



---

# Graslandmanagement voor reductie van methaan en ammoniak

Resultaten analyse KringloopWijzer 2020 van 12 pilotbedrijven

Maayke Veraart, Herman van Schooten, Bas Bassa, Bert Philipsen, Cindy Klootwijk

Openbaar  
Rapport 1465



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---



---

# Graslandmanagement voor reductie van methaan en ammoniak

Resultaten analyse KringloopWijzer 2020 van 12 pilotbedrijven

Maayke Veraart<sup>1</sup>, Herman van Schooten<sup>1</sup>, Bas Bassa<sup>2</sup>, Bert Philipsen<sup>1</sup>, Cindy Klootwijk<sup>1</sup>

1 Wageningen Livestock Research

2 LTO Noord

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema 'Themanaam' (projectnummer BO-43.10-002).

Wageningen Livestock Research

Wageningen, Juli 2023

Rapport 1465

---

Veraart, M., Van Schooten, H., Bassa, B., Philipsen, B., Klootwijk, C., 2023. ; *Graslandmanagement voor reductie van methaan en ammoniak - Resultaten analyse KringloopWijzer 2020 van 12 pilotbedrijven*. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport.

Dit graslandpraktijkproject onderzoekt een integrale aanpak in de reductie van CH<sub>4</sub> (uit de pens) en NH<sub>3</sub> op melkveebedrijven met het management van grasland als sturingsmechanisme. Voor een 12-tal weidende melkveebedrijven zijn de huidige bedrijfsefficiëntie en de bijbehorende CH<sub>4</sub> en NH<sub>3</sub> emissies in beeld gebracht. De KringLoopWijzer (KLW) van de bedrijven is doorgerekend met een uitgebreide invoer voor CH<sub>4</sub> en NH<sub>3</sub> en een aangepaste emissiefactor voor CH<sub>4</sub> (deel A). Daarbij is gekeken naar enkelvoudige (B) en gecombineerde effecten (C) van bedrijfsopzet of management. Deze verkenning laat zien dat meer uren weiden en een hogere vers gras opname kan bijdragen aan het gelijktijdig reduceren van zowel CH<sub>4</sub> als NH<sub>3</sub> emissies op melkveebedrijven. Het RE-gehalte van de ruwvoerbijvoeding is een belangrijke factor in het verlagen van de NH<sub>3</sub> emissie. Het rantsoeneffect was uiteindelijk afhankelijk van het wel of niet corrigeren van het RE-gehalte met gevoerde bijproducten (ruwvoer en krachtvoer). Door meer weiden en hogere grasopname stijgt het RE-gehalte van het rantsoen. Omdat dat niet nodig is, kunnen de (andere) inputs naar beneden. Op grasbedrijven is de sturing met krachtvoer bijvoeding beperkt. Daarom moet ook de ruwvoerbasis voldoende aangepast zijn om een reductie van NH<sub>3</sub> waar te maken. Wanneer wordt bijgestuurd door minder eiwit bij te voeren, kan een goede en regelmatige analyse van vers gras bijdragen aan een lagere NH<sub>3</sub>-emissie. Om met de KLW een juiste inschatting te maken van de daadwerkelijke CH<sub>4</sub>-emissie, is een geüpdatete en goed onderbouwde emissiefactor nodig.

This project focuses on an integrated approach to reduce CH<sub>4</sub> and NH<sub>3</sub> on dairy farms, with changes in grassland management as a measure. For 12 pilot farms using with grazing cattle, the current efficiency and corresponding CH<sub>4</sub> and NH<sub>3</sub> emissions were calculated. This was done using Annual Nutrient Cycle Assessment (ANCA), applying adapted emission factors for CH<sub>4</sub> (A), simulating single (B) and combined (C) effects of farm characteristics and management strategies on emissions. This overview shows that increasing grazing hours and increasing fresh grass intake can contribute to simultaneous reduction of CH<sub>4</sub> and NH<sub>3</sub> on dairy farms. The crude protein level of additional roughage feeding plays an important role in reducing NH<sub>3</sub> emission. This effect depends on whether the farmer corrects for the protein content of other feed components. Also, when reducing crude protein level of additional roughage feeding, regular analysis of fresh grass can play an important role in reducing NH<sub>3</sub> emission. To use ANCA as a simulating and predicting tool for CH<sub>4</sub> emission, an updated and well substantiated emission factor is essential.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/644705> of op [www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research) (onder Wageningen Livestock Research publicaties).



Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel 4.0 Internationaal-licentie.

© Wageningen Livestock Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2023

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

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

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Openbaar Wageningen Livestock Research Rapport 1465

---

# Inhoud

<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1        <b>Introductie</b></b>	<b>9</b>
<b>2        <b>Methoden</b></b>	<b>10</b>
2.1 Deel A: Varianten met aangepaste emissiefactoren en uitgebreide invoer VEM en RE	10
2.2 Deel B en C: enkelvoudige en gecombineerde effecten van bedrijfsopzet of management op methaan- en ammoniakemissie	11
2.2.1 Deel B: enkelvoudige effecten	11
2.2.2 Deel C: gecombineerde effecten	12
2.2.3 Correlaties	12
<b>3        <b>Resultaten</b></b>	<b>13</b>
3.1 Deel A: varianten met aangepaste emissiefactoren en uitgebreide invoer van VEM en RE	13
3.1.1 Bedrijfsspecifieke waarden	13
3.1.2 Variantberekeningen KringloopWijzer	15
3.2 Deel B: Enkelvoudige effecten van bedrijfsopzet of management	18
3.3 Deel C: Gecombineerde effecten van bedrijfsopzet of management	22
<b>4        <b>Discussie</b></b>	<b>24</b>
4.1 Deel A: Varianten met aangepaste emissiefactoren en uitgebreide invoer	24
4.1.1 Bedrijfsspecifieke waarden	24
4.1.2 Methaanemissie uit de pens	24
4.1.3 Ammoniakemissie	25
4.2 Deel B: Enkelvoudige effecten van bedrijfsopzet of management	25
4.3 Deel C: Gecombineerde effecten van bedrijfsopzet of management	26
<b>5        <b>Conclusies en aanbevelingen</b></b>	<b>28</b>
<b>Literatuur</b>	<b>29</b>
<b>Bijlage A</b>	<b>30</b>
<b>Bijlage B</b>	<b>37</b>
<b>Bijlage C</b>	<b>46</b>

---

---

# Woord vooraf

Dit onderzoek is gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en maakt deel uit van de Klimaatenvelop. Het project "Dier en voer pilot: graslandmanagement in de praktijk" gaat in op de reductie van CH<sub>4</sub> en NH<sub>3</sub> via rantsoen van het vee, dat direct in relatie staat met het graslandmanagement; grasland is de basis van de melkveehouderij en graslandmanagement heeft direct effect op de voeding en emissies van melkvee. Er wordt voortgebouwd op de meest recente (internationale) wetenschappelijke kennis (o.a. uit de onderzoeksresultaten van de Klimaatenvelop 2018 en 2019), praktijkkennis en kennis uit Topsectorenonderzoek. Deze kennis wordt gecombineerd met de nieuwste inzichten en meetmogelijkheden, waarbij de samenhang van processen en variaties in de spijsvertering blootgelegd worden om zo de nieuwe kennis te ontwikkelen die tot de reductie van methaan (CH<sub>4</sub>) en ammoniak (NH<sub>3</sub>) leiden. De onderzoeksprojecten binnen de integrale aanpak CH<sub>4</sub> en NH<sub>3</sub> melkveehouderij focussen enerzijds op deelonderwerpen, maar hangen nauw met elkaar samen vanwege de doorwerking van de effecten.

In 2020 is gestart met een praktijknetwerk Graslandmanagement. Middels geregistreerde data en graslandgebruik in seizoen 2020, is onderzocht wat er mogelijk is als we de variatie in graslandmanagement op praktijkbedrijven benutten en deze relateren aan de emissie van CH<sub>4</sub> én NH<sub>3</sub> via het voerspoor. Er liggen namelijk concrete aanknopingspunten om via het voerspoor te komen tot een integrale aanpak in de reductie van NH<sub>3</sub> en CH<sub>4</sub> op melkveebedrijven als het management van grasland als sturingsmechanisme wordt ingezet. Om te kunnen sturen op emissiereductie is eerst inzicht nodig in de status-quo. Met de data en ervaringen van 2020 hopen we met dit project een belangrijke bijdrage te leveren door de emissie te berekenen aan de hand van vers gras analyses, de landbouwpraktijk en rantsoensamenstelling.

Dit uitvoeringsjaar (2020) is het eerste jaar in een langere serie van meerjarig onderzoek en brengt op een 12-tal weidende melkveebedrijven (zes demonstratie bedrijven Nieuw Nederlands Weiden en zes grasgroeibedrijven uit de PPS DISAC) de huidige bedrijfsefficiëntie en de bijbehorende CH<sub>4</sub> en NH<sub>3</sub>-emissies in beeld. Deze rapportage beschrijft dit beeld. Hiermee kunnen het handelingsperspectief voor de veehouder, de handreiking voor zijn adviseurs en de randvoorwaarden voor succes in kaart worden gebracht.

Onze dank gaat uit naar de deelnemende bedrijven die intensief data hebben verzameld. Zonder hun inzet en volharding was het zeker niet gelukt goede praktijkdata te verzamelen met betrekking tot graslandmanagement.

Bert Philipsen (projectleider), Maayke Veraart, Herman van Schooten, Bas Bassa, Cindy Klootwijk





---

# Samenvatting

In dit graslandpraktijkproject is onderzocht welke emissiereductie (methaan én ammoniak) via het voerspoor mogelijk is wanneer de variatie in graslandmanagement op praktijkbedrijven benut wordt. Er liggen namelijk concrete aanknopingspunten om via het voerspoor te komen tot een integrale aanpak in de reductie van CH<sub>4</sub> en NH<sub>3</sub> op melkveebedrijven als het management van grasland als sturingsmechanisme wordt ingezet. Het gaat hierbij om het effect van de ruwvoerproductieketen; graslandmanagement is bepalend voor de kwaliteit van het verse en ingekuilde gras voor melkvee. De verteerbaarheid en het eiwitgehalte kan daarmee direct gebruikt worden als sturingsmechanisme op de reductie van CH<sub>4</sub> (uit de pens) en NH<sub>3</sub>.

Met dit praktijkproject is voor een 12-tal weidende melkveebedrijven (zes demonstratiebedrijven Nieuw Nederlands Weiden en zes grasgroeibedrijven uit de PPS DISAC) het huidige graslandmanagement en de bijbehorende CH<sub>4</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissies in beeld gebracht.

Voor 12 pilotbedrijven is een verkenning gedaan van de emissies, waarbij de KringLoopWijzer (KLW) van de bedrijven is doorgerekend met een uitgebreide invoer voor CH<sub>4</sub> en NH<sub>3</sub> en een aangepaste emissiefactor (EF) voor CH<sub>4</sub> gebaseerd op Klootwijk et al., 2020 (deel A). Daarbij is gekeken naar enkelvoudige (B) en gecombineerde effecten (C) van bedrijfsopzet of management. Op basis van de resultaten van deze berekeningen zijn sturingsfactoren gedefinieerd voor verdere emissiereductie in het graslandseizoen van 2021.

In deel A zijn verschillende varianten stapsgewijs doorgerekend met de KLW. Per bedrijf is doorgerekend wat het effect is van een aantal aangepaste uitgangspunten voor het berekenen van de CH<sub>4</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissie. De KLW-resultaten van 2020 van de individuele bedrijven vormden hiervoor de basis. De volgende varianten zijn doorgerekend:

- V1. EF-methaan vers gras 16,5 i.p.v. 19,2
- V2. EF-methaan vers gras tot 1 juni 14,5; daarna 16,5
- V3. Variant 2 + vers gras opname o.b.v. Gras Dashboard
- V4. Variant 3 + aanpassing energie inhoud (in voedereenheid melk: VEM)-waarde en ruw eiwit (RE)-gehalte van vers gras o.b.v. bedrijfsspecifieke monsters
- V5. Variant 4 + plus 500 kg ds extra vers weidegras drogestofopname (minder aanleg kuil en meer weide-uren)

In deel B zijn de enkelvoudige effecten van managementaspecten (sturen met aandeel vers gras, kuilgras of mais in het rantsoen, RE-gehalte van het rantsoen) op emissies van CH<sub>4</sub> en NH<sub>3</sub> in beeld gebracht. In deel C zijn de gecombineerde effecten van managementaspecten op emissies van CH<sub>4</sub> en NH<sub>3</sub> vergeleken. In zowel deel B als C is uitgegaan van variant 4, met een aangepaste EF + aanpassing grasopname aan de hand van het Gras Dashboard. De VEM-waarde en het RE-gehalte van vers gras op basis van bedrijfsspecifieke monsters.

Deze verkenning laat zien dat meer uren weiden en een hogere opname van vers gras opname kan bijdragen aan het gelijktijdig reduceren van zowel CH<sub>4</sub> als NH<sub>3</sub> emissies op melkveebedrijven. Dit toont potentie voor emissiereductie. De eerste maatregelen in deze verkenning aangaande meer vers gras in de koe tonen een cumulatieve CH<sub>4</sub>-emissiereductie van 2,6 tot 8,7% met gemiddeld 6%. De verwachting op basis van deze eerste verkenning is dat weidebedrijven CH<sub>4</sub> emissies kunnen reduceren met 6-15% door managementaanpassingen: door met het rantsoen te anticiperen op aanpassingen in het aandeel vers gras en kuilgras. De volgende stap is dan ook om potentiële managementmaatregelen te toetsen in bedrijfsverband.

Verlaging van het RE-gehalte van de ruwvoerbijvoeding is een belangrijke factor in het verlagen van de NH<sub>3</sub>-emissie. Het rantsoen is de basis voor het effect op de NH<sub>3</sub>-emissie. Met een relatief hoog aandeel ruw eiwit speelt vers gras daarbij een belangrijke rol. Het rantsoeneffect is uiteindelijk afhankelijk van het wel of niet corrigeren van een hoger RE-gehalte in het rantsoen.

---

Door meer weiden en hogere grasopname stijgt het RE-gehalte van het rantsoen. Omdat dat niet nodig is, kunnen de (andere) inputs naar beneden. Op grasbedrijven is de sturing met krachtvoer bijvoeding beperkt. Daarom moet ook de ruwvoerbasis voldoende aangepast zijn om een reductie van NH<sub>3</sub> waar te maken. Deze analyse liet slechts een redelijke correlatie zien tussen aandeel vers gras en aandeel graskuil met NH<sub>3</sub>-emissie. Het is daarom wenselijk in de toekomst een extra variant door te rekenen waarbij naast een verhoogde vers grasopname het eiwitgehalte van krachtvoer wordt verlaagd. Met deze variant kan worden gecorrigeerd voor een verhoogde NH<sub>3</sub>-emissie, veroorzaakt door een te hoog eiwitgehalte in het rantsoen uit de verhoogde vers grasopname door meer weidegang. Daarop kan gestuurd worden; dit geeft handelingsperspectief.

Een goede en regelmatige analyse van vers gras kan bijdragen aan het regelmatig bijstellen van het rantsoen, wat kan resulteren in een lagere NH<sub>3</sub>-emissie. Het regelmatig bemonsteren is erg belangrijk om inzicht te krijgen in het ruw eiwitgehalte van het vers gras en om hiermee uiteindelijk te kunnen sturen.

In tegenstelling tot wat in de praktijk vaak wordt gedacht, vraagt een hogere melkproductie per koe niet per se om een hoger gehalte aan eiwit per kg ds in het rantsoen, volgens de data van deze 12 pilotbedrijven.

Om met de KLV een juiste inschatting te maken van de daadwerkelijke CH<sub>4</sub>-emissie, is daarnaast een geüpdatete en goed onderbouwde EF nodig. Die is nog niet beschikbaar; een nieuwe EF vraagt allereerst om onderzoek naar het effect van een aangepaste EF. Dit beschreven onderzoek levert daaraan een bijdrage.

Deze analyse ging over de twaalf bedrijven in deze dataset in 2020, bedoeld als een verkennende analyse. Dit is een beperkt aantal bedrijven en een korte tijd voor graslandanalyse, en de resultaten kunnen daarom niet direct vertaald worden naar de praktijk of sectorniveau. De analyse was vooral bedoeld om nieuwe (mogelijke) verbanden te zoeken die we nog niet eerder hebben gezien of ontdekt. Voor betrouwbare resultaten en extrapolaties is het nodig de analyse over meerdere jaren uit te voeren voor een grotere groep bedrijven.

---

# Introductie

Als het gaat over de reductiepotentie van emissies op een melkveebedrijf wordt nog weinig specifiek gekeken naar de relaties met het graslandmanagement. Bij duurzaamheidsmaatregelen wordt het aandeel weidegang en (vers) gras vaak als randvoorwaarde ingezet, maar ook gras en graslandmanagement zijn voor het reduceren van NH<sub>3</sub>- en CH<sub>4</sub>-emissies onderdeel van een structurele oplossing voor de toekomst. Praktijkervaring laat namelijk zien dat gras en graslandmanagement sterk de inrichting en brede 'prestaties' van huidige melkveebedrijven bepalen (zoals biodiversiteit en koolstofopslag in de bodem van graslanden). Melkveehouders, adviseurs en onderzoekers missen echter kennis en inzicht over het effect van graslandmanagement op productie (voer en koe) en de (integrale) milieuprestaties, terwijl grasproducten de basis zijn van voeding van melkvee.

De eerste ruwe resultaten uit het onderzoek van Klootwijk et al. (2020) op Dairy Campus laten inderdaad zien dat er CH<sub>4</sub>-reducties gevonden worden bij beweiding van 10-30% ten opzichte van ingekuuld gras. Uit dit onderzoek is een aangepaste emissiefactor (EF) voor weidegras afgeleid.

In dit graslandpraktijkproject is daarom onderzocht wat er mogelijk is wanneer de variatie in graslandmanagement op praktijkbedrijven benut wordt en hoe deze gerelateerd is met de emissie van NH<sub>3</sub> én CH<sub>4</sub> via het voerspoor. Er liggen namelijk concrete aanknopingspunten om via het voerspoor te komen tot een integrale aanpak in de reductie van NH<sub>3</sub> en CH<sub>4</sub> op melkveebedrijven als het management van grasland als sturingsmechanisme wordt ingezet. Het gaat hierbij om het effect van de ruwvoerproductieketen; graslandmanagement is bepalend voor de kwaliteit van het verse en ingekuilde gras voor melkvee. De verteerbaarheid en het eiwitgehalte is daarmee direct een sturingsmechanisme op de reductie van CH<sub>4</sub> en NH<sub>3</sub>.

## *Doel 2020*

Met dit praktijkproject is voor een 12-tal weidende melkveebedrijven (6 demonstratie bedrijven Nieuw Nederlands Weiden en 6 grasgroeibedrijven uit de PPS DISAC) de huidige bedrijfsefficiëntie en de bijbehorende CH<sub>4</sub> en NH<sub>3</sub> emissies in beeld gebracht. Daarbij is ook verkend wat het effect is van aangepaste emissiefactoren en uitgebreide invoer voor vers gras en graskwaliteit. De deelnemende bedrijven laten een range zien in CH<sub>4</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissies op basis van bedrijfsopzet en graslandmanagement. Daaruit kunnen handvatten afgeleid worden voor de melkveehouderijpraktijk om te sturen op het minimaliseren van de CH<sub>4</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissies. Hierdoor worden het handelingsperspectief voor de veehouder, de handreiking voor zijn adviseurs en de randvoorwaarden voor succes in kaart gebracht.

Voor 12 pilotbedrijven zijn de emissies op een rij gezet en is een verkenning gedaan, waarbij de KringLoopWijzer (KLW) van de bedrijven is doorgerekend met een uitgebreide invoer en aangepaste emissiefactoren voor CH<sub>4</sub> en NH<sub>3</sub> (deel A). Daarbij is gekeken naar enkelvoudige (B) en gecombineerde effecten (C) van bedrijfsopzet of management. Op basis van de resultaten van deze berekeningen zijn sturingsfactoren gedefinieerd voor verdere emissiereductie in het graslandseizoen van 2021.

Dat levert nieuwe kennis op voor de sector. De opgedane kennis uit dit project komt breed beschikbaar voor de melkveehouderij (gedurende en aan het einde van dit driejarig traject), eerst in de gezamenlijkheid van samen met de betrokken KE-projecten, daarna via de betrokken periferie en daarna ten slotte voor het onderwijs en voor het peloton van melkveebedrijven.

---

# 1 Methode

## 1.1 Deel A: Varianten met aangepaste emissiefactoren en uitgebreide invoer VEM en RE

Voor deze analyse is de KWL-invoer van de twaalf bedrijven verzameld en na controle in een database verzameld.

De twaalf pilotbedrijven zijn over 2020 gegroepeerd naar grondsoort. Voor alle deelnemers is de bedrijfsintensiteit (kg melk per hectare) berekend op basis van de KWL-data 2020. Ook het verband tussen het aandeel vers gras in het rantsoen en het totaal aandeel ruwvoer in het rantsoen is berekend.

In deel A zijn verschillende varianten stapsgewijs doorgerekend met de Kringloopwijzer (KLW). Per bedrijf is doorgerekend wat het effect is van een aantal aangepaste uitgangspunten voor het berekenen van de CH<sub>4</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissie. De berekeningen zijn uitgevoerd met een aangepaste "stand alone" versie van de KLW, waarbij het mogelijk was om de EF-methaan van vers gras, de grasopname per koe en de VEM-waarde en RE-gehalte van vers gras handmatig aan te passen. De CH<sub>4</sub>-emissie is bij alle varianten uitgedrukt in g CO<sub>2</sub>-equivalenten, wat gelijk staat aan de broeikaswerking van 1 kg CO<sub>2</sub>. De KWL-resultaten van 2020 van de individuele bedrijven vormden hiervoor de basis. De volgende varianten zijn doorgerekend:

- V1. EF-methaan vers gras 16,5 i.p.v. 19,2
- V2. EF-methaan vers gras tot 1 juni 14,5, daarna 16,5
- V3. Variant 2 + vers gras opname o.b.v. Gras Dashboard
- V4. Variant 3 + aanpassing VEM-waarde en RE-gehalte van vers gras o.b.v. bedrijfsspecifieke monsters
- V5. Variant 4 + plus 500 kg ds extra vers weidegras opname (minder aanleg kuil en meer weide-uren)

### **V1. EF-methaan vers gras 16,5 i.p.v. 19,2**

Tot nu toe wordt er in de KWL gerekend met een EF voor methaan van 19,2 g CH<sub>4</sub> per kg drogestof voor vers geweid gras. Bij deze variant is die naar aanleiding van resultaten van onderzoek van Klootwijk et al. (2020) aangepast naar 16,5. Dit is het jaargemiddelde van de eerste serie proeven op Dairy Campus. De effecten van de varianten 1 en 2 op de NH<sub>3</sub>-emissie werden niet meegenomen omdat bij deze varianten de EF voor CH<sub>4</sub> werd aangepast, wat geen effect heeft op de NH<sub>3</sub>-emissie.

### **V2. EF-methaan vers gras tot 1 juni 14,5, daarna 16,5**

Uit genoemd onderzoek (Klootwijk et al. 2020) komen indicaties dat de EF voor CH<sub>4</sub> van vers gras in het voorjaar mogelijk nog lager dan 16,5 is. Daarom is bij deze variant de EF voor CH<sub>4</sub> van vers gras tot 1 juni aangepast naar 14,5 g CH<sub>4</sub> per kg drogestof. De effecten van de varianten 1 en 2 op de NH<sub>3</sub>-emissie werden niet meegenomen omdat bij deze varianten de EF voor CH<sub>4</sub> werd aangepast, wat geen effect heeft op de NH<sub>3</sub>-emissie.

### **V3. Variant 2 + vers gras opname o.b.v. Gras Dashboard**

In de KWL wordt de vers grasopname berekend op basis van de gekozen beweidingmethode en het aantal ingevulde beweidingsuren. Bij deze variant is per bedrijf de vers grasopname aangepast aan de grasopname die is berekend met behulp van het Gras Dashboard (Hofman & Verlaan, 2013). Gras Dashboard is binnen dit project gebruikt om dagelijkse vers grasopname op basis van VEM-behoefte beter in te schatten. Het Gras Dashboard rekent de grasopname namelijk terug op dagbasis op basis van melkproductie (VEM-behoefte) en een dagelijkse registratie van de (bij)voeding op stal. De KWL rekent de grasopname terug op jaarbasis. Middels de VEM-behoefte is met de volgende formule (Klootwijk et al., 2020) op dagbasis vastgelegd wat de bijvoeding was en wat de bijbehorende vers grasopname geweest moet zijn:

$$\text{Vers grasopname (kg DS)} = \frac{\text{VEM behoefte} - \text{VEM opname (graskuil+krachtvoer)}}{\text{VEM gehalte vers gras}}$$

---

#### **V4. Variant 3 + aanpassing VEM-waarde en RE-gehalte van vers gras o.b.v bedrijfsspecifieke monsters**

In de KLV wordt voor vers gras een vaste VEM-waarde per kg drogestof aangehouden van 960. Het RE-gehalte wordt met behulp van een omrekenfactor berekend vanuit het RE-gehalte van de aangelegde graskuilen. Bij deze variant is naast de aangepaste vers gras opname op basis van het Gras Dashboard (variant 3) per bedrijf de VEM-waarde en het RE-gehalte aangepast op basis van grasmonsters die op de verschillende bedrijven zijn genomen. Hiervoor is door Eurofins wekelijks een plukmonster genomen van een perceel dat de dag erna gemaaid werd.

#### **V5. Variant 4 + plus 500 kg ds extra vers weidegras opname (minder aanleg kuil en meer weide-uren)**

Bij deze variant is de grasopname die berekend is met het Gras Dashboard verhoogd met 500 kg drogestof per melkkoe per jaar. Hierbij is ervan uitgegaan dat dit met beweiding wordt gerealiseerd; op basis van ervaring is dit een reële verhoging van vers weidegras die we in de praktijk tegenkomen. Daarom is het aantal weide-uren ook verhoogd. Hierbij is gerekend met een opnamesnelheid van 0,8 kg per uur, zodat het aantal weide-uren is verhoogd met 625 per melkkoe per jaar. Daarnaast is de hoeveelheid aangelegde graskuil verlaagd met een hoeveelheid die overeenkomt met de het extra opgenomen vers gras (aantal melkkoeien x 500 kg drogestof).

## 1.2 Deel B en C: enkelvoudige en gecombineerde effecten van bedrijfsopzet of management op methaan- en ammoniakemissie

In deel B zijn de relaties tussen enerzijds enkele afzonderlijke managementaspecten en bedrijfsfactoren en anderzijds de emissies van CH<sub>4</sub> en NH<sub>3</sub> in beeld gebracht. In deel C is bekeken of deze relaties afhankelijk waren van het aandeel vers gras in het rantsoen. In zowel deel B als C is uitgegaan van variant 4 van deel A, dus met een aangepaste EF-methaan vers gras + grasopname o.b.v. Gras Dashboard en VEM-waarde en RE-gehalte van vers gras op basis van bedrijfsspecifieke vers grasanalyses. Om de correlaties te kwantificeren, is door Excel steeds een trendlijn berekend. Dit is een enkelvoudige regressielijn waarmee vanuit een bepaalde variabele een afhankelijke variabele kan worden voorspeld. De R<sup>2</sup> (\*100) geeft daarbij aan hoeveel procent van de variatie van de afhankelijke variabele wordt verklaard door de voorspellende variabelen.

### 1.2.1 Deel B: enkelvoudige effecten

Van de volgende managementaspecten en bedrijfsfactoren is het verband met NH<sub>3</sub>- en CH<sub>4</sub>-emissie berekend:

- Aandeel mais in rantsoen
- Aandeel vers gras in rantsoen
- Aandeel graskuil rantsoen
- Aandeel krachtvoer rantsoen
- RE-graskuilproducten
- RE-rantsoen (berekend)
- RE-vers gras
- VEM-berekend rantsoen
- Melkproductie per koe
- Intensiteit (melkproductie per ha)
- Aandeel grasland
- Opbrengst grasland (kg ds berekend geoogst)
- Aandeel jongvee
- Ton rundveedrijfmest per ha grasland

---

### 1.2.2 Deel C: gecombineerde effecten

In onderdeel C is een combinatie gemaakt van de effecten van bedrijfsopzet en bedrijfsmanagement met daarbij het aandeel vers gras in het rantsoen op de CH<sub>4</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissie. Hiervoor zijn de bedrijven verdeeld in groepen op basis van het aandeel vers gras in het rantsoen: <10%, 10-18% en >18% vers gras kg ds totaal rantsoen. Deze categorieën zijn in elke figuur inzichtelijk gemaakt met verschillende kleuren.

Van de volgende factoren is het verband met NH<sub>3</sub>- en CH<sub>4</sub>-emissie ten aanzien van het aandeel vers gras in het rantsoen berekend:

Kg melk per koe  
Kg melk per ha  
Ruw eiwit rantsoen per kg ds  
Ruw eiwit graskuil per kg ds (eventueel t.o.v. VEM)  
Ruw eiwit bijvoeding ruwvoer per kg ds  
Percentage grasland  
Aandeel vers gras en graskuil  
Kg melk per kg ds  
Stuks jongvee per 10 melkkoeien

### 1.2.3 Correlaties

De sterkte van de verbanden, uitgedrukt in R<sup>2</sup>, tussen enerzijds genoemde factoren en anderzijds NH<sub>3</sub>- en CH<sub>4</sub>-emissie zijn als volgt gekwantificeerd en geclusterd:

Geen of nauwelijks correlatie	(< 0.30)
Lage of zwakke correlatie	(0.30 – 0.50)
Middelmatig of redelijke correlatie	(0.50 – 0.70)
Hoog of sterke correlatie	(0.70 – 0.90)
Zeer hoge of zeer sterke correlatie	(0.90 – 1.00)

Vanaf zwakke correlaties (0.30) is benoemd of de trend positief of negatief is.

Het is belangrijk te benoemen dat het gaat om een zeer beperkt aantal bedrijven in één specifiek groeiseizoen. De uitkomsten moeten worden beschouwd als een eerste verkenning. Het is vooral een rapportage van de onderzochte (cor)relaties.

## 2 Resultaten

### 2.1 Deel A: varianten met aangepaste emissiefactoren en uitgebreide invoer van VEM en RE

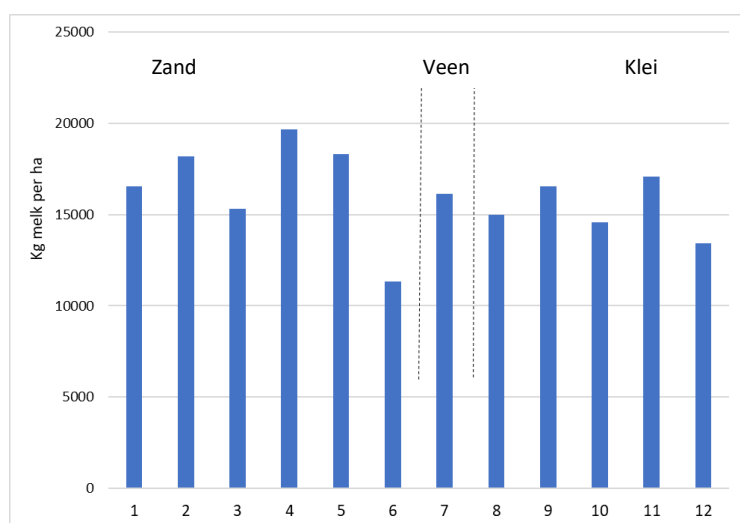
#### 2.1.1 Bedrijfsspecifieke waarden

##### Intensiteit per bedrijf

De intensiteit van de twaalf bedrijven varieerde van ruim 11.000 tot bijna 20.000 kg melk per ha (Tabel 1 en Figuur 1). De gemiddelde intensiteit van de bedrijven op zandgrond lag op ca. 16.500 kg melk per ha. Eén bedrijf had een opvallend lage intensiteit, doordat 27% van het areaal akkerbouw was. Zonder dit bedrijf was de gemiddelde intensiteit van de bedrijven op zandgrond 17.600 kg melk per ha. De gemiddelde intensiteit van de bedrijven op klei- en veengrond was 15.500 kg per ha.

**Tabel 1** Bedrijfskenmerken van de twaalf bedrijven.

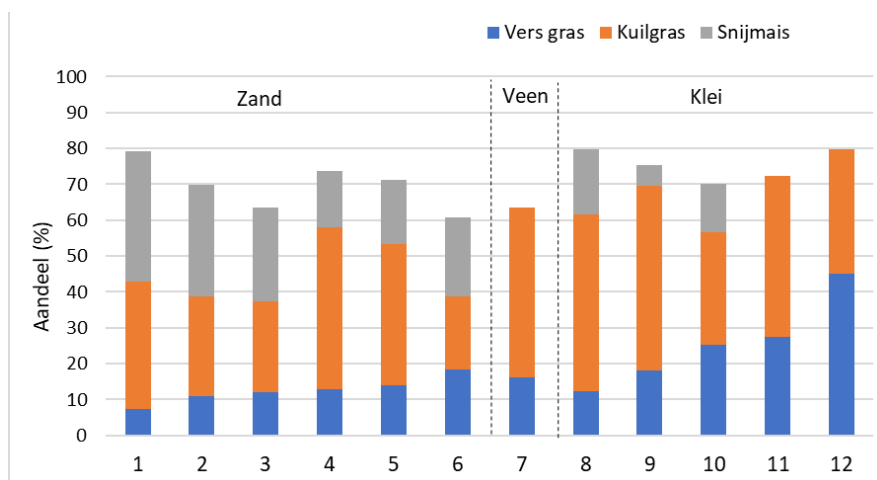
Bedrijf	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Totaal areaal (ha)	74,97	54,97	50,4	82,72	50,37	46,17	103,27	31,05	67,61	53,09	59,72	43,74
Aandeel grasland (%) van totaal areaal	85,9	65,9	81,5	49,5	81,2	83,9	87,8	90,4	100	100	100	100
Opbrengst gras (kg ds) per ha	10091	7347	8263	8802	7331	9716	10212	11604	10763	11491	12889	8753
Opbrengst snijmais (kg ds) per ha	19177	14315	17770	11520	16896	14551	17788	17512				
Melk (kg) per ha	16534	15333	18319	11324	18178	19653	14973	14591	16568	16156	17104	13415
Melk (kg) per koe per jaar	8982	10291	9345	8268	9538	8634	8547	7260	8177	8161	8373	8150



**Figuur 1** Intensiteit per bedrijf (kg melk per ha).

## Aandelen ruwvoer in het rantsoen

Er was geen verband te zien tussen het aandeel vers gras in het rantsoen en het totaal aandeel ruwvoer in het rantsoen. Het totale aandeel ruwvoer in het rantsoen varieerde van bijna 61% tot 80% (Figuur 2). Het aandeel grasproducten was op praktisch alle bedrijven op klei- en veengrond hoger dan op de bedrijven op zandgrond. Op de bedrijven op zandgrond varieerde het aandeel vers gras van 7,5 tot 18,5% en het aandeel kuilgras van 20 tot 45%. Op de bedrijven op klei- en veengrond varieerde het aandeel vers gras van 12 tot 45% en het aandeel kuilgras van 31 tot 52%. Op alle bedrijven op zandgrond werd snijmais gevoerd en op de bedrijven op klei- en veengrond op de helft van de bedrijven. Het aandeel mais op de bedrijven op zandgrond varieerde van 16 tot 36% en die op de bedrijven op klei- en veengrond van 0 tot 18%.



**Figuur 2** Aandelen ruwvoer (%) in het rantsoen.

## VEM-verloop per beweidingssysteem

Op zes bedrijven werd het Nieuw Nederlands weiden (NNW) toegepast (standweidesysteem), op vier bedrijven het omweidensysteem en op twee bedrijven het stripgrazensysteem (specifieke vorm van een omweidensysteem). Het VEM-verloop per beweidingssysteem is weergegeven in Bijlage A, Figuur 5. Gedurende het groeiseizoen werden op alle bedrijven wekelijks vers gras monsters genomen en geanalyseerd op voederwaarde. Er is binnen het project een aanpalend analyseonderdeel van het vers gras van 2020. In dat onderdeel zijn per maand de VEM-waarden van de drie beweidingssystemen weergegeven, waardoor de verandering in vers graskwaliteit tussen de verschillende systemen inzichtelijk is gemaakt.

## Vers grasopname

Bij variant 3 is per bedrijf gerekend met grasopnames van melkkoeien berekend met het Gras Dashboard i.p.v. de berekende grasopnames volgens de K LW-rekenregels. In de Bijlage A, Figuur 6 zijn per bedrijf de vers grasopnames per koe per jaar van beide methodes naast elkaar gezet. De berekende grasopname volgens de K LW-rekenregels varieerde van 628 tot 3049 kg ds per koe per jaar. Gemiddeld was de berekende grasopname van het Gras Dashboard 77 kg per koe per jaar hoger dan die van de K LW. Bij drie bedrijven kwam de grasopname van het Gras Dashboard duidelijk lager uit (250-450 kg ds per koe per jaar) en bij vier bedrijven kwam die duidelijk hoger uit (340-480 kg ds per koe per jaar). Van één bedrijf waren geen Gras Dashboard gegevens beschikbaar. Bij de doorrekening van de betreffende varianten is bij dit bedrijf aangenomen dat de Gras Dashboard-grasopname gelijk was aan de berekende K LW-grasopname.

## VEM-waarde vers gras op basis van analyses vs K LW

Bij variant 4 is naast de aangepaste vers gras opname o.b.v. het Gras Dashboard (variant 3) per bedrijf de VEM-waarde en het RE-gehalte aangepast o.b.v. grasanalyses die op de verschillende bedrijven zijn bepaald. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen gehalten van vers gras voor en na 1 juni. In Bijlage A, Figuur 7 zijn de gemeten VEM-waarden vergeleken met de vaste VEM-waarde van 960 uit de K LW. Op praktisch alle bedrijven was de gemeten VEM-waarde van vers gras tot 1 juni duidelijk hoger dan de vaste K LW VEM-waarde van 960. Gemiddeld was de gemeten VEM-waarde van vers gras tot 1 juni 1.026. De gemeten VEM-waarde van vers gras na 1 juni was op de verschillende bedrijven praktisch gelijk of iets lager dan de vaste K LW VEM-waarde van 960. Gemiddeld was de VEM-waarde van vers gras na 1 juni 950.



Op basis van de grasopname voor en na 1 juni, vanuit het Gras Dashboard, is per bedrijf een gewogen gemiddelde op jaarbasis berekend van de gemeten VEM-waarden voor en na 1 juni (op basis van de verhouding van de gemiddelde vers grasopname van voor en na 1 juni). Gemiddeld over de bedrijven kwam deze uit op 976 en was daarmee 16 eenheden hoger dan de vast KLV VEM-waarde van 960.

### RE-gehalte vers gras op basis van bemonstering vs KLV

Op praktisch alle bedrijven was het gemeten RE-gehalte van vers gras tot 1 juni lager dan het op jaarbasis berekende KLV RE-gehalte van 204. Op twee bedrijven was het gemeten RE-gehalte meer dan 100 g/kg ds lager dan het berekende KLV RE-gehalte. Gemiddeld kwam het gemeten RE-gehalte van vers gras tot 1 juni 17 g/kg ds lager uit dan het op jaarbasis berekende KLV RE-gehalte. Op de meeste bedrijven was het gemeten RE-gehalte van vers gras na 1 juni hoger dan het op jaarbasis berekende KLV RE-gehalte. Gemiddeld kwam het gemeten RE-gehalte van vers gras na 1 juni 19 g/kg ds hoger uit dan het op jaarbasis berekende KLV RE-gehalte. Vergelijkbaar met de VEM-waarde is van de gemeten RE-gehalten voor en na 1 juni een gewogen gemiddelde op jaarbasis berekend (op basis van de verhouding van de gemiddelde vers grasopname van voor en na 1 juni). Gemiddeld over de bedrijven kwam deze uit op uit op 211 g/kg ds en was daarmee 7 g/kg ds hoger dan het berekende KLV RE-gehalte. In Bijlage A, Figuur 8 zijn de gemeten RE-gehalten van vers gras voor en na 1 juni vergeleken met de berekende RE-gehalte in de KLV.

### 2.1.2 Variantberekeningen KringloopWijzer

In tabel 2 zijn de effecten van de verschillende varianten op CH<sub>4</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissies weergegeven.

**Tabel 2** *Vergelijking van de uitkomsten bij basisgegevens en aangepaste gegevens in 2020. Voor het gemiddelde effect en de spreiding per bedrijf is aangegeven of de variant leidde tot een lagere (-) of hogere (+) waarde, of tot geen verandering (0). Meerdere '-' of '+' duiden op een sterker effect.*

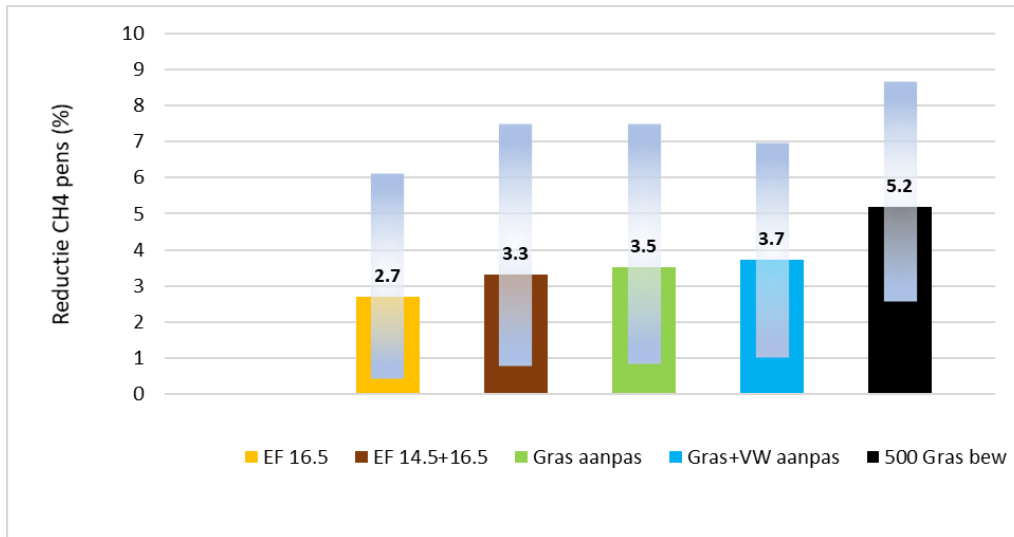
Variant	Parameter	Gemiddeld effect 12 bedrijven		Spreiding per bedrijf	
		Effect op CH <sub>4</sub> per kg FPCM*	Effect op NH <sub>3</sub> per ha	Effect op CH <sub>4</sub> per kg FPCM*	Effect op NH <sub>3</sub> per ha
1	EF vers gras 16.5 ipv 19.2	-	0	0 tot --	0
2	EF vers gras tot 1 juni 14.5, daarna 16.5	-	0	0 tot --	0
3	Variant 2 + vers gras opname per jaar o.b.v. Gras Dashboard	0	0	- tot +	-- tot ++
4	Variant 3 + RE gehalte + VEM gehalte vers gras o.b.v. monsternamen	0	0 tot +	0 tot +	0 tot +++
5	Variant 4 + 500 kg vers weidegras	-	0	0 tot -	- tot ++
	Uren weidegang (inschatting)	0	0 tot -	0	0 tot -
	Beweidingsstelsel, korter inscharen (inschatting)	0	0	0 tot +	0 tot -

\*FPCM = fat protein corrected milk

### 2.1.2.1 Methaanemissie uit de pens per bedrijf bij de verschillende varianten

#### Basissituatie

In de basissituatie varieerde de CH<sub>4</sub>-emissie uit de pens tussen de bedrijven van 489 tot 665 g CO<sub>2</sub> eq per kg FPCM (Bijlage A, Figuur 9). Relatief gezien was dit een verschil van ruim 35% tussen het bedrijf met de hoogste en laagste CH<sub>4</sub>-emissie. Tevens is de spreiding van CH<sub>4</sub>-emissie per bedrijf weergegeven. In Bijlage A zijn daarnaast de absolute gemiddelde emissies per variant (Figuur 10), de emissie per bedrijf bij de verschillende varianten (Figuur 11), de relatieve reductie van CH<sub>4</sub>-emissie uit de pens in % per bedrijf van de verschillende varianten op de CH<sub>4</sub>-emissie uit de pens (Figuur 12) en de emissie van broeikasgassen per bedrijf bij de verschillende varianten (Figuur 13) te vinden. In de basissituatie varieert de berekende broeikasgasemissie tussen de bedrijven van 1.129 tot 1.584 g CO<sub>2</sub> eq per kg FPCM. Relatief gezien is dit een verschil van ruim 40%. In onderstaande Figuur 3 is per variant de gemiddelde reductie van de CH<sub>4</sub>-emissie uit de pens weergegeven ten opzichte van de basissituatie.



**Figuur 3** De gemiddelde percentuele reductie van de CH<sub>4</sub>-emissie uit de pens t.o.v. de basissituatie (0%). EF 16.5 = V1; EF 14.5+16.5 = V2; Gras aanpas = V3; Gras+VW (voederwaarde) aanpas = V4; 500 Gras bew = V5.

#### V1&2. EF-methaan vers gras 16,5 i.p.v. 19,2 en EF-methaan vers gras tot 1 juni 14,5, daarna 16,5

De beide varianten met een naar beneden toe aangepaste EF voor CH<sub>4</sub> van vers gras, EF 16,5 en EF 14,5+16,5 gaven bij alle bedrijven een verlaging van de CH<sub>4</sub>-emissie. Door de EF voor methaan te verlagen van 19,2 g CH<sub>4</sub> per kg ds naar 16,5 werd de berekende emissie uit de pens gemiddeld over twaalf bedrijven 2,7% lager (van 581 naar 565 g CO<sub>2</sub> eq per kg FPCM). Door de EF van voorjaarsgras tot 1 juni extra te verlagen naar 14,5 werd de gemiddelde berekende emissie totaal 20 g CO<sub>2</sub> eq per kg FPCM lager dan in de basissituatie. Dit komt overeen met 3,3%. De reductie was afhankelijk van het berekend aandeel vers gras in het rantsoen en varieerde bij de variant EF 14,5+16,5 van 4 tot 48 g CO<sub>2</sub> eq per kg FPCM. Dit komt overeen met een variatie in reductiepercentage van 0.8 tot 7.5% ten opzichte van de basissituatie.

#### V3. Variant 2 + vers gras opname o.b.v. Gras Dashboard

De berekende CH<sub>4</sub>-emissie uit de pens werd gemiddeld over twaalf bedrijven 3,6% lager (van 581 naar 560 g CO<sub>2</sub> eq per kg FPCM), wanneer de grasopname berekend met de KLV-rekenregels werd vervangen door de grasopname berekend met behulp van het Gras Dashboard. De verandering van de berekende CH<sub>4</sub>-emissie varieerde tussen de bedrijven van een verhoging met 9 tot een verlaging van met 8 g CO<sub>2</sub> eq per kg FPCM. Relatief gezien veranderde de reductie daarmee van -1.4 tot +1.2%. Het effect van het rekenen met het Gras Dashboard hing geheel af van of de grasopname bij deze berekening steeg of daalde ten opzichte van de basisberekening. Bij bedrijven waar de grasopname berekend met het Gras Dashboard hoger was dan de grasopname berekend met de KLV, leidde dat tot een lagere emissie van CH<sub>4</sub> in V3 en omgekeerd.

#### V4. Variant 3 + aanpassing VEM-waarde en RE-gehalte van vers gras o.b.v. bedrijfsspecifieke monsters

Het aanpassen van de VEM-waarde en het RE-gehalte op basis van grasmonsters leverde gemiddeld een verlaging van 3,8% (van 581 naar 559 g CO<sub>2</sub> eq per kg FPCM) de berekende CH<sub>4</sub>-emissie uit de pens op. Ten opzichte van V3 is dat nauwelijks een extra verlaging (van 560 naar 559 g CO<sub>2</sub> eq per kg FPCM). De verandering van de berekende CH<sub>4</sub>-emissie varieerde tussen de bedrijven van een verhoging met 3 g tot een verlaging van met 4 g CO<sub>2</sub> eq per kg FPCM. Relatief gezien veranderde varieerde de reductie daarmee tussen -0.5 en +0.7%.

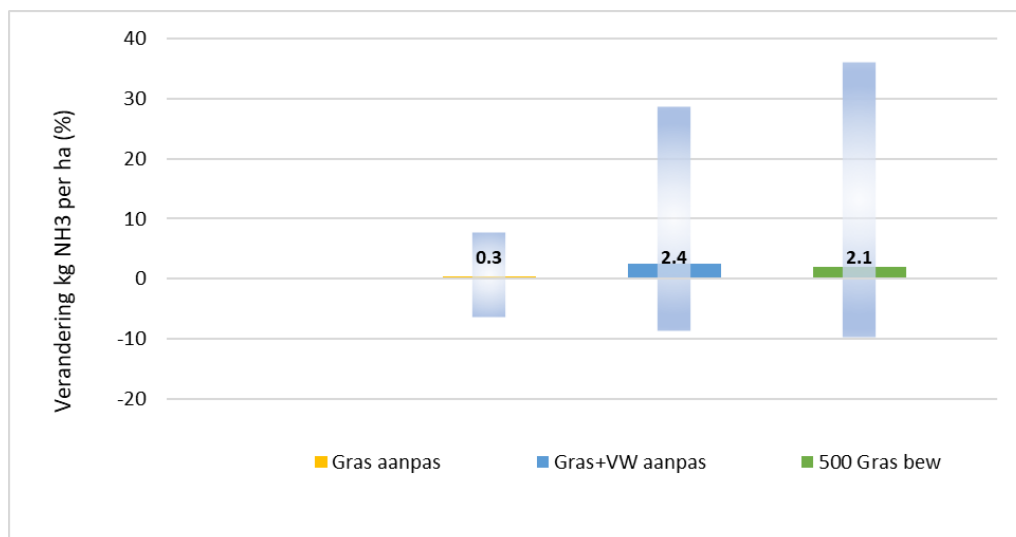
#### V5. Variant 4 + plus 500 kg ds extra vers weidegras opname (minder aanleg kuil en meer weide-uren)

Het verhogen van de vers grasopname per koe met 500 kg ds per jaar leidde op alle bedrijven tot een extra verlaging van de CH<sub>4</sub>-emissie uit de pens. De verlaging varieerde van 5 tot 14 g CO<sub>2</sub> eq per kg FPCM. De emissiereductie varieerde daarmee van 0,9 tot 2,3%. Ten opzichte van de basissituatie zorgde V5 gemiddeld voor een verlaging van 5,1%, van 581 naar 551 g CO<sub>2</sub> eq per kg FPCM. De cumulatieve emissiereductie van de vijf varianten varieerde tussen de bedrijven van 14 tot 56 g CO<sub>2</sub> eq per kg FPCM. Relatief gezien varieerde de cumulatieve reductie tussen de bedrijven van 2,6 tot 8,7%.

### 2.1.2.2 Ammoniakemissie uit de pens per bedrijf bij de verschillende varianten

#### Basissituatie

In de basissituatie varieerde de berekende NH<sub>3</sub>-emissie van 34,4 tot 69,0 kg NH<sub>3</sub> per ha (Bijlage A, Figuur 14). Figuur 15 in Bijlage A laat het gemiddelde zien van de 12 deelnemende bedrijven van de berekende NH<sub>3</sub>-emissie vanuit de KLV 2020 (basissituatie en per variant). Afhankelijk van de bedrijfsopzet en bedrijfsvoering zat er een factor 2 tussen het bedrijf met de laagste en het bedrijf met de hoogste NH<sub>3</sub>-emissie per ha. In Bijlage A is ook de NH<sub>3</sub>-emissie per ha per bedrijf bij verschillende varianten (Figuur 16) en de relatieve verandering per bedrijf van de verschillende varianten op de NH<sub>3</sub>-emissie (Figuur 17) te vinden. In onderstaande Figuur 4 is per variant de gemiddelde verandering (%) van de NH<sub>3</sub>-emissie per hectare weergegeven ten opzichte van de basissituatie.



**Figuur 4** De gemiddelde percentuele verandering van de NH<sub>3</sub>-emissie per hectare t.o.v. de basissituatie (0%). Gras aanpas = V3; Gras+VW (voederwaarde) aanpas = V4; 500 Gras bew = V5.

#### V3. Variant 2 + vers gras opname o.b.v. Gras Dashboard

Het effect van het aanpassen van de grasopname per koe per jaar aan de berekende grasopname vanuit het Gras Dashboard varieerde van een verlaging van de NH<sub>3</sub>-emissie per ha van 4 kg per ha tot een verhoging van 3 kg per ha t.o.v. de basisberekening (gemiddeld +0,4%, van 52,0 naar 52,2 kg per ha). De relatieve verandering varieerde van -6,3% tot +7,7%. Het effect vertoonde een sterke relatie met het verschil in de berekende grasopname tussen die van de KLV en het Gras Dashboard.

Wanneer de berekende grasopname van het Gras Dashboard hoger was dan die van de K LW, dan veroorzaakte dit een hoger berekende RE-gehalte van het rantsoen en daarmee een hogere NH<sub>3</sub>-emissie per ha en omgekeerd.

#### V4. Variant 3 + aanpassing VEM-waarde en RE-gehalte van vers gras o.b.v. bedrijfsspecifieke monsters

Het effect van het aanpassen van het RE-gehalte van vers gras aan de bedrijfsspecifieke vers grasanalyses leidde gemiddeld tot een verhoging van 1 kg NH<sub>3</sub> per ha (gelijk aan +2,3%, gemiddeld van 52,0 naar 53,2 kg per ha) en varieerde van een verlaging 2 kg NH<sub>3</sub>-emissie per ha tot een verhoging van 10 kg per ha. De relatieve verandering varieerde van -2,5% tot +28,7%. Op dit bedrijf bedroeg het verschil tussen het RE-gehalte van vers gras o.b.v. vers grasmonsters en het berekende RE-gehalte vanuit de K LW +36 g/kg ds. Dit resulteerde in een berekend verschil van +16 g/kg ds op rantsoenbasis.

#### V5. Variant 4 + plus 500 kg ds extra vers weidegras opname (minder aanleg kuil en meer weide-uren)

Er was gemiddeld nauwelijks een effect van het verhogen van de grasopname per koe met 500 kg per jaar (+1,9%, gemiddeld van 52,0 naar 53,0 kg per ha). Tussen de bedrijven varieerde het effect van een verlaging 1 kg NH<sub>3</sub>-emissie per ha tot een verhoging van 2,5 kg per ha. Het relatieve effect varieerde van -2,5 tot +7,2%. Door meer vers gras en minder graskuil in het rantsoen werd het berekend RE-gehalte van het rantsoen gemiddeld 3 g/kg ds hoger. Dat deze verhoging niet leidde tot extra NH<sub>3</sub>-emissie komt doordat de extra grasopname werd gerealiseerd door extra uren beweiding. Verder dient opgemerkt te worden dat de krachtvoergif en samenstelling niet is aangepast in deze berekening, zoals aan onder andere de verhoogde eiwitopname. Bij goede landbouwkundige praktijk zal wel geanticipeerd worden op de verhoogde vers grasopname: dan zal de krachtvoergif en/of RE-gehalte van het krachtvoer aangepast worden.

## 2.2 Deel B: Enkelvoudige effecten van bedrijfsopzet of management

Tabel 3 geeft een overzicht van de enkelvoudige effecten van bedrijfsopzet of management. Alle relaties zijn afzonderlijk weergegeven in figuren, welke terug te vinden zijn in bijlage B.

**Tabel 3** *Correlatie tussen managementaspecten of bedrijfsopzet en de emissies van CH<sub>4</sub> en NH<sub>3</sub>. Voor correlaties van 0.30 of hoger is aangegeven of de trend positief (+) of negatief (-) was.*

	CH <sub>4</sub> per FPCM	NH <sub>3</sub> per ha
1 Ø Aandeel mais in rantsoen	Geen	Redelijk (-)
2 Ø Aandeel vers gras in rantsoen	Geen	Geen tot redelijk (+)
3 Ø Aandeel graskuil rantsoen	Geen	Redelijk (+)
4 Ø Aandeel krachtvoer rantsoen	Geen	0
5 Ø RE-graskuilproducten	Geen tot redelijk (+)	0
6 Ø RE-rantsoen (berekend)	Geen	Sterk (+)
7 Ø RE-vers gras	Geen	Geen
8 Ø VEM-berekend rantsoen	Geen	Geen
9 Ø Melkproductie per koe	Geen	Geen
10 Ø Intensiteit (melkproductie per ha)	Geen	Geen
11 Ø Aandeel grasland	Geen	Geen
12 Ø Opbrengst grasland (kg ds berekend geoogst)	Geen	Geen tot redelijk (+)
13 Ø Aandeel jongvee	Geen	Geen
14 Ø Ton rundveedrijfmest per ha grasland	Geen	Geen

Oranje cellen geven een redelijke of sterke correlatie aan

---

## 1. Aandeel mais in rantsoen

### *Methaan*

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk was geen of nauwelijks correlatie met het aandeel snijmais in het rantsoen binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,01$ , Bijlage B, Figuur 18). Bedrijf 12 kent een duidelijk andere bedrijfsvoering dan andere bedrijven; biologisch, geen mais en onbeperkt weiden. Het weglaten van het bedrijf 12 gaf geen verandering in de waardering van de correlatie tussen de emissie van CH<sub>4</sub> per kilogram meetmelk en het aandeel snijmais in het rantsoen ( $R^2=0,04$ , Bijlage B, Figuur 19).

### *Ammoniak*

Voor de emissie van ammoniak in kg per ha was er een lage correlatie ten aanzien van het aandeel snijmais in het rantsoen ( $R^2=0,37$ , Bijlage B, Figuur 18). Het verband was negatief. Een hoger aandeel snijmais gaf binnen deze groep bedrijven een lagere emissie van ammoniak in kg per ha. Het bedrijf 12 week af binnen de trend in deze groep. Het weglaten van het bedrijf 12 gaf een redelijk negatieve correlatie tussen de emissie van ammoniak per hectare en het aandeel snijmais in het rantsoen ( $R^2=0,65$ , Bijlage B, Figuur 19).

## 2. Aandeel vers gras in rantsoen

### *Methaan*

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk was geen of nauwelijks negatieve correlatie ten aanzien van het aandeel vers gras in het rantsoen binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,01$ , Bijlage B, Figuur 20). Het bedrijf 12 week af binnen de trend in deze groep en is daarom weggelaten. Daarna was er geen tot nauwelijks positieve correlatie ( $R^2=0,01$ , Bijlage B, Figuur 21) te zien.

### *Ammoniak*

Voor de emissie van ammoniak in kg per ha was er geen tot nauwelijks positieve correlatie ten aanzien van het aandeel vers gras in het rantsoen binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,03$ , Bijlage B, Figuur 20). Wat betreft het aandeel vers gras in het rantsoen week bedrijf 12 sterk af van de groep. Het weglaten van bedrijf 12 zorgde voor een zwakke tot redelijke positieve correlatie tussen de emissie van NH<sub>3</sub> per ha en het aandeel vers gras in het rantsoen ( $R^2=0,50$ , Bijlage B, Figuur 21).

## 3. Aandeel graskuil rantsoen

### *Methaan*

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk was geen of nauwelijks correlatie ten aanzien van het aandeel kuilgras in het rantsoen in deze analyse binnen deze groep bedrijven (Bijlage B, Figuur 22).

### *Ammoniak*

Voor de emissie van ammoniak in kg per ha was er een redelijke correlatie ten aanzien van het aandeel kuilgras in het rantsoen binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,55$ ). De trend was positief. Een groter aandeel kuilgras in het rantsoen gaf meer NH<sub>3</sub>-emissie per ha. De correlatie van de emissie van NH<sub>3</sub> in kg per hectare met het aandeel kuilgras in het rantsoen was sterker dan de correlatie met het aandeel vers gras in het rantsoen in deze groep bedrijven (Bijlage B, Figuur 22).

## 4. Aandeel krachtvoer rantsoen

### *Methaan*

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk was geen correlatie ten aanzien van het aandeel krachtvoer in het rantsoen binnen deze groep bedrijven (Bijlage B, Figuur 23).

### *Ammoniak*

Voor de emissie van NH<sub>3</sub> in kg per ha was er geen correlatie ten aanzien van het aandeel krachtvoer in het rantsoen binnen deze groep bedrijven (Bijlage B, Figuur 23).

## 5. RE graskuilproducten

### *Methaan*

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk is er een zwakke correlatie ten aanzien van het RE in graskuilproducten binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,37$ , Bijlage B, Figuur 24). Dit is een positieve trend. Hoe hoger het RE in graskuilproducten, hoe hoger de CH<sub>4</sub>-emissie per kg meetmelk. Met een aanzienlijk lager RE-gehalte scoorde bedrijf 12 afwijkend binnen deze groep.

---

Na het weglaten van bedrijf 12 was er een hoge correlatie ten aanzien van het RE in kuilproducten en de gevonden CH<sub>4</sub>-emissie binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,71$ , Bijlage B, Figuur 25). De trend is positief.

#### *Ammoniak*

Voor de emissie van ammoniak in kg per ha was er nauwelijks een correlatie ten aanzien van RE in graskuilproducten binnen deze groep bedrijven, zonder bedrijf 12 ( $R^2=0,00$ , Bijlage B, Figuur 25).

### **6. RE rantsoen (berekend)**

#### *Methaan*

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk was er nauwelijks een correlatie ten aanzien van het RE in het berekend rantsoen binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,03$ , Bijlage B, Figuur 26).

#### *Ammoniak*

Voor de emissie van NH<sub>3</sub> in kg per ha was er een sterke correlatie ten aanzien van het RE in het berekend rantsoen binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,74$ , Bijlage B, Figuur 26). De trend was positief. Hoe hoger het RE per kg ds in het berekend rantsoen, hoe hoger de emissie van NH<sub>3</sub> per ha.

### **7. RE in vers gras**

#### *Methaan*

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk was er nauwelijks tot geen correlatie ten aanzien van het RE in vers gras per kg ds binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,26$ , Bijlage B, Figuur 27).

#### *Ammoniak*

Voor de emissie van NH<sub>3</sub> in kg per ha was er geen correlatie ten aanzien van het RE in vers gras per kg ds binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,03$ , Bijlage B, Figuur 27).

### **8. VEM berekend rantsoen**

#### *Methaan*

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk was er nauwelijks een correlatie ten aanzien VEM berekend rantsoen per kg ds binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,45$ , Bijlage B, Figuur 28).

#### *Ammoniak*

Voor de emissie van NH<sub>3</sub> in kg per ha was er nauwelijks een correlatie ten aanzien VEM berekend rantsoen per kg ds binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,12$ , Bijlage B, Figuur 28).

### **9. Melkproductie per koe**

#### *Methaan*

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk was er een lage/zwakke correlatie ten aanzien van de melkproductie per koe binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,40$ , Bijlage B, Figuur 29). De trend was negatief. Een hogere melkproductie per koe gaf een lagere CH<sub>4</sub>-emissie per kg meetmelk.

#### *Ammoniak*

Voor de emissie van NH<sub>3</sub> in kg per ha was er nauwelijks een correlatie ten aanzien van de melkproductie per koe binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,12$ , Bijlage B, Figuur 29).

### **10. Melkproductie per ha**

#### *Methaan*

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk was er nauwelijks een correlatie ten aanzien van de melkproductie per ha binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,22$ , Bijlage B, Figuur 30).

#### *Ammoniak*

Voor de emissie van NH<sub>3</sub> in kg per ha was er nauwelijks een correlatie ten aanzien van de melkproductie per ha binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,30$ , Bijlage B, Figuur 30). Opvallend binnen dit verband was de tegenovergestelde trend. Een hogere melkproductie per ha gaf een lagere CH<sub>4</sub>-emissie per kg meetmelk. Aandachtspunt is dat NH<sub>3</sub> per ha wordt weergegeven en CH<sub>4</sub> per kg meetmelk.

---

## 11. Percentage grasland van totaal areaal

### *Methaan*

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk was er geen correlatie te zien ten aanzien van het percentage grasland van het totaal areaal binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,00$ , Bijlage B, Figuur 31).

### *Ammoniak*

Voor de emissie van NH<sub>3</sub> in kg per ha was er een zwakke correlatie ten aanzien van het percentage grasland van het totaal areaal binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,42$ , Bijlage B, Figuur 31). De trend was positief. Een hoger percentage grasland gaf een hogere emissie van NH<sub>3</sub> per ha.

## 12. Opbrengst grasland (kg ds berekend geoogst)

### *Methaan*

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk was er geen correlatie ten aanzien van de berekende kg ds gras per ha die geoogst is binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,17$ , Bijlage B, Figuur 32).

### *Ammoniak*

Voor de emissie van NH<sub>3</sub> in kg per ha was er een redelijke correlatie ten aanzien van kg ds gras per ha geoogst berekend binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,55$ , Bijlage B, Figuur 32). De trend was positief. Een hoger berekende opbrengst kg ds gras per hectare gaf een hogere emissie van ammoniak per ha.

## 13. Jongvee per 10 melkkoeien

### *Methaan*

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk was er een zwakke correlatie ten aanzien van jongvee per 10 melkkoeien binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,41$ , Bijlage B, Figuur 33). De trend was positief. Een hoger aantal stuks jongvee per 10 melkkoeien gaf een hogere emissie CH<sub>4</sub>-emissie per kg meetmelk. Bedrijf 6 week af in deze groep. Het weglaten van dit bedrijf zorgde voor een halvering van de  $R^2$ . Er is dan nauwelijks correlatie.

### *Ammoniak*

Voor de emissie van NH<sub>3</sub> in kg per ha was er nauwelijks een correlatie ten aanzien van jongvee per 10 melkkoeien binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,18$ , Bijlage B, Figuur 33).

## 14. Ton rundveedrijfmest per hectare grasland

### *Methaan*

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk was er nauwelijks een correlatie ten aanzien van de tonnen toegediende rundveedrijfmest per ha productiegrasland binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,02$ , Bijlage B, Figuur 34).

### *Ammoniak*

Voor de emissie van ammoniak in kg per ha was er nauwelijks een correlatie ten aanzien van de tonnen toegediende rundveedrijfmest per ha productiegrasland binnen deze groep bedrijven ( $R^2=0,03$ , Bijlage B, Figuur 34).

## 2.3 Deel C: Gecombineerde effecten van bedrijfsopzet of management

Voor dit onderdeel is uitgegaan van variant 4: met EF voor CH<sub>4</sub> van vers gras 16,5 in plaats van 19,2 en EF voor CH<sub>4</sub> van vers gras tot 1 juni 14,5; daarna 16,5, vers gras opname op basis van het Gras Dashboard en aanpassing VEM-waarde en RE-gehalte van vers gras op basis van bedrijfsspecifieke monsters.

Tabel 4 geeft een overzicht van de gecombineerde effecten van bedrijfsopzet of management. Alle relaties zijn afzonderlijk weergegeven in figuren, welke terug te vinden zijn in bijlage C.

**Tabel 4** Correlatietabel gerelateerd aan aandeel vers gras.

X as	Y as	Correlatie	Trend
1 Kg melk per koe	ruw eiwit rantsoen per kg ds	Geen	
2 Kg melk per ha	ruw eiwit rantsoen per kg ds	Geen	
3 Ruw eiwit rantsoen per kg ds	NH <sub>3</sub> per ha	Sterk	met NH <sub>3</sub> (positief)
4 Ruw eiwit graskuil per kg ds (eventueel t.o.v. VEM)	NH <sub>3</sub> per ha	Geen	
5 Ruw eiwit bijvoeding ruwvoer per kg ds	NH <sub>3</sub> per ha	Sterk	met NH <sub>3</sub> (positief)
6 Percentage grasland	NH <sub>3</sub> per ha	Zwak	met NH <sub>3</sub> (positief)
7 Aandeel vers gras en graskuil	NH <sub>3</sub> per ha	Redelijk	met NH <sub>3</sub> (positief)
8 Kg melk per kg ds	CH <sub>4</sub> per melk	Redelijk	met CH <sub>4</sub> (negatief)
9 Stuks jongvee per 10 melkkoeien	CH <sub>4</sub> per melk	Redelijk	met CH <sub>4</sub> (positief)

Oranje cellen geven redelijke of sterke correlaties aan

### 1. Melkproductie per koe vs RE-gehalte rantsoen

In deze groep bedrijven was er geen of nauwelijks correlatie tussen de melkproductie per koe en het berekende RE-gehalte van het rantsoen ( $R^2=0,01$ , Bijlage C, Figuur 35).

Bedrijven met een aandeel vers gras hoger dan 18% in deze groep hadden een melkproductie tussen de 7200 en 8400 kg melk per koe en een berekend RE-gehalte van het opgenomen rantsoen tussen de 159 en 176 g RE per kg ds. Bedrijven met een aandeel vers gras tussen de 10% en 18% in deze groep hadden een melkproductie tussen de 8100 en 9600 kg melk per koe en een berekend RE-gehalte in het opgenomen rantsoen tussen de 157 en 172 g RE per kg ds. Bedrijven met een aandeel vers gras lager dan 10% in deze groep hadden een melkproductie tussen de 8900 en 10400 kg melk per koe en een berekend RE-gehalte in het opgenomen rantsoen tussen de 157 en 159 g Re per kg ds.

### 2. Kg melk per ha vs RE per kg ds rantsoen

Een hogere melkproductie per hectare had nauwelijks of geen correlatie met het berekende RE-gehalte in het opgenomen rantsoen ( $R^2=0,20$ , Bijlage C, Figuur 36). Er was geen duidelijke invloed te zien van hoeveelheid vers gras opname in het totale rantsoen op de geproduceerde melk per ha.

### 3. Ruw eiwit rantsoen per kg ds vs NH<sub>3</sub> per ha

Het RE per kg ds berekend opgenomen rantsoen had een sterke correlatie met de NH<sub>3</sub>-emissie per ha ( $R^2=0,74$ , Bijlage C, Figuur 37). De trend was positief. Hoe meer RE er in het gevoerde rantsoen zat, hoe hoger de emissie van ammoniak per ha.



---

#### **4. Ruw eiwit graskuil per kg ds vs NH<sub>3</sub> per ha**

Het RE-gehalte per kg ds gevoerde graskuilproducten had nauwelijks tot geen correlatie met de NH<sub>3</sub>-emissie in kg per ha ( $R^2=0,00$ , Bijlage C, Figuur 38). Op basis van de relatie tussen RE-gehalte in het rantsoen vs NH<sub>3</sub> per ha (zie boven) is dus de totale samenstelling van het rantsoen van belang om het effect van RE-gehalte op ammoniak emissie in beeld te brengen.

#### **5. Ruw eiwit bijvoeding ruwvoer per kg ds vs NH<sub>3</sub> per ha**

Het RE-gehalte van de bijvoeding uit ruwvoer (naast beweiden) had bij deze groep bedrijven een sterke correlatie met de NH<sub>3</sub>-emissie per ha ( $R^2=0,71$ , Bijlage C, Figuur 39). De trend was positief. Hoe hoger het ruw eiwit gehalte in de bijvoeding van ruwvoer hoe hoger de NH<sub>3</sub>-emissie per ha. Bedrijf 12, 7 en 11 voerden geen snijmais.

#### **6. Percentage grasland vs NH<sub>3</sub> per ha**

Het percentage grasland van het totale areaal had in de groep een lage correlatie met de NH<sub>3</sub>-emissie per ha ( $R^2=0,42$ , Bijlage C, Figuur 40). De trend was positief. Een hoger percentage grasland van het totale areaal betekende een hogere NH<sub>3</sub>-emissie per ha. In deze groep hadden bedrijven met een hoog aandeel vers gras in het totale rantsoen boven de 18% ook een hoog aandeel grasland van het totale areaal.

#### **7. Aandeel vers gras en graskuil vs NH<sub>3</sub> per ha**

Zonder bedrijf 12 had zowel het aandeel vers gras ( $R^2=0,50$ ), als het aandeel graskuil ( $R^2=0,56$ ) een redelijke correlatie met de emissie van NH<sub>3</sub> per ha (Bijlage C, Figuur 41). De trend was voor beide parameters positief. Een hoger aandeel vers gras en kuilgras gaven een hogere NH<sub>3</sub>-emissie per ha. De bedrijven die veel vers gras in hun rantsoen hadden, voerden ook een hoger aandeel kuilgras. Naast aandeel is ook het RE-gehalte van belang. Wanneer bedrijf 12 wel werd meegenomen in de analyse, was er voor het aandeel vers gras geen of nauwelijks een correlatie ( $R^2=0,02$ , Bijlage C, Figuur 42). Voor het aandeel graskuil veranderde de correlatie dan nauwelijks ( $R^2=0,55$ , Bijlage C, Figuur 42).

#### **8. Kg melk per kg ds vs CH<sub>4</sub> per melk**

De melkproductie per berekende kg ds voeropname had een redelijke correlatie met de CH<sub>4</sub>-emissie per kg meetmelk ( $R^2=0,60$ , Bijlage C, Figuur 43). De trend was negatief. Hoe meer melk er geproduceerd werd per kg ds voeropname des te lager de CH<sub>4</sub>-emissie per kg meetmelk. Er was daarbij geen relatie met het aandeel vers gras.

#### **9. Stuks jongvee per 10 melkkoeien vs CH<sub>4</sub> per melk**

Het aantal stuks jongvee per koe had een lage correlatie met de CH<sub>4</sub>-emissie per kg meetmelk. De trend was positief ( $R^2=0,41$ , Bijlage C, Figuur 44). Hoe meer jongvee per 10 melkkoeien, hoe hoger de CH<sub>4</sub>-emissie per kg meetmelk. Jongvee produceert immers wel CH<sub>4</sub>, maar geen melk.

---

## 3 Discussie

In dit project is nieuw onderzoek naar de impact van verschillende maatregelen op de NH<sub>3</sub>- en CH<sub>4</sub>-emissie uitgevoerd. De aannames en interpretaties zijn vooral verkennend en onderzoekend voor vervolgonderzoek bedoeld.

### 3.1 Deel A: Varianten met aangepaste emissiefactoren en uitgebreide invoer

#### 3.1.1 Bedrijfsspecifieke waarden

De berekende grasopname per koe per jaar vanuit de K LW liet een grote variatie tussen de bedrijven zien (van 628 tot 3049 kg). Gemiddeld genomen kwam de berekende grasopname van het Gras Dashboard redelijk overeen met de grasopname volgens de K LW. Gemiddeld was de berekende grasopname van het Gras Dashboard 77 kg ds per koe per jaar hoger dan de grasopname volgens de K LW. Via de methodiek van het Gras Dashboard kan namelijk een betere schatting van de grasopname op dagbasis worden gedaan, waar deze door de K LW op jaarbasis wordt geschat.

De gemeten VEM-waarde van vers gras was gemiddeld hoger dan de vaste K LW VEM-waarde van 960. Op praktisch alle bedrijven was de VEM-waarde van het voorjaarsgras tot 1 juni duidelijk hoger dan 960 en van het gras na 1 juni gelijk of iets lager<sup>1</sup>. Het verloop van de VEM-waarden van het gras van Nieuw Nederlands Weiden (NNW) gedurende het groeiseizoen gemiddeld was vlakker dan die van de beide andere beweidingssystemen. Dit kan verklaard worden doordat de variatie in graslengte gedurende het groeiseizoen bij NNW wat minder is dan bij de beide andere beweidingssystemen.

Op jaarbasis was het gemeten RE-gehalte van het verse gras gemiddeld 7 g/kg ds hoger dan het berekende K LW RE-gehalte. Het gemeten RE-gehalte van vers gras voor 1 juni was op de meeste bedrijven lager en van het gras na 1 juni hoger dan het op jaarbasis berekende K LW RE-gehalte, gemiddeld was dit resp. 17 en 19 g/kg ds.

#### 3.1.2 Methaanemissie uit de pens

Afhankelijk van de bedrijfsopzet en bedrijfsvoering varieerde de CH<sub>4</sub>-emissie uit de pens van de twaalf bedrijven van 489 tot 665 g CO<sub>2</sub>-equivalenten per kg FPCM en lag het gemiddelde van alle bedrijven op 581 g CO<sub>2</sub>-equivalenten per kg FPCM. De spreiding tussen bedrijven lijkt meer verband te hebben met de bedrijfsopzet en management dan met grondsoort (zie voor grondsoort per bedrijf Figuur 1). Ook bedrijfsmanagement is dus een factor om op te sturen. Denk daarbij aan het graslandgebruikssysteem (maaïen, weiden of stalvoeren), het graslandmanagement (bemesting en het aantal groeidagen per snede) en aan de samenstelling van het dagelijkse rantsoen. De CH<sub>4</sub>-emissie uit de pens maakt voor 40 tot 50% onderdeel uit van deze totale emissie (Ruyssenaars et al., 2020). Dit betekent dat het effect van de reductie van CH<sub>4</sub> uit de pens in de verschillende varianten op deze totale broeikasgasemissie ongeveer de helft is. Voor deze eerste verkenning is op basis van Klootwijk et al. (2020) gekozen te rekenen met een lagere EF voor CH<sub>4</sub>. Door de EF voor CH<sub>4</sub> van vers gras te verlagen van 19,2 g CH<sub>4</sub> per kg ds naar 16,5 werd de berekende totale emissie uit de pens gemiddeld 2,7% lager. Door de EF van voorjaarsgras tot 1 juni extra te verlagen naar 14,5 werd de berekende emissie gemiddeld 3,3% lager.

Bedrijfsspecifieke invoer van de grasopname o.b.v. het Gras Dashboard en van de VEM-waarde op basis van vers gras monsters had bij alle bedrijven beperkt effect op de berekende CH<sub>4</sub>-emissie uit de pens omdat de verschillen in voederwaarde klein waren en uiteindelijk weinig effect hadden op de berekende grasopname. Uitgaande van de aangepaste EF leidde het verhogen van de grasopname met 500 kg per koe per jaar op alle bedrijven tot een verlaging van de CH<sub>4</sub>-emissie uit de pens. Dat is in lijn met de hypothese, omdat voedermiddelen met een hogere EF worden vervangen door meer vers gras met een lagere EF. Er was variatie in de cumulatieve reductie van de CH<sub>4</sub>-pensemissie van de vijf varianten tussen de bedrijven.

---

<sup>1</sup> [Vers gras analyses bevestigen en verbazen - WUR](#)

---

Naast het aandeel gras in het rantsoen heeft het effect o.a. te maken met het aandeel van andere voercomponenten in het rantsoen (bijvoorbeeld snijmais) en het niveau van de bijbehorende EF-waarde t.o.v. vers gras en daarnaast met het aandeel van de emissie uit gras t.o.v. de totale CH<sub>4</sub>-emissie uit de pens.

In de basissituatie voldeden zes van de twaalf bedrijven aan de K&K CH<sub>4</sub>-pensemissie doelstelling voor 2020 (reductie van 15% ten opzichte van het landelijk gemiddelde in 2018). Deze vergelijking is van belang om het niveau van CH<sub>4</sub>-emissie van deze graslandbedrijven in het eerste projectjaar te kunnen duiden.

### 3.1.3 Ammoniakemissie

Het aanpassen van de berekende KLW grasopname per koe per jaar aan de berekende grasopname vanuit het Gras Dashboard had gemiddeld nauwelijks effect op de NH<sub>3</sub>-emissie per ha. Het effect had een sterke relatie met het verschil in de berekende grasopname tussen die van de KLW en het Gras Dashboard. Dit verschil bij de individuele bedrijven heeft wel een sterk effect op de RE-opname en daarmee op de NH<sub>3</sub>-emissie.

Gemiddeld had het aanpassen van het berekende KLW RE-gehalte van vers gras aan het gemeten RE-gehalte maar een beperkt effect op de NH<sub>3</sub>-emissie per ha. Voor de individuele bedrijven kan het effect groter zijn. Het effect tussen de bedrijven varieerde redelijk en had een sterke relatie met het verschil tussen het berekende en gemeten RE-gehalte. De verandering vertoonde logischerwijs een duidelijke relatie met de verandering van het RE-gehalte van het rantsoen door aanpassing het RE-gehalte van vers gras aan de bedrijfsspecifieke vers grasanalyses. Opvallend was de grote verhoging van 10 kg per ha (=28,7%) op één bedrijf.

Ook het verhogen van de grasopname per koe met 500 kg per jaar had gemiddeld nauwelijks effect op de NH<sub>3</sub>-emissie per ha. Door meer vers gras in het rantsoen en minder kuilgras werd het RE-gehalte van het rantsoen wel wat hoger, maar de extra NH<sub>3</sub>-emissie die dit veroorzaakt werd gecompenseerd door de extra weide-uren (Mosquera et al., 2016). Uit bovenstaande blijkt dat voor individuele bedrijven het werken met gemeten RE-gehalten voor de berekening van NH<sub>3</sub> emissie erg relevant kan zijn. Het individuele effect kan namelijk vele malen groter zijn dan het gemiddelde effect. De NH<sub>3</sub>-emissie van de bedrijven ligt gemiddeld met 52 kg NH<sub>3</sub>/ha ruim lager dan 62 kg NH<sub>3</sub>/ha, het gemiddelde doel van Koeien&Kansen in 2020.

Naar verwachting zou meer weidegang leiden tot lagere NH<sub>3</sub>-emissie. Eerder is in de praktijk bij vier demonstratiebedrijven met Nieuw Nederlands Weiden (Stichting Weidegang) een hogere vers grasopname aangetoond samen met een lager ureumgehalte. Met de KLW is dit effect niet zichtbaar vanwege een hoger eiwitgehalte in het totaal rantsoen. De KLW is daarmee niet de meest geschikte tool voor het uitvoeren van scenariostudies. Met expert judgement is voor deze analyse geprobeerd om met verschillende varianten gecombineerde effecten en effecten op andere factoren zo goed mogelijk te simuleren in de KLW.

## 3.2 Deel B: Enkelvoudige effecten van bedrijfsopzet of management

Het is belangrijk te benoemen dat het gaat om een zeer beperkt aantal bedrijven in één specifiek groeiseizoen. De uitkomsten moeten worden beschouwd als een eerste verkenning. Het is vooral een rapportage van de onderzochte (cor)relaties.

Voor de emissie van ammoniak in kg per ha was er een lage negatieve correlatie ten aanzien van het aandeel snijmais in het rantsoen. Het bedrijf 12 week af binnen de trend in deze groep. Het weglaten van het bedrijf 12 gaf een redelijk negatieve correlatie tussen de emissie van ammoniak per hectare en het aandeel snijmais in het rantsoen. Mogelijk dat factoren die samenhangen met een biologische bedrijfsvoering invloed hebben op de NH<sub>3</sub>-emissie in kg per ha. Denk hierbij aan een heel laag RE-gehalte in de graskuilen en meer dan 4000 weide-uren (Mosquera et al., 2016).

De correlatie tussen de emissie van ammoniak per ha en het aandeel vers gras in het rantsoen was zwak tot redelijk met een positieve trend. Onderzoek laat zien dat er bij meer weidegang vanwege het gescheiden op het land komen van mest en urine er minder NH<sub>3</sub>-emissie is (Mosquera et al., 2016), vanwege het gescheiden op het land komen van mest en urine.

---

Toch laat de relatie op basis van deze groep bedrijven een tegengesteld beeld zien. Dat kan komen doordat meer vers gras in het rantsoen meestal zorgt voor een hogere RE-opname van de veestapel vanuit eigen ruwvoer. De input van stikstof is hoger en de correctie naar beneden met krachtvoer onvoldoende. Dit geeft een hogere NH<sub>3</sub>-emissie. Meer vers gras in het rantsoen is meestal een hoger areaal grasland, waardoor er naar verhouding meer mest op grasland wordt aangewend met een zodebemester. Die toedieningsmethode kent een hogere EF dan mestinjectie op bouwland, omdat de mest minder diep in de grond komt en meer blootgesteld wordt aan de buitenlucht.

Een sterke positieve correlatie werd gevonden tussen RE (berekend) rantsoen en NH<sub>3</sub>-emissie per bedrijf. De link tussen ruw eiwit en ammoniak is eerder aangetoond; een hoger RE-gehalte in het rantsoen betekent een hogere input van stikstof, de bron voor vorming van NH<sub>3</sub>-emissie. Dit effect is daarom in lijn met de verwachting. Ook de redelijke positieve correlatie tussen aandeel kuilgras en NH<sub>3</sub> is logisch te verklaren doordat het RE gehalte in kuilgras hoog is. Daardoor neemt de NH<sub>3</sub>-emissie toe wanneer het aandeel kuilgras in het rantsoen toeneemt.

Voor de emissie van ammoniak in kg per ha was er een lage positieve correlatie ten aanzien van het percentage grasland van het totaal areaal binnen deze groep bedrijven. Een hoger percentage grasland in het areaal nodigt uit tot meer grasproduct in het rantsoen. Grasproducten hebben gemiddeld een hogere RE waarde. Minder scherpe focus op een laag RE-gehalte in overige voedermiddelen kan dan een hoger RE op rantsoenbasis veroorzaken.

Er was een redelijke positieve correlatie tussen kg ds (berekend) grasopbrengst per ha en NH<sub>3</sub>. Mogelijk hebben de bedrijven die meer gras oogsten een groter aandeel grasproducten in hun rantsoen en daarmee ook een hoger RE op rantsoenbasis dan bedrijven die veel snijmais in het rantsoen hebben.

Voor zowel de emissie van ammoniak in kg per ha als de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk was er nauwelijks een correlatie ten aanzien van de toegediende hoeveelheid rundveedrijfmest per ha productiegrasland. Aandachtspunt bij de toegediende hoeveelheid rundveedrijfmest per ha is dat dit niets zegt over het N niveau van de bemesting omdat naast RDM ook kunstmest N wordt toegediend. Ook zegt het niets over de aanwendmethode (sleepvoet, zodebemester of bouwlandinjecteur) die wel degelijk van belang is voor de emissie van ammoniak.

### 3.3 Deel C: Gecombineerde effecten van bedrijfsopzet of management

Het is belangrijk te benoemen dat het gaat om een zeer beperkt aantal bedrijven in 1 specifiek groeiseizoen. De uitkomsten moeten worden beschouwd als een eerste verkenning. Het is vooral een rapportage van de onderzochte (cor)relaties.

In tegenstelling tot wat in de praktijk vaak wordt gedacht, vraagt een hogere melkproductie per koe niet per se om een hoger gehalte aan eiwit per kg ds in het rantsoen, volgens de data van deze 12 pilotbedrijven. Er zijn kennelijk andere voorwaarden (prijs, beschikbaarheid) die daar sturend in zijn. Opvallend is dat de bedrijven met meer dan 18% vers gras kg ds totaal rantsoen zich links in de grafiek bevinden (Bijlage C, Figuur 36): bedrijven met veel vers gras in rantsoen is de melkproductie per koe gemiddeld lager. Uitgedrukt in melkproductie per ha was er weinig verschil tussen bedrijven met een hoger of lager vers gras aandeel. De kg melk per kg ds voer heeft een redelijke negatieve correlatie met de CH<sub>4</sub>-emissie in kg per kg meetmelk. Dat deze bedrijven gemiddeld een lagere melkproductie hebben, komt waarschijnlijk doordat zij een andere bedrijfsstrategie hebben. Over het algemeen zorgt een hoge voerefficiëntie voor een lagere CH<sub>4</sub>-emissie per kg melk. Niet duidelijk is in deze analyse of een hoge voer efficiëntie behaald wordt door of het aandeel vers gras, aandeel kuilgras, mais of krachtvoer. Bedrijven met veel vers gras in het rantsoen hebben vaak ook een hoger aandeel grasland. Zowel het aandeel vers gras als het aandeel graskuil had een redelijke correlatie met de emissie van NH<sub>3</sub> per ha. De trend was positief, wanneer bedrijf 12 niet wordt meegenomen in de analyse. Het bedrijf 12 heeft een heel andere bedrijfsvoering (veel weide-uren en een laag RE-gehalte). Binnen deze groep zijn de waarnemingen beperkt en kan een andere vorm van bedrijfsvoeren de cijfers sterk beïnvloeden.

---

Zoals verwacht had het ruw eiwit per kg ds van de bijvoeding uit ruwvoer een sterke positieve correlatie met de NH<sub>3</sub>-emissie per ha. Eiwit bestaat uit stikstof; stikstof is de basis component voor NH<sub>3</sub>-vorming. Ook het RE per kg ds berekend rantsoen heeft een sterke correlatie met de NH<sub>3</sub>-emissie per ha. Hoe meer RE er per kg ds in het gevoerde rantsoen zit hoe hoger de emissie van NH<sub>3</sub> per ha. Deze analyse laat zien dat de nodige stappen gezet kunnen worden als het gaat om reductie van NH<sub>3</sub> er via aanpassing van het RE per kg ds in het rantsoen. De RE-gehalten uit vers gras of kuilvoer blijken namelijk goed te compenseren middels bemesting, oogst of geschikte bijvoeding.

Zoals verwacht nam de CH<sub>4</sub>-emissie per kg meetmelk toe wanneer het aantal stuks jongvee per 10 melkkoeien toenam. Jongvee produceert immers wel CH<sub>4</sub>, maar geen melk.

Het verdient de aandacht om te kijken hoe de rantsoenen op de bedrijven met meer dan 18% vers gras opname uit drogestof zijn opgebouwd. Indien kuilgras wordt bijgevoerd in de periode dat vers gras wordt gevoerd, dan stelt dat eisen aan het type graskuil dat passend is. Dat wil zeggen dat het type graskuil daarmee zorgt voor de juiste streefwaarde van RE/kg ds in het rantsoen. Een aantal bedrijven met een eenvoudig rantsoen van brok en graskuil zitten nog te hoog in het RE per kg ds. Door te sturen met een graskuil met lager RE-gehalte kunnen emissies gereduceerd worden.

Wil een veehouder met beweiding de emissies van NH<sub>3</sub> en CH<sub>4</sub> verlagen, dan kan het RE-gehalte in het krachtvoer omlaag worden gebracht. Wanneer waarden van de vers grasanalyses ook worden meegenomen in de berekeningen, stijgt de NH<sub>3</sub>-emissie. De KLV rekent namelijk met een lager ruw eiwitgehalte dan dat er daadwerkelijk gegeten wordt via vers jong gras. Bij meer beweiding is er wel een lagere NH<sub>3</sub>-emissie in de wei maar is de vers grasopname ook hoger. Dit effect heft elkaar op. Daarom moet worden gerekend met een aangepast eiwitgehalte van het krachtvoer. Dit benadert waarschijnlijk het beste wat er in de praktijk gebeurt wanneer de vers grasopname met 500 kg ds toeneemt; de veehouder zal daarop anticiperen met een lager RE-gehalte in het krachtvoer.

---

## 4 Conclusies en aanbevelingen

Deze verkenning laat zien dat meer uren weiden en een hogere vers gras opname kan bijdragen aan het gelijktijdig reduceren van zowel CH<sub>4</sub> als NH<sub>3</sub> emissies op melkveebedrijven. De weidebedrijven tonen een grote range in CH<sub>4</sub> emissies uit de pens (35%) en NH<sub>3</sub> (50%) emissies (50%). Dit toont potentie voor emissiereductie. Deze potentie is niet volledig te benutten aangezien beperkingen in bedrijfsopzet en grondsoort een rol zullen spelen bij de maximaal haalbare reductie op een individueel bedrijf. De eerste maatregelen in deze verkenning aangaande meer vers gras in de koe tonen een cumulatieve emissiereductie van 2,6 tot 8,7% met gemiddeld 6%. De verwachting op basis van deze eerste verkenning is dat weidebedrijven CH<sub>4</sub>-emissies kunnen reduceren met 6-15% door managementmaatregelen te nemen in bedrijfsverband (meer vers gras voeren met een lagere EF, RE-gehalte van het rantsoen bijstellen). De volgende stap is dan ook om potentiële managementmaatregelen te toetsen in bedrijfsverband.

Voor de emissie van CH<sub>4</sub> per kg meetmelk is geen of nauwelijks correlatie ten aanzien van het aandeel snijmais, vers gras, graskuil of krachtvoer in het rantsoen binnen deze groep bedrijven. Een verdiepende analyse op rantsoenen met hoog aandeel vers gras is gewenst, indien zij ook graskuil voeren naast vers gras. Bedrijven met een hoog aandeel vers gras en graskuil moeten meer moeite doen om RE-rantsoen laag te houden.

Het RE-gehalte van de ruwvoerbijvoeding is een belangrijke factor in het verlagen van de NH<sub>3</sub>-emissie. Het rantsoen is de basis maar het effect op NH<sub>3</sub> -emissie is afhankelijk van het wel of niet corrigeren van het totale RE-gehalte in het rantsoen met bijproducten. Deze analyse liet een redelijke correlatie zien tussen vers gras en graskuil met NH<sub>3</sub>-emissie. Dit kan komen doordat het RE-gehalte in het krachtvoer te hoog gehouden wordt, waardoor in combinatie met gras het totale RE-gehalte van het rantsoen erg hoog is. In de huidige variant 5 is 500 kg extra weidegras gevoerd. Als gevolg daalt de kuilgrasopbrengst: het gras dat wordt gegraasd, kan niet worden gemaaid. Daarvoor is gecorrigeerd in deze analyse, evenals voor de weide-uren, gebaseerd op 0.8 kg ds weidegrasopname per uur. Het eiwitgehalte van het krachtvoer is in deze analyse niet aangepast. Het is daarom wenselijk een extra variant door te rekenen waarbij naast een verhoogde vers grasopname het eiwitgehalte van krachtvoer wordt verlaagd. Met deze variant kan worden gecorrigeerd voor een verhoogde NH<sub>3</sub>-emissie, veroorzaakt door een te hoog eiwitgehalte in het rantsoen uit de verhoogde vers grasopname door meer weidegang met als gevolg een verhoogde NH<sub>3</sub>-emissie. Daarop kan gestuurd worden; dit geeft handelingsperspectief. Door te sturen op het eiwitgehalte in het krachtvoer kan het eiwitgehalte van het totale rantsoen beperkt worden. Dit geeft handelingsperspectief in het verlagen van de NH<sub>3</sub>-emissies op melkveebedrijven.

Het rekenen met goede en regelmatige geanalyseerde waarden van vers gras gedurende het seizoen heeft vooral effect op de berekende NH<sub>3</sub>-emissie. Het regelmatig bemonsteren is erg belangrijk om inzicht te krijgen in het RE-gehalte van het vers gras en om hiermee uiteindelijk de eiwitbijvoeding te kunnen sturen.

In tegenstelling tot wat in de praktijk vaak wordt gedacht, vraagt een hogere melkproductie per koe niet per se om een hoger gehalte aan eiwit per kg ds.

Om met de KLV een juiste inschatting te maken van de daadwerkelijke CH<sub>4</sub>-emissie, is een geüpdatete en goed onderbouwde emissiefactor nodig. Dit vraagt allereerst om onderzoek naar het effect van vers gras op de hoogte van de juiste emissiefactor.

Deze analyse ging over de twaalf bedrijven in deze dataset in 2020, bedoeld als een verkennende analyse. De resultaten kunnen daarom niet direct vertaald worden naar de praktijk of sectorniveau. De analyse was vooral bedoeld nieuwe (mogelijke) verbanden te zoeken die we nog niet eerder hebben gezien of ontdekt. Voor betrouwbare resultaten en extrapolaties is het nodig de analyse over meerdere jaren uit te voeren voor een grotere groep bedrijven.

---

# Literatuur

Hofman H., Verlaan J. (2013). *Drogestof opname uit weidegras - Dynamisch beweiden, weer of geen weer*. CAH Vilentum Dronten & Wageningen Livestock Research

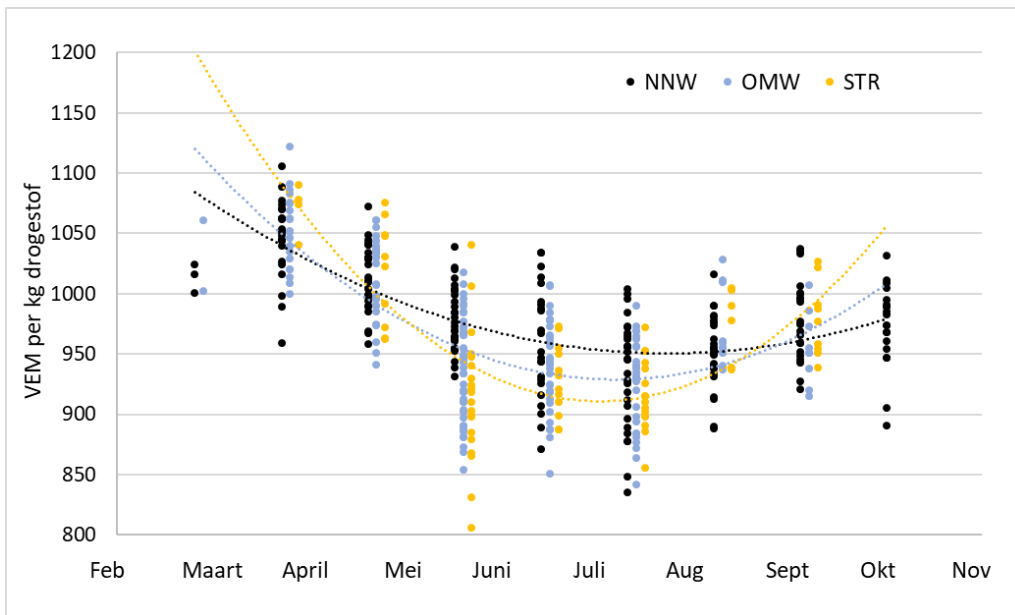
Klootwijk, C., Koning, L., Holshof, G., Klop, A., & Zom, R. (2021). *Enterische CH<sub>4</sub>-emissie van melkvee in relatie tot (vers) graskwaliteit: jaarrapport 1: 2020: resultaten eerste jaar (2020) van een meerjarige beweidingsproef naar CH<sub>4</sub>-emissie bij weidegang, zomerstalvoeding en graskuil* (No. 1342). Wageningen Livestock Research.

Mosquera, J., Philipsen, B., Van Bruggen, C., Groenestein, C.M., Ogink, N.W.M. (2016). *PASsend beweiden*. Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 983.  
<http://dx.doi.org/10.18174/39404>

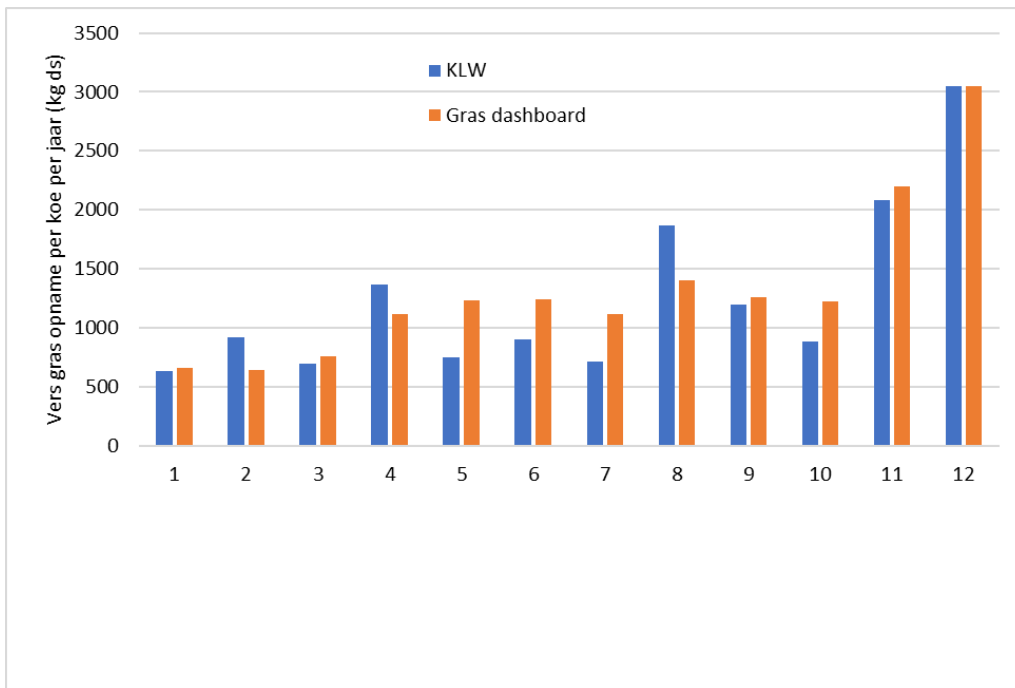
Ruysenaars, P.G., P.W.H.G. Coenen, J.D. Rienstra, P.J. Zijlema, E.J.M.M. Arets, K. Baas, R. Dröge, G. Geilenkirchen, M. 't Hoen, E. Honig, B. van Huet, E.P. van Huis, W.W.R. Koch, L.A. Lagerwerf, R.M. te Molder, J.A. Montfoort, J. Vonk en M.C. van Zanten. 2020. Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990–2018 National Inventory Report 2020.

# Bijlage A

## Bedrijfsspecifieke waarden

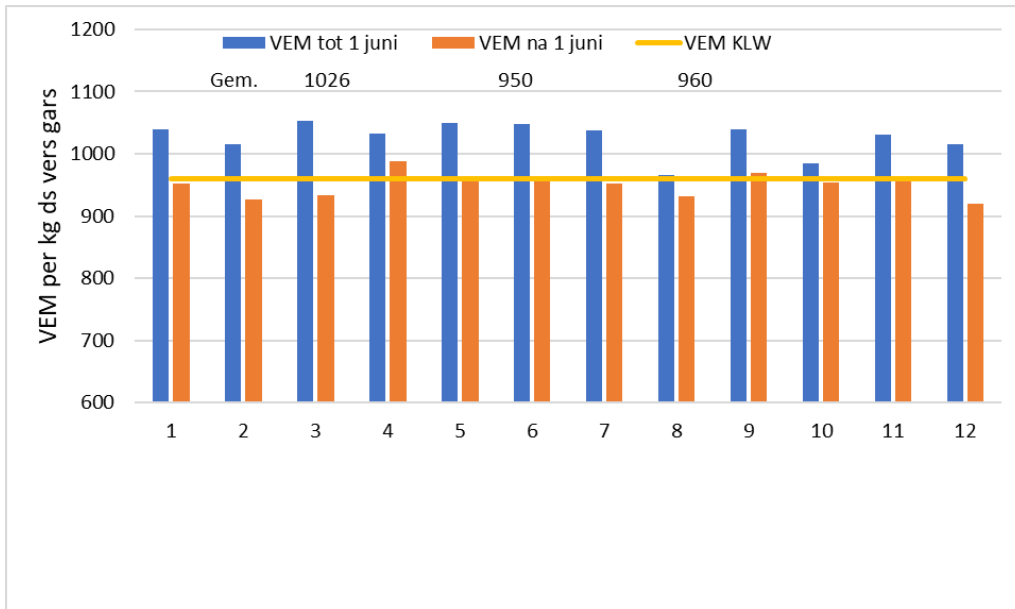


**Figuur 5** VEM-verloop (per kg drogestof) per beweidingsstelsel. NNW = Nieuw Nederlands weiden, 3 bedrijven op zand, 2 op klei en 1 op veen. OMW = omweiden, 2 bedrijven op zand en 2 op klei. STR = stripgrazen, 1 bedrijf op zand en op klei.

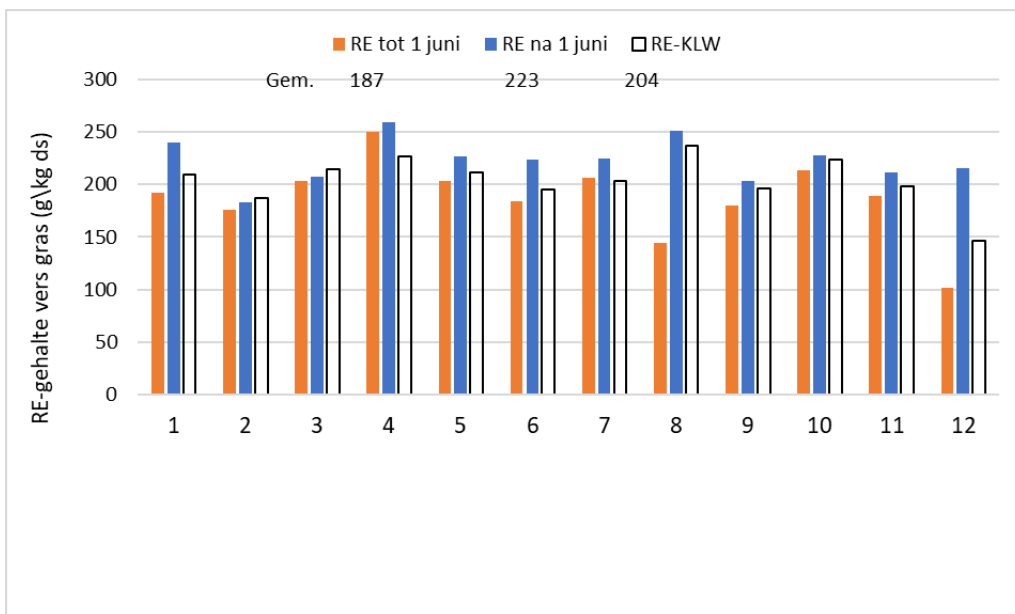


**Figuur 6** Berekende vers grasopnames per koe per jaar vanuit de KLW en het Gras Dashboard (de bedrijven staan op volgorde van aandeel vers gras in het totale rantsoen).



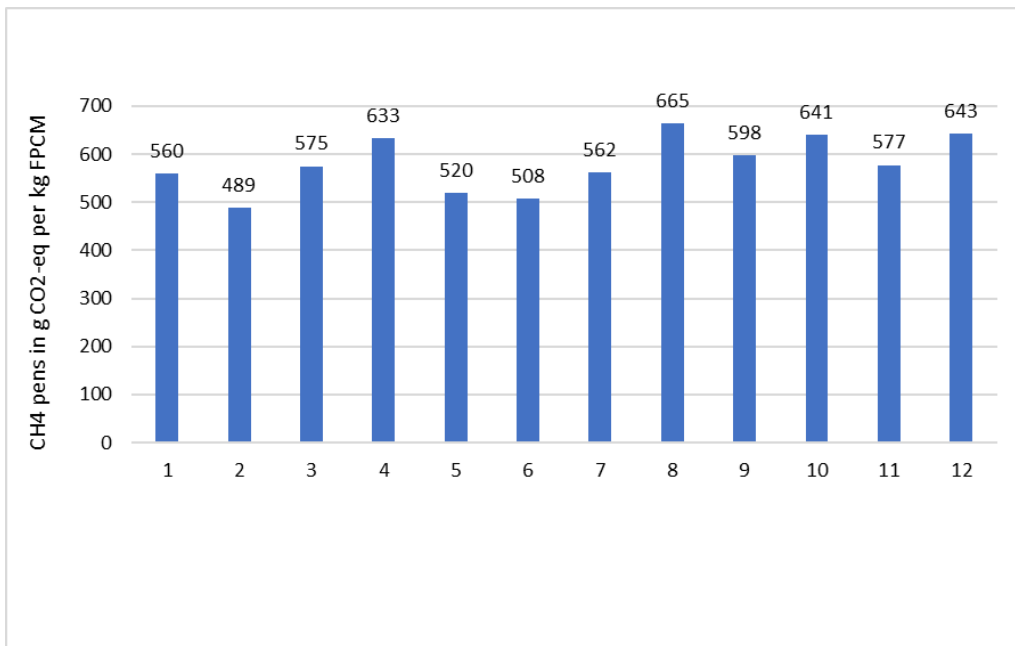


**Figuur 7** VEM-waarde vers gras o.b.v. bemonstering vs berekende KLV-waarden (gemiddeld gemeten VEM-waarde: 976).

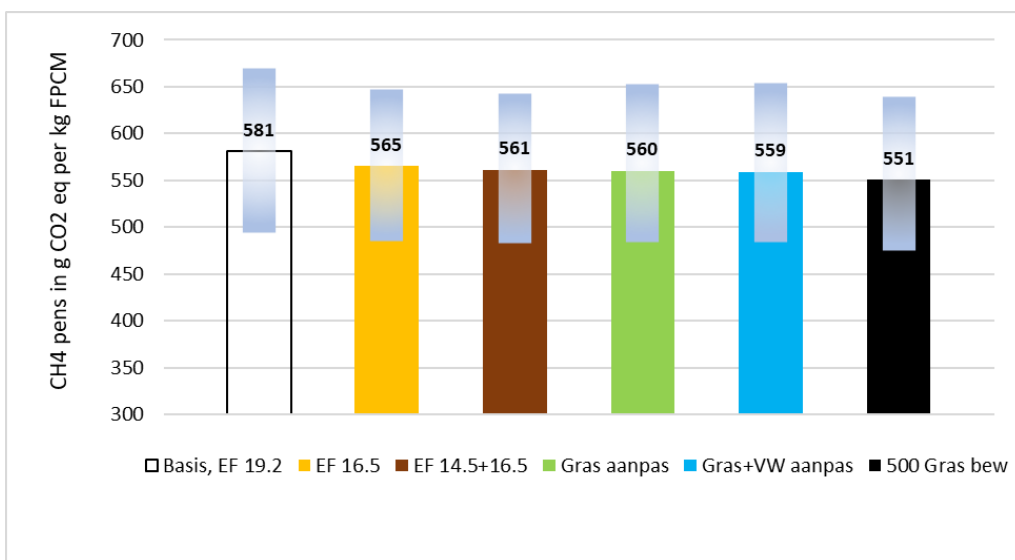


**Figuur 8** RE-gehalte vers gras o.b.v. bemonstering vs berekende KLV-waarden (gem. gemeten RE gehalte 211).

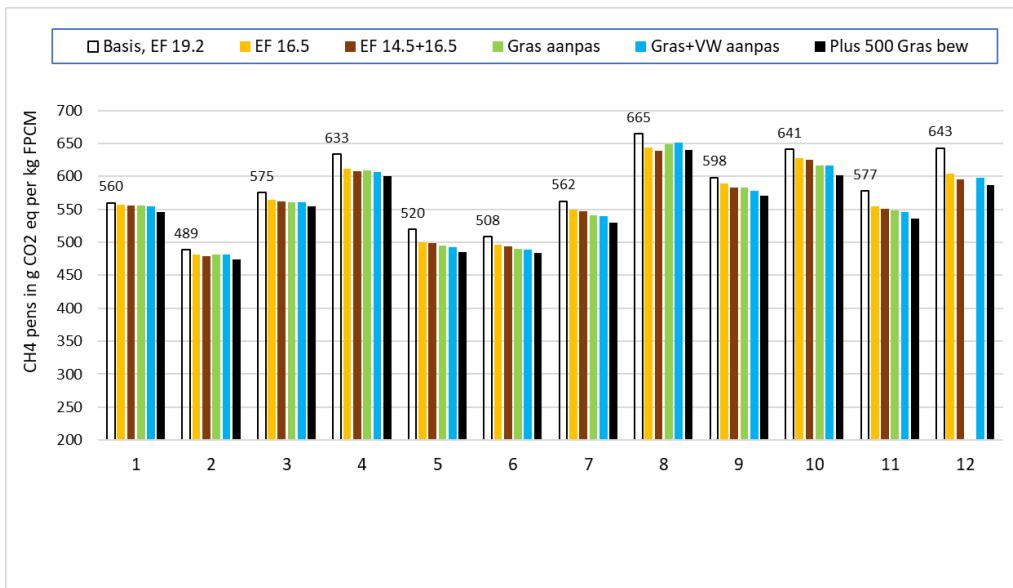
## CH4-emissie uit de pens



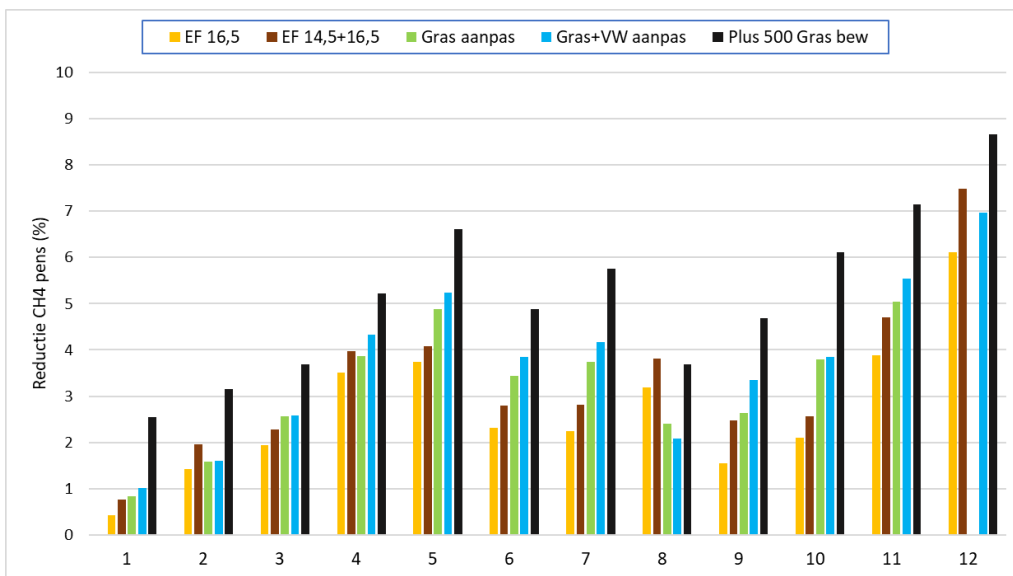
**Figuur 9** Berekende CH4-emissie uit de pens voor de 12 pilotbedrijven in 2020.



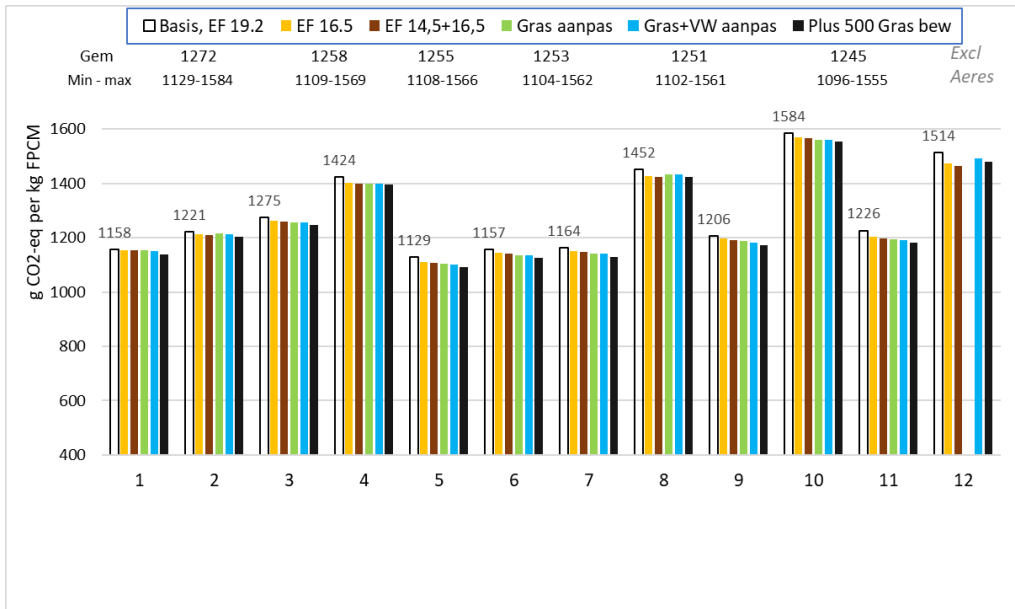
**Figuur 10** Gemiddelde CH4-emissie uit de pens van de 12 pilotbedrijven per variant.



**Figuur 11** CH4-emissie uit de pens per bedrijf per variant.

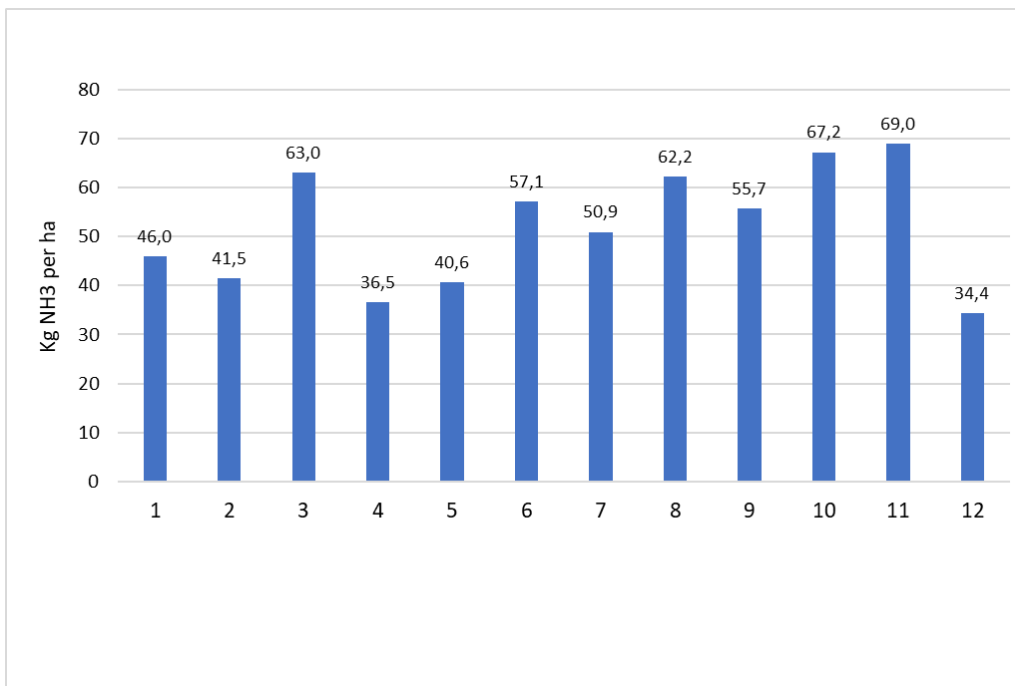


**Figuur 12** Reductie in CH4-emissie (%) per bedrijf van de verschillende varianten op de CH4-emissie uit de pens t.o.v. Basis.

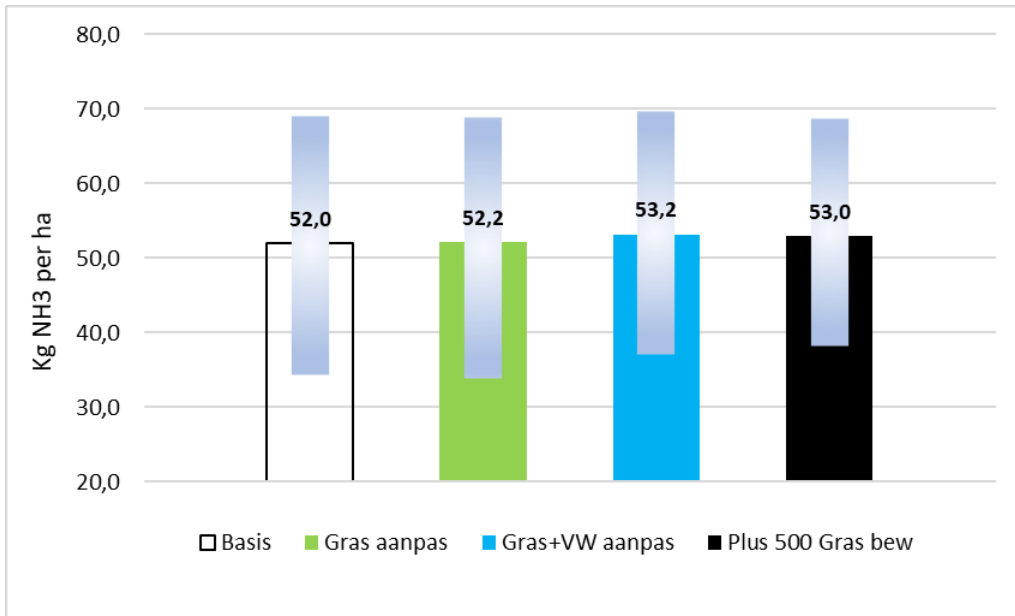


**Figuur 13** Emissie aan broeikasgassen per bedrijf bij de verschillende varianten.

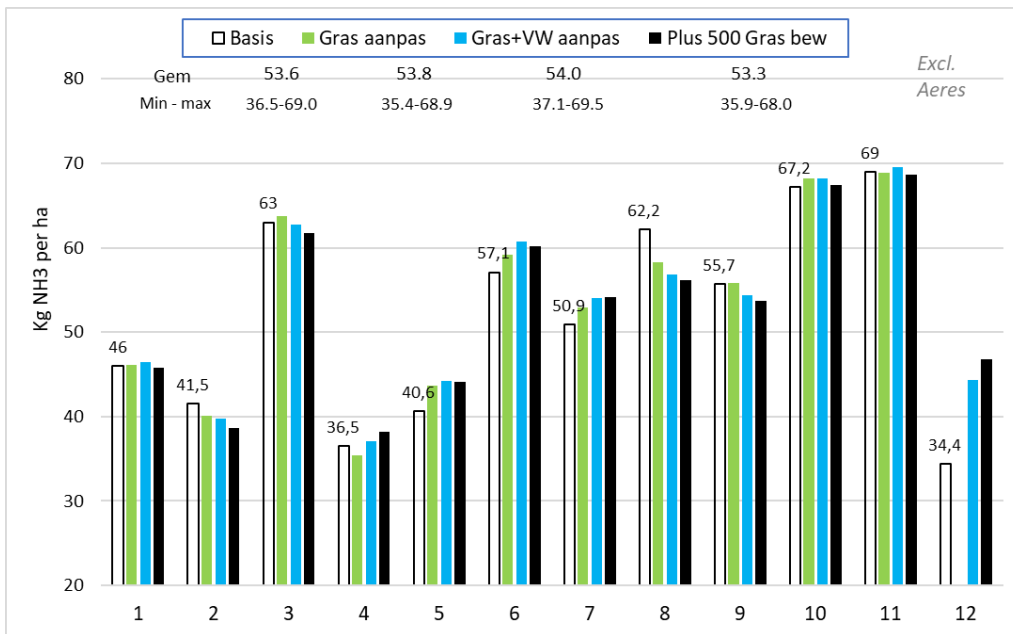
### NH<sub>3</sub>-emissie



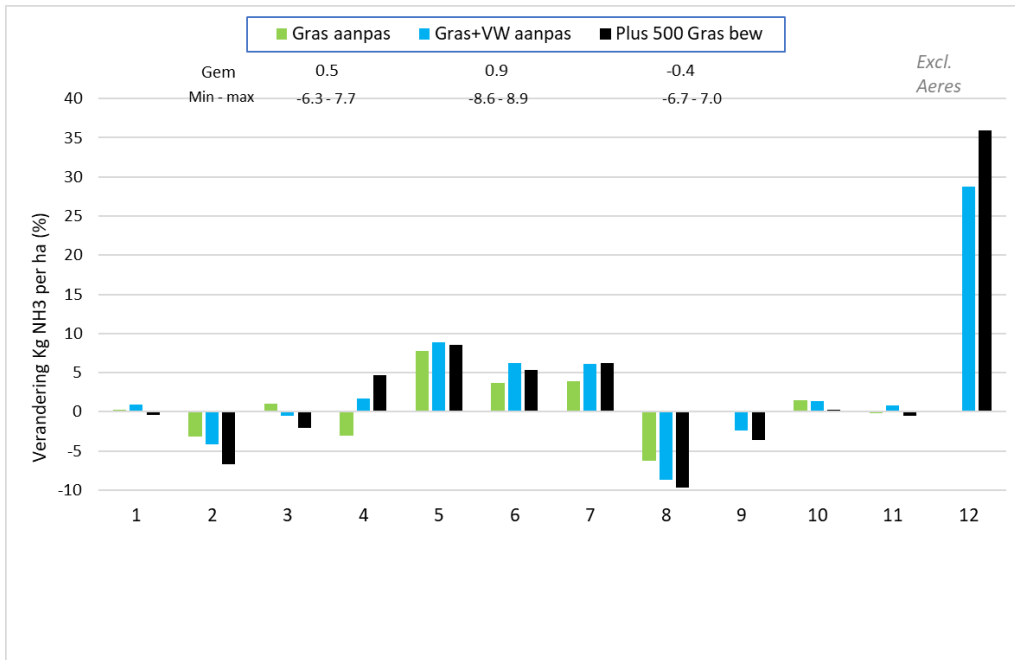
**Figuur 14** Berekende NH<sub>3</sub>-emissie per ha voor de 12 pilotbedrijven in 2020.



**Figuur 15** Gemiddelde NH<sub>3</sub>-emissie (kg NH<sub>3</sub> per ha) van de 12 pilotbedrijven per variant.



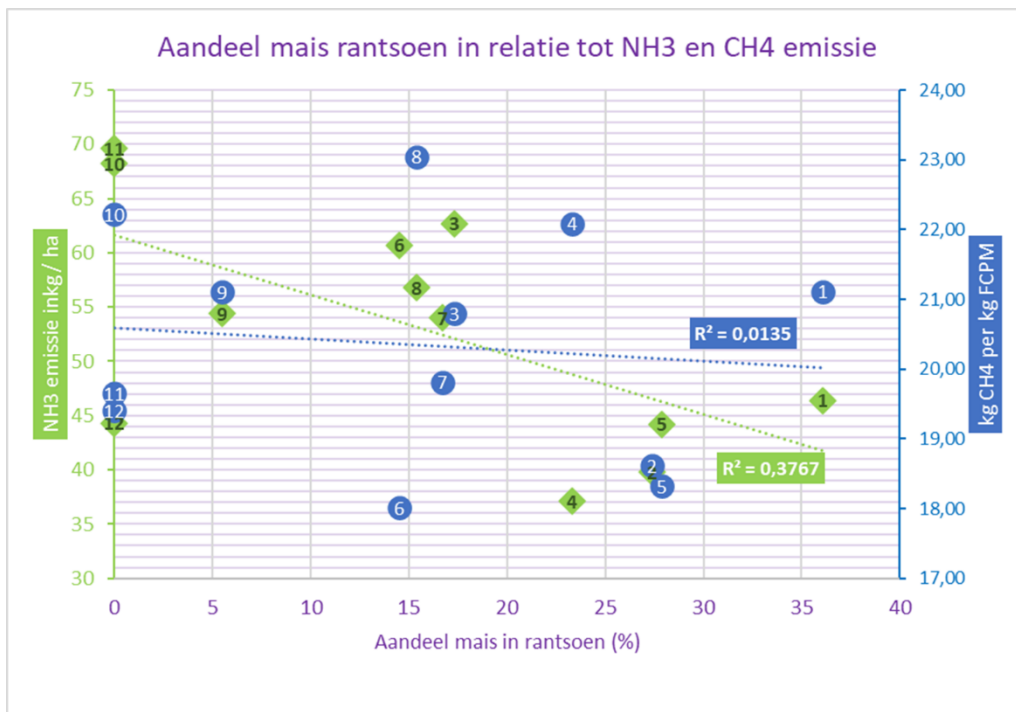
**Figuur 16** NH<sub>3</sub>-emissie per ha per bedrijf bij verschillende varianten.



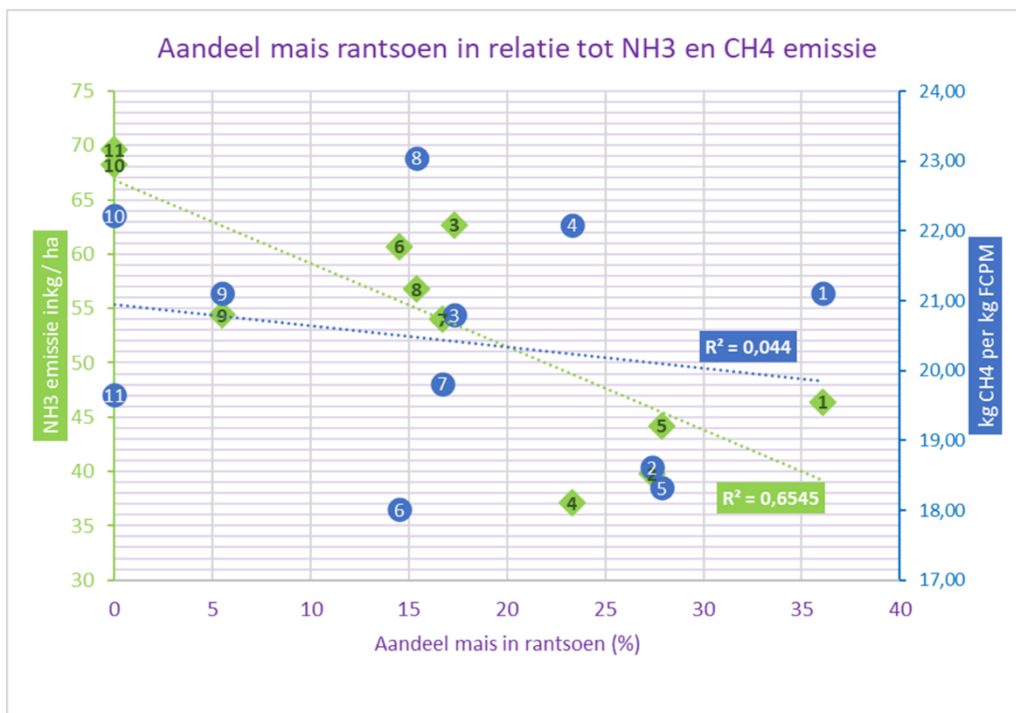
**Figuur 17** Relatieve verandering per bedrijf van de verschillende varianten op de NH3-emissie t.o.v. Basis.

# Bijlage B

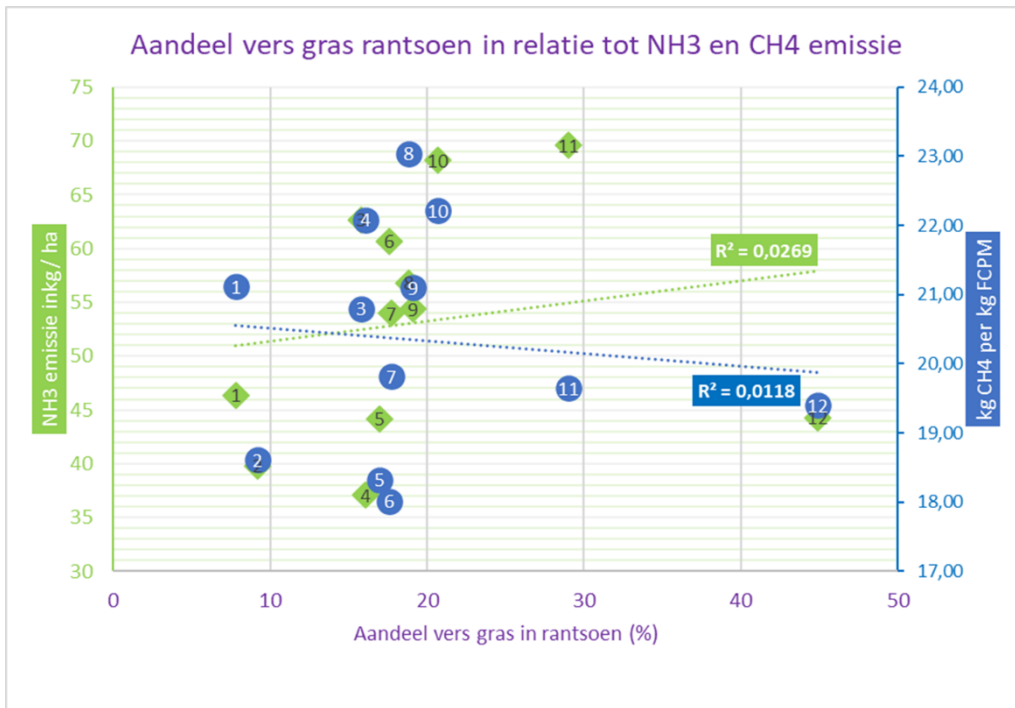
Enkelvoudige effecten van bedrijfsopzet of management



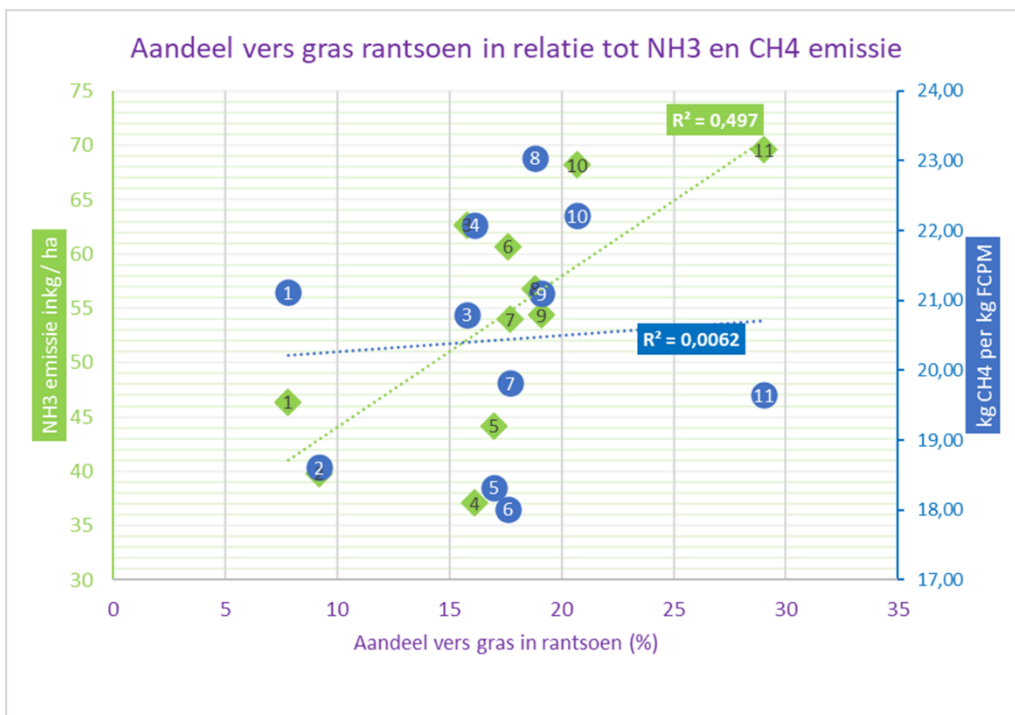
**Figuur 18** Aandeel mais in rantsoen met bedrijf 12.



**Figuur 19** Aandeel mais in rantsoen zonder bedrijf 12.

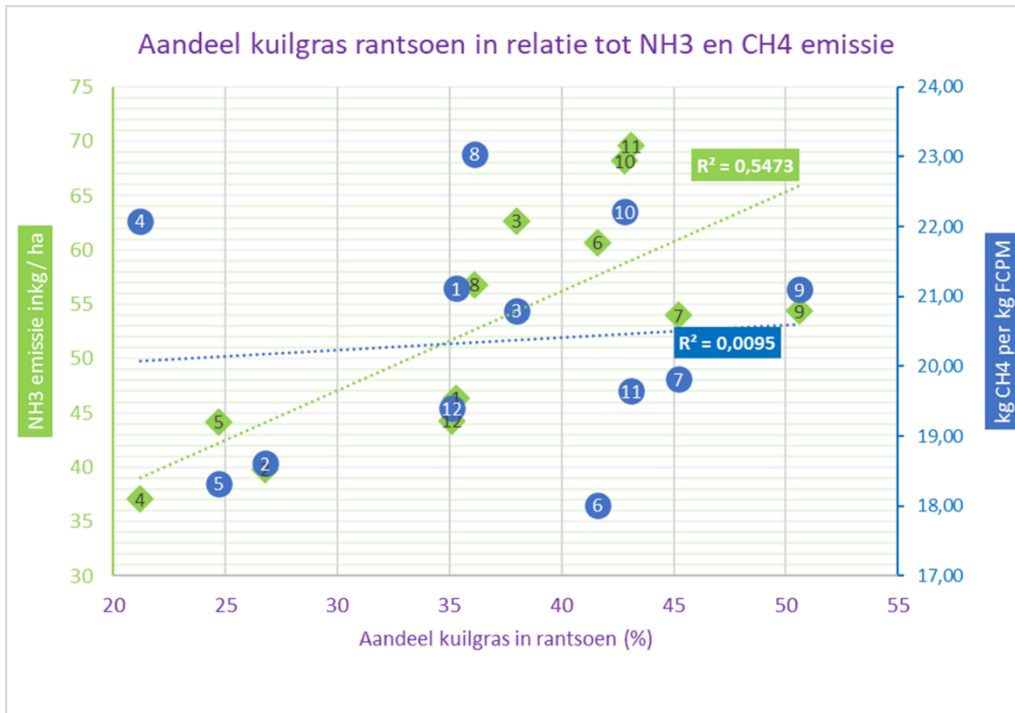


**Figuur 20** Aandeel vers gras rantsoen met bedrijf 12.

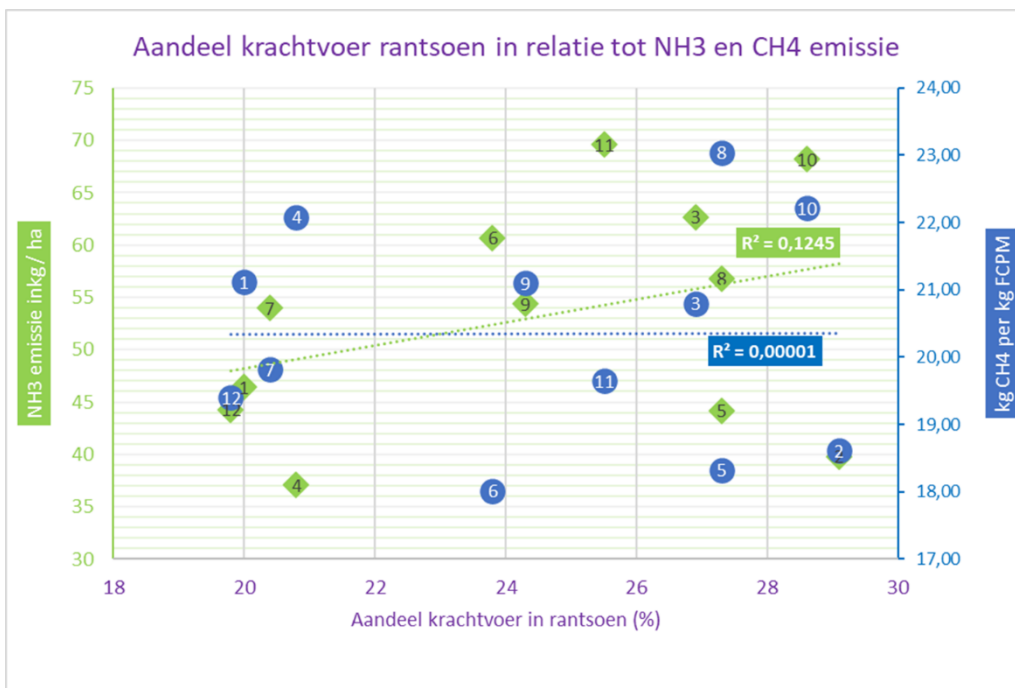


**Figuur 21** Aandeel vers gras rantsoen zonder bedrijf 12.

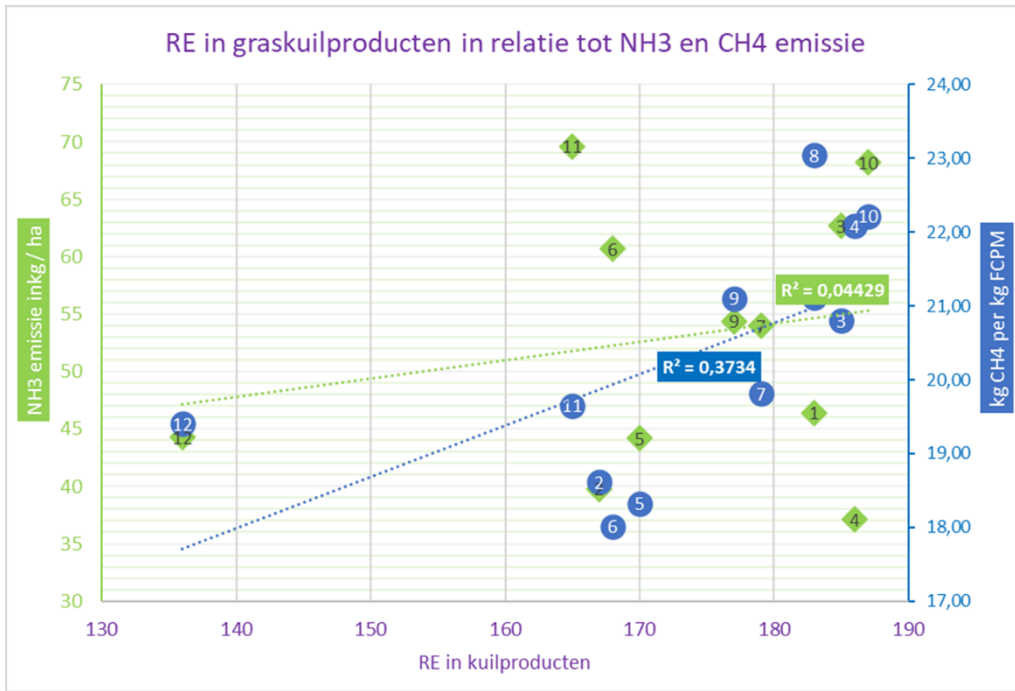




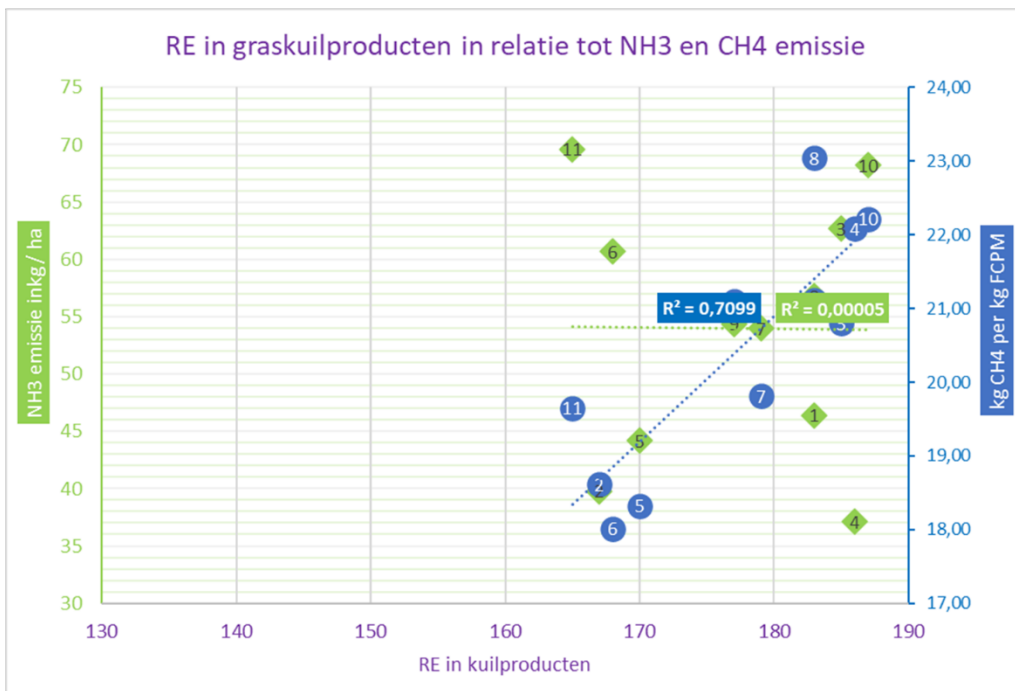
**Figuur 22** Aandeel graskuil rantsoen.



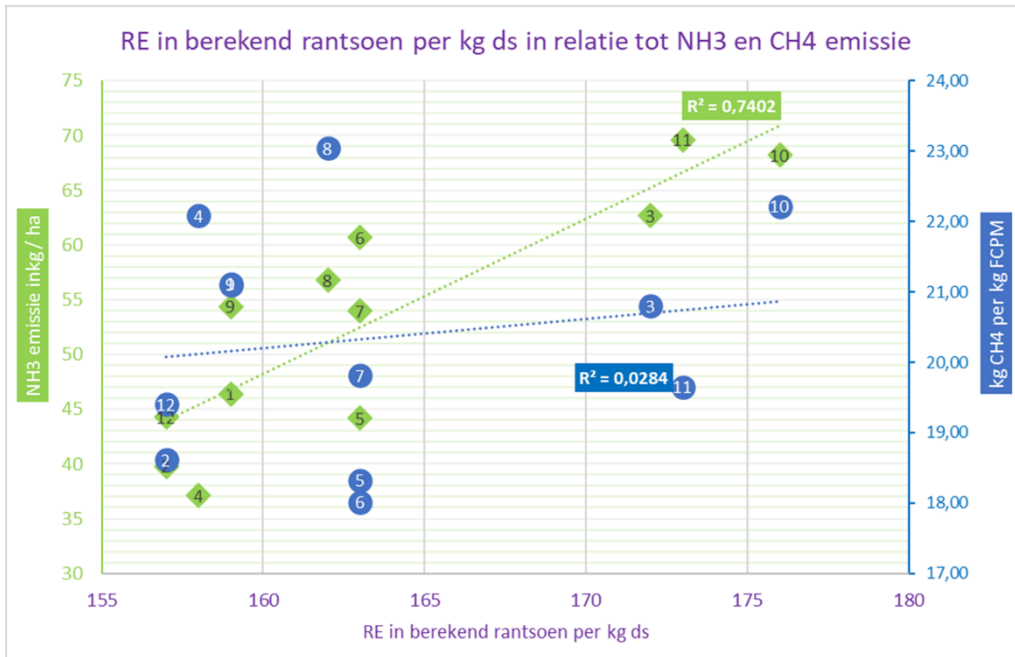
**Figuur 23** Aandeel krachtvoer rantsoen.



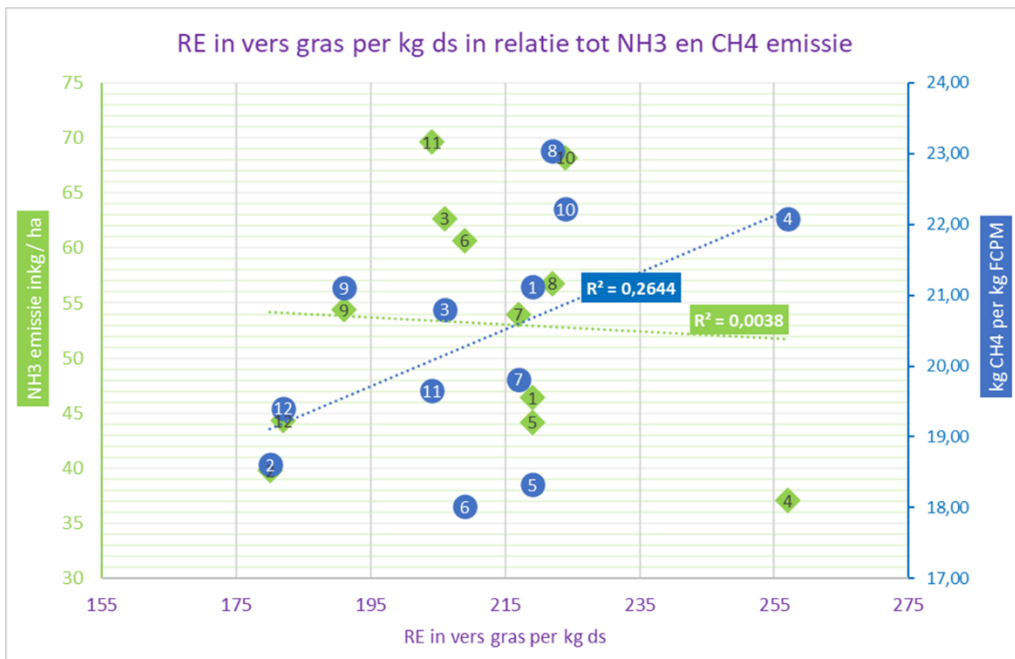
**Figuur 24** RE-gehalte in graskuilproducten met bedrijf 12.



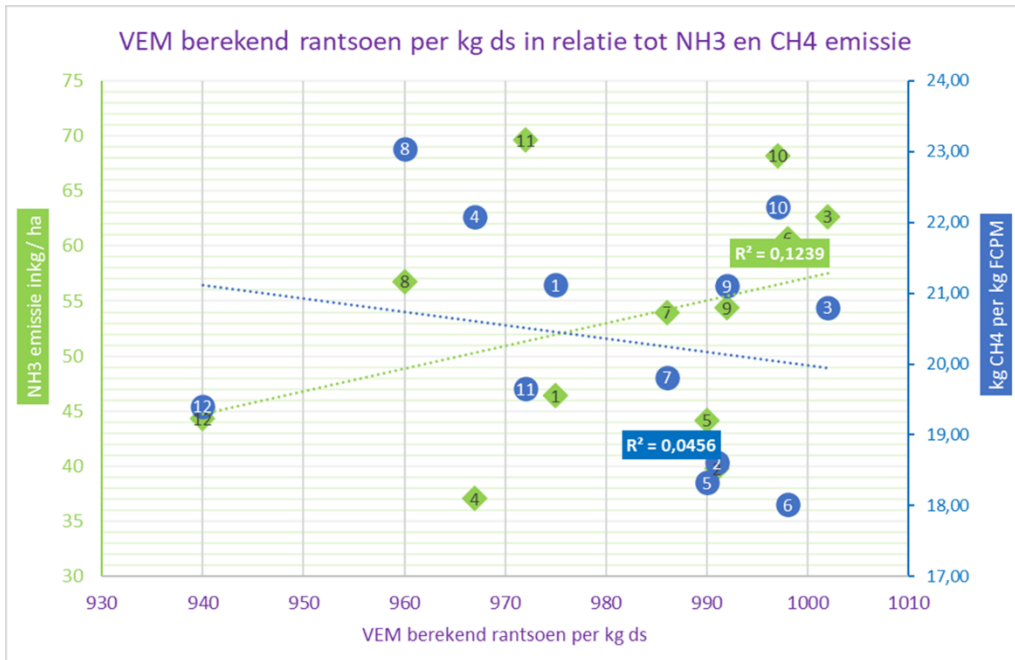
**Figuur 25** RE-gehalte in graskuilproducten zonder bedrijf 12.



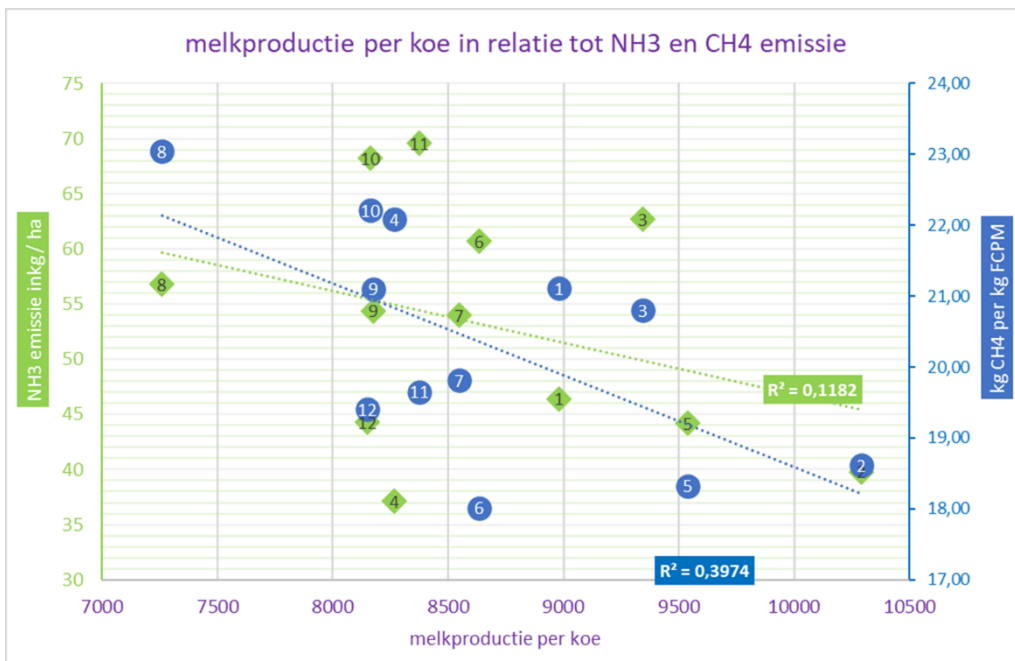
**Figuur 26** RE-gehalte in berekend rantsoen.



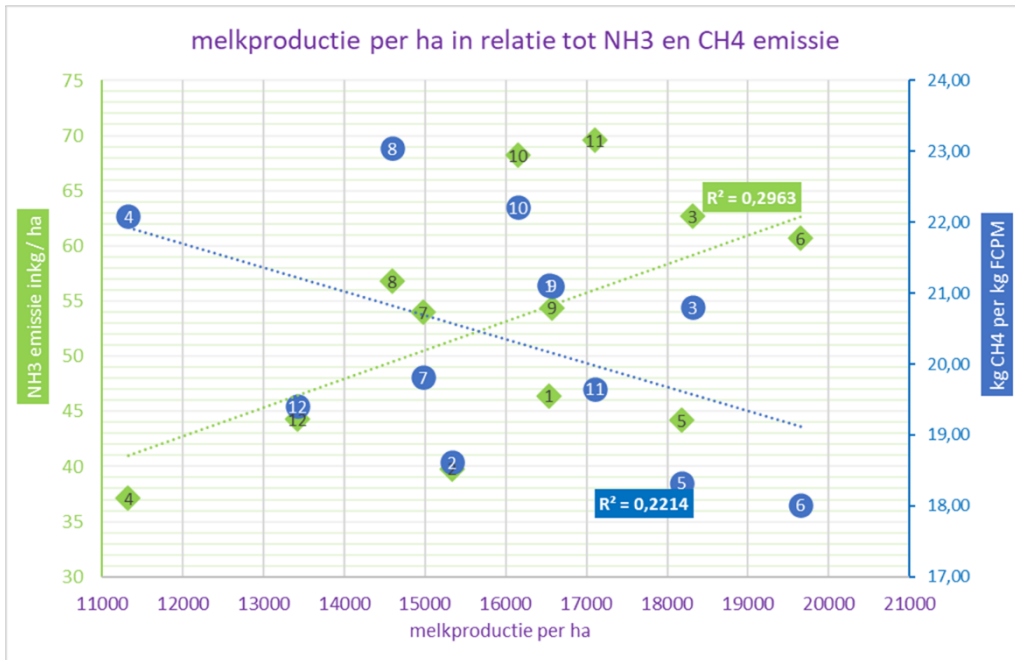
**Figuur 27** RE-gehalte in vers gras.



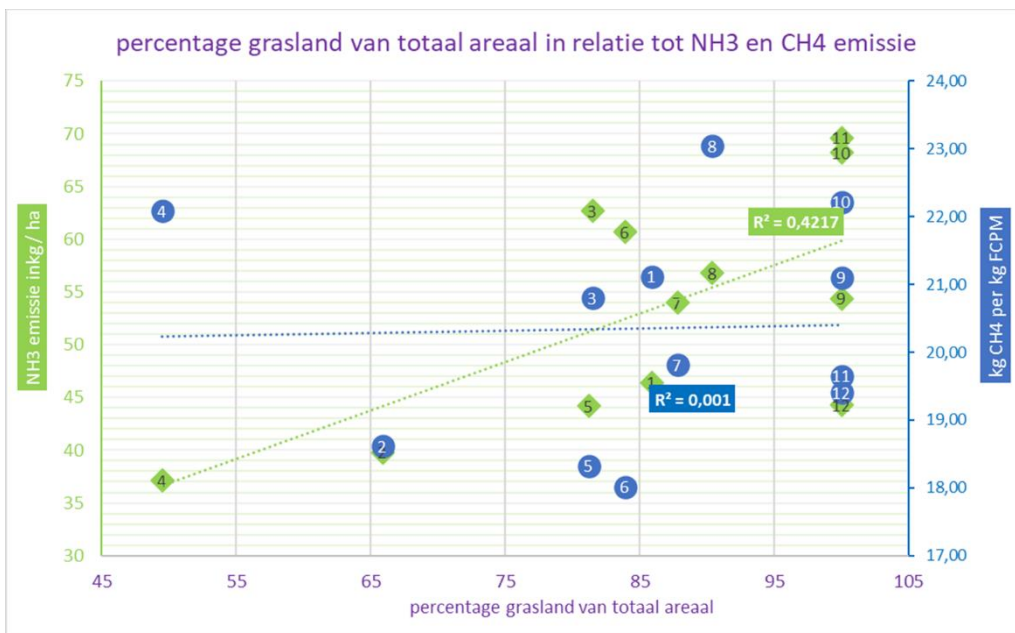
**Figuur 28** VEM berekend rantsoen (per kg ds).



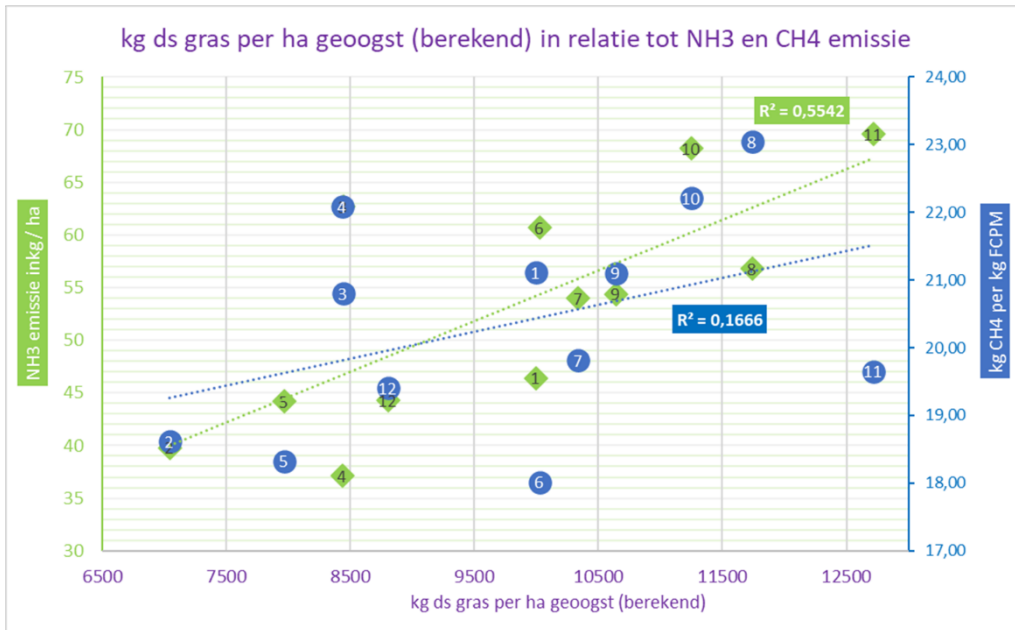
**Figuur 29** Melkproductie per koe vs NH<sub>3</sub> en CH<sub>4</sub> emissie.



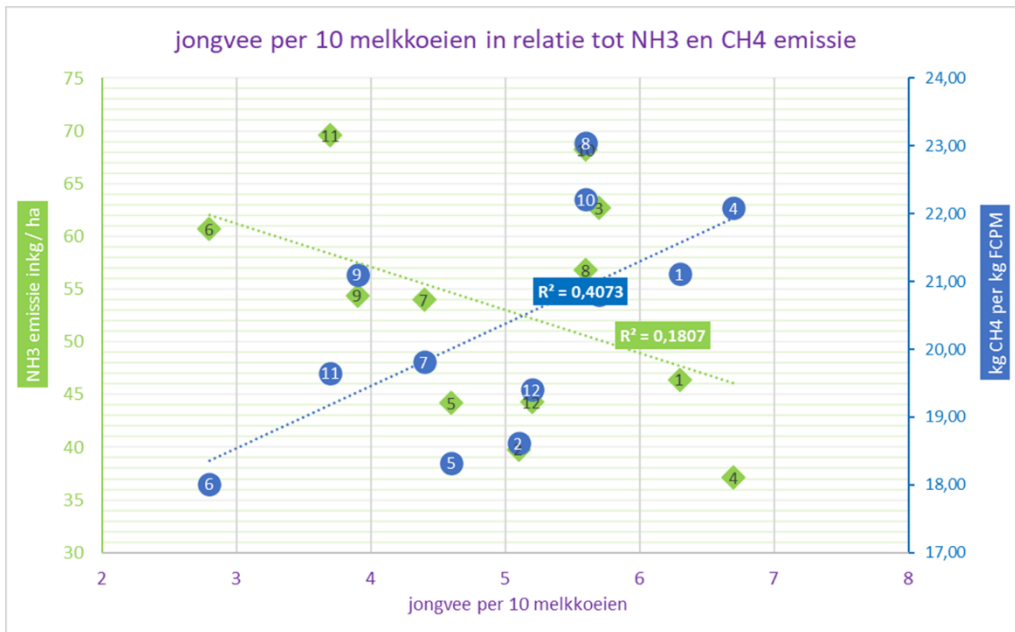
**Figuur 30** Melkproductie per ha vs NH<sub>3</sub> en CH<sub>4</sub> emissie.



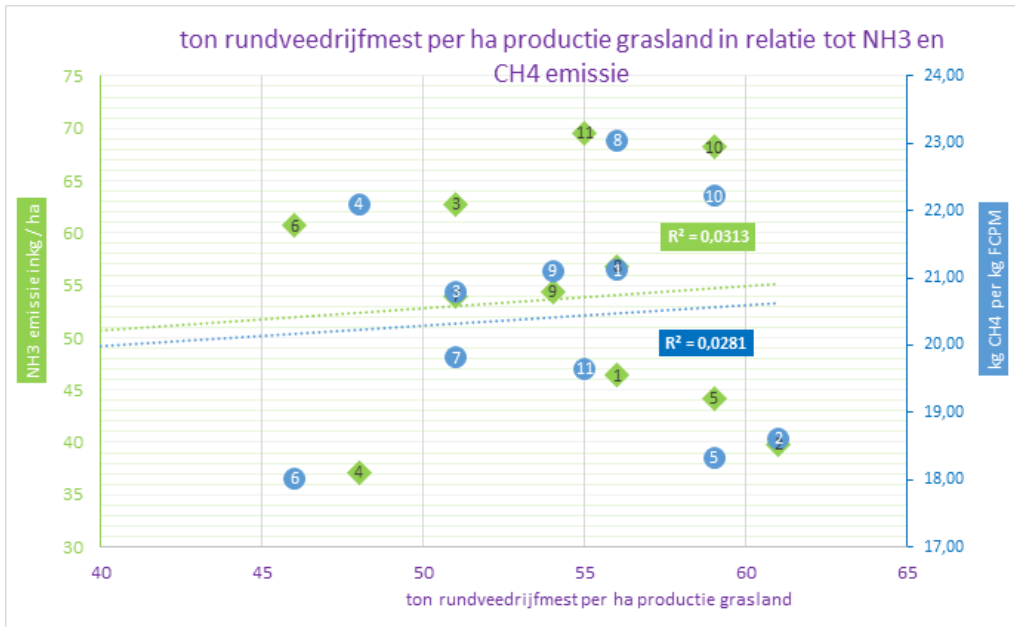
**Figuur 31** Percentage grasland van totaal areaal vs NH<sub>3</sub> en CH<sub>4</sub> emissie.



**Figuur 32** Kg ds gras per ha geoogst (berekend).

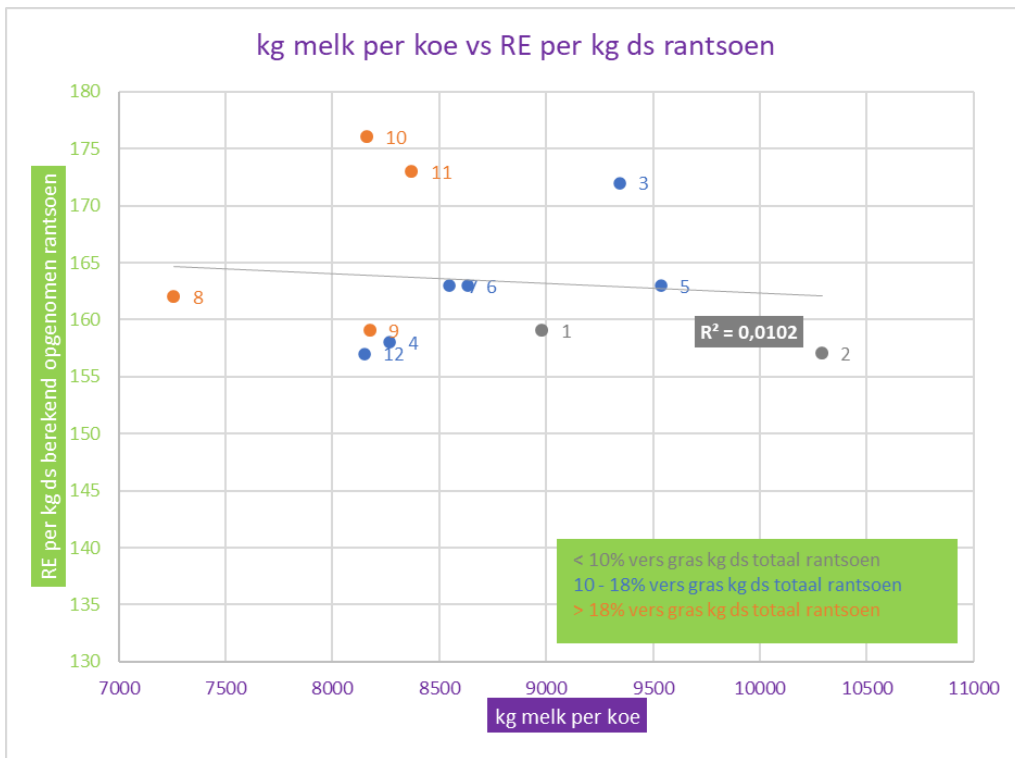


**Figuur 33** Jongvee per 10 melkkoeien vs NH<sub>3</sub> en CH<sub>4</sub> emissie.

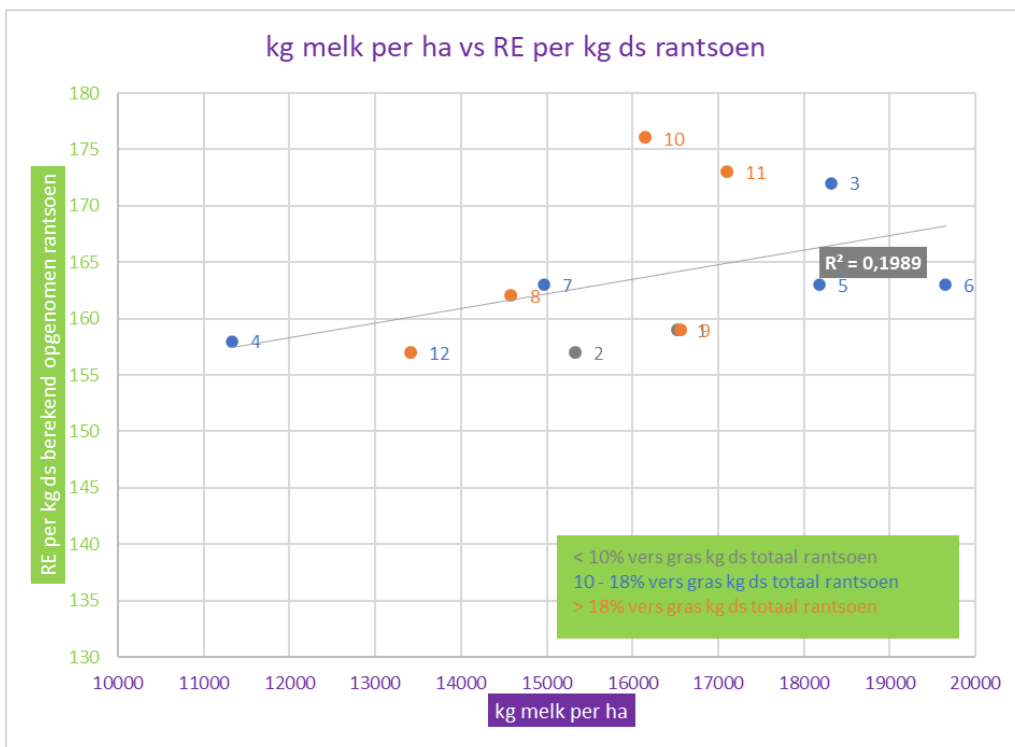


**Figuur 34** Ton rundveedrijfmest per ha grasland vs NH<sub>3</sub> en CH<sub>4</sub> emissie.

# Bijlage C

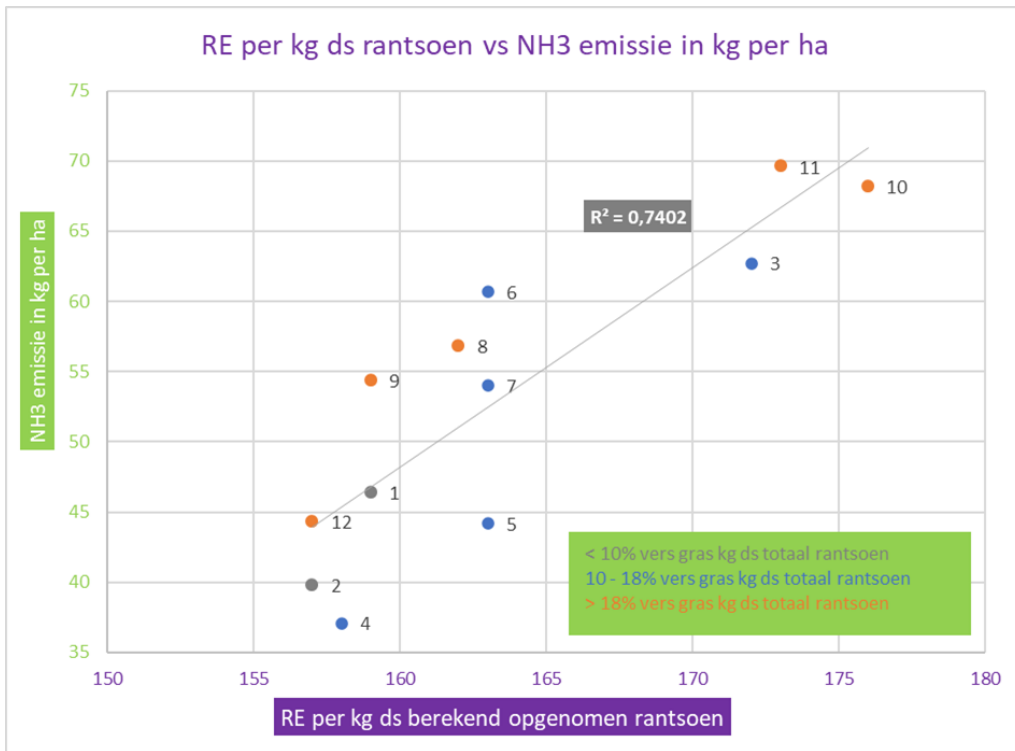


**Figuur 35** Kg melk per koe vs RE per kg ds rantsoen.

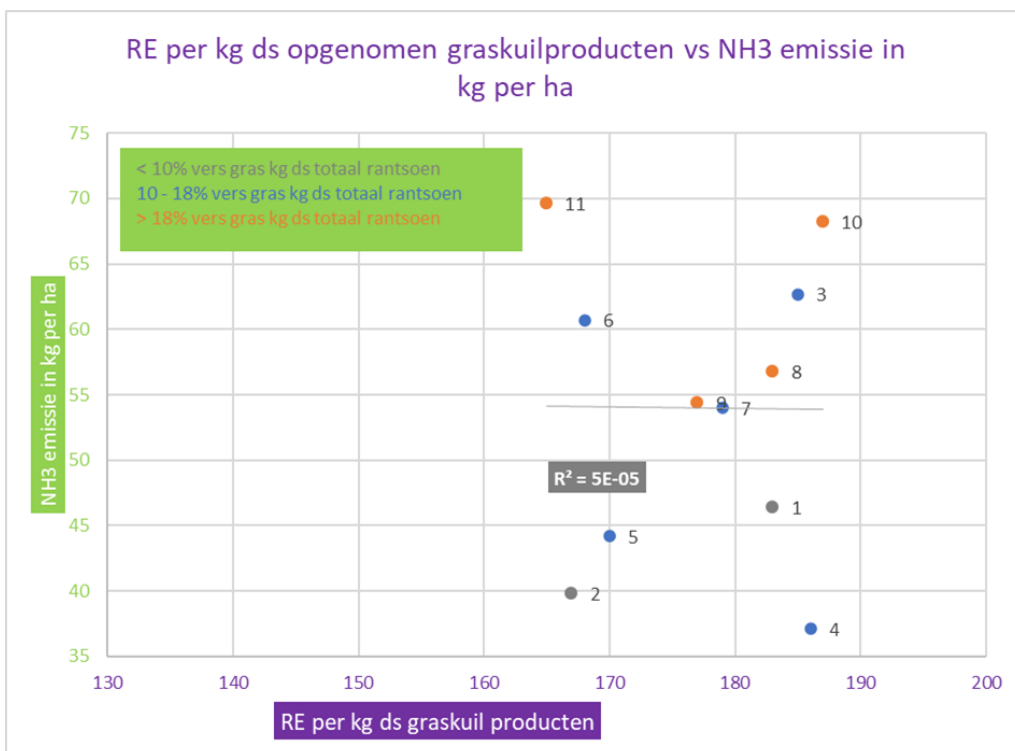


**Figuur 36** Melkproductie per ha vs RE per kg ds rantsoen.

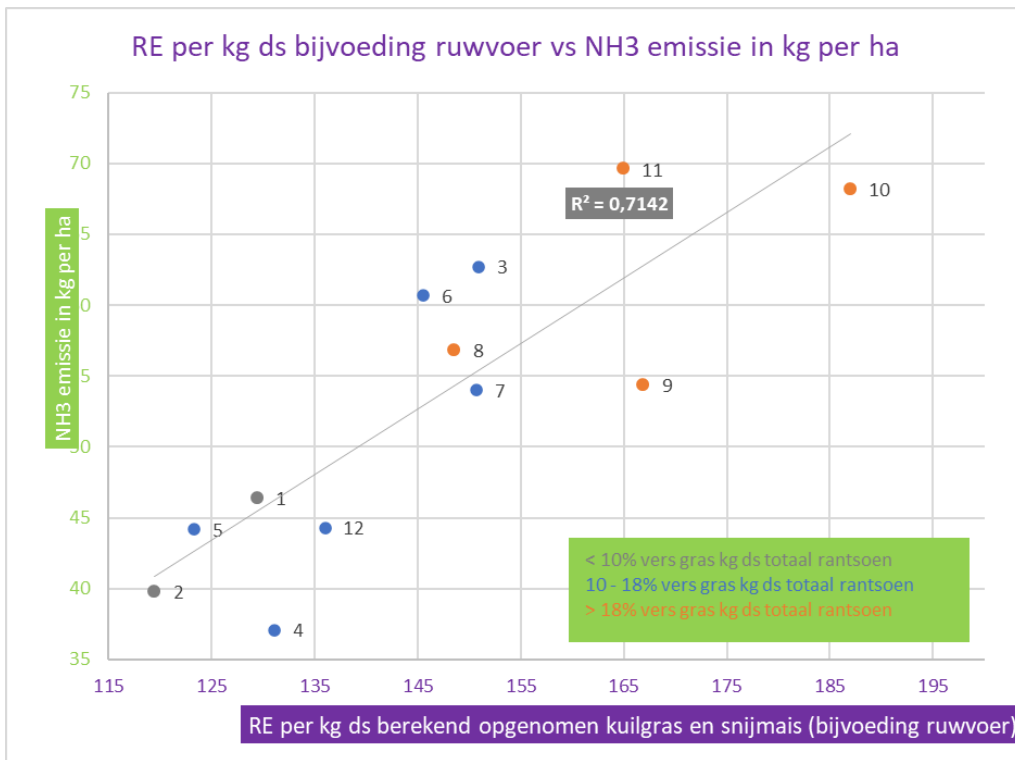




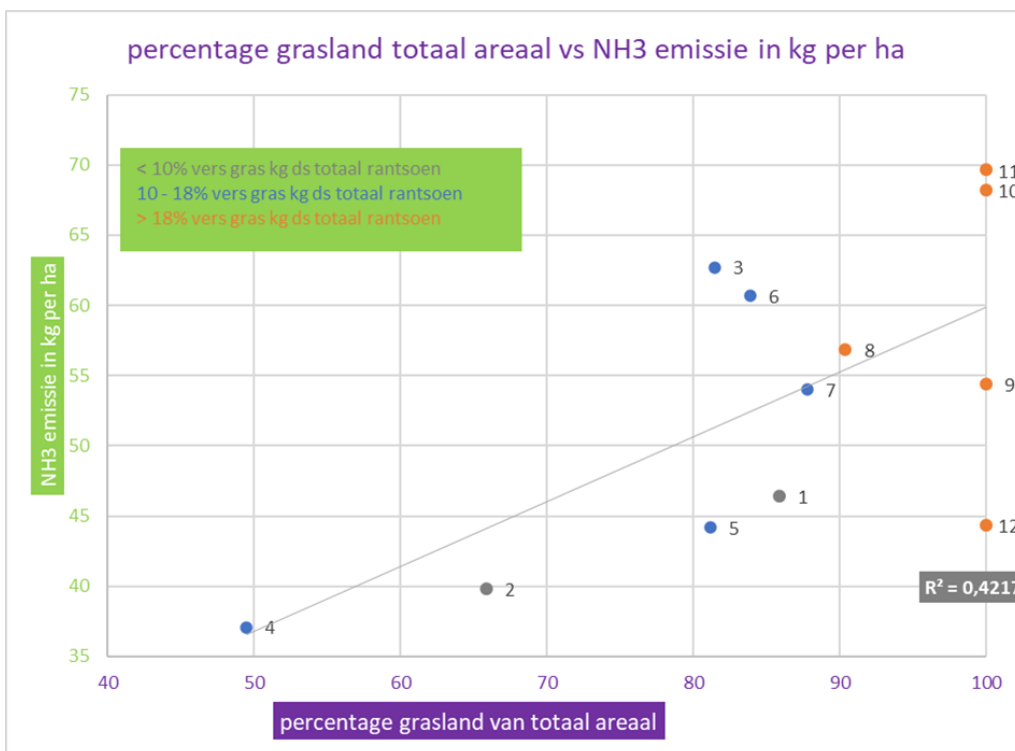
**Figuur 37** RE per kg ds rantsoen vs NH<sub>3</sub> emissie per ha.



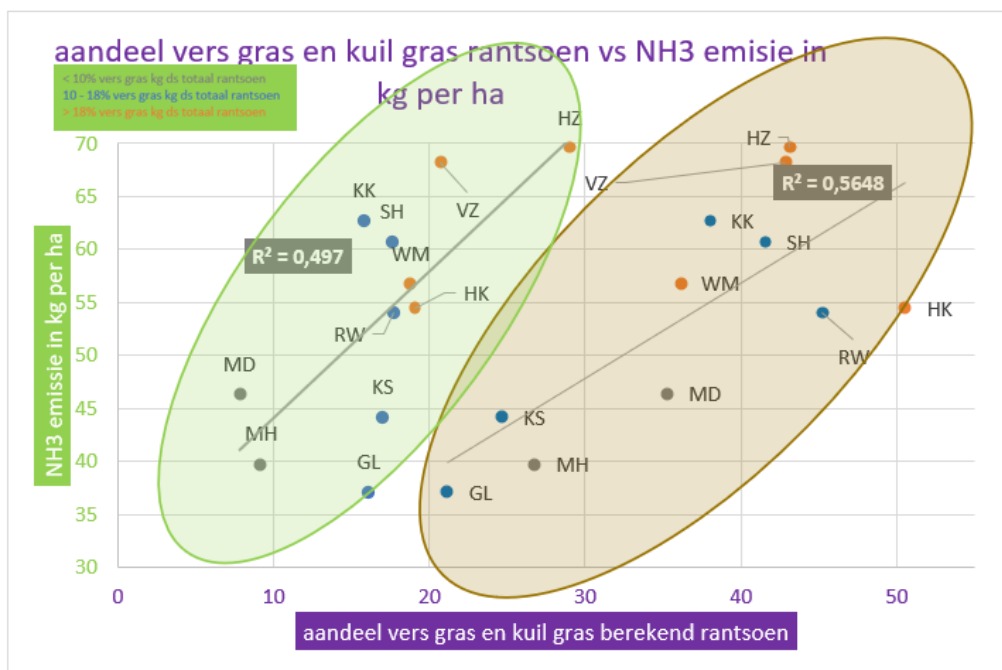
**Figuur 38** RE per kg ds graskuil vs NH<sub>3</sub> emissie per ha.



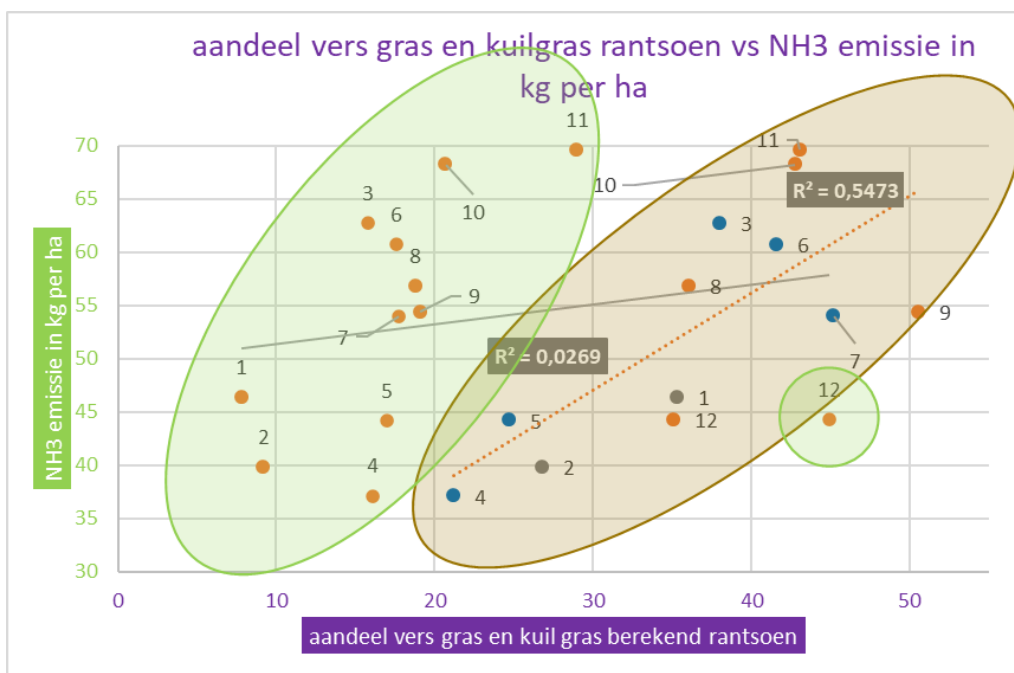
**Figuur 39** RE per kg ds bijvoeding ruwvoer vs NH<sub>3</sub> emissie in kg per ha.



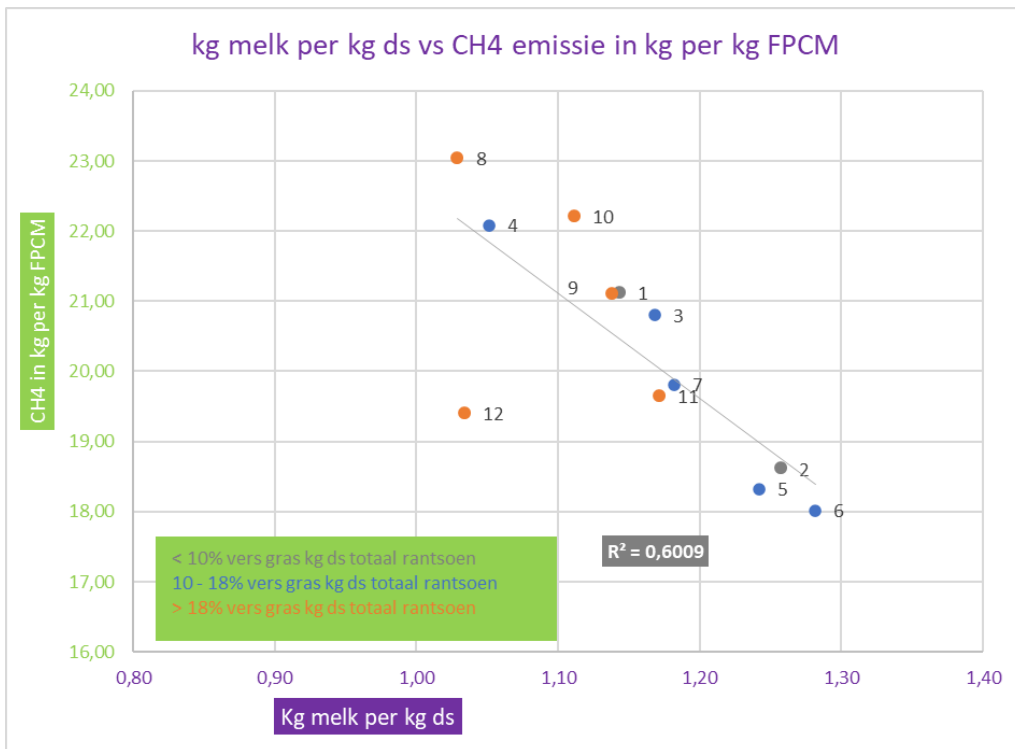
**Figuur 40** Percentage grasland vs NH<sub>3</sub> emissie per ha.



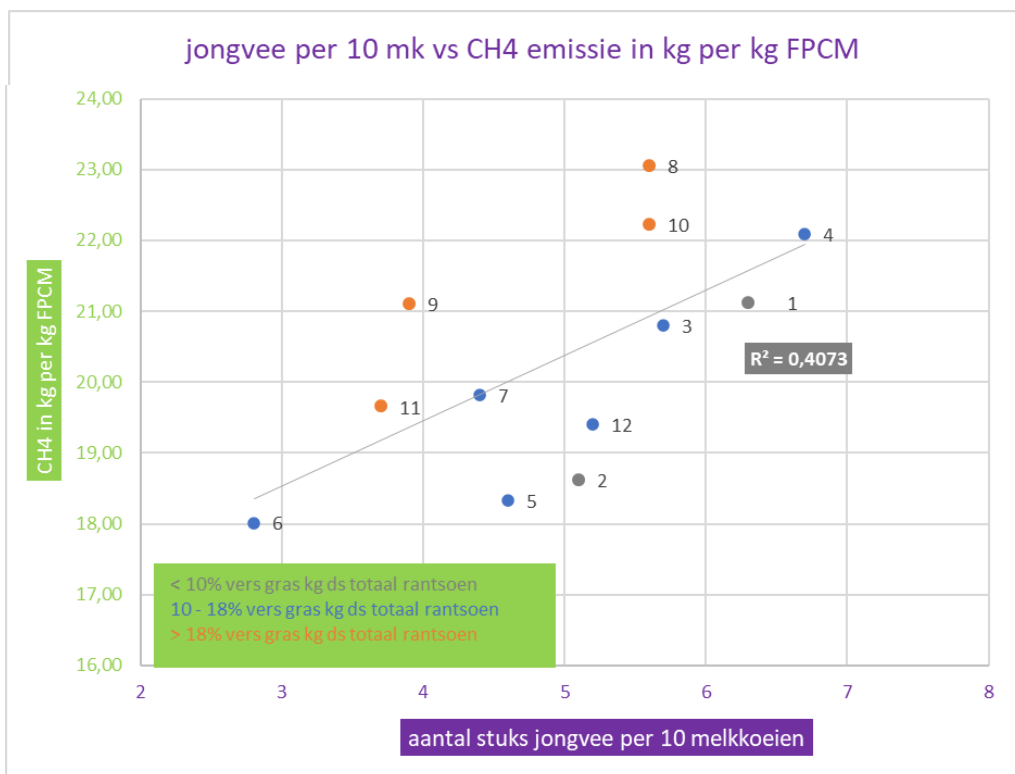
**Figuur 41** Aandeel vers gras en kuilgras vs NH<sub>3</sub> emissie per ha zonder bedrijf 12. Aan de linkerkant (groene ovaal) is het aandeel vers gras in het rantsoen ten opzichte van de ammoniak emissie in kg per ha weergegeven. Aan de rechterkant (bruine ovaal) is het aandeel graskuil in het berekend rantsoen weergegeven. Let op: deze grafiek is zonder bedrijf 12.



**Figuur 42** Aandeel vers gras en kuilgras vs NH<sub>3</sub> emissie per ha met bedrijf 12. Aan de linkerkant (groene ovaal) is het aandeel vers gras in het rantsoen ten opzichte van de ammoniak emissie in kg per ha weergegeven. Aan de rechterkant (bruine ovaal) is het aandeel graskuil in het berekend rantsoen weergegeven.



**Figuur 43** Kg melk per kg ds vs CH4 emissie per FPCM.



**Figuur 44** Aantal stuks jongvee vs CH4 emissie per FPCM.



To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen Livestock Research  
Postbus 338  
6700 AH Wageningen  
T 0317 48 39 53  
E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

