

Bedrijfsontwikkeling voor het verminderen van gasvormige emissies op het melkveebedrijf



April 2013

Rapport nr. 68

Secretariaat Koeien & Kansen
Postbus 65
8200 AB Lelystad
tel. 0320-293302 /238238
fax. 0320 - 238022
info@koeienenkansen.nl
www.koeienenkansen.nl



Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 – 238 238
E-mail: info@koeienenkansen.nl
Internet: <http://www.koeienenkansen.nl>

Redactie

Koeien & Kansen

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.

Bestellen

ISSN 0169-3689

Dit rapport is gratis te downloaden op de website.

Koeien & Kansen werkt aan een toekomst voor 'schone melkers'.

Het project Koeien & Kansen is een samenwerkingsverband van 16 melkveehouders, proefbedrijf De Marke, Wageningen UR en adviesdiensten. Op verzoek van het ministerie van EZ en PZ toetst, evalueert en verbetert het project de effectiviteit en uitvoerbaarheid van (voorgenomen) mest- en milieuwetgeving onder praktijkomstandigheden en ondersteunt het de Nederlandse melkveehouderijsector bij de implementatie ervan.

Koeien & Kansen is onderdeel van het noordwest Europese Interreg IVB-project DAIRYMAN.

De resultaten van Koeien & Kansen vindt u op: www.koeienenkansen.nl.

Voor vragen kunt u mailen naar: info@koeienenkansen.nl.

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het Beleidsondersteunend onderzoek voor het ministerie van EZ.



Bedrijfsontwikkeling voor het verminderen van gasvormige emissies op het melkveebedrijf

Koeien & Kansen resultaten 2010-2011

Roselinde Goselink
Leon Šebek
Michel de Haan
Aart Evers

Voorwoord

Koeien & Kansen loopt voor in het implementeren van (toekomstig) beleid. Daarmee wordt duidelijk wat het voor de melkveesector betekent wanneer voorgenomen beleid ook daadwerkelijk wordt uitgevoerd. Dat gaat niet alleen over of het gewenste effect wordt bereikt, maar ook over wat het betekent voor de melkveehouder. Kan de melkveehouder het bedrijfsmanagement aanpassen en zo ja, wat voor inspanning (arbeid, geld en sociaal) betekent dat? Deze informatie helpt de overheid, de sector en de melkveehouder bij het opstellen en voldoen aan doelen voor de kwaliteit van het milieu.

De voorloperbedrijven in het project hebben de uitdaging opgepakt om de broeikasgasemissies (lachgas en methaan) te reduceren met 30% ten opzichte van het referentiejaar 1990. Daarnaast is er een tweede uitdaging voor het project: een reductie van de ammoniakemissie naar 3,2 kg ammoniak per 1000 kg meetmelk. Het streven is om deze doelen eind 2013 te bereiken. In het voorliggende rapport wordt beschreven met welke uitgangspositie in 2009 is gestart, welke reductiemaatregelen zijn toegepast en wat daarvan in 2010 en 2011 het effect is geweest. Daarmee moet duidelijk worden welke stappen er nog gezet moeten worden om eind 2013 de reductiedoelstellingen te behalen.

Roselinde Goselink en Léon Šebek

Samenvatting

Sinds 2009 is de kerntaak van het project Koeien & Kansen (K&K) het verminderen van de gasvormige emissies op het melkveebedrijf: methaan, lachgas (beide broeikasgassen) en ammoniak. Methaan levert de grootste bijdrage aan de on-farm broeikasgasemissie van de Nederlandse melkveehouderij. Deels ontstaat het in de mestopslag, maar voor het grootste deel (ca. 75-80%) in het maagdarmkanaal van de koe. De rantsoensamenstelling is daarmee van groot belang voor de emissie van methaan. Ook lachgas draagt bij aan de broeikasgasemissie. Lachgas ontstaat overal in de N kringloop waar nitraat wordt gevormd of afgebroken (bij nitrificatie en denitrificatie), vooral in de bodem na bemesting of beweiding en deels in de stal en mestopslag.

Ammoniak draagt niet direct bij aan het broeikaseffect, maar levert schade aan het milieu door een overmatige stikstofbelasting. Ook bij ammoniak is de rantsoensamenstelling van belang: een overmaat aan stikstof in het voer leidt tot een hogere concentratie ureum in de urine, wat in contact met enzymen uit de mest wordt omgezet in ammoniak.

Het project K&K heeft zich tot doel gesteld om eind 2013 de broeikasgassen met 30% gereduceerd te hebben ten opzichte van de gemiddelde Nederlandse emissie anno 1990, en tevens de ammoniakemissie terug te dringen naar 3,2 kg per 1000 kg meetmelk. Dit rapport beschrijft de uitgangssituatie op de pilotbedrijven op het gebied van gasvormige emissies bij aanvang van het thema, de reductiemaatregelen die de bedrijven hebben opgepakt en het resultaat van deze maatregelen in 2010 en 2011, inclusief eventuele neveneffecten.

De totale reductie van de emissie van lachgas en methaan in de Nederlandse melkveehouderij in 2009 ten opzichte van de referentiewaarde van 1990 is bijna 19%. Voor het gemiddelde K&K-bedrijf is dat bijna 29%. Het grootste deel van de gerealiseerde reductie wordt veroorzaakt door een sterk gedaalde lachgasemissie. Dat geldt voor zowel het gemiddelde Nederlandse melkvee bedrijf als voor de K&K-bedrijven. Voor de K&K-bedrijven lijkt met 56% de maximale lachgasreductie al gerealiseerd te worden en zal verdere reductie van de broeikasgasemissie via methaanemissie moeten lopen.

Reductie van de methaanemissie is ook voor het gemiddelde Nederlandse melkveebedrijf belangrijk, maar daar kan ook met de lachgasemissie nog een flinke extra reductie van 39% naar 56% gehaald worden. Voor zowel de gemiddelde Nederlandse melkveehouder als voor de K&K-bedrijven geldt dat de reductie in broeikasgasemissie een autonoom effect is. Er is niet bewust gestuurd op reductie van broeikasgassen, maar wel op verlaging van de N belasting (mestwetgeving). Als neveneffect is ook de lachgasemissie gedaald. Dat verklaart ook waarom de reductie van de methaanemissie daarbij achterblijft.

Ook de ammoniakemissie blijkt op de K&K-bedrijven gemiddeld lager dan de landelijke emissie. Dat is echter wel het gevolg van bewuste sturing. Op de K&K-bedrijven was ammoniak al voor 2009 een belangrijk onderwerp, omdat een lage ammoniakemissie bijdraagt aan een optimale N-kringloop. De basismaatregelen voor optimalisatie van de N kringloop (o.a. een optimale voerefficiëntie, optimale gewasopbrengst en een laag jongvee-aandeel) kunnen in de komende jaren landelijk ingezet worden voor de reductie van zowel ammoniak- als lachgasemissie.

In 2010 zijn de K&K-bedrijven aan de slag gegaan met maatregelen op het gebied van voer- vee- en bedrijfsmanagement om verdere stappen te maken in de reductie van de gasvormige emissies. Uit de eerste resultaten van 2010 en 2011 blijkt dat de methaanemissie iets is afgenomen ten opzicht van 2009. In 2009 was er 12% reductie behaald en in 2010 13% reductie ten opzichte van de emissiereferentie van 1990. Het resultaat van 2011 was echter weer 0.5% minder gunstig, ondanks de inzet op reductiemaatregelen. Hieruit blijkt dat het sturen op methaanemissie lastig is. De lachgasemissie is gemiddeld wel verder afgenomen ten opzichte van 1990: van 56% reductie in 2009 naar 59% reductie in 2011.

Ook de ammoniakemissie op de K&K-bedrijven was in 2010 met 3,2 kg ammoniak per 1000 kg meetmelk gemiddeld lager dan in 2009, maar in 2011 was de emissie helaas weer gestegen tot het niveau van 2009. Met name voor methaan- en ammoniakemissie is strakke sturing belangrijk voor het behalen én behouden van de projectdoelen eind 2013.

Tenslotte is ook gekeken naar eventuele "neveneffecten" van de gehanteerde maatregelen in de bedrijfsvoering. Zo lijken de fosfaat- en stikstofexcretie niet beïnvloed te worden. Het aandeel bouwland is wat toegenomen ten koste van grasland, waarbij ook het aantal maanden beweiding per jaar wat lijkt te dalen. Het jongvee-aandeel van de veestapel is in de periode 2009-2011 gemiddeld ook wat gedaald. Uit een economische analyse bleek dat veel maatregelen gericht op de reductie van gasvormige emissies de bedrijfsopbrengst zelfs zouden kunnen verhogen.

Op basis van deze eerste resultaten op de K&K-bedrijven zijn de volgende aandachtsgebieden aangewezen voor Nederlandse melkveehouders om de gasvormige emissies op hun eigen bedrijf terug te dringen:

- De voerefficiëntie van het vee verbeteren
- De opbrengst van eigen gewas verbeteren
- Jongvee-aandeel verlagen

Summary

Since 2009, the main task of the project Cows & Opportunities is to reduce the gaseous emissions on the dairy farm: methane, nitrous oxide (both greenhouse gases) and ammonia.

Methane is the main contributor to the on-farm greenhouse gas emissions on Dutch dairy farms. It is partly released from manure storage, but most methane is produced in the gastrointestinal tract of the cow (about 75-80%). The ration composition is therefore of great importance in the reduction of methane. The second greenhouse gas, nitrous oxide, is produced when nitrate is formed or broken down during nitrification and denitrification. It is released mainly from the soil after fertilization or grazing and to a small extent from the barn and manure storage.

Ammonia is not a direct contributor to the greenhouse gas effect, but it can harm the environment with a nitrogen overload. Ration composition is again an important factor: a nitrogen surplus in the ration will lead to a higher concentration of urea in the urine, which will be transformed into ammonia when in contact with bacterial enzymes in manure.

The project Cows & Opportunities has set its goals towards the end of 2013 at 30% reduction of the greenhouse gas emissions relative to the average Dutch emissions in 1990 and also a reduction of ammonia emissions to 3.2 kg per 1,000 kg of fat and protein corrected milk. This report describes the point of departure in terms of the gaseous emissions in 2009, the measurements the farms have taken in 2010 and 2011 and the effect of these measurements on the gaseous emissions as well as any side effects.

The total reduction of nitrous oxide and methane emissions in Dutch dairy farms in 2009 relative to the reference emissions in 1990 was almost 19%; the average reduction of the pilot farms in Cows & Opportunities was even larger with almost 29%. The main part of this reduction is caused by the great reduction in nitrous oxide emissions. Further reduction of the total greenhouse gas emissions will need special attention to methane reduction. For the pilot farms in Cows & Opportunities, nitrous oxide reductions seem already maximised with 56% reduction, suggesting that further reduction of greenhouse gas emissions should be reached through methane reduction. Methane reduction is also important for the average Dutch dairy farm, but they can also still reach greenhouse gas reduction by reducing nitrous oxide emissions from 39% to 56%. Until now the reduction has been an autonomous effect, without the specific intention to reduce greenhouse gases, but developed as a side-effect of the Dutch manure laws, that have decreased the N load in farming during the past years. The methane emissions were not affected by these measurements.

The ammonia emission in 2009 was also lower at the pilot farms in the project relative to the average Dutch dairy farm. Ammonia emissions have been actively reduced at the pilot farms before 2009, because a low ammonia emissions contributes to optimal nitrogen efficiency. The basic measurements (such as optimal feed efficiency, optimal crop yield and low young stock numbers per dairy cow) can be adopted as a first step in dairy farming towards the reduction of gaseous emissions.

In 2010 the pilot farms started working on reduction measurements in their feed, cattle and farm management to further reduce the gaseous emissions at their dairy farm. The first results of 2010 and 2011 show that methane emission reduced a little relative to 2009. In 2009 the average reduction was 12% relative to 1990 and 13% in 2010. Unfortunately the results of 2011 showed a small increase; 0.5% part of this reduction was lost again. This suggests that managing a dairy farm for methane reduction is difficult. The nitrous oxide emission however even decreased further relative to the reference value of 1990: from 56% reduction in 2009 to 59% reduction in 2011.

The ammonia emissions were on average 3.2 kg per 1000 kg of fat and protein corrected milk in 2010; lower than in 2009. In 2011 however, the average emissions returned to the level of 2009 again. For methane and ammonia reduction, further measurements are needed to achieve and maintain the project goals set for 2013.

Finally some possible side-effects of the measurements adopted in daily practice have been analysed. The phosphate and nitrogen excretion do not seem to be influenced. The proportion of crop land was increased at the cost of grassland, and also the number of months of grazing on a year base declined. The average number of young stock per dairy cow decreased in the period 2009-2011. An economic analysis showed finally that many of the management measurements aiming at the reduction of gaseous emissions may even increase farm income.

Based on the first results on the pilot farms, the following themes deserve special attention for Dutch dairy farmers that want to reduce gaseous emissions on their farms:

- Improve feed efficiency
- Improve crop efficiency
- Reduce young stock numbers

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

| | | |
|----------|---------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Inleiding | 1 |
| 1.1 | Koeien & Kansen | 1 |
| 1.2 | Broeikasgassen..... | 1 |
| 1.3 | Ammoniak | 3 |
| 1.4 | Emissiedoelen 2013..... | 3 |
| 1.5 | Opbouw rapport | 4 |
| 2 | Uitgangssituatie | 5 |
| 2.1 | Broeikasgassen..... | 5 |
| 2.1.1 | Projectdoel broeikasgassen..... | 5 |
| 2.2 | Ammoniak | 6 |
| 2.2.1 | Projectdoel ammoniak | 6 |
| 3 | Maatregelen | 7 |
| 3.1 | Autonome maatregelen..... | 7 |
| 3.1.1 | Optimale voerefficiëntie | 7 |
| 3.1.2 | Optimale gewasopbrengst | 7 |
| 3.1.3 | Laag jongvee-aandeel | 8 |
| 3.2 | Specifieke maatregelen..... | 8 |
| 3.2.1 | Methaan | 8 |
| 3.2.2 | Lachgas | 9 |
| 3.2.3 | Ammoniak..... | 9 |
| 3.3 | Individuele toepassing..... | 9 |
| 4 | Resultaat maatregelen | 12 |
| 4.1 | Lachgas..... | 12 |
| 4.2 | Methaan | 13 |
| 4.3 | Ammoniak | 15 |
| 5 | Neveneffecten | 16 |
| 5.1 | Fosfaat en stikstofexcretie | 16 |
| 5.2 | Grondgebruik | 16 |
| 5.3 | Veemanagement..... | 17 |
| 5.4 | Economische analyse | 17 |
| 6 | Discussie en conclusie | 23 |
| | Literatuur | 25 |
| | Bijlagen | 26 |
| | Bijlage A: BBPR als rekenprogramma..... | 26 |
| | Bijlage B: Economische effecten maatregelen | 28 |

1 Inleiding

1.1 Koeien & Kansen

In het project Koeien & Kansen werken 16 melkveehouders in Nederland samen met hun agrarische adviseurs, Wageningen UR en melkveeproefbedrijf De Marke aan het verminderen van de belasting van het milieu door de veehouderij. Bij ieder milieuaspect wordt geëvalueerd wat het perspectief is van reductiemaatregelen: zijn ze effectief én praktisch uitvoerbaar, wat is de kosteneffectiviteit en vindt er afwenteling plaats bij bepaalde maatregelen door een verhoogde belasting op andere milieugebieden.

Het optimaliseren van de stikstof- en fosfaatkringloop was de kerntaak van Koeien & Kansen (inclusief het verminderen van de ammoniakemissie) en sinds 2009 is de kerntaak het verminderen van de gasvormige emissies op het melkveebedrijf (= on-farm emissies). Het gaat daarbij concreet om de broeikasgassen methaan (CH_4) en lachgas (N_2O) plus een verdere vermindering van de emissie van ammoniak (NH_3).

Bedrijfsontwikkelingsplan (BOP)

Om de geplande acties en doelstellingen op een pilotbedrijf vast te leggen en te monitoren, is voor ieder bedrijf een BedrijfsOntwikkelingsPlan (BOP) gemaakt. Deze BOP is het resultaat van samenwerking tussen de veehouder en zijn agrarisch adviseur met ondersteuning van de onderzoekers in het project. In de BOP is de projectdoelstelling voor ieder bedrijf vastgelegd. Daarbij is er op gestuurd dat het gezamenlijke resultaat van de 16 voorloperbedrijven de over-all projectdoelstelling haalt. Naast de projectdoelstellingen zijn ook persoonlijke doelstellingen voor het komende jaar vastgelegd in de BOP. Op verschillende onderdelen (waaronder methaan-, lachgas- en ammoniakemissie, stikstof- en fosfaatoverschot, maar ook ruwvoerwinning, melkproductie, etc.) worden doelen vastgelegd, inclusief de maatregelen die uitgevoerd zullen worden om die doelstellingen te behalen.

1.2 Broeikasgassen

De totale broeikasgasemissie in de melkveehouderij beslaat drie typen gas: koolstofdioxide (CO_2), lachgas (N_2O) en methaan (CH_4), zoals te zien in de vereenvoudigde weergave in Figuur 1. Niet alle gassen hebben per gram uitstoot een even grote bijdrage aan de opwarming van de aarde. Om de emissie van verschillende broeikasgassen direct met elkaar te kunnen vergelijken, worden ze uitgedrukt in "CO₂-equivalenten": de hoeveelheid CO₂ uitstoot waarmee eenzelfde effect bereikt zou worden. Voor de hoeveelheid N₂O betekent dit een vermenigvuldiging met een factor 298; voor CH₄ is de vermenigvuldigingsfactor 25 (Solomon et al., 2007). De totale hoeveelheid emissie wordt berekend (in kg CO₂ equivalenten) en vervolgens toegerekend aan het eindproduct of hoofddoel van de betreffende productiekolom zodat vergeleken kan worden hoe "schoon" het voedsel geproduceerd wordt. In de melkveehouderij wordt de emissie daarom uitgedrukt per kg geproduceerde melk, al dan niet gecorrigeerd voor het vet- en eiwitgehalte (Place and Mitloehner, 2010).

Er is onderscheid te maken in directe en indirecte emissie. De directe (on-farm) emissie betreft de gassen die op het melkveebedrijf zelf vrij komen; de indirecte (off-farm) emissie is de broeikasgasemissie tijdens de productie van zaken die op het melkveebedrijf aangevoerd worden. De belangrijkste zijn de CO₂-uitstoot bij de productie en vervoer van mengvoer en de CO₂ en N₂O emissie bij de productie en vervoer van kunstmest.

Lachgas (N₂O)

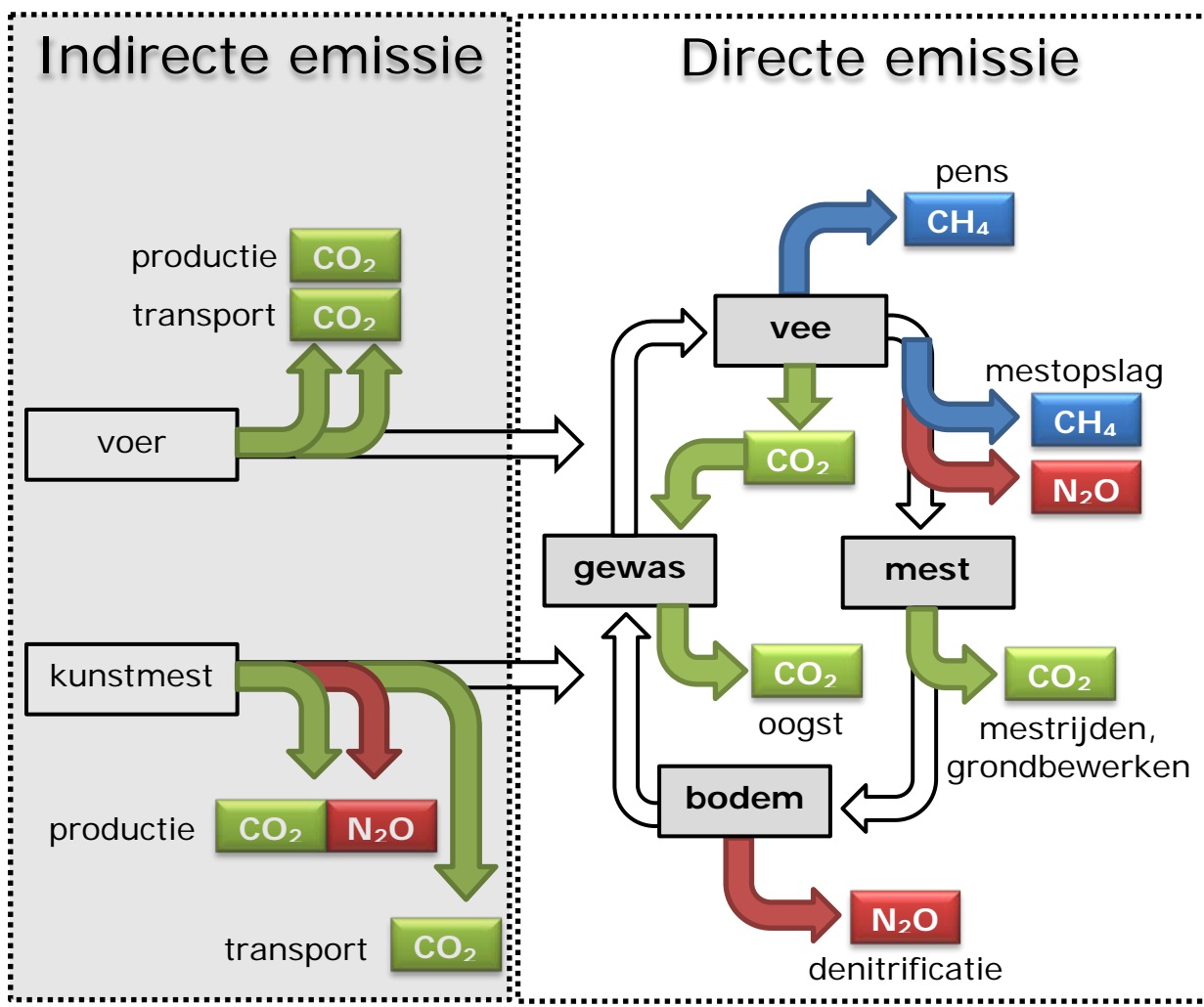
Lachgas levert een belangrijke bijdrage aan de on-farm broeikasgasemissie van de Nederlandse melkveehouderij (gemiddeld ca. 25% van het totaal). De emissie van N₂O ontstaat overal in de N-kringloop waar nitraat (NO₃) wordt gevormd of afgebroken (bij nitrificatie en denitrificatie). De grootste bijdrage komt doorgaans van denitrificatie van nitraat naar luchtstikstof (N₂) door denitrificerende bacteriën. Dit proces treedt op bij aanwezigheid van nitraat en gemakkelijk afbreekbare organische stof onder zuurstofloze omstandigheden. De hoeveelheid lachgas neemt toe bij onvolledige denitrificatie (bv door hogere zuurstofconcentraties en lagere pH). Denitrificatie vindt met name plaats in de bodem na bemesting (of beweiding), en voor een klein gedeelte ook in stal en mestopslag. In veengrond vindt relatief veel denitrificatie plaats door hoge hoeveelheden nitraat en afbreekbare organische stof, soms in combinatie met onvolledige denitrificatie door aanwezigheid van zuurstof (met name bij een lage waterstand). Daardoor is op veengrond de N₂O emissie hoog.

Methaan (CH₄)

Methaan levert de grootste bijdrage aan de on-farm broeikasgasemissie in de Nederlandse melkveehouderij (gemiddeld ca. 65% van het totaal). CH₄ emissie ontstaat in de mestopslag, maar voor het grootste deel (ca. 75-80%) in het maagdarmkanaal van de koe. Met name de micro-organismen in de pens produceren veel CH₄, om een overschot aan waterstof (H₂) in de pens af te voeren. Deze H₂ komt vrij tijdens de pensfermentatie, met name tijdens de productie van de vluchtige vetzuren azijnzuur en boterzuur (respectievelijk acetaat en butyraat). Bij de productie van propionzuur (propionaat) wordt H₂ juist gebruikt. Een overschot aan H₂ is schadelijk voor de pensflora, en wordt daarom omgezet in CH₄ dat via de "ructus", het opboeren van gas, uit de koe verdwijnt. De rantsoensamenstelling is daarmee van groot belang voor de emissie van CH₄. Daarnaast is het belangrijk dat zo efficiënt mogelijk melk geproduceerd wordt, omdat het de methaanemissie per kg melk vermindert. Om dezelfde reden is het verlagen van het vervangingspercentage van de melkveestapel effectief: jongvee produceert namelijk wel CH₄, maar geen melk.

Koolstofdioxide (CO₂)

De uitstoot van CO₂ is met name afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen bij het gebruik van werktuigen, apparaten en elektriciteit. Dit is op het gemiddelde Nederlandse melkveebedrijf ongeveer 10% van de on-farm broeikasgasemissie. De CO₂ die het vee uitademt wordt niet meegenomen in de berekening van de broeikasgasemissie, omdat dat dezelfde hoeveelheid CO₂ is, die tijdens de fotosynthese in plantaardig materiaal (het opgenomen voer) is vastgelegd. Deze CO₂ wordt dus beschouwd als een onderdeel van de koolstofcyclus tussen dier en voer (Steinfeld et al., 2006). Maatregelen om de CO₂ uitstoot op het bedrijf te verminderen zijn bijvoorbeeld het gebruik van groene stroom, vermindering van het brandstofgebruik bij grondbewerking door meer beweiding toe te passen, terugwinnen van warmte bij koelapparatuur, etc. De uitstoot van CO₂ heeft geen directe aandacht binnen het project en wordt daarom verder in dit rapport buiten beschouwing gelaten.



Figuur 1: Vereenvoudigd schema van emissie van broeikasgassen op het melkveebedrijf

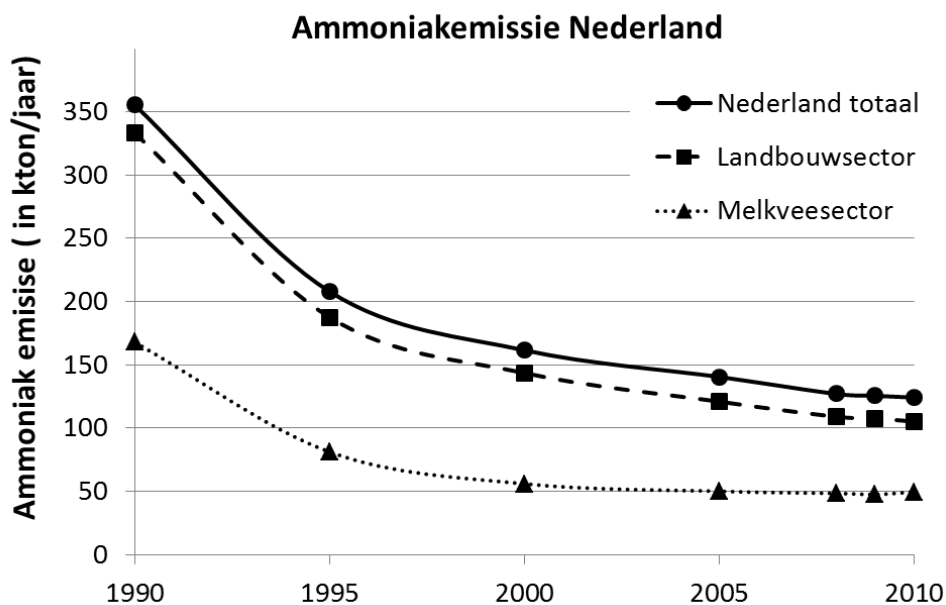
1.3 Ammoniak

Ammoniak (NH_3) is ook een belangrijke gasvormige emissie op melkveebedrijven. Het draagt niet direct bij aan het broeikasgaseffect, maar levert schade aan het milieu door een overmatige stikstofbelasting. Bovendien draagt ammoniak indirect bij aan de lachgasemissie elders wanneer depositie van ammoniak in de N kringloop wordt genitrificeerd en gedenitrificeerd. De belangrijkste ammoniakbronnen vanuit de melkveehouderij zijn de emissie vanaf de stalvloer en bemesting van het land. Een overmaat aan stikstof in het rantsoen leidt tot een hogere concentratie ureum in de urine, wat in combinatie met enzymen uit de mest (ureasen) wordt omgezet in NH_3 . Het deel van de N-excretie dat in potentie kan vervluchtigen in de vorm van NH_3 (ca. 45-65%), wordt de totale ammoniakale stikstof genoemd (TAN, in kg). Voermaatregelen die de NH_3 emissie reduceren zijn er op gericht de kilogrammen TAN te verminderen. Hoeveel van de geproduceerde TAN daadwerkelijk vervluchtigt hangt af van het type huisvesting/mestopslag en het bedrijfsmanagement, zoals bijvoorbeeld de mate van beweiding en de manier van mest uitrijden.

1.4 Emissiedoelen 2013

Op 10 juni 2008 is het convenant "Schone en Zuinige Agrosectoren" ondertekend door de toenmalige minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en verschillende partijen in de agrosector waaronder LTO, de levensmiddelenindustrie en de diervoederindustrie. In dit convenant is onder andere afgesproken dat er in de veehouderij in 2020 ten minste 30% minder uitstoot van broeikasgas zal zijn ten opzichte van het referentiejaar 1990. Een deel van die reductie is reeds autonoom behaald (zonder bewuste sturing op broeikasgasemissie), maar voor de resterende reductie zal extra inspanning geleverd moeten worden. Het project K&K heeft zich tot doel gesteld om de 30% reductie voor broeikasgassen reeds te realiseren aan het eind van 2013.

Daarnaast is er binnen het thema "Gasvormige emissies" van K&K nog een tweede doelstelling vastgelegd, namelijk een reductie van de ammoniakemissie. De ammoniakemissie in de Nederlandse melkveehouderij is sinds 1990 sterk gedaald, maar deze daling is in de jaren na 2005 praktisch gestagneerd (Figuur 2). Het Europees vastgestelde emissieplafond voor de Nederlandse landbouw van 96 kiloton ammoniak per jaar kan daardoor beperkend worden. Verschillende sectoren moeten maatregelen treffen, waaronder de melkveehouderij die verantwoordelijk is voor ca. 45% van de ammoniakemissie uit de landbouw. Uit een verkennende studie bleek dat de emissie in 2020, rekening houdend met 10-15% groei van de nationale melkproductie, gereduceerd moeten worden naar ca. 3,2 kg NH_3 per 1000 kg meetmelk, om te kunnen voldoen aan het emissieplafond. De voorloperbedrijven van K&K hebben zich daarbij tot doel gesteld om gemiddeld deze emissie van 3,2 kg NH_3 per 1000 kg meetmelk eind 2013 te behalen.



Figuur 2: Ammoniakemissie in Nederland totaal, de Nederlandse landbouw en de Nederlandse melkveehouderij, in kiloton per jaar [naar: Van Bruggen et al., 2012]

In aanloop naar 2013 worden jaarlijks tussendoelen gedefinieerd in de BOP's, en op basis van de BOP's worden de praktische implicaties van deze reductiedoelstellingen getest. Daarbij wordt niet alleen gekeken naar de praktische haalbaarheid van maatregelen, maar ook naar de kosten, de effectiviteit en de afwenteling op andere gebieden zoals stikstofefficiëntie, fosfaatbenutting en het bedrijfseconomisch resultaat.

1.5 Opbouw rapport

Een nauwkeurige rekenmethodiek voor het vaststellen van de bedrijfsemissies ontbrak anno 2009. Het eerste doel binnen het thema gasvormige emissies was daarom het vaststellen van een praktijkwaardige methodiek om de gasvormige emissies per bedrijf te kunnen berekenen. Deze methodiek wordt beschreven in een separaat rapport.

Met behulp van de genoemde rekenmethodiek is in hoofdstuk 2 in beeld gebracht wat bij aanvang van het thema in 2009 de situatie was op de pilotbedrijven op het gebied van gasvormige emissies. Door deze emissietotalen te vergelijken met de referentienorm worden de aanpassingen in de bedrijfsvoering, die (deels om andere redenen dan emissiereductie) in de loop der jaren reeds zijn gedaan en een reductie van de gasvormige emissies hebben veroorzaakt, in beeld gebracht. Deze "autonome" maatregelen op de voorloperbedrijven leveren een eerste set maatregelen die voor het gemiddelde Nederlandse bedrijf inzetbaar zijn om de gasvormige emissies te reduceren en in 2015 een vergelijkbaar resultaat te halen als op de voorloperbedrijven anno 2009.

In hoofdstuk 3 wordt beschreven welke maatregelen de voorloperbedrijven actief zijn gaan oppakken om de gasvormige emissies verder te reduceren. Het resultaat van deze maatregelen wordt getoond in de eerste resultaten van 2010 en 2011 in hoofdstuk 4. De bijkomende gevolgen van het doorzetten van deze reductiemaatregelen worden doorgerekend in hoofdstuk 5, zowel voor eventuele neveneffecten op milieugebied (N-, P-kringloop) als op het gebied van het economisch rendement van een melkveebedrijf.

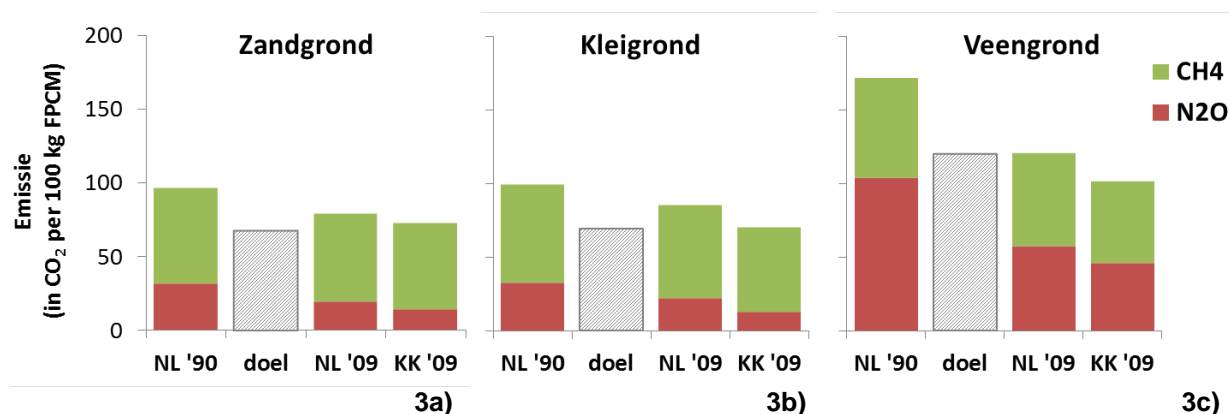
2 Uitgangssituatie

Met behulp van de in 2010 ontwikkelde rekenmethodiek voor gasvormige emissies is de uitgangssituatie voor de K&K-bedrijven berekend, zodat de reeds behaalde reductie ten opzichte van de referentie in beeld gebracht kan worden. De resultaten van de K&K-bedrijven zijn in beeld gebracht voor het jaar 2009, bij de start van het projectthema "Gasvormige emissies". Deze uitgangssituatie is vergeleken met de resultaten van het gemiddelde Nederlandse bedrijf, gebaseerd op de jaarlijks geregistreerde bedrijfsgegevens van melkveebedrijven uit de Bedrijfs-Informatienet (BIN) database van het LEI.

Bij vergelijking van bedrijfsemissies met referentiewaarden wordt rekening gehouden met de grondsoort, omdat emissies per grondsoort kunnen verschillen. Op veengrond is de N₂O-emissie bijvoorbeeld flink hoger dan op klei- of zandgrond, door de intrinsieke emissie vanuit het veen.

2.1 Broeikasgassen

De totale reductie van de emissie van lachgas (N₂O) en methaan (CH₄) in de Nederlandse melkveehouderij anno 2009 blijkt ten opzichte van de referentiewaarde van 1990 bijna 19% te zijn. Voor het gemiddelde K&K-bedrijf is de totale reductie gemiddeld zelfs bijna 29%. Daarmee lijkt de reductiedoelstelling van 30% erg dichtbij, maar dat wil niet zeggen dat de doelstelling ook gemakkelijk te bereiken is; mogelijk is de "snelle klap" al gemaakt en wegen de laatste loodjes het zwaarst.



Figuur 3: Emissie van lachgas (N₂O) en methaan (CH₄), uitgedrukt in CO₂-equivalenten per 100 kg FPCM, uitgesplitst naar a) kleigrond; b) zandgrond; en c) veengrond. Per grondsoort worden achtereenvolgens de resultaten getoond van het gemiddelde Nederlandse melkveebedrijf in 1990, het emissiedoel (-30% t.o.v. 1990) en de situatie in 2009 voor zowel het gemiddelde Nederlandse bedrijf als het gemiddelde Koeien & Kansen-bedrijf.

In figuur 3 is te zien dat het grootste deel van de emissiedaling een reductie van de N₂O emissie betreft. De emissie van N₂O is op het gemiddelde melkveebedrijf in Nederland met ca. 38% gedaald ten opzichte van 1990. Door het instellen van bemestingsnormen voor N (en fosfaat) om nitraat-uitspoeling te beperken, is de N belasting in de loop der jaren gedaald en daarmee ook de emissie van N₂O. Binnen K&K is extra actief op de N efficiëntie gestuurd, waardoor de gemiddelde reductie van N₂O op deze bedrijven maar liefst 56% is ten opzichte van de referentie in 1990.

De reductie van de CH₄ emissie blijft achter ten opzichte van lachgas. Het gemiddelde melkveebedrijf in Nederland heeft (zonder dat er bewust op een reductie van CH₄ is gestuurd) een afname van ca. 7% behaald ten opzichte van referentiejaar 1990. Voor K&K is een grotere autonome reductie behaald van gemiddeld ca. 12%.

2.1.1 Projectdoel broeikasgassen

Om een verdere afname van de totale broeikasgasemissie in de melkveehouderij te bereiken, zal er met name op CH₄ gestuurd moeten worden waarbij het van belang is de reeds behaalde reductie van de N₂O emissie te consolideren.

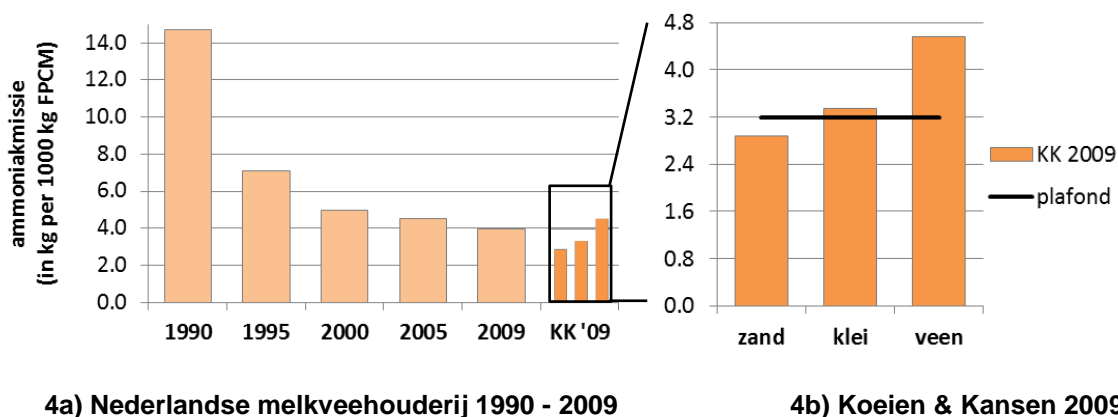
Voor de K&K-bedrijven betekent dat de volgende specificering van de eerder genoemde doelstelling van 30% reductie op broeikasgassen:

- het behouden van de behaalde reductie van 56% op N₂O emissie ten opzichte van 1990
- een reductie van de CH₄ emissie met ca. 16%: van 12% naar 14% ten opzichte van 1990

Indien aan beide voorwaarden voldaan wordt, is de gemiddelde reductie van de N₂O- en CH₄-emissie samen 30% ten opzichte van 1990.

2.2 Ammoniak

De individuele bedrijfsresultaten van de Koeien & Kansen bedrijven zijn doorgerekend met behulp van de rekenmethodiek BEA (Bedrijfsspecifieke Emissie van Ammoniak). De BEA berekent met behulp van de aangeleverde bedrijfsgegevens de N-excretie van de veestapel op jaarbasis, en het deel van de N-excretie dat kan vervluchtigen als ammoniak (Totaal Ammoniakaal Stikstof, TAN). Met dezelfde rekensystematiek is door het CVB de ammoniakemissie voor de Nederlandse melkveehouderij berekend (Van Bruggen et al., 2012). Deze Nederlandse gemiddelde emissie in de jaren 1990 – 2009 staat in Figuur 4 weergegeven met daarnaast de resultaten van de K&K-bedrijven in 2009 (onderverdeeld naar grondsoort). Om in 2020 onder het landelijke emissieplafond te blijven is geschat dat de emissie maximaal ca. 3,2 kg NH₃ per 1000 kg FPCM mag zijn (zie ook paragraaf 1.4). Gemiddeld zitten de K&K-bedrijven rond dit geschatte plafond (Figuur 4b).



Figuur 4: Ammoniakemissie volgens CVB (kg per 1000 kg FPCM) voor het gemiddelde Nederlandse melkveebedrijf in de periode 1990 – 2009 (4a). Daarnaast de gemiddelde emissie op K&K-bedrijven in 2009, uitvergroot in 4b, met het voor de K&K-bedrijven vastgestelde emissieplafond van 3,2 kg NH₃ per 1000 kg FPCM.

2.2.1 Projectdoel ammoniak

Zoals te zien in Figuur 4 verschilt de hoogte van de ammoniakemissie binnen K&K per grondsoort. De emissie op individuele K&K-bedrijven varieert nog sterker, tussen de 2,4 en 5,1 kg NH₃ per ton FPCM. Het doel van 3,2 kg NH₃ per ton FPCM lijkt daardoor niet reëel voor alle bedrijven. Om ieder bedrijf toch uit te dagen, is als projectdoel gesteld een emissiereductie te behalen van nog eens 10% ten opzichte van de individuele bedrijfssituatie in 2009. Dat is vooral voor de bedrijven die al laag zitten zeer ambitieus, maar door dit na te streven zal de gemiddelde emissie van het project K&K tevens onder de 3,2 kg NH₃ per ton FPCM uitkomen.

3 Maatregelen

De in hoofdstuk 2 beschreven uitgangssituatie voor gasvormige emissies ten opzichte van de gestelde doelen is autonoom behaald, dus zonder bewuste instelling van specifieke maatregelen gericht op het verminderen van CH₄, N₂O en NH₃ emissie. Deze autonome emissiedaling is behaald door sturing op andere kengetallen, zoals een verlaging van de nitraatuitspoeling of een verbetering van de voerefficiëntie en deze maatregelen worden besproken in paragraaf 3.1. De volgende stap in emissiereductie is het vaststellen van een voor elk K&K-bedrijf specifiek plan op het gebied van reductie van gasvormige emissies. Daarvoor zijn alle veehouders met hun adviseur eind 2010 aan de slag gegaan om specifieke doelstellingen en maatregelen te kiezen, passend bij hun eigen specifieke bedrijfssituatie. In paragraaf 3.2 worden deze specifieke maatregelen voor de bedrijfsontwikkelingsplannen 2011-2013 behandeld.

3.1 Autonome maatregelen

In het bedrijfsmanagement van de K&K-bedrijven zijn vóór 2009 maatregelen toegepast om doelstellingen te halen die niet gerelateerd zijn aan gasvormige emissies. Daarbij zitten ook maatregelen die als neveneffect de gasvormige emissies hebben verlaagd. Deze verlaging van de emissie wordt de "autonome emissiereductie" genoemd. Vooral op het gebied van de N-kringloop (lachgas en ammoniak) zijn deze maatregelen erg succesvol geweest. Deze maatregelen kunnen als basis ingezet worden in de Nederlandse melkveehouderij, zodat landelijk een even goed resultaat behaald wordt als binnen K&K.

De sterke punten van de voorloperbedrijven die hebben geleid tot deze autonome emissiereductie zijn vooral gericht op een efficiënte N-kringloop. Door in het verleden te focussen op het beperken van het N-overschot en het optimaliseren van de N-kringloop, is de lachgasemissie op de voorloperbedrijven een stuk lager dan op het gemiddelde Nederlandse bedrijf. Een praktische meetlat op dit gebied is de BEX, de bedrijfsspecifieke excretieberekening. Bedrijven die goed scoren op de N-kringloop in de BEX, zullen ook een goede basis hebben voor lachgasreductie. Maatregelen die van belang zijn voor een goede BEX zijn een optimale voerefficiëntie, een optimale gewasopbrengst en een laag jongvee-aandeel (zie ook Tabel 1).

Tabel 1 Autonome maatregelen die geleid hebben tot reductie van gasvormige emissies op K&K-bedrijven

| | |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Optimale voerefficiëntie</i> | Met relatief weinig input een hoge melkproductie behalen met lage verliezen in mest en urine. |
| <i>Optimale gewasopbrengst</i> | Optimalisatie van bemesting voor een verbetering van de gewasopbrengst en verlaging van verliezen. |
| <i>Laag jongvee-aandeel</i> | Verhoging van het productieve aandeel van de veestapel (de melkgevende koppel) geeft relatief minder emissie per kg product. |

3.1.1 Optimale voerefficiëntie

Door met zo weinig mogelijk input (van N) een zo hoog mogelijke melkproductie per koe te behalen wordt het N-overschot verkleind. Concreet betekent dit een verbetering van de ruwvoer kwaliteit (teelt, oogst en conservering) en een betere verteerbaarheid van het rantsoen. Door een verbetering van de ruwvoer kwaliteit (meer ruw eiwit, betere verteerbaarheid) neemt de voerefficiëntie toe.

3.1.2 Optimale gewasopbrengst

Door de bemesting van percelen te optimaliseren (toepassen van andere meststoffen, mestscheiding, betere timing van toediening mest, etc.) kan de grasopbrengst verbeteren, zowel kwantitatief als kwalitatief. Door een verbetering van de benutting van meststikstof lekt minder N weg als N₂O of NH₃. Door nieuwe grassoorten toe te passen of de kwaliteit van de grasmat te verbeteren, stijgt de gewasopbrengst en de voerkwaliteit en voerefficiëntie (minder CH₄ emissie en efficiëntere N-kringloop). Negatief bijeffect van graslandvernieuwing is het vrijkomen van N₂O uit de bodem (bij scheuren van grasland).

3.1.3 Laag jongvee-aandeel

Door een langere levensduur zijn in totaal minder melkkoeien en minder jongvee nodig voor een gelijke productie. Het jongvee is een categorie dieren die noodzakelijk is voor de bedrijfsvoering (aanwas), maar nog niet in productie is en wel gasvormige emissies produceert. Op bedrijven die zich hebben gericht op groei, waarbij het aantal stuks jongvee ten opzichte van melkvee is toegenomen, neemt om dezelfde reden de uitstoot van gasvormige emissies tijdelijk toe.

3.2 Specifieke maatregelen

3.2.1 Methaan

Voor CH₄ zijn specifieke rantsoenmaatregelen gerelateerd aan een relatieve verhoging van de propionzuurproductie in de pens (relatief ten opzichte van de azijn- en boterzuurproductie). Hierdoor vermindert het waterstofoverschot in de pens en wordt minder CH₄ geproduceerd. Dit kan bereikt worden door een verhoging van het aandeel zetmeel en een verlaging van het aandeel celwanden, bijvoorbeeld door een groter aandeel snijmaïs in het ruwvoerrantsoen of door aanpassing van de grondstoffsamenstelling van krachtvoer. Daarnaast draagt een verhoging van het aandeel pensbestendige energie (vet, bestendig zetmeel) en pensbestendig eiwit bij aan een vermindering van de CH₄ emissie. Met pensbestendige nutriënten wordt de melkproductie ondersteund zonder toename van de fermentatie in de pens.

Voor verschillende voedermiddelen is op basis van de samenstelling (zoals de verhouding tussen zetmeel en celwanden) in een model voor pensfermentatie (Bannink et al) berekend wat de verwachte CH₄ emissie zal zijn (Tabel 2).

Tabel 2 Methaanemissie in g/kg drogestof (DS) voor enkele krachtvoergrondstoffen en bijproducten voor melkveerantsoenen (naar Smink et al. 2003)

| | Methaan (g/kgDS) | | Methaan (g/kgDS) |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| Krachtvoergrondstoffen | | Vervolg krachtvoergrondstoffen | |
| Bietenpulp, <100 suiker | 27,9 | Raapzaadschroot | 23,3 |
| Bietenpulp, 150-200 suiker | 28,2 | Rijstevoermeel, RAS<90 | 14,2 |
| Citruspulp | 33,2 | Sojabonen, verhit | 13,9 |
| Erwten | 25,1 | Sojaschillen, RC320-360 | 21,1 |
| Gerst | 26,7 | Sojaschroot, RC50-70 | 17,4 |
| Grondnotenschilfers, ontdopt | 20,3 | Sojabest, Mervo | 12,8 |
| Haver | 21,5 | Sojabest, Rumi | 12,2 |
| Katoenzaadschroot, ontdopt | 16,5 | Sojabest, Soypass | 12,5 |
| Kokosschilfers | 20,3 | Tapioca | 25,1 |
| Lijnzaadschilfers | 18,0 | Tarwe | 26,3 |
| Lupinen | 24,9 | Tarwegries | 21,6 |
| Mais | 16,9 | Tarwezemelgrint | 22,2 |
| Maisglutenvoer | 20,5 | Zonneblzshr, ged ontdopt | 17,2 |
| Melasse, biet | 38,9 | | |
| Melasse, riet | 38,3 | Bijproducten | |
| Vinasse | 30,0 | Bierbostel | 14,9 |
| Millet (gierst) | 19,0 | Bietenperspulp | 27,6 |
| Paardebonen | 24,4 | Maisglutenvoer | 20,9 |
| Palmpitschilfers, RC>200 | 15,0 | GPS | 14,3 |

Het aanpassen van de voeding ter reductie van de CH₄ emissie heeft ook enkele nadelen. Zo zal het risico op pensverzuring toenemen bij een overmaat aan zetmeel en een verlaging van de hoeveelheid structuur in het rantsoen. Dit zorgt voor een productiedaling en gezondheidsproblemen, waarmee de maatregel juist averechts werkt. Daarnaast zijn herkauwers uitermate geschikt om het voor de mens onverteerbare cellulose om te zetten in hoogwaardig voedsel. Door het structuuraandeel te verlagen,

het aandeel zetmeel of vet te verhogen, of het pensbestendige deel in het rantsoen te vergroten, wordt dit voordeel verminderd.

Tenslotte kunnen additieven de productie van CH₄ in de pens mogelijk verminderen, zoals bijvoorbeeld gisten, essentiële oliën, tanninen, onverzadigde vetzuren, sulfaat en nitraat. De effectiviteit van additieven, met name bij langdurige toepassing, is nog onzeker. De ontwikkelingen op dit gebied worden echter in de gaten gehouden, om uiteindelijk naast de behaalde reductie via managementmaatregelen nog een aanvullende reductie te kunnen geven.

3.2.2 Lachgas

De uitstoot van N₂O kan gereduceerd worden door lekken in de stikstofkringloop te voorkomen en de stikstofbenutting te optimaliseren. Met name mest- en bodemgebruik zijn hierop van invloed: de temperatuur, de vochtigheidsgraad en de pH van de grond, drainagesystemen, het gewastype en groeistadium, etc.

3.2.3 Ammoniak

De NH₃-uitstoot is te verminderen door enerzijds de N excretie te verminderen en anderzijds maatregelen toe te passen op het gebied van mest en bemesting. De N-excretie kan verminderd worden door een verbetering van de benutting van stikstof uit voedermiddelen en het verlagen van de overmaat aan N in het rantsoen, kortom, "precision-feeding". Door het rantsoen nauwkeurig te monitoren en aan te passen aan de behoeften van de koe (hoog- versus laagproductief, droogstaand, etc.) wordt de stikstofbenutting verbeterd. Tevens wordt zorg gedragen voor twee voorwaarden voor een optimale productie: optimale gezondheid en vruchtbaarheid. Dit betekent voor een (melkvee)rantsoen in grote lijnen twee dingen:

- een verlaging van de onbestendig eiwit balans (OEB) om zoveel mogelijk N in de pens te benutten en om te zetten in microbieel eiwit;
- en een verlaging van de hoeveelheid darmverteerbaar eiwit (DVE) ten opzichte van energie (VEM), zodat het verteerde eiwit zoveel mogelijk benut wordt voor de melkproductie.

Op het gebied van mest en bemesting kan gestreefd worden naar het verminderen van het contact tussen mest en urine (bijvoorbeeld door beweiding toe te passen of een emissiearm vloertype te gebruiken) en optimalisatie in het moment van bemesting voor maximale N opname door het gewas.

3.3 Individuele toepassing

Eind 2010 en begin 2011 zijn alle K&K-bedrijven door projectmedewerkers bezocht om de inhoudelijke achtergrond van de gasvormige emissies te bespreken, de uitgangssituatie in kaart te brengen en mogelijke maatregelen voor verdere reductie te inventariseren. Afgesproken is dat alle deelnemers maatregelen kiezen om CH₄ te reduceren en, afhankelijk van de bedrijfssituatie, voor NH₃ en N₂O aanvullende maatregelen kiezen. In Tabel 3 staan een aantal maatregelen opgesomd die ingezet kunnen worden om de CH₄ emissie te reduceren, met daarbij een kwalitatieve inschatting van het effect op N₂O en NH₃. Ieder K&K-bedrijf heeft uit de verschillende mogelijkheden een maatregelenpakket samengesteld dat past bij de eigen bedrijfssituatie en bedrijfsdoelstellingen zoals omschreven in het individuele bedrijfsontwikkelingsplan (BOP) voor de komende jaren.

Op bedrijf 16 wordt gestreefd naar handhaving van de behaalde resultaten omdat reeds goed gescoord is (CH₄ -21%, N₂O -54% en NH₃ -25%) en een verdere reductie op dit moment in combinatie met de eigen milieudoelstellingen (waaronder een reductie van de fosfaatexcretie) lastig is.

Tabel 3 Mogelijke maatregelen ter reductie van de methaanemissie in de melkveehouderij, met daarbij een kwalitatieve inschatting van het effect op ammoniak- en lachgasemissie

| Mogelijke maatregelen ter reductie methaanemissie | Effect op emissie | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| | ammoniak ¹ | lachgas ¹ |
| <i>Voermanagement</i> | | |
| Rantsoensamenstelling (meer vet, zetmeel, etc.) | + | +/- |
| Hogere voerefficiëntie (voeren op behoefte) | + | + |
| Mais later oogsten voor meer bestendig zetmeel | +/- | +/- |
| Meer snijmaïs en/of MKS in rantsoen | +/- | +/- |
| Vermijden van suikerrijke bijproducten | +/- | +/- |
| Methaan-arme krachtvoersamenstelling | +/- | +/- |
| Additieven (etherische oliën) | +/- | +/- |
| Graskwaliteit verbeteren | +/- | +/- |
| Vorbewerken graskuil | + | +/- |
| <i>Melkveemanagement</i> | | |
| Hogere melkproductie per koe | + | + |
| Aandeel melkgevende dieren omhoog | + | + |
| Kortere tussenkalf tijd | + | + |
| Lager vervangingspercentage: minder jongvee | + | +/- |
| <i>Bedrijfsmanagement</i> | | |
| Hogere bedrijfsefficiëntie, verbetering alle kringlopen | + | + |
| Stoppen met beweiding (géén vers gras in het rantsoen, bemesting) | - | +/- |
| Samenwerking met akkerbouw: mestbenutting, teelt voedergewassen | + | +/- |
| Biogas productie uit mest | +/- | +/- |

¹Verbetering (reductie) van de ammoniak- en lachgasemissies is aangegeven met een "+"; verslechtering met een "-"; gelijkblijvende emissie met "+/-"

In Tabel 4 zijn de individuele doelstellingen en de daarbij gekozen maatregelen uit de BOP's voor 2011 samengevat per bedrijf. Deze maatregelen werden in 2011 toegepast om de in hoofdstuk 2 benoemde doelstellingen te behalen.

Tabel 4 Samenvatting geplande maatregelen met een (in)direct gevolg op de broeikasgasemissie op de Koeien & Kansen-bedrijven, gebaseerd op de Bedrijfsontwikkelingsplannen (BOP) voor 2011

| Veehouder | Maatregelen in BOP | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------------------------------------|--------------|--------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|-----------------------|-----------------|----------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------|-------------------------|---------------------|------------------|---------------|
| | Doel emissiereductie 2011 t.o.v. 2009* | | | Rantsoen | | | | Vee | | | | Gewas | | | | | | | |
| | CH4 reductie | N2O reductie | NH3 reductie | Methaanarm krachtvoer | Optimalisatie melkveerantsoen | Optimalisatie jongveerantsoen | Meer snijmais | Meer maïskolvensilage | Meer bierbostel | Tarwegistconcentraat | GPS telen en voeren | Verbeteren vruchtbaarheid | Minder jongvee aanhouden | Huisvesting verbeteren | Meer melk per koe | Optimaliseren bemesting | Graslandvernieuwing | Minder kunstmest | Mestscheiding |
| 01 | 2% | Handhaven | 2% | | | | | | | | | | | | | | X | | X |
| 02 | 3% | 5% | Handhaven | | | | | | | | | | | | | X | | X | |
| 03 | 3% | Handhaven | Handhaven | | | | | | | | | | | X | | | X | | |
| 04 | 2% | Handhaven | 3% | X | | | X | | | | | | | | | | | | X |
| 05 | 3% | Handhaven | Handhaven | X | | | X | | | | | | X | | | | | | |
| 06 | 3% | Handhaven | 5% | | X | | X | | | | | | | | | X | | | X |
| 07 | 2% | Handhaven | 2% | X | | | X | X | | | | | | | | | | | X |
| 08 | 3% | Handhaven | Handhaven | | | | | | | | X | X | | | | X | | | |
| 09 | 2% | Handhaven | Handhaven | | | | | | X | | | X | | | | | | | |
| 10 | 3% | 3% | 2% | X | | | | | | X | | | | | | | X | | |
| 11 | 2% | 3% | 3% | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 2% | Handhaven | Handhaven | | X | | | | | | | | | X | | | | | |
| 13 | 3% | Handhaven | 2% | X | X | | | | | | | | X | | | | | | X |
| 14 | 2% | Handhaven | 8% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 2% | Handhaven | 3% | | | | | | X | | | X | X | | | X | | | |
| 16 | Handhaven | Handhaven | Handhaven | | | | | | | | | | | | | | | | |

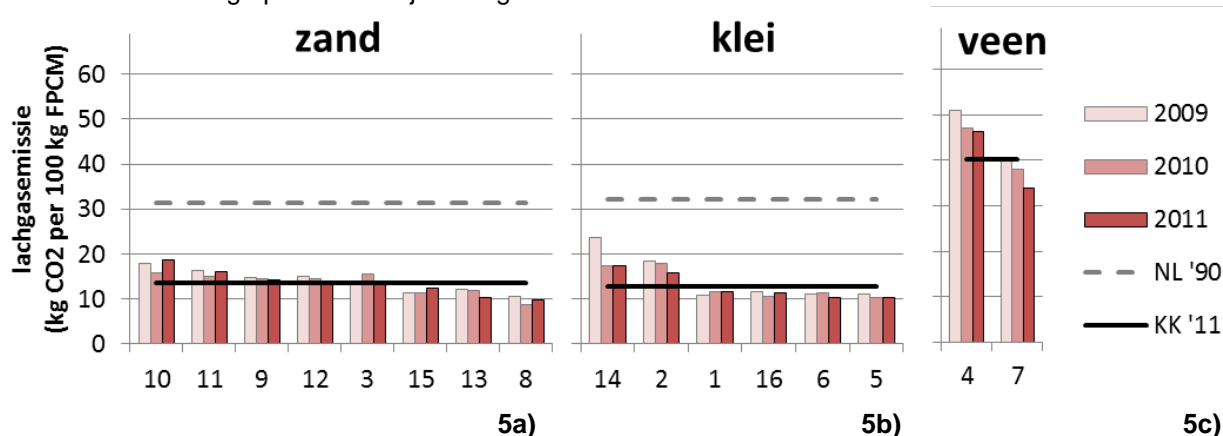
*betreft een absoluut reductiepercentage (v.b. in 2009 was de reductie t.o.v. 1990 10%; dan betekent 2% extra reductie dat gestreefd wordt naar 12% reductie in 2011)

4 Resultaat maatregelen

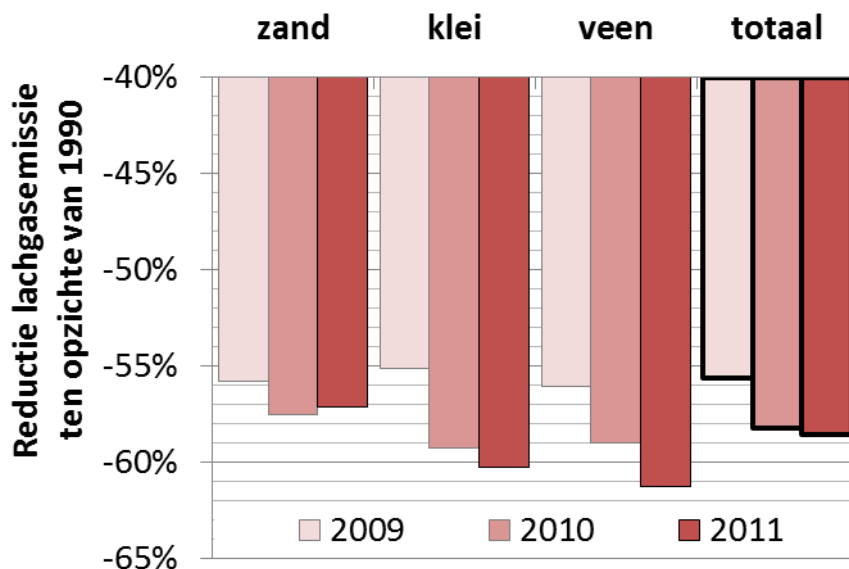
Aan de hand van de individuele bedrijfsontwikkelingsplannen zijn in 2011 op alle K&K-bedrijven maatregelen toegepast ter reductie van de gasvormige emissies. Het resultaat daarvan op de bedrijfsemissies in 2011 ten opzichte van 2009 en 2010 zijn in dit hoofdstuk weergegeven.

4.1 Lachgas

Voor de N₂O emissie zijn de resultaten van de bedrijven weergegeven in Figuur 5. In deze figuur is te zien dat alle individuele K&K-bedrijven een N₂O emissie hebben die ruim lager is dan het landelijk gemiddelde van 1990 (onderbroken grijze lijn). De meeste bedrijven hebben hun lachgasemissie in de periode 2009-2011 kunnen handhaven. De twee veenbedrijven hebben een flinke afname van de N₂O emissie bereikt. De bedrijven 2, 10 en 11 werken aan het verder beperken van de N₂O emissie omdat er naar verwachting op deze bedrijven nog een effect te behalen is.



Figuur 5 Reductie van de lachgasemissie (N₂O, uitgedrukt in CO₂-equivalenten per 100 kg FPCM) ten opzichte van de emissie in het referentiejaar 1990, uitgesplitst naar a) kleigrond; b) zandgrond; en c) veengrond. Per bedrijf worden achtereenvolgens de resultaten getoond van 2009, 2010 en 2011 waarbij tevens de referentie-emissie van 1990 (onderbroken grijze lijn) en de gemiddelde emissie op Koeien & Kansen-bedrijven in 2011 (zwarte lijn) per grondsoort staan weergegeven. NB: voor veengrond valt de referentie-emissie van 1990 buiten de figuur, met 104 kg CO₂ per 100 kg FPCM.

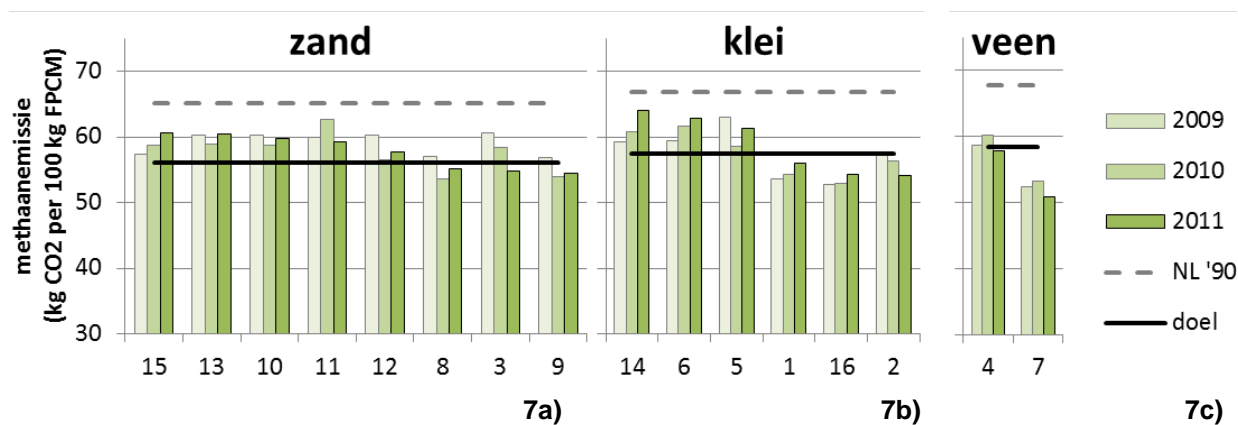


Figuur 6 Gemiddelde lachgasemissiereductie bereikt binnen Koeien & Kansen, onderverdeeld naar grondsoort (zand, klei, veen) met daarnaast een totaal gemiddelde, *gewogen* naar landelijke verhouding in grondsoorten ("totaal").

Het handhaven van de goede resultaten voor de lachgasemissie is op de K&K-bedrijven van 2009 naar 2011 met een reductie van 56% naar 59% goed gelukt (Figuur 6). Dat neemt niet weg dat de beide veenbedrijven ook nog een flinke emissiereductie van 56% naar 61% hebben gerealiseerd. De bedrijven op zand en klei hebben prima gehandhaafd met respectievelijk een geringe gemiddelde verbetering van 56% naar 57% en een geringe gemiddelde verslechtering van 61% naar 60% reductie van de lachgasemissie. Hierbij hebben de veehouders profijt van hun kennis en ervaring met het behalen van een efficiënte N kringloop zoals ze al jaren gewend zijn.

4.2 Methaan

De resultaten van de individuele bedrijven op het gebied van CH₄ emissie zijn gerangschikt per grondsoort in Figuur 7. In deze figuur is te zien dat de helft van de bedrijven een iets hogere CH₄ emissie had in 2010 dan in 2009, en de helft van de bedrijven (met name de zandbedrijven) een lagere. Aangezien er in 2010 nog niet specifiek is gewerkt aan de aanpak van de methaanemissie, is dit resultaat een afspiegeling van de autonome reductie van de methaanemissie binnen de K&K-bedrijven. In 2011 is de emissie echter bij 11 bedrijven weer wat gestegen, ondanks de gemaakte plannen voor emissiereductie van CH₄. De uitstoot van CH₄ lijkt vooralsnog wat minder goed te sturen of te beheersen.



Figuur 7 Reductie van de methaanemissie (CH₄, uitgedrukt in CO₂-equivalenten per 100 kg FPCM) ten opzichte van de emissie in het referentiejaar 1990, uitgesplitst naar a) kleigrond; b) zandgrond; en c) veengrond. Per bedrijf worden achtereenvolgens de resultaten getoond van 2009, 2010 en 2011 waarbij tevens de referentie-emissie van 1990 (onderbroken grijze lijn) en het emissiedoel (-14% t.o.v. 1990, zwarte lijn) per grondsoort staan weergegeven.

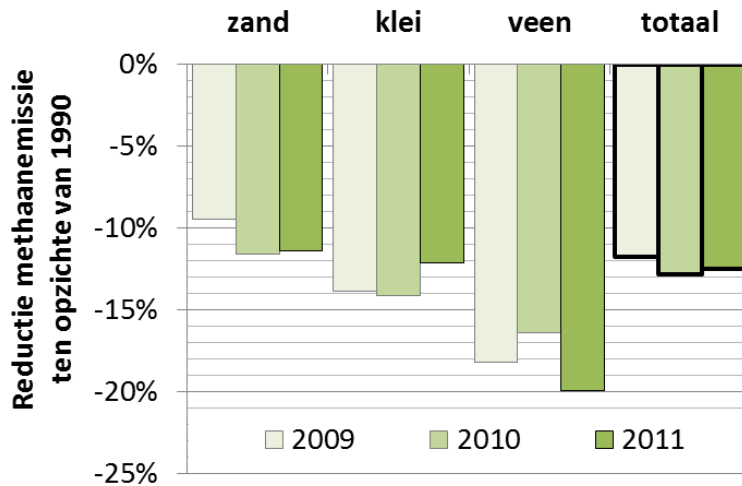
Gemiddeld lijkt de emissiereductie op de 2 veenbedrijven het grootst (Figuur 8), maar dit beeld is vertekend doordat op bedrijf 7 geen jongvee wordt gehouden. De methaanuitstoot uit vee is daarmee lager dan op gesloten bedrijven.

Uit deze eerste analyse blijkt dat de methaanemissie op vrijwel alle bedrijven nog een stuk gereduceerd zal moeten worden, om aan de doelstelling voor broeikasgasreductie te voldoen. In de praktijk blijkt het lastig om maatregelen om de methaanemissie te reduceren consequent en goed toe te passen. Hiervoor zijn een aantal redenen te noemen:

- Er is nog minder gevoel bij het reduceren van methaan, ten opzichte van de ervaring die de veehouders al hebben met de stikstofkringloop; bovendien is er geen direct beschikbaar meetgetal waarmee de methaanemissie direct gemonitord kan worden.
- De voermaatregelen hebben niet alleen betrekking op aan te kopen voer (krachtvoer), maar ook op ruwvoer. Ruwvoer beslaat het grootste deel van het rantsoen, en de kwaliteit en beschikbaarheid is daarbij sterk afhankelijk van de grondsoort en de weersomstandigheden. De invloed die door de veehouder op het ruwvoerrantsoen kan worden uitgeoefend is daardoor relatief beperkt ten opzichte van de grootte van de aanpassing die men zou willen bereiken om een effect te krijgen in de methaanemissie.
- Sturen op voerefficiëntie en duurzaamheid van de veestapel is een maatregel die aanspreekt, maar vaak pas resultaat op de middellange termijn geeft. De maatregelen die op dit gebied getroffen worden hebben namelijk betrekking op het jongveeaandeel, fokkerij, gezondheidsstatus.

In Koeien & Kansen-rapport 67 ("Implementatie maatregelen ter reductie gasvormige emissies in de melkveehouderij") worden verdere ervaringen van de veehouders met de maatregelen en de resultaten besproken.

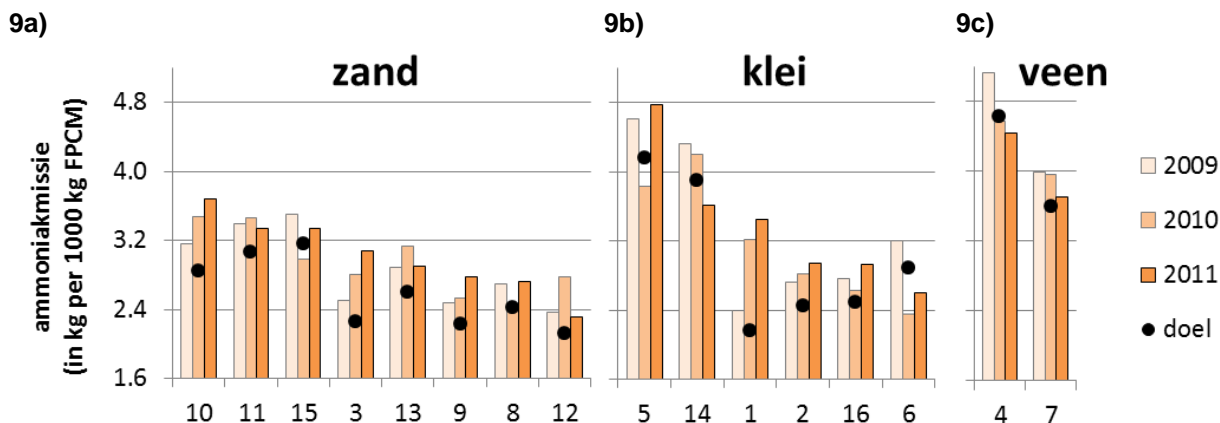
Voor eind 2013 streven de bedrijven naar een gemiddelde methaanreductie van 14% bij een gelijkblijvende lachgasreductie ten opzichte van 1990. In 2011 was de (gewogen) gemiddelde reductie ca. 12,5%.



Figuur 8 Gemiddelde methaanemissiereductie bereikt binnen Koeien & Kansen, onderverdeeld naar grondsoort (zand, klei, veen) met daarnaast een totaal gemiddelde, gewogen naar landelijke verhouding in grondsoorten ("totaal").

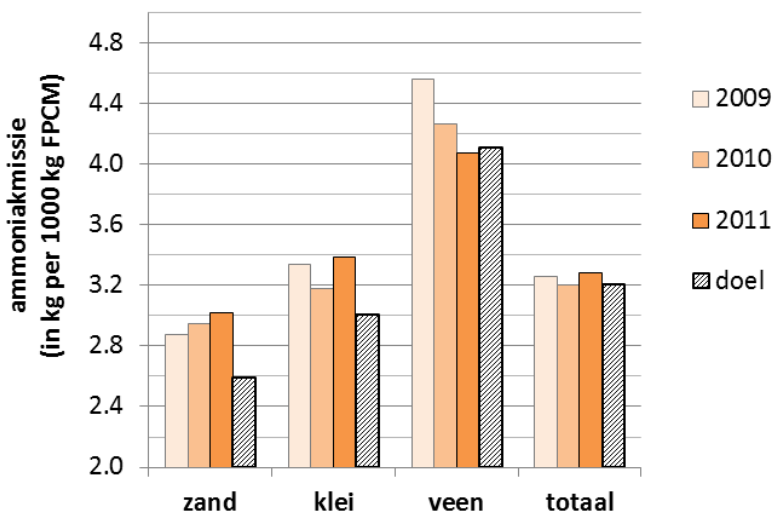
4.3 Ammoniak

In Figuur 9 zijn de resultaten getoond van de NH₃ emissie op de 16 K&K-bedrijven in de jaren 2009, 2010 en 2011. Met een zwarte stip is daarbij per bedrijf aangegeven waar de individuele bedrijfsdoelstelling ligt (10% reductie t.o.v. het bedrijfsresultaat in 2009). Op basis van deze BEA calculatie is de NH₃ emissie in 2010 voor de meeste bedrijven gedaald ten opzichte van 2009, maar in 2011 weer licht gestegen. De bedrijven 15, 8 en 5 hadden in 2010 hun bedrijfsdoelstelling behaald maar zijn dat resultaat in 2011 weer kwijtgeraakt. Bedrijven 6 en 4 hebben zowel in 2010 als 2011 hun bedrijfsdoel behaald, bedrijf 14 heeft het in 2011 gehaald. Voor de meeste bedrijven geldt echter dat de emissies nog flink teruggedrongen moeten worden om de doelen te behalen. Negen bedrijven (bedrijf 10, 11, 15, 13, 14, 1, 6, 4 en 7) hebben aangegeven dat zij maatregelen willen treffen om de NH₃ emissie op hun bedrijf verder aan te pakken.



Figuur 9 De ammoniakemissie in de jaren (in kg NH₃ per 1000 kg FPCM) op K&K-bedrijven, uitgesplitst naar a) kleigrond; b) zandgrond; en c) veengrond. Per bedrijf worden achtereenvolgens de resultaten getoond van 2009, 2010 en 2011, en het bedrijfsspecifieke emissiedoel van 10% reductie ten opzichte van de individuele uitgangssituatie in 2009 (zwarte punten).

De gemiddelde ammoniakemissie van de K&K-bedrijven in 2011 komt overeen met de projectdoelstelling van 3,2 kg ammoniak per 1000 kg FPCM (Figuur 10). Echter, uitgaande van de bedrijfsgebonden doelstelling van 10% reductie ten opzichte van 2009 is de doelstelling niet gehaald met uitzondering van de veenbedrijven. De doelstelling van de zand en klei bedrijven ligt dan ook (ver) beneden 3,2 kg NH₃ per 1000 kg FPCM. De reden is de lage ammoniakemissie van deze bedrijven in 2009. Kennelijk is het niet eenvoudig om die ammoniakemissie verder te verlagen.



Figuur 10 Gemiddelde ammoniakemissie binnen Koeien & Kansen in 2009, 2010 en 2011, onderverdeeld naar grondsoort (zand, klei, veen) en over het hele project. Tevens is grijs gearceerd het doel aangegeven (10% reductie t.o.v. de emissie in 2009).

5 Neveneffecten

De verschillende managementmaatregelen die door de veehouders gehanteerd zullen worden, hebben naast een effect op de gasvormige emissies vaak ook neveneffecten op andere gebieden. De gevolgen van besproken maatregelen op de fosfaat- en stikstofbenutting, bouwplan, opbouw veestapel en economisch resultaat van de veehouder worden in dit hoofdstuk besproken.

5.1 Fosfaat en stikstofexcretie

Een belangrijk onderdeel van de maatregelen op het gebied van methaanemissie en ammoniakemissie heeft zijn effect via een aanpassing in het rantsoen. Een verandering in de rantsoensamenstelling zal gevolgen kunnen hebben voor andere excreties die met name vanuit het rantsoen bepaald worden: de fosfaat- en stikstofbenutting. Zo hebben bepaalde voedermiddelen die de methaanemissie verlagen een hoog gehalte fosfaat, wat de fosfaatbenutting zou kunnen verminderen. Uit tabel 5 blijkt echter dat het fosfaatgehalte in het rantsoen in de periode 2009-2011 gemiddeld is gedaald, evenals de fosfaatexcretie. De fosfaatbenutting op bedrijfsniveau is daarmee gestegen. De stikstofbenutting is eveneens licht verbeterd, terwijl de eiwitgehalten in het rantsoen op bedrijfsniveau weinig zijn veranderd. Het streven naar een reductie van de gasvormige emissies lijkt daarmee vooralsnog geen negatief effect te hebben op de fosfaat- of stikstofexcretie.

Tabel 5 Gemiddelde fosfaat- en stikstofbenutting Koeien & Kansen in de periode 2009-2011

| | Jaar | | |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|
| | 2009 | 2010 | 2011 |
| <i>Fosfaat</i> | | | |
| P gehalte rantsoen (g/1000 VEM*) | 3,96 | 3,78 | 3,76 |
| Fosfaatexcretie (kg/1000 kg FPCM) | 5,66 | 5,21 | 5,12 |
| Fosfaatbenutting (%) | 31,5% | 33,0% | 33,3% |
| <i>Stikstof</i> | | | |
| Eiwitgehalte rantsoen (g/1000 VEM*) | 161 | 159 | 162 |
| Stikstofbenutting (%) | 24,8% | 25,3% | 25,1% |

*de eenheid g/1000 VEM (voedereenheid melkvee, de netto energiewaarde van het voer) wordt gebruikt om de gehalten N en P te corrigeren voor de variatie in energiedichtheid van het rantsoen.

5.2 Grondgebruik

Behalve een reductie van gasvormige emissies, kan een aanpassing van de rantsoensamenstelling ook consequenties hebben voor het grondgebruik op bedrijfsniveau. Een toename van het aandeel snijmaïs in het rantsoen kan bijvoorbeeld gerealiseerd worden door aankoop van snijmaïs, maar ook door een aanpassing van het bouwplan. Bovendien hebben sommige maatregelen mogelijk een effect op het aandeel beweiding; voor het reduceren van de ammoniakemissie is extra beweiding gunstig, terwijl vers gras in het rantsoen de gasvormige emissies juist ongunstig kan beïnvloeden. In tabel 6 staan de kenmerken weergegeven. De bedrijfsintensiteit is gemiddeld iets toegenomen. De bedrijfsomvang (in ha) is vrijwel gelijk gebleven, maar het aandeel bouwland hierin is toegenomen, passend bij een toename in bedrijfsintensiteit en snijmaïsaandeel in het rantsoen. In 2009 pasten 13 van de 16 bedrijven beweiding toe. Drie van deze bedrijven zijn daar vanaf 2010 mee gestopt. Van de 10 bedrijven die ook in 2011 nog steeds beweidde, is het aantal maanden beweiding per jaar in deze periode afgenomen.

Tabel 6 Bouwplan en beweiding Koeien & Kansen in de periode 2009-2011

| | Jaar | | |
|----------------------------------|--------|--------|--------|
| | 2009 | 2010 | 2011 |
| <i>Bouwplan</i> | | | |
| Bedrijfsintensiteit (kg FPCM/ha) | 20.299 | 20.794 | 21.082 |
| Bedrijfsomvang (ha) | 55,6 | 57,2 | 56,6 |
| Aandeel bouwland | 18,0% | 20,3% | 20,1% |
| <i>Beweiding*</i> | | | |
| Maanden per jaar | 5,7 | 5,3 | 5,2 |
| Uren per dag | 5,5 | 6,1 | 5,4 |

*gemiddelde van de 10 bedrijven die ook in 2011 nog beweiding toepassen

5.3 Veemanagement

Niet alleen de volwassen koppel, maar ook het jongvee neemt een deel van de gasvormige emissies voor haar rekening. Door het aandeel jongvee ten opzichte van het aantal melkkoeien te verlagen, worden de gasvormige emissies relatief minder ten opzichte van de liters melk. Met een lager jongvee-aandeel kan een bedrijf echter minder snel groeien (als dat een bedrijfsdoel is). Bovendien zijn de selectiemogelijkheden op fokkerijgebied beperkter; met een jongvee-overschot kunnen minder goed presterende vaarzen eerder afgevoerd worden. Dat zou in een latere periode effect kunnen hebben op de melkproductie.

Van de 16 bedrijven is er één waar de jongveeopfok wordt uitbesteedt. Dit bedrijf is niet meegenomen in de gemiddelden in tabel 7. Gemiddeld is het aandeel jongvee ten opzichte van het aantal melkkoeien op de bedrijven in de periode 2009-2011 gedaald. Het totaal aantal stuks melkvee is bovendien gestegen van gemiddeld 120 naar 124 stuks per bedrijf. De jaarproductie in meetmelk (FPCM) per koe was met bijna 300 kg gestegen in 2010, maar daarna weer met 100 kg gedaald in 2011. Voor een effect van fokkerij op productie zal echter een overzicht over de langere termijn nodig zijn.

Tabel 7 Jongvee aandeel in de periode 2009-2011

| | Jaar | | |
|------------------------------------------|-------|-------|-------|
| | 2009 | 2010 | 2011 |
| <i>Jongvee aandeel per 10 melkkoeien</i> | | | |
| Jongvee <1 jaar | 3,8 | 3,5 | 3,3 |
| Jongvee >1 jaar | 3,7 | 3,8 | 3,6 |
| Jongvee totaal | 7,5 | 7,3 | 6,9 |
| <i>Bedrijfsomvang</i> | | | |
| Aantal stuks melkvee | 120,2 | 122,3 | 123,7 |
| <i>Productieniveau</i> | | | |
| Kg FPCM per koe per jaar | 8.935 | 9.223 | 9.127 |

5.4 Economische analyse

Voor enkele maatregelen op het gebied van voermanagement (Tabel 8) en veemanagement (Tabel 9) waarvan de bedrijfstechnische en economische gevolgen goed in kaart te brengen zijn, is met behulp van het rekenprogramma BBPR modelmatig ingeschat wat het effect is op het economisch resultaat. Het economisch resultaat in deze studie is uitgedrukt in het begrip “arbeidsopbrengst”. De arbeidsopbrengst wordt berekend door alle opbrengsten te verminderen met alle berekende kosten, exclusief de berekende arbeid. Indien arbeidsbesparing een belangrijke component van een maatregel uitmaakt, is hier in de beschrijving aandacht aan besteed.

Verschillende maatregelen hebben in de modelmatige berekening een effect op de kosten voor “bouwwerken”, terwijl dat in de praktijksituatie niet het geval is. Bijvoorbeeld: door minder koeien aan te houden wordt in de modelmatige BBPR berekening automatisch een kleinere stalomvang aangehouden, terwijl de stal in werkelijkheid even groot blijft. Om onduidelijkheid te voorkomen is in de tabellen de arbeidsopbrengst telkens uitgedrukt “exclusief kosten bouwwerken” en “inclusief kosten bouwwerken”. Een uitgebreid overzicht van de economische resultaten is in Bijlage 1 te vinden.

Krachtvoer

De bedrijven 4, 5, 7, 10, 11 en 13 geven aan de CH₄ uitstoot te willen beperken via CH₄-arm krachtvoer (Tabel 4). De kosten zijn daarbij afhankelijk van de grondstofprijzen voor krachtvoer die sterk kunnen variëren in de tijd, maar een 5% vermindering per kg krachtvoer zou haalbaar zijn zonder verhoging van de voerkosten (Smink et al., 2003). Deze aanpassing is daarmee kostenneutraal maar bij een verdere verlaging van de CH₄ emissie per kg krachtvoer zullen de voerkosten toenemen. In de praktijk bleek een methaanarme krachtvoersamenstelling in sommige perioden zelfs wat goedkoper te zijn.

Bijproducten

Het bijvoeren van tarwegistconcentraat (TGC) bij de bedrijven 9 en 15 zal de arbeidsopbrengst verhogen (Tabel 8). Omdat beiden de TGC goedkoop kunnen betrekken (ongeveer €210 per ton product) zijn de voerkosten respectievelijk €7.200 en €16.900 lager dan in de uitgangssituatie. Het voordeel bij bedrijf 15 is groter door een groter aantal dieren. Omdat TGC relatief veel fosfaat bevat moeten beide bedrijven wel meer mest afvoeren dan in de uitgangssituatie, waardoor bedrijf 15 bovendien extra stikstofkunstmest moet aanvoeren. De arbeidsopbrengst inclusief “kosten bouwwerken” is voor 9 en 15 respectievelijk €800 en €1.900 lager doordat een aparte opslag nodig is voor TGC. Voor bedrijf 9 is een investering voor de opslag geschat op €12.000 en voor bedrijf 15 op €30.000. Een belangrijk uitgangspunt van de berekeningen bij beide bedrijven is de relatief lage prijs van tarwegistconcentraat begin 2011 (€210/ton). Dit bedrag is voor beide bedrijven vastgelegd in een jaarcontract. Wanneer met een 2 keer zo hoge prijs wordt gerekend, is het voordeel van TGC bij bedrijf 9 nog maar €100 en bij bedrijf 15 slechts €1.100 (incl. extra gebouwenkosten).

Ook persulp vervangen door bierbostel levert een klein economisch voordeel op (Tabel 8) doordat de krachtvoerkosten dalen: bierbostel bevat meer eiwit, waardoor minder eiwitrijk (duur) krachtvoer nodig is.

Aardappelsnippers vervangen door bierbostel in combinatie met 2 kg ds/koe/dag extra snijmaïs en gedurende de weideperiode zoals op bedrijf 7 gepland is doet de arbeidsopbrengst dalen. Omdat bierbostel meer eiwit bevat moet extra mest afgevoerd worden waardoor het economisch effect van deze maatregel per saldo negatief is. Indien de extra N in bierbostel gecompenseerd zou worden via een lager N-gehalte van het ruwvoerrantsoen (bijvoorbeeld minder RE in graskuil) is deze maatregel bijna kostenneutraal.

Ruwvoer

Op bedrijf 5 wordt aan het verlagen van de CH₄- en NH₃ emissie gewerkt door een toename van het maïsandeel in het rantsoen met 1,6 kg ds/koe/dag in de stalperiode. Dit is naar schatting nadelig voor de arbeidsopbrengst (Tabel 8). Dit geeft een overschot aan graskuil, welke in de berekening wordt verkocht, maar het voordeel van minder krachtvoer aankoop en graskuil verkoop weegt niet op tegen de gedeelde inkomsten van de maïsverkoop (naar schatting €3.900). Daarnaast leidt het eiwitarmere rantsoen tot een iets lager N-gehalte in de mest, waardoor meer kunstmest moet worden aangewend (ca. €1.000). De arbeidsopbrengst inclusief “kosten bouwwerken” is wat lager, omdat in de modelberekening extra voeropslag nodig is om de 3 ha maïs op het eigen bedrijf te houden. Op bedrijf 12 wil men de CH₄ emissie verlagen door de ruwvoer kwaliteit van graskuil te verbeteren met bijna 50 VEM per kg ds door lichtere maaisnedes te oogsten (snezwaarte ca. 500 kg ds/ha lager). De bewerkingskosten zijn hoger en de ruwvoeropname stijgt (+€2.400) maar door de lagere N-excretie dalen de kosten voor mestafvoer en door de sterke daling in krachtvoerkosten (€3.400) is deze maatregel per saldo net positief (Tabel 8).

Tabel 8 Berekende economische gevolgen van aanpassingen in voermanagement op Koeien & Kansen-bedrijven

| Maatregel/bedrijf | Hoeveel? | Hoe? | Verandering arbeidsopbrengst (€) | |
|------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| | | | Excl kosten bouwwerken | Incl. kosten bouwwerken |
| <i>Tarwegistconcentraat (TGC):</i> | | | | |
| 9 | 1,8 kg ds/koe/dag | Soya en raap vervangen door TGC | +5.500 | +4.700 |
| 15 | 2,0 kg ds/koe/dag | Krachtvoer vervangen door TGC | +13.500 | +11.600 |
| <i>Bierbostel:</i> | | | | |
| 4 | 1 kg ds/koe/dag | Perspulp vervangen door bierbostel. | +400 | +500 |
| 7 | 0,7 kg ds bb/koe/dag +2 kg ds maïs per koe/dag | Aardappelsnippers vervangen door bierbostel en in de weideperiode meer maïskuil bijvoeren. | -1.600 | -1.600 |
| <i>Meer maïs:</i> | | | | |
| 5 | 1,6 kg ds/koe/staldag | 3 ha eerder verkochte maïs zelf voeren en eigen ruwvoer daardoor beter benutten. | -1.900 | -2.200 |
| <i>Methaanarm krachtvoer:</i> | | | | |
| 7, 10, 11, 13, 4 en 5 | -5% CH ₄ /kg krachtvoer | Een andere krachtvoersoort voeren die leidt tot minder methaanuitstoot. | +0 | +0 |
| <i>Lichtere maaisnede:</i> | | | | |
| 12 | 500 kg ds/ha | Door grasland lichter te maaien wordt betere kwaliteit ruwvoer bereikt (stijgt van 880 naar 925 VEM) | +200 | +100 |
| <i>Maïs vervangen door MKS:</i> | | | | |
| 6 | 4,28 ha | De helft van het maïslandareaal vervangen door MKS; stro gebruiken als strooisel voor jongvee. | -2.300 | -400 |
| <i>Jongveeantsoen:</i> | | | | |
| 11 | 15% stro in jongveeantsoen | Aankoop van stro en dit aan jongvee voeren ter vervanging van graskuil. | -2.800 | -2.100 |
| 10 | 5 ha GPS telen voor jongvee | Jongvee GPS voeren door 5 ha grasland om te zetten in triticale | +400 | +200 |

Tabel 9: Berekende economische gevolgen van aanpassingen in veemanagement op Koeien & Kansen-bedrijven

| Maatregel/bedrijf | Hoeveel? | Hoe? | Verandering arbeidsopbrengst (€) | |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| | | | Excl kosten bouwwerken | Incl. kosten bouwwerken |
| <i>Meer melk per koe:</i> | | | | |
| 3 | +1000 kg melk/koe | Verhogen voerefficiëntie; quotum vol melken met minder dieren | +2.500 | +9.100 |
| 6 | +1450 kg melk/koe | Stabiel rantsoen met veel lagere voederverliezen, betere benutting van het voer; de helft minder krachtvoervangers voeren, met minder koeien, eenzelfde quotum vol melken | +29.700 | +44.200 |
| 12 | +400 kg melk/koe | Beter ruwvoer voeren, evenveel koeien aanhouden maar stoppen met quotum verlesen. | -1.500 | -1.600 |
| 15 | voor 120 koeien: +800 kg melk/koe | Ondersteuning diermanagement m.b.v sensortechnieken: hogere melkproductie (ca. +10%) en quotum vol melken met minder dieren | | |
| <i>Minder jongvee:</i> | | | | |
| 8 | -0,3 insemin./dracht -26 dagen TKT | Meer aandacht voor vee, lager aantal inseminaties per dracht. Vervangingspercentage 1% lager. | +800 | +1.500 |
| 9 | -0,3 stuks jv/10 mk -2,5 stuks jv/10 mk | Minder jongvee aanhouden; stoppen met aanhouden extra jongvee voor uitbreiding. | +8.800 | +14.500 |
| 12 | -1,1 stuks jv/10 mk | Minder ruime jongveebezetting, nu is er vaak jongvee over. | +2.400 | +4.600 |
| 15 | voor 120 koeien: -1,4 stuks jv/10 mk | Door toepassen sensortechnieken management verbeteren en een lagere veevervanging (ca. -5%). | -700 ¹⁾ | +14.500 ¹⁾ |
| <i>Stal uitbreiden:</i> | | | | |
| 5 | +142 dierplaatsen +800 kg melk/koe -0,8 stuks jv/10 mk | Staluitbreiding (142 plaatsen) zodat overcapaciteit ontstaat i.p.v. overbezetting, leidend tot betere vruchtbaarheid, minder veevervanging (ca. -5%) en meer melk per koe (+10%) bij gelijk quotum. | +2.600 ²⁾ | -35.200 ²⁾ |

¹⁾ Bij dit resultaat is geen rekening gehouden met een arbeidsbesparing of lagere gezondheidskosten. Bij 1 uur arbeidsbesparing neemt resultaat met € 9000 toe; bij 10% lagere gezondheidskosten neemt resultaat met € 1800 toe.

²⁾ Bij dit resultaat is geen rekening gehouden met lagere gezondheidskosten. Bij 10% lagere gezondheidskosten neemt het resultaat met € 1500 toe.

Verklaring afkortingen:

insem.: Inseminaties jv: Jongvee
TKT: Tussenkalftijd mk: Melkkoeien

Op bedrijf 6 was in de uitgangssituatie sprake van een suboptimale benutting van voer. Om het rantsoen beter te benutten en de CH₄ emissie te verlagen wordt de helft van het snijmaïsaareaal vervangen door maïskolvenschroot, waarbij maïsstro benut wordt als strooisel. Dit is economisch een minder aantrekkelijke maatregel. Door de lagere gewasopbrengst per ha stijgen de voerkosten met €3600, terwijl de strooiselkosten slechts dalen met €1700. De arbeidsopbrengst inclusief bouwwerken is €1900 positiever door een afname van de kosten voor ruwvoeropslag.

Stro en GPS

Bedrijf 11 wil de N-kringloop verbeteren door stro aan te kopen om het rantsoen van het jongvee minder eiwitrijk te maken (15% stro). De voerkosten nemen toe en de kosten voor mestafvoer dalen door de lagere stikstofexcretie waarmee de maatregel per saldo bijna kostenneutraal is. Als de aanschaf van een voermengwagen (€15.000) voor het mengen van een storantsoen wordt meegenomen daalt de arbeidsopbrengst ca. €2.100 (Tabel 8). Op bedrijf 10 wordt naar een vergelijkbare maatregel gekeken om het jongveerantsoen eiwitarmer en CH₄-armer te maken met triticale als GPS (gehele planten silage). Triticale heeft minder kunstmest nodig dan grasland waardoor de gewaskosten verlagen; wel is iets meer loonwerk nodig voor de teelt en oogst. Het grootste effect is echter de extra behoefte aan krachtvoer om in de voerbehoefte te voorzien, deels gecompenseerd door extra opbrengsten van verkocht ruwvoer. Per saldo is de arbeidsopbrengst iets hoger (Tabel 8).

Melkproductie

In het algemeen leidt meer melk produceren binnen hetzelfde quotum (met minder dieren) meestal tot een verbetering van de arbeidsopbrengst. Belangrijk hierbij is de manier waarop de melkproductieverhoging tot stand komt; als dit nauwelijks inspanning kost, is dit al snel lucratief. Zo halen de bedrijven 3 en 6 met een betere voerbenutting een hogere arbeidsopbrengst door lagere voerkosten, minder veekosten en lagere mestafzetkosten; de omzet en aanwas is wel wat lager (Tabel 9). De voordelen exclusief kosten bouwwerken zijn bij 3 en 6 kleiner dan inclusief kosten bouwwerken door een (theoretisch) kleiner aantal dierplaatsen en minder voeropslag. Bij bedrijf 12 is de doorgerekende situatie per saldo onvoordelig, omdat in de huidige situatie met 8500 kg melk per koe nog een deel van het quotum verleest wordt, wat vrij lucratief is. In de nieuwe situatie daalt de arbeidsopbrengst omdat het saldo "extra melkopbrengsten minus extra kosten voor voer en mestafzet bij meer melken" niet opweegt tegen de gedeerde inkomsten voor melk verlesen.

Jongvee

Bedrijf 8 wil het aandeel jongvee verkleinen door meer aandacht te besteden aan de vruchtbaarheid waarmee het aantal inseminaties teruggaat van 1,94 naar 1,64 en de tussenkalf tijd (TKT) verlaagt van 441 naar 415 dagen. Dit leidt naar schatting tot een 1% lager vervangingspercentage en een iets hogere arbeidsopbrengst (Tabel 9). Door de betere vruchtbaarheid daalt de jongveebezetting licht en nemen voer-, vee- en mestafzetkosten af. Dit voordeel weegt op tegen de lagere opbrengst bij vee verkopen. Ook is iets minder stalruimte nodig omdat wat minder jongvee hoeft worden aangehouden.

De bedrijven 9 en 12 zaten voorheen ruim in hun jongvee. Beide bedrijven denken zonder extra maatregelen het aantal stuks te kunnen verminderen, wat een aanzienlijk economisch voordeel oplevert omdat de vee- en voerkosten afnemen en minder mestafvoer nodig is. Deze voordelen wegen in alle gevallen op tegen de lagere opbrengsten voor omzet en aanwas (Tabel 9).

De bedrijven 15 en 5 willen zowel de melkproductie per koe verhogen als de jongveebezetting terugbrengen. Bedrijf 15 wil dit bereiken via de inzet van High Tech sensortechnieken om de controle op de veestapel en het management te verbeteren, wat qua arbeidsopbrengst neutraal tot positief uit zal pakken. De jaarlijkse kosten zijn hierbij ca. € 125/koe (voor 120 van de 176 koeien). Door een verhoging van de melkproductie en verlaging van de jongveebezetting daalt het aantal dieren en is daardoor minder stalruimte nodig. In de praktijk zal 15 hier echter niet gelijk van kunnen profiteren omdat de stallen er immers al staan. Wanneer besparing op gebouwen (nog) niet mogelijk is, is de arbeidsopbrengst van deze maatregel € 736 negatief. Waar 15 wel gelijk van kan profiteren is de arbeidsbesparing. Deze is in de berekening van de arbeidsopbrengst niet meegenomen. Stel dat door deze technische ondersteuning 1 uur arbeid per dag bespaard wordt, dan kan het bedrijf op jaarbasis € 9000 extra voordeel halen bij een tarief van € 24/uur (LEI statistieken). Ook is in de berekening geen besparing van gezondheidskosten ingeschat. Zouden deze met 10% dalen dan levert dit een extra voordeel op van € 1800. Per saldo zou het voordeel (exclusief kosten bouwwerken) kunnen oplopen tot ruim € 10.000 wanneer arbeidsbesparing en lagere gezondheidskosten worden meegenomen.

Bedrijf 5 wil betere productieresultaten behalen door de stalcapaciteit uit te breiden. Nu kampt hij met overbezetting, waarbij 151 koeien en 111 stuks jongvee in een stal zitten met 183 dierplaatsen. Door de geplande uitbreiding naar 325 dierplaatsen (geschatte investering van €410.000) zal bewust onderbezetting ontstaan, waarmee naar verwachting de dierprestaties zullen verbeteren en de veevervanging zal afnemen. Door onderbezetting drukken de extra kosten bouwwerken sterk op het inkomen, zodat deze maatregel leidt tot een fors lagere arbeidsopbrengst. Overbezetting is in de modelberekening economisch aantrekkelijk, ondanks dat het leidt tot minder goede technische resultaten. In de toekomst zal het bedrijf verder groeien tot de onderbezetting gevuld is. In de berekening wordt geen rekening gehouden met lagere gezondheidskosten vanwege een ruimere stal. Het voordeel is lastig in te schatten, maar ook als de gezondheidskosten met 10% (€1500) verminderen blijft investeren in een zeer ruime stal in dit model een negatief economisch resultaat houden.

6 Discussie en conclusie

De eerste twee jaar sturen op de nieuwe doelstellingen van K&K, het verminderen van de gasvormige emissies, hebben een tegenstrijdigheid laten zien. Enerzijds zijn er voldoende emissiebeperkende maatregelen beschikbaar (hoofdstuk 3) en anderzijds blijkt dat het voor de K&K-bedrijven niet makkelijk is om de emissies verder te verlagen (hoofdstuk 4). Het lijkt er op dat de K&K-bedrijven al een vrij goede mix van beschikbare maatregelen toepassen. Voor het gemiddelde Nederlandse melkveebedrijf is verdere reductie naar het huidige emissieniveau van de K&K-bedrijven (28% minder dan in 1990) goed te halen, maar voor het K&K-bedrijf is het stapje van 28% naar 30% reductie ten opzichte van 1990 groter dan het lijkt. Voor de K&K-veehouders blijken het werken aan duurzaamheid via verbeteren van de efficiënties bij voeren en bij de gewasteelt, alsook het verkleinen van het aandeel jongvee, aantrekkelijke maatregelen te zijn. Dat gaat gepaard met een positief economisch saldo en een reducerend effect op zowel CH₄ als NH₃ emissie. Daarnaast is het verlagen van de CH₄ emissie uit krachtvoer door het aanpassen van de grondstofsamenstelling een eenvoudige maatregel zonder grote economische gevolgen. Ook de overige voedermaatregelen blijken in het algemeen geen negatief effect te hebben op het economisch resultaat.

Voor de gemiddelde Nederlandse melkveehouder bieden de resultaten van K&K-perspectief. Er kan nog een forse reductie in de gasvormige emissies worden bereikt. Dat kan door maatregelen te nemen die zowel de efficiënties in de nutriëntenkringlopen vergroten als ook economisch neutraal of renderend zijn. De K&K-bedrijven laten zien dat via deze autonome reductie van gasvormige emissies de doelstellingen van het convenant 'Schone en zuinige agrosectoren' voor een groot deel te realiseren zijn. Echter, het wordt ook duidelijk dat de doelstellingen van het convenant echt scherp zijn en moeilijk haalbaar. De K&K projectdoelstelling op het gebied van broeikasgasemissie (een reductie van 30% in 2013 t.o.v. referentiejaar 1990) blijft daarmee onverminderd ambitieus.

De vermindering van de gasvormige emissie op het Nederlandse melkveebedrijf is autonoom gedaald. De daling ging hand in hand met verscherping van de mestwetgeving. Er moest met minder N en P input hetzelfde geproduceerd worden. Dat heeft met name effect gehad op de efficiëntie waarmee N en P worden gebruikt. Het is dan ook met name de N₂O emissie die sinds 1990 sterk gereduceerd is. Dat geldt voor het gemiddelde Nederlandse melkveebedrijf en dat geldt in sterkere mate ook voor de K&K-bedrijven. Dat verklaart ook waarom de methaanemissie minder is afgenomen dan de lachgasemissie. Op het gebied van de methaanemissie is dan ook nog een verbetering te behalen. Voor de ammoniakemissie hebben drie bedrijven in 2011 het projectdoel (10% reductie in 2013 t.o.v. 2009) reeds behaald. Drie andere bedrijven behaalden het doel ook in 2010, maar raakten het in 2011 weer kwijt. Zowel de ammoniakemissie als de methaanemissie worden voor een belangrijk deel gestuurd door voedingsmaatregelen. Daarbij werken niet alle maatregelen positief op beide gasvormige emissies. Het is even zoeken naar de beste aanpak, zodat ook aan verdere reductie van de ammoniakemissie nog flink getrokken moet worden.

Het streven naar een reductie van de gasvormige emissies heeft op de K&K-bedrijven vooralsnog geen negatief effect gehad op de fosfaat- of stikstofexcretie. Ook heeft het geen negatief effect gehad op de bedrijfsresultaten. Een economische analyse laat zien dat er voldoende maatregelen zijn die gunstig kunnen uitpakken. Wel blijken parallel aan de ingestelde maatregelen het aandeel bouwland toe- en de hoeveelheid beweiding af te nemen. Het aandeel jongvee ten opzichte van volwassen melkvee neemt af, maar daar lijken de groei van de melkveekoppel of de jaarproductie nog niet onder te lijden.

Met de kennis uit deze rapportage kan een top 3 van aandachtsgebieden worden samengesteld (Tabel 10), waarmee melkveehouders in Nederland zelf aan de slag kunnen met verdere reductie van gasvormige emissies op hun eigen bedrijf. Met deze top 3 en de individuele K&K-bedrijfsplannen wordt op de K&K-bedrijven de komende tijd verder gewerkt om het einddoel van het thema gasvormige emissies eind 2013 te behalen.

Tabel 10 De belangrijkste aandachtsgebieden voor de reductie van gasvormige emissies op Nederlandse melkveebedrijven, het werkingsmechanisme en effect op lachgas (N₂O), methaan (CH₄) en ammoniak (NH₃) emissie

| Aandachtsgebied | Werking | Effect | | |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| | | N ₂ O | CH ₄ | NH ₃ |
| 1) Optimale voerefficiëntie | Betere benutting nutriënten in voer; minder emissie per kg melk | +/- | ++ | ++ |
| | Meer vet en zetmeel in het rantsoen geeft minder methaan en betere ratio VEM/DVE | +/- | ++ | ++ |
| 2) Optimale gewasopbrengst | Betere benutting nutriënten in mest; minder emissie en goede kwaliteit ruwvoeders | + | + | + |
| 3) Laag jongvee-aandeel | Minder excretie en emissie bij dezelfde melkproductie | + | + | + |

Literatuur

- Alem, van G.A.A. en A.T.J. van Scheppingen, 1993. The development of a farm budgeting program for dairy farm. Proceedings XXV CIOSTA-CIGR v congress, P. 326-331. PR Lelystad.
- Commissie bemesting grasland en voedergewassen, 2002. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad. (www.bemestingsadvies.nl).
- Handboek Melkveehouderij, maart 2006. Uitgeverij Roodbont, Zutphen.
- KWIN 2010-2011 (Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2010-2011). Izak Vermeij, Bert Bosma, Aart Evers, Wilma Harlaar en Ina Vink, augustus 2010. Handboek 13. Livestock Research Wageningen UR, Lelystad.
- Place, S.E. and F.M. Mitloehner. 2010. Invited review: Contemporary environmental issues: a review of the dairy industry's role in climate change and air quality and the potential of mitigation through improved production efficiency. *Journal of Dairy Science* 93:3407-3416.
- Schils, R.L.M., M.H.A. de Haan, J.G.A. Hemmer, A. van den Pol-van Dasselaar, J.A. de Boer, A.G. Evers, G. Holshof, J.C. van Middelkoop, & R.L.G. Zom, 2007. Dairy Wise, a whole farm model. Submitted artikel in *Journal of Dairy Science*.
- Smink, W., K.D. Bos, A.F. Fitié, L.J. van der Kolk, W.K.J. Rijm, G. Roelofs en G.A.M. van den Broek. 2003. Methaanreductie melkvee. Feed Innovation Services b.v., Projectnummer 375102/0030 in opdracht van Senter Novem, Utrecht.
- Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). 2007. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales and C. de Haan. 2006. Livestock's long shadow – Environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Van Bruggen, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. Sluis en G.L. Velthof. 2012. Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2010: berekeningen met het Nationaal emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). Wageningen UR, WOt-werkdocument 294.
- Zom, R.L.G., september 2002, Voorspelling voeropname met Koemodel 2002, PraktijkRapportRundvee 11, Praktijkonderzoek Veehouderij

Bijlagen

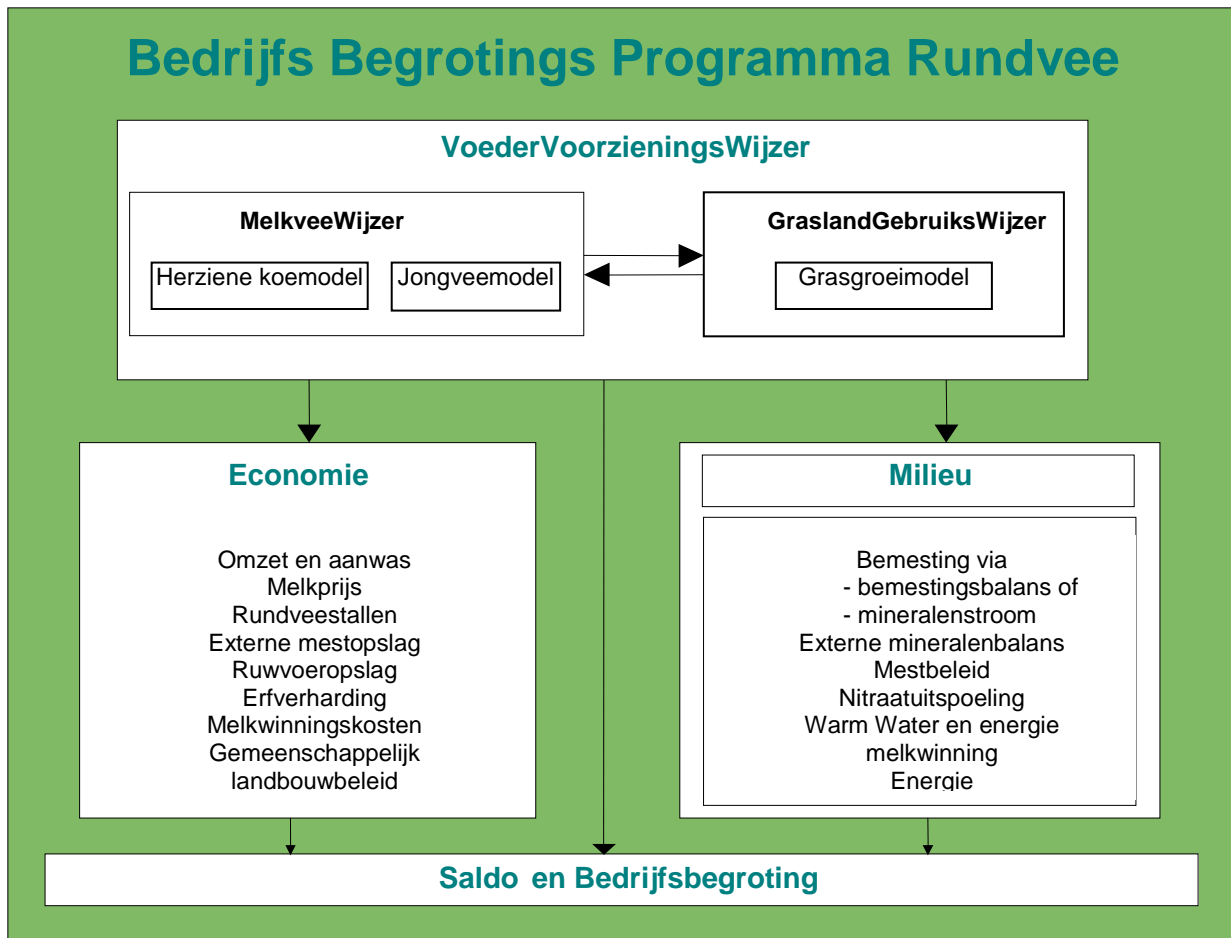
Bijlage A: BBPR als rekenprogramma

Om in te spelen op de toekomst maken de K&K-bedrijven samen met hun agrarische adviseurs individuele bedrijfsontwikkelingsplannen (BOP's). In deze BOP's worden maatregelen genoemd die moeten leiden tot een verbetering van de milieuprestaties. Randvoorwaarde daarbij is behoud of verbetering van het economisch rendement.

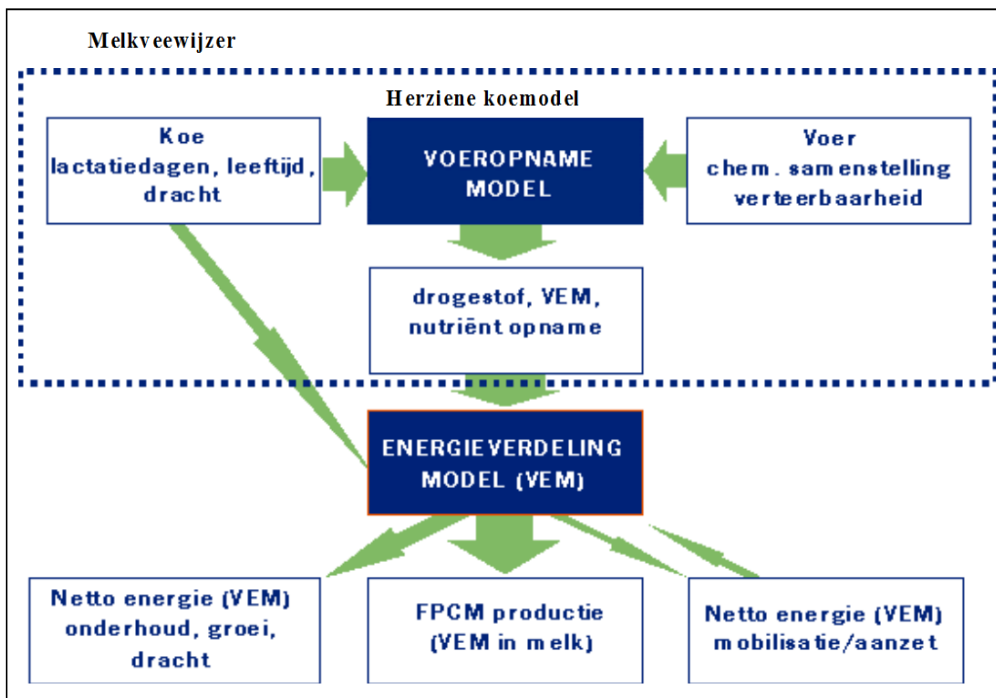
Het effect van de BOP's op het economisch rendement wordt ingeschat met het Bedrijfs Begrotings Programma Rundvee (BBPR). BBPR biedt een modelmatige schatting van de economische effecten van de vee-, ruwvoermanagement- en voedingsmaatregelen. Door deze benadering spelen puur en alleen de effecten van de uitgevoerde maatregelen een rol bij de verschillen met een gangbare bedrijfsvoering. Een ander voordeel van deze benadering is dat via modelberekeningen het managementniveau voor alle situaties gelijk te houden is. De economische effecten van maatregelen worden globaal berekend. Het gaat in deze studie niet om de exacte economische gevolgen van een maatregel op een specifiek bedrijf, maar om de globale economische gevolgen van een maatregel zodat een indruk verkregen wordt of de maatregel een positieve, negatieve of neutrale invloed heeft op het economisch resultaat. Om een uitspraak te kunnen doen over economische resultaten worden de bedrijfsgegevens en de BOP's van Koeien & Kansen als hulpmiddel gebruikt.

Het economisch resultaat in deze studie is uitgedrukt in het begrip "arbeidsopbrengst". Deze wordt berekend door alle opbrengsten te verminderen met alle berekende en betaalde kosten (exclusief berekende arbeid). Wanneer arbeidsbesparing een belangrijke component van een maatregel uitmaakt, zal hier in de beschrijving wel aandacht aan besteed worden.

De berekeningen in deze studie zijn uitgevoerd met BBPR, ontwikkeld door ASG. Rekening houdend met specifieke bedrijfsomstandigheden, berekent BBPR technische, milieutechnische en bedrijfseconomische 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. Door alternatieven voor de bedrijfsvoering door te rekenen, is het mogelijk de gevolgen van een verandering in het bedrijf in te schatten. BBPR is opgebouwd uit verschillende modules. De opzet van BBPR is in Figuur A1 weergegeven. De voeropname en melkproductie zijn berekend met het herziene koemodel (Zom, 2002). Dit koemodel bestaat uit twee afzonderlijke delen (zie Figuur A2). Het eerste deel voorspelt de voeropname op basis van voerfactoren (zoals chemische samenstelling en verteerbaarheid) en koefactoren (zoals lactatiestadium, leeftijd en dracht). Als de voeropname bekend is, kan ook de opname van energie (VEM) en eiwit (DVE) worden berekend. Het tweede deel voorspelt hoe de opgenomen energie wordt verdeeld over onderhoud, dracht, gewichtsonwikkeling, melkproductie en de aanzet of mobilisatie van lichaamsreserves. Dit is schematisch weergegeven in Figuur A2. Aan de hand van de voeding berekent het model ook de mestsamenstelling. De melkprijs en krachtvoerprijzen zijn gebaseerd op het prijsniveau van melkprijsjaar 2010/2011, de rest van de prijzen zijn KWIN-prijzen (KWIN-Veehouderij, 2010-2011).



Figuur A1: Overzicht opbouw BBPR en onderlinge samenhang met andere onderdelen



Figuur A2: Schematische weergave van de melkveewijzer met het herziene koemodel

Bijlage B: Economische effecten maatregelen

| Voedingsmaatregelen | Tarwegistconcentraat | | Bierbostel | Bierbostel + maïs | | Meer maïs | Stro voor jongvee |
|---------------------------------------------|----------------------|---------------|-------------|-------------------|--|--------------|-------------------|
| | 9 | 15 | 4 | 7 | | 5 | 11 |
| Kg ds bijproduct/dier/lactatiedag | 1.8 | 2 | 1 | 0.7 | | | |
| Extra kg ds maïs/koe/weidedag | | | | 2 | | | |
| Extra kg ds maïs/koe/staldag | | | | | | 1.6 | |
| Aandeel stro in rantsoen jongvee | | | | | | | 15% |
| Opbrengsten | -23 | 124 | -9 | 77 | | -1928 | -42 |
| Melk | -39 | 124 | -9 | 81 | | -18 | -42 |
| Omzet en Aanwas | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| Overig | 16 | 0 | 0 | -4 | | -1910 | 0 |
| Toegerekende kosten | -7275 | -15716 | -549 | 624 | | -483 | 2117 |
| Krachtvoer | -5157 | -23127 | -561 | -1986 | | -1526 | 1003 |
| Ruwvoer en overig voer | -2041 | 6258 | 124 | 2318 | | 0 | 1133 |
| Vee | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| Gewas | -77 | 1153 | -112 | 292 | | 1043 | -19 |
| Niet Toegerekende kosten | 1787 | 2334 | 104 | 1073 | | 423 | 616 |
| Loonwerk | -1135 | -1624 | 87 | -251 | | 553 | -1183 |
| Installaties en werktuigen | -24 | 494 | 5 | 0 | | -158 | 2367 |
| Mestafvoer | 2930 | 3699 | 0 | 1387 | | 0 | -666 |
| Overig niet toegerekend | 16 | -235 | 12 | -63 | | 28 | 98 |
| Arbeidsopbrengst excl. bouwwerken | 5465 | 13506 | 436 | -1620 | | -1868 | -2775 |
| extra voeropslagkosten + mestopsl | 790 | 1879 | -83 | 0 | | 298 | -680 |
| extra stalkosten | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| A.O. met alle effecten op bouwwerken | 4675 | 11627 | 519 | -1620 | | -2166 | -2095 |

| Ruwvoermanagement | <u>Lichtere maaisnede</u> | <u>MKS i.p.v. maïs</u> | <u>GPS voor jongvee</u> |
|---------------------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|
| | 12 | 6 | 10 |
| Snedezwaarte bij maaien (kg ds/ha) | -500 | | |
| Ha maïs vervangen door MKS | | 4.28 | |
| Ha gras vervangen door GPS | | | 5 |
| Opbrengsten | 36 | -25 | 2168 |
| Melk | 41 | -25 | 2 |
| Omzet en Aanwas | 0 | 0 | 0 |
| Overig | -5 | 0 | 2166 |
| Toegerekende kosten | -990 | 1859 | 2109 |
| Krachtvoer | -3383 | 1509 | 2395 |
| Ruwvoer en overig voer | 2408 | 2097 | -6 |
| Vee | -1 | -1685 | 0 |
| Gewas | -14 | -62 | -280 |
| Niet Toegerekende kosten | 790 | 412 | -361 |
| Loonwerk | 1564 | 384 | 153 |
| Installaties en werktuigen | 41 | 78 | -523 |
| Mestafvoer | -762 | 0 | 0 |
| Overig niet toegerekend | -53 | -50 | 9 |
| Arbeidsopbrengst excl. bouwwerken | 236 | -2296 | 420 |
| extra voeropslagkosten + mestopsl | 115 | -1869 | 235 |
| extra stalkosten | 0 | 0 | 0 |
| A.O. met alle effecten op bouwwerken | 121 | -427 | 185 |

Rapport 68

| Vee-management | <u>Meer melk/voermanagement</u> | | | <u>Sensor- techniek</u> | <u>Minder jongvee/vruchtbaarheid</u> | | | <u>Combi meer melk, minder jongvee</u> |
|-------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|--------------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------|--------------|--------------------------------------------|
| | 3 | 6 | 12 | 15 | 8 | 9 | 12 | 5 |
| | Melk/koe | 1000 | 1454 | 403 | 801 | | | |
| Aantal koeien | -9 | -25 | 0 | -18 | | | | -14 |
| Stuks jongvee | -7 | -18 | 0 | -36 | -3 | -25 | -10 | -23 |
| Jongvee/10 mk | | | | -1.4 | -0.3 | -2.5 | -1.1 | -0.8 |
| Opbrengsten | -2320 | -6028 | 5866 | -9829 | -782 | -5594 | -2448 | -7722 |
| Melk | 70 | 165 | 13406 | 80 | 9 | 307 | 29 | 87 |
| Omzet en Aanwas | -2386 | -6114 | 0 | -9909 | -791 | -5891 | -2473 | -8248 |
| Overig | -4 | -79 | -7540 | 0 | 0 | -10 | -4 | 439 |
| Toegerekende kosten | -3092 | -27553 | 6958 | -16897 | -1150 | -11335 | -4220 | -8022 |
| Krachtvoer | 3900 | -2343 | 5548 | 271 | -184 | -2875 | -1294 | 453 |
| Ruwvoer en overig voer | -4744 | -16796 | 1247 | -9878 | -589 | -5825 | -1904 | -5924 |
| Vee | -2407 | -6583 | 327 | -7275 | -380 | -2642 | -1110 | -5004 |
| Gewas | 159 | -1831 | -164 | -15 | 3 | 7 | 88 | 2453 |
| Niet Toegerekende kosten | -1732 | -8201 | 427 | 7804 | -421 | -3035 | -665 | -2294 |
| Loonwerk | -1542 | -567 | -6 | -3042 | -142 | -1376 | -217 | -1624 |
| Installaties en werktuigen | 27 | -779 | -5 | 14774 | -13 | -40 | -22 | -296 |
| Mestafvoer | 0 | -6093 | 273 | -3297 | -235 | -1310 | -296 | 0 |
| Overig niet toegerekend | -217 | -762 | 165 | -631 | -31 | -309 | -130 | -374 |
| Arbeidsopbrengst excl. bouwwerken | 2504 | 29726 | -1519 | -736 | 789 | 8776 | 2437 | 2594 |
| extra voeropslagkosten + mestopslag | -1706 | -1416 | 94 | -1688 | -87 | -994 | -220 | -1189 |
| extra stalkosten | -4925 | -13042 | 0 | -13570 | -638 | -4723 | -1986 | 38950 |
| A.O. met alle effecten op bouwwerken | 9135 | 44184 | -1613 | 14522 | 1514 | 14493 | 4643 | -35167 |