliezen optreden door broei. De totale vervoederingsverliezen kunnen variëren van 3% tot bijna 24% van de voederwaarde bij relatief veel broei.
  
- Bij Goede Landbouwkundige Praktijk (GLP) gaan we er vanuit dat er geen broeiverliezen optreden. Als vuistregel hanteren we bij broei, waarbij de temperatuur van het broeiende materiaal 10-20 °C hoger is dan de oorspronkelijke temperatuur van de kuil, dat 2,5% drogestof per dag verloren gaat. Daarnaast houden we bij een dergelijke temperatuursverhoging een daling van de voederwaarde van 9 VEM per dag aan. Daarnaast schatten we de daling aan ruw eiwit op 3 g per kg drogestof per dag.  
Het drogestofgehalte gehalte en dichtheid van de kuil lijken de belangrijkste factoren die het optreden van broei beïnvloeden.
  
- Wanneer gras wordt ingekuild met ds-gehalte lager dan 35% dan is de kans groot dat de conservering niet optimaal verloopt en wanneer het wordt ingekuild met een ds-gehalte hoger dan 50% dan bestaat er een verhoogde kans op broei.  
Het gemiddelde drogestofgehalte van de graskuilen was de afgelopen tien jaar bijna 50% en de gemiddelde NH<sub>3</sub>-fractie circa 9. In een relatief nat jaar (2004) was bijna 25% van de kuilen te nat (<35% ds) en 26% te droog (>50% ds). In een droog jaar (2009) was maar 7% van de kuilen te nat en maar liefst 46% te droog.  
Wanneer de conservering op basis van de NH<sub>3</sub>-fractie worden beoordeeld dan was in een nat jaar maar 29% van de kuilen goed geconserveerd, 64% was matig geconserveerd en 7% was slecht geconserveerd.  
In een relatief droog jaar was 56% van de kuilen goed geconserveerd, 42% matig en 1% was slecht geconserveerd.
  
- Gezien het grote aandeel kuilen met een hoog droge stofgehalte, met name in relatief droge jaren, bestaat er in de praktijk een aanzienlijk risico op extra verliezen als gevolg van broei en daardoor ook op extra verliezen bij het voeren.  
In een relatief nat jaar bestaat er ondanks de verbeterde inkuiltechnieken een behoorlijke kans op extra conserveringsverliezen als gevolg van een matige conservering.  
Door de vergrote capaciteit van de oogstmachines wordt de kans op extra veldverliezen en perssapverliezen als klein ingeschat.

- Broei verhoogde de emissie aan broeikasgassen beperkt met 1,3%. De extra emissie was vooral aan energie gerelateerde CO<sub>2</sub> en werd voornamelijk veroorzaakt door extra aankoop van krachtvoer en snijmaïs.
- In de bedrijfssituatie met broei werd het verlies aan drogestof en voederwaarde gecompenseerd door extra aankoop van ruwvoer en krachtvoer. Wanneer er vanuit werd gegaan dat de helft van het kuilgras last had van broei (temp. verhoging 10-20 °C) dan daalde daardoor de arbeidsopbrengst met bijna € 4000,-
- In een nat jaar met matig geconserveerd kuilgras was de emissie aan broeikasgassen beperkt (1,4%) hoger dan in een normaal jaar met goed geconserveerd kuilgras. Dit was vooral aan energie gerelateerde CO<sub>2</sub> en werd voornamelijk veroorzaakt door extra aankoop van krachtvoer. Bij gebruik van een goed toevoegmiddel was emissie aan broeikasgassen 1% hoger dan in een normaal jaar.
- In een nat jaar met redelijk goed geslaagde kuilen daalden de ruwvoerkosten ten opzicht van een normaal jaar omdat de hoeveelheid eigen geteelde graskuil iets toenam als gevolg van maaien bij wat zwaardere snedeopbrengst. Door de lagere voederwaarde van het gras stegen daarentegen de krachtvoerkosten. Bij een matige conservering zonder gebruik van een toevoegmiddel daalde de arbeidsopbrengst bij € 3200,-. Door het gebruik van een goed toevoegmiddel kon de daling van de arbeidsopbrengst beperkt blijven tot € 2300,-.
- In het algemeen kan worden gesteld dat bij de berekeningsmethodiek in BBPR de verandering in kwaliteit van kuilgras als gevolg van broei en matig conservering te beperkt is om voor een substantiële verandering van de methaanemissie uit de pens te zorgen. De totale emissie aan broeikasgassen wordt in geringe mate verhoogd (circa 1,5%) via vooral aan energie gerelateerde CO<sub>2</sub> door aankoop van extra ruwvoer en krachtvoer.
- In graskuilen kan een kleine hoeveelheid lachgas worden gevormd (op bedrijfsniveau 35 tot 54 kg CO<sub>2</sub> eq. per ha per jaar) De directe emissie aan broeikasgassen uit graskuilen is hiermee beperkt en bedraagt op bedrijfsniveau circa 0,2-0,3% van de totale emissie.

## 9 Praktijktoeepassingen

Naar schatting wordt in Nederland jaarlijks tussen de 4,5 en 5.0 miljoen ton drogestof aan gras ingekuuld (Handboek Melkveehouderij, 2009). Dit vertegenwoordigt een economische waarde van naar schatting 0,5 to 0,6 miljard euro. Daarmee is het voor praktisch belangrijk om aandacht te hebben voor een goede winning, conservering en bewaring van het kuilgras met zoveel mogelijk behoud van kwaliteit.

### Kwaliteit van graskuil en broeikasgassen emissie.

- Uit de studie in bedrijfsverband is gebleken dat economie en emissie van broeikasgassen samengaan. Dit betekent dat economisch interessante maatregelen om de verliezen bij de voederwinning, bewaring en vervoeding van graskuil te beperken ook positief zijn voor de beperking van emissie van broeikasgassen.
- De directe emissies aan broeikasgassen uit kuilen zijn zeer beperkt. Maatregelen bedenken en te richten op het beperken van deze emissies lijkt dan ook weinig zinvol.
- Op basis van berekeningen in bedrijfverband lijken de economische verliezen als gevolg van een matige conservering in een nat jaar wat minder dan de verliezen als gevolg van broei in een droog jaar. In de praktijk blijft aandacht voor een goede conservering echter zeker belangrijk omdat i.t.t. de aanname in deze studie de gewenste melkproductie niet altijd wordt gehaald, ook al wordt het rantsoen op papier op basis van voederwaarde geoptimaliseerd.
- Wanneer in de praktijk de conservering van graskuilen niet slechter verloopt dan matig (NH<sub>3</sub>-fractie <14) en niet meer dan de helft van het kuilgras last heeft van broei dan blijft de extra emissie aan broeikasgassen ten opzichte van GLP beperkt tot 1-1,5%. Hiermee is het belang om aanvullende maatregelen te nemen om de verliezen te beperken bovenop de economisch interessante maatregelen beperkt.
- In een droog en een nat jaar wordt het effect op economie en extra emissie van broeikasgassen vooral veroorzaakt door verliezen door resp. broei en matige conservering en in mindere mate door het maaien van wat lichtere of zwaarder snede (in het voorjaar).
- In de praktijk is het lastig om de voederwaardeverliezen als gevolg van broei goed in te schatten en dus om lastig om het rantsoen op een juiste wijze te optimaliseren. Men beschikt immers veelal alleen over een monsteranalyse die van de kuil is genomen. Met een analyse van het voer aan het voerhek zou het rantsoen beter geoptimaliseerd kunnen worden. Hiervoor is echter nog geen praktijkrijp systeem beschikbaar om dit voldoende snel en vaak te kunnen uitvoeren.

### Beperken van voederwinning- en voerverliezen

In de huidige praktijk bestaat er een aanzienlijke kans op (extra) broeiverliezen in graskuilen, vooral in een relatief droog jaar wanneer het gras vaak te droog (> 45% ds) wordt ingekuuld. Daarnaast is er met name in een nat jaar een vrij groot risico dat de conservering niet helemaal goed verloopt omdat het minimaal gewenste drogestofgehalte (35%) niet gehaald wordt.

Algemeen is het aan te bevelen om buiten het groei- en oogstseizoen goede afspraken te maken met de loonwerker over werkwijze bij het inkuilen. Dit vergroot de kans op een juist drogestofgehalte en daarmee op een goede conservering zonder broei tijdens het voeren.

Hieronder volgen kort enkele tips/maatregelen om de verliezen als gevolg van conservering en broei te beperken:

#### *Broei*

- Kortere veldperiode. Door planmatig te werken en de te maaien oppervlakte af te stemmen op de verwerkingscapaciteit kan ook bij scherp drogend weer voorkomen worden dat het gras te droog wordt ingekuuld.
- Inkuilen in dunne lagen. Om het materiaal goed aan te kunnen rijden moet de dikte van de laag die per keer ingekuuld wordt niet meer zijn dan 30 cm. Dit betekent dat het materiaal over een voldoende grote oppervlakte moet worden uitgespreid.
- Zo mogelijk toplaag afwerken met natste gras (eerste wiers) en een laagje grond op kuil aanbrenge

*Goede conservering*

- Maak gebruik van een goed regionaal weerbericht om adequaat het juiste maaimoment te kunnen bepalen.
- Hakselen is positief voor het conserveringsproces door een combinatie van verkorten en intensieve menging, vooral als het gras niet gelijkmatig of onvoldoende droog is.
- Gebruik een effectief toevoegmiddel bij gras met minder dan 35% drogestof, onderscheid tussen conserverings- en broeimiddelen

*Bewaarverliezen*

- Om verassingens tijdens het voeren te voorkomen is het zaak om de afdekking van de kuilen tijdens de bewaarperiode regelmatig te controleren op luchtdichtheid. Goede toegankelijkheid van de kuilen bevordert een regelmatige uitvoering van de controle.



## Referenties

- Ashbell, G. and Z.G. Weinberg, 1992. Top silage losses in horizontal silos. *Can Agric. Eng.* 34:171-175.
- Bastiman, B. en J.F. Altman, 1985. Losses at various stages in silage making. *Res. Dev. Agric.* 2: 19-25. In D.R. Buxton, R.E. Muck en J.H. Harrison, 2003. *Silage Science and Technology*. Number 42 in the series *Agronomy*. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of American, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA: p. 275.
- Buxton, D.R., R.E. Muck en J.H. Harrison, 2003. *Silage Science and Technology*. Number 42 in the series *Agronomy*. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of American, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA: 927 pp.
- Corporaal, J. en H.A. van Schooten, 1989. Verdeling van toevoegmiddelen bij het inkuielen van gras. Rapport nr. 117. Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad.
- Corporaal, J., H.A. van Schooten en S.F. Spoelstra, 1989. Invloed van toevoegmiddelen op de kwaliteit van slecht voorgedroogd kuilvoer. Rapport nr. 119. Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad.
- Corporaal, J. en A. Steg, 1990. Bemonstering, kwaliteit en voederwaarde van graskuil. Rapport nr. 123. Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad.
- Ellis, J.L., A. Bannink, J. France, E. Kebreab and J. Dijkstra, 2010. Evaluation of enteric methane prediction equations for dairy cows used in whole farm models. *Global Change Biology* 16: 3246-3256.
- Evers, A., M. de Haan en A. Evers, 2010. Graskwaliteit bepaalt hoogte methaanemissie. V-focus nummer 5 oktober 2010: 14-16.
- Gross, F. von, 1987. Gaerfutterqualitaet und Verluste beim Silieren von angewelktem Gras in Flachsilos. In: *Bayerische Landwirtschaftliches Jahresbericht* 64: 319-332.
- Handboek Melkveehouderij, 2009. Animal Sciences Group Wageningen UR, 512 pp.
- Honig, H., 1980. Mechanical and respiration losses during pre-wilting of grass. P. 201-204. In C. Thomas (ed.) *Forage conservation in the 80's*. Occ. Symp. 11. Brighton. UK 27-30 Nov. 1979. *Brit. Grassl. Soc.* Hurlay, UK. In D.R. Buxton, R.E. Muck en J.H. Harrison, 2003. *Silage Science and Technology*. Number 42 in the series *Agronomy*. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of American, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA: p. 255.
- Honig, H., 1985. Determination of aerobic stability – System. *Landbouwforsch. Völkenrode*, SH 2,3
- Honig, H. 1990. Evaluation of aerobic stability. *Grass Forage Rep. Spec. Issue* 3: 76-82.
- Lesschen, J.P., P.J. Kuikman, A. Bannink, G.J. Monteny, L. Sebek en G.L. Velthof, 2008. Klimaat maatregelen in de agrosectoren en de afwentelingseffecten. Alterra, Wageningen.
- McGechan, M.B., 1989. A review of losses arising during conservation of grass forage. Part 1. Field losses. *J. Agric. Eng/ Res.* 41: 1-21 In D.R. Buxton, R.E. Muck en J.H. Harrison, 2003. *Silage Science and Technology*. Number 42 in the series *Agronomy*. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of American, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA: p. 262.
- McGechan, M.B., 1990. A review of losses arising during conservation of grass forage: Part2, storage losses. *J. Agric. Eng. Res.* 41: 1-30.

Offer, N.W., D.G. Chamberlain en M. Kelly, 1991. Management of silage effluent. P129-139. In G. Pahlow and H. Honig (ed.) Forage conservation towards 2000. Inst. Of Grassland and Forage Res., Braunschweig, Germany. In D.R. Buxton, R.E. Muck en J.H. Harrison, 2003. Silage Science and Technology. Number 42 in the series Agronomy. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of American, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA: 492-493.

Pahlow, G., R.E. Muck, F. Driehuis, S.J.W.H. Oude Elferink en S. Spoelstra, 2003. Microbiology of ensiling. In D.R. Buxton, R.E. Muck en J.H. Harrison, 2003. Silage Science and Technology. Number 42 in the series Agronomy. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of American, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA: p. 73.

Oostveen, A.J., en W.M. van Straalen, 2007. De gevolgen van broei voor de voederwaarde van gras- en maïssilages. Proefverslag nr. 865. Schorhorts Feed Research, Lelystad.

Overvest, J. 1977, Drogestofverliezen tijdens de veldperiode. Rapport nr. 49. Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad.

Pitt, R.E., 1986. Dry matter losses due to oxygen infiltration in silos. J. Agric. Eng. Res. 35: 193-205. In D.R. Buxton, R.E. Muck en J.H. Harrison, 2003. Silage Science and Technology. Number 42 in the series Agronomy. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of American, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA: p. 448.

Pitt, R.E., and R.E. Muck, 1993. A diffusion model of aërobic deterioration at the exposed face of bunker silos. J. Agric. Eng. Res. 55: 11-26

Rotz, C.A. en R.E. Muck, 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. P. 828-868. In G.C.J. Fahey et al. (ed.) Forage quality, evaluation and utilization. Am. Soc. Agron., Madison, WI. D.R. Buxton, R.E. Muck en J.H. Harrison, 2003. Silage Science and Technology. Number 42 in the series Agronomy. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of American, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA: p. 252.

Spoelstra, S.F., 1985. Nitrate in grass. A review. Grass and Forage Science 40:1-11

Spoelstra, S.F., 1986. Ongepubliceerde data. In D.R. Buxton, R.E. Muck en J.H. Harrison, 2003. Silage Science and Technology. Number 42 in the series Agronomy. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of American, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA: p. 70.

Spoelstra, S.F., 1988. Persoonlijke mededelingen. In: Verslag van de vijfde bijeenkomst van WEVI op 22 december 1988. Proefstation voor de Rundveehouderij en Paardenhouderij.

Spoelstra, S.F. and V.A. Hindle, 1989. Influence of wilting on chemical and microbial parameters of grass relevant to ensiling. Neth. J. Agric. Sci. 37: 355-364.

Sunberg, M. and A. Thylén, 1994. Leaching losses due to rain in macerated and conditioned forage. J. Agric. Eng. Res. 58: 133-143. In D.R. Buxton, R.E. Muck en J.H. Harrison, 2003. Silage Science and Technology. Number 42 in the series Agronomy. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of American, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA: pp 261.

Van Dijk, H., 1995. Voederwinning, conservering en bewaring. Publikatie R11. Informatie en Kennis Centrum Landbouw, Lelystad.

Van Drie, Inge, 2004. Broei kost voederwaarde. Veeteelt mei 1, 2004: 10-13.

Van Schooten, H.A., J. Corporaal en S.F. Spoelstra, 1989. Effect van verschillende oogstmachines en melasse op de kwaliteit van slecht voorgedroogd kuilvoer. Rapport nr. 118. Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad.

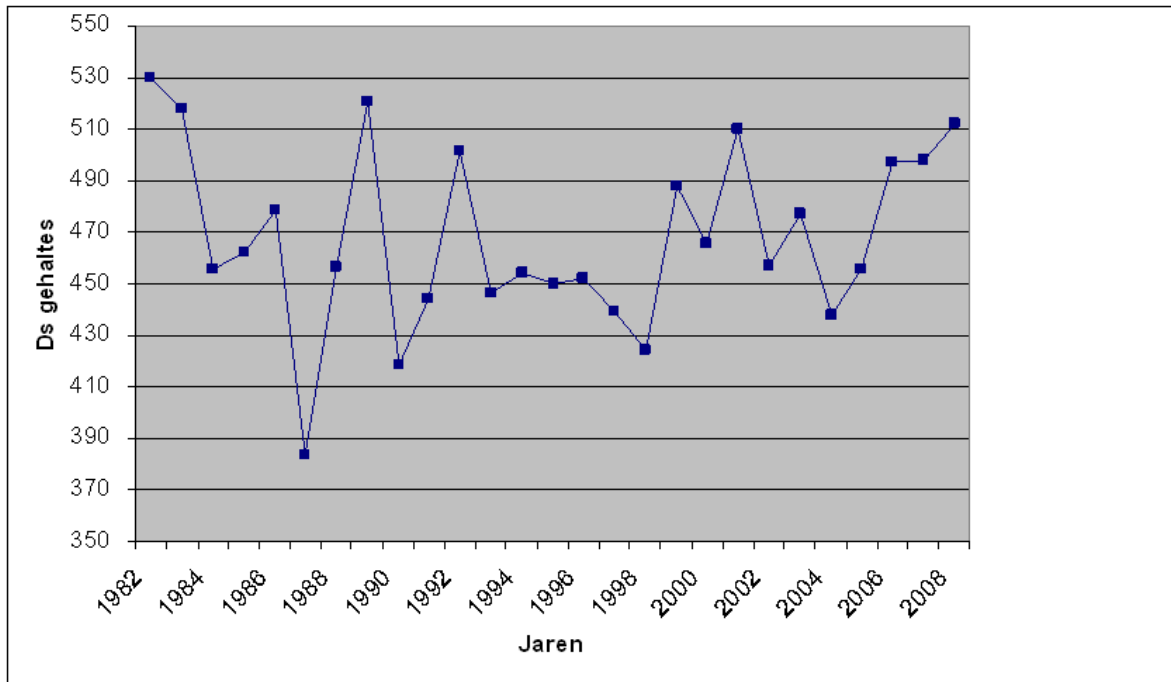
Vellinga, T., M. de Haan en A. Evers, 2009. Vermindering van de uitstoot van broeikasgassen op het melkveebedrijf. Rapport 211. Animal Sciences Group Wageningen UR, Lelystad.

Velthof, G.L. en O. Oenema, 1997. Nitrous oxide emission from dairy farming systems in the Netherlands. *Neth. Journal of Agri. Science* 45: 347-360

Wilkinson, J.M., 1981. Losses in the conservation and utilization of grass and forage crops. *Ann. Appl. Biol.* 98: 365-375.

## Bijlagen

### Bijlage 1 Gemiddelde drogestofgehalte van graskuilen 1982 – 2009



Bron: Blgg AgroXpertus

**Bijlage 2 Enkele gehanteerde prijzen en loonwerkstarieven bij berekeningen met BBPR**

Omschrijving	Eenheid	Bedrag
Melkprijs	(eur/100 kg)	32,62
Aankoop ruwvoer		
- Graskuil	(eur/kVEM)	0,075
- Snijmais	(eur/kVEM)	0,098
Aankoop krachtvoer		
- Krachtvoer 90 DVE	(eur/100 kg)	16,00
- Krachtvoer 120 DVE	(eur/100 kg)	18,50
- Krachtvoer 180 DVE	(eur/100 kg)	21,00
Meststoffen		
- Stikstof (zuiver)	(eur/kg N)	0,85
Zaad, plant en pootgoed		
- Herinzaai	(eur/ha)	145,00
- Snijmais	(eur/ha)	172,00
- Vanggewas snijmais	(eur/ha)	27,00
Gewasbeschermingsmiddelen		
- Onderhoud	(eur/ha)	8,00
- Herinzaai	(eur/ha)	60,00
- Snijmais	(eur/ha)	105,00
Oogst/inkuilen aangekocht voer		
- Graskuil	(eur/ha)	75,00
- Snijmais	(eur/ha)	435,00
Tarieven loonwerk		
- Inkuilen huiskavel grasland	(eur/ha)	115,00
- Herinzaai	(eur/ha)	446,00
- Teelt snijmais	(eur/ha)	296,00
- Oogst huiskavel snijmais	(eur/ha)	425,00
- Teelt vanggewas snijmais	(eur/ha)	50,00
- Mest uitrijden op grasland	(eur/m3)	3,00
- Mest uitrijden op bouwland injecteren	(eur/m3)	3,00



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl) | [www.livestockresearch.wur.nl](http://www.livestockresearch.wur.nl)