

Het effect van voermanagement op de eiwitefficiëntie van melkvee



Het effect van voermanagement op de eiwitefficiëntie van melkvee

AAFW Afstudeerwerkstuk

Student

Naam: Roy Scheperboer
Opleiding: Agrarisch Ondernemerschap
Email: 3024383@aeres.nl
Plaats: Bathmen
Datum: November 2020

Aeres Hogeschool Dronten

Afstudeerdocent: Dhr. H. Valk
Email: h.valk@aeres.nl

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Voor u ligt het afstudeerwerkstuk van mijn opleiding Agrarisch Ondernemerschap aan Aeres Hogeschool te Dronten. Het betreft een onderzoek naar de bepalende factoren voor een hoge eiwit efficiëntie van melkvee, in het kader van het terugdringen van de ammoniakuitstoot uit de melkveehouderij. Het onderzoek is uitgevoerd bij Agrifirm te Apeldoorn waar tevens ik mijn afstudeerstage heb afgerond.

Via deze weg wil ik mijn begeleider vanuit Agrifirm, de heer G. Roelofs, bedanken voor zijn bruikbare feedback en de begeleiding bij het uitzetten van de lijnen voor het onderzoek. Daarnaast wil ik de heren R. van Winden en G. van Kessel van afdeling DataScience binnen Agrifirm bedanken voor de begeleiding bij het uitvoeren van de statistische analyses. Tot slot wil ik mijn begeleidend docent vanuit Aeres Hogeschool Dronten, de heer H. Valk, bedanken voor zijn bruikbare feedback en het delen van zijn kennis op het gebied van veevoeding.

Roy Scheperboer

Bathmen, 19 november 2020

Samenvatting

Dit rapport betreft een uitwerking van een onderzoek naar het effect van voermanagement op de eiwitefficiëntie van melkvee.

In mei 2019 werd de vergunningverlening voor economische activiteiten, die extra stikstofuitstoot opleveren en de natuur schaden, op basis van het PAS (Programma Aanpak Stikstof) door de Raad van State Afgewezen. Om de vergunningverlening vlot te trekken staat de melkveehouderijsector voor de uitdaging om de ammoniakuitstoot te reduceren.

Ammoniak komt vrij bij vermenging van urine en feces. Feces (ontlasting) bevat het enzym urease dat het ureum uit urine afbreekt, hierdoor ontstaat ammoniak. Gezien de relatie tussen ammoniak en de benutting van voereiwit, mag van bepaalde voergerelateerde maatregelen een bijdrage tot reductie van de ammoniak uitstoot worden verwacht. Het melkureum is een belangrijk kengetal dat de eiwitbenutting van melkvee inzichtelijk maakt.

Het doel van het onderzoek is het aandragen van voergerelateerde oplossingen voor het verhogen van de eiwitefficiëntie en daarmee het terugdringen van de ammoniakuitstoot. Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van een databestand met 23.829 geadviseerde rantsoenen met bijbehorende melkcontrolegegevens van melkveebedrijven. De gegevens zijn beschikbaar gesteld door Agrifirm.

Er is onderzocht welke factoren bepalend zijn voor een hoge eiwitefficiëntie in melkveerantsoenen en welke maatregelen de veehouder kan nemen om de eiwitefficiëntie te verhogen.

De deelvragen zijn stapsgewijs uitgewerkt. Zo is er gebruik gemaakt van een statistische analyse om aan te tonen welke rantsoennutriënten significant van invloed zijn op zowel het melkureum als de kg eiwitproductie. Daarnaast is aan de hand van het databestand een top-10 eiwitefficiënte bedrijven opgesteld, waarna de rantsoen- en melkcontrolegegevens van deze bedrijven zijn vergeleken met de totale onderzoeksgroep. Aan de hand van interviews is er een diepte-analyse uitgevoerd bij de top-10 bedrijven waarbij de belangrijkste overeenkomsten op basis van voermanagement naar voren zijn gebracht. Op basis van alle resultaten zijn maatregelen geformuleerd waarmee veehouders de eiwitefficiëntie van het melkvee kunnen verhogen.

Uit het onderzoek blijkt dat een hoge eiwitefficiëntie wordt gedeeltelijk verklaard door het aandeel glucogene energie (suiker en onbestendig zetmeel) in het rantsoen. Daarnaast speelt het voermanagement van de veehouder een belangrijke rol. Buiten dit zijn er meerdere niet-voergerelateerde aspecten die invloed hebben op de eiwitefficiëntie van melkvee.

Een van de maatregelen die de melkveehouder kan nemen op het gebied van voedingsmanagement is het gericht voeren op pensniveau door het verstrekken van voldoende glucogene energie. Daarnaast kunnen praktische maatregelen als: het droger inkuilen van de 1^e snede en jong gras, goed graslandmanagement en meer beweiding bijdragen aan een hogere eiwitefficiëntie.

Summary

This report is about research into the effect of feed management on the protein efficiency of dairy cattle.

In May 2019, the licensing for economic activities, that generate additional nitrogen emissions and nature damage, was rejected by the Council of State on the basis of the PAS (Nitrogen Approach Program). To ensure that permits can be issued again, the dairy farming sector faces the challenge of reducing ammonia emissions.

Ammonia is released when urine and feces are mixed together. Feces contain the enzyme urease that breaks down the urea from the urine and produces ammonia. Given the relationship between ammonia and feed protein utilization, it may be expected that certain feed-related measures will contribute to a reduction in ammonia emissions. The milk urea is an important indicator that provides insight into the protein utilization of dairy cattle.

The aim of the research is to propose feed-related solutions to increase protein efficiency and reduce ammonia emissions. For the study, use was made of a database with 23,829 recommended rations, including associated milk control data from dairy farms. The data has been made available by Agrifirm.

There has been investigated which factors are determine a high protein efficiency in dairy cattle rations and which measures the farmer can take to increase the protein efficiency.

The sub-questions have been elaborated step by step. A statistical analysis has been used to show which ration nutrients have a significant influence on the milk urea as well the kg protein production. In addition, a top-10 protein-efficient dairy farms was composed on the basis of the database, after which the ration and milk control data of these companies were compared with the total research group. By means of interviews, the most important similarities between the top-10 dairy farms based on feed management have been mapped out. Based on all the results, measures have been formulated that farmers can apply to increase the protein efficiency of dairy cattle.

The research shows that a high protein efficiency is partly explained by the share of glucogenic energy (sugar and unstable starch) in the ration. In addition, the farmer's feed management plays an important role. Beyond this, there are several non-feed related aspects that influence the protein efficiency of dairy cattle.

One of the measures that the dairy farmer can take in the context of nutritional management is targeted feeding at the level of the rumen by providing sufficient glucogenic energy. Practical measures that can contribute to a higher protein efficiency are: drier silage of the first cut and young grass, good grassland management and more grazing.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	6
1.1	Maatregelen met betrekking tot stikstofuitstoot	6
1.2	Relevantie voor de melkveesector	7
1.3	Relatie tussen eiwit(benutting) en ammoniak	7
1.4	Verlaging van het RE-gehalte	7
1.4.1	Melkureum als indicator	9
1.5	Het belang van aminozuren	10
1.6	Theoretisch maximale N-efficiëntie	12
1.6	Probleemstelling	13
1.7	Hoofd en deelvragen	13
1.8	Doelstelling	14
2.	Materiaal en methode	15
2.1	Materiaal	15
2.2	Methode	15
2.3	Beantwoording deelvragen	16
3.	Resultaten	18
3.1	Gegevensverzameling	18
3.2	Welke rantsoennutriënten zijn significant van invloed op het melkureum?	19
3.3	Welke rantsoennutriënten zijn significant van invloed op de kg eiwitproductie?	19
3.4	Resultaten deelvraag 1 en 2	20
3.5	Wat zijn de verschillen tussen de top-10 eiwitefficiënte bedrijven en de totale onderzoeksgroep op basis van rantsoen/productiegegevens?	20
3.6	Wat zijn de overeenkomsten tussen de top-10 bedrijven op basis van voermanagement?	21
3.7	Welke voedingsgerelateerde maatregelen kunnen veehouders nemen om de eiwitefficiëntie te verhogen?	22
4.	Discussie	24
4.1	Discussie over de belangrijke resultaten	24
4.2	Reflectie op het uitgevoerde onderzoek	26
5.	Conclusies en aanbevelingen	28
5.1	Conclusies	28
5.2	Aanbevelingen	30
	Bibliografie	32
	Bijlagen	34
Bijlage I	Scatterplot matrix	35
Bijlage II	Analyseresultaten deelvraag 1	36
Bijlage III	Analyseresultaten deelvraag 2	37
Bijlage IV	Interviewresultaten top-10 bedrijven	38

1. Inleiding

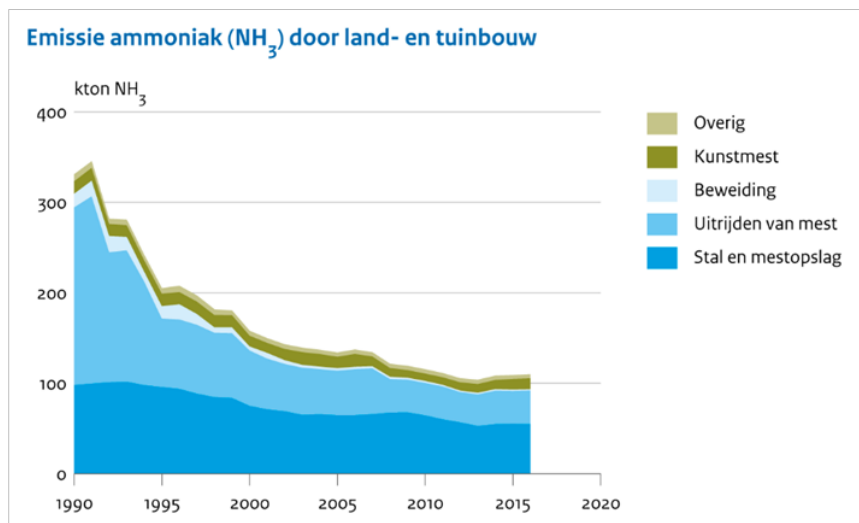
De Nederlandse agrarische sector kenmerkt zich als vooruitstrevend op het gebied van Kennis en innovatie. De weg die men inslaat wordt vaak medebepaald door overheid gestuurd beleid. De melkveehouderij heeft de afgelopen jaren voortdurend te maken gehad met veranderingen op gebied van regelgeving. De slagkracht van deze sector is meermaals onderstreept met het vinden van innovatieve oplossingen om invulling te geven aan het gestelde beleid.

Milieu en klimaat vormen een belangrijk onderdeel van de politieke agenda, dit maakt dat de veehouderij vaak onderwerp van gesprek is. Zo staat de sector nu voor de uitdaging om de stikstofuitstoot te reduceren, omdat in mei 2019 de vergunningverlening voor economische activiteiten, die extra stikstofuitstoot opleveren en de natuur schaden, op basis van het PAS (Programma Aanpak Stikstof) door de Raad van State is afgewezen.

1.1 Maatregelen met betrekking tot stikstofuitstoot

Om de vergunningverlening weer vlot te trekken dienen er maatregelen genomen ter bescherming van de natura 2000 gebieden. Bij grote bouwprojecten en het houden van dieren wordt in verschillende vormen stikstof uitgestoten. De veehouderij stoot stikstof uit in de vorm van ammoniak (NH_3) dat vervolgens via de lucht wordt getransporteerd en kan neerslaan in natuurgebieden. Dit kan onder invloed van chemische processen leiden tot verzuring of vermisting van de bodem waardoor de biodiversiteit afneemt (Rijksoverheid, 2013).

Vanaf de jaren 90 is er al veel onderzoek gedaan naar o.a. de emissie en invloeden van ammoniak. Op basis van hiervan zijn er sector breed vele maatregelen genomen om de emissie van ammoniak te reduceren waardoor de emissie van ammoniak met 65% daalde gedurende de periode 1990 tot 2016 (Rijksoverheid, 2018). Dit wordt grotendeels toegeschreven aan het emissiearm uitrijden van mest en een toename van weidegang. Ook de daling van de N-bemesting zal ongetwijfeld invloed hebben gehad op deze reductie (Agrimatie, 2020).



Figuur 1. Emissie ammoniak door land- en tuinbouw (Rijksoverheid, 2018).

Echter, de emissie van ammoniak moet verder naar beneden en ook maatregelen op het gebied van de melkveevoeding zouden een bijdrage kunnen leveren. Immers gezien de relatie tussen ammoniak en de benutting van voer eiwit, mag van bepaalde voer gerelateerde maatregelen een bijdrage tot reductie van de ammoniak uitstoot worden verwacht. Deze maatregelen worden in het vervolg van dit rapport behandeld.

1.2 Relevantie voor de melkveesector

Zowel melkveehouders als de veevoedingsindustrie hebben baat bij oplossingen waarbij de bestaande bedrijfssituatie voorgezet kan worden en er ruimte blijft voor ontwikkeling/uitbreiding met behoud van de natuur. Vanuit Agrifirm wordt er daarom volop meegedacht om bij te dragen aan mogelijke oplossingen. Het doel hiervan is het leveren van praktische kennis en het bijdragen aan ontwikkelingen binnen de sector.

Het veevoer is vaak een van de grootste kostenposten voor melkveebedrijven. Melkveehouders streven daarom naar een efficiënte benutting van voedingsnutriënten. Eiwitgrondstoffen zijn relatief duur, daarom is het streven naar een goede benutting hiervan extra belangrijk. Naast verhoging van de voerkosten kan een hoog ammoniakgehalte (door slechte benutting van eiwit) gezondheidsproblemen bij dieren veroorzaken.

Er zijn meerdere studies gedaan naar de effecten van het (ruw)eiwitgehalte op de gezondheid/vruchtbaarheid. Een studie uit 1979 suggereert dat een overmatige inname van eiwitten tot een verhoogde ammoniak productie in de pens kan leiden, resulterend in energietekorten en aandoeningen van levercellen (Jordan & Swanson, 1979). Uiteraard gaat het niet alleen om het (ruw) eiwitgehalte maar ook om de hoeveelheid energie die ertegenover staat. Aantasting van de lever kan op zijn tijd ernstige aandoeningen veroorzaken. Het vermogen van de lever om te reageren op veranderingen in de beschikbaarheid van voedingsstoffen is namelijk essentieel voor het in standhouden van stofwisselingsprocessen (Du et al., 2018).

1.3 Relatie tussen eiwit(benutting) en ammoniak

Er zijn vele onderzoeken gedaan die aantonen dat er een verband is tussen de benutting van het voereiwit en de emissie van ammoniak. De vervluchtiging van ammoniak hangt onder andere sterk samen met de verhoudingen in het rantsoen. Het juist afstemmen van rantsoenen is in sommige gevallen precisiewerk, de OEB is hierbij een belangrijk kengetal. De OEB (onbestendig eiwit balans) geeft aan in hoeverre het energie- en eiwitaanbod in de pens goed op elkaar zijn afgestemd (Meijer, Remmelink, & Boxem, 1996). Bij een overmaat aan eiwit of een tekort aan energie gaat er stikstof verloren in de vorm van ureum.

Ureum wordt gesynthetiseerd in de lever vanuit stikstofhoudende verbinding zoals ammoniak en aminozuren (Hof, Vervoorn, Lenaers, & Tamminga, 1997). Bij de persfermentatie en stofwisseling komen de stikstofhoudende verbindingen vrij. Het onbestendig eiwit wordt tijdens de pens fermentatie omgezet in ammoniak om vervolgens voor de microbiële eiwitsynthese te worden gebruikt. Het overschot aan ammoniak wordt vanuit de pens in het bloed geabsorbeerd (van Duinkerken et al., 2003). In de eiwitstofwisseling wordt darm verteerbaar eiwit (DVE) benut voor onderhoud, melkeiwitsynthese, synthese van weefseleiwit en vervanging van endogene verliezen van aminozuren. Niet benut DVE wordt vervolgens omgezet tot energie dragende componenten en ammoniak. De ammoniakresiduen worden vervolgens in de lever omgezet in ureum. Het in het bloed aanwezige ureum wordt gedeeltelijk via melk of urine uitgescheiden. Uitscheiding via de urine vindt plaats nadat ureum door de nieren uit het bloed is gefilterd (van Duinkerken et al., 2003). Ammoniak komt vrij bij vermenging van urine en feces (WUR, 2020). Feces (ontlasting) bevat het enzym urease dat het ureum uit urine afbreekt, hierdoor ontstaat ammoniak.

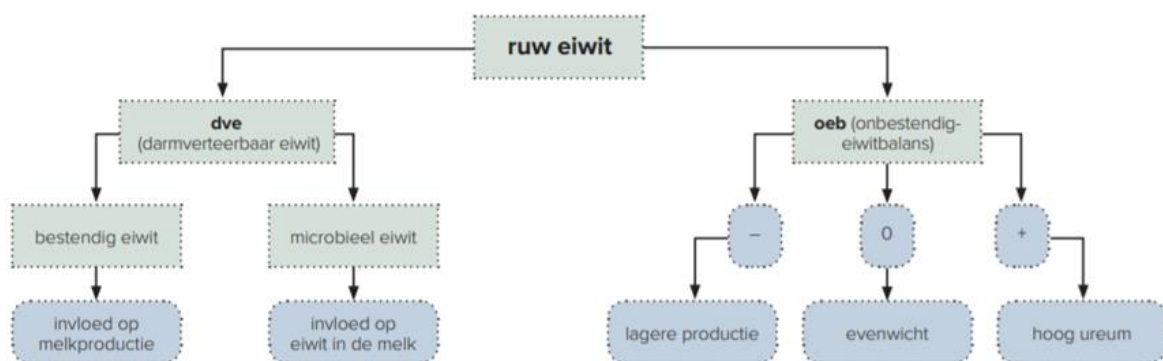
1.4 Verlaging van het RE-gehalte

Vanuit Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) ligt de focus met name op de verlaging van het ruw eiwitgehalte in melkvee rantsoenen. Men ziet deze maatregel als een geschikt middel om de ammoniakemissies uit de melkveehouderij terug te dringen (Ministerie van LNV, 2020). Het ruw eiwit is het eiwit dat direct beschikbaar is in het rantsoen. Het heeft een directe relatie met de melkproductie, maar ook met ureum en eiwitgehaltes (Eurofins Agro, 2020a). Echter

is de sterkte van deze relatie afhankelijk van het aminozurenpatroon en de hoeveelheid microbieel eiwit dat uit het ruw eiwit gevormd kan worden. Voldoende ruw eiwit (> 145 g per kg ds) is de basis voor een goede melkproductie (Eurofins Agro, 2020a), men is daarom vaak erg voorzichtig met het verlagen van het ruw eiwitgehalte in melkveerantsoenen. Het gemiddelde Nederlandse melkveerantsoen bevat zo'n 160 g/kg drogestof (16%) ruw eiwit (Booij, 2019). Volgens Jan Dijkstra, expert diervoeding van Wageningen University & Research, kan er gemiddeld 10% minder eiwit gevoerd worden zonder dat dit risico's voor gezondheid of melkproductie oplevert (Wageningen University & Research, 2020).

De voederwaardering van voereiwit (ruw eiwit) kan worden opgedeeld in darm verteerbaar eiwit (DVE) en onbestendig eiwit balans (OEB). DVE is de maat voor de hoeveelheid eiwit die beschikbaar is in de dunne darm. Deze hoeveelheid eiwit bestaat weer uit bestendig en microbieel eiwit. Het bestendig eiwit is het voereiwit dat de pens passeert en verder verteerd wordt in de dunne darm. Het microbieel eiwit betreft het eiwit dat is geproduceerd in de pens. De mate waarin het DVE wordt benut is onder andere afhankelijk van de aminozuursamenstelling van het DVE. Indien deze niet optimaal is, daalt de efficiëntie (van Vuuren, 1994). De OEB geeft aan hoeveel eiwit er voor fermentatie in de pens beschikbaar komt t.o.v. koolhydraten. Een positieve OEB geeft aan dat er relatief meer eiwit in de pens beschikbaar is ten opzichte van de energie, met als resultaat een hoog ureum. Een negatieve OEB geeft een relatief tekort aan eiwit in de vorm van N weer, dit gaat gepaard met een vertraagde pens fermentatie met als gevolg minder melk.

In onderstaand figuur is de voederwaardering van eiwit schematisch weergegeven.



Figuur 2. Schema van eiwitwaardering (Booij, 2019)

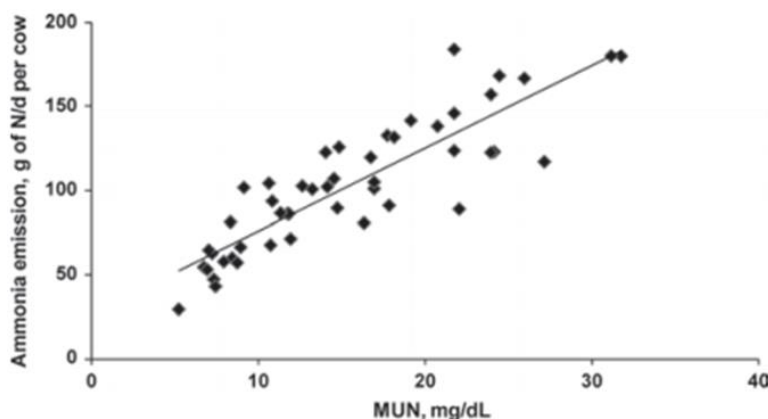
De vorming van ruw eiwit staat in relatie tot de bodemkwaliteit en de groeiomstandigheden. Het is mogelijk om via het graslandmanagement het ruweiwitgehalte in het gras beïnvloeden. Dit kan door middel van verlaging van het stikstofbemestingsniveau en het oogsten in een later groeistadium (van Duinkerken, et al., 2003).

De mogelijke maatregelen om het ruweiwitgehalte in het gras te verlagen staan haaks op de maatregelen met betrekking tot het percentage eiwit van eigen land. De Commissie Grondgebondenheid, ingesteld door LTO Nederland en De NZO (Nederlandse Zuivel Organisatie), bracht in 2018 een advies naar buiten waarin staat dat melkveebedrijven in 2025 minimaal 65% van de eiwitbehoefte van eigen land of land in de buurt moeten halen (Vermaas, 2018). Hoewel deze maatregel nog niet wettelijk is overgenomen door de overheid vormt het wel onderdeel van bepaalde concepteisen van melk verwerkende bedrijven. Om deze redenen zal er bij een verlaging van het ruw eiwitgehalte in voeding vooral aandacht zijn voor de verlaging van het ruw eiwit in krachtvoersoorten.

Verscheidende onderzoeken uit het verleden tonen aan dat er een relatie bestaat tussen het percentage ruw eiwit (RE) in melkveerantsoenen en de uitstoot van ammoniak. Een onderzoek aan de Washington State University uit 2010 (Agle et al., 2009) toonde aan dat rantsoenen met een lager ruw- en pens fermenteerbaar eiwit resulteerden in drijfmest met een aanzienlijk lagere ammoniakemissie. Binnen dit onderzoek werden 3 verschillende rantsoenen, variërend in het ruw eiwitgehalte van 15,4% (hoog), 13,4% (middel laag) en 12,9% per kg ds (laag), verstrekt aan 6 melkkoeien. Volgens het onderzoek werden de prestaties van de koeien niet beïnvloed wanneer er aan de metaboliseerbare eiwitbehoefte wordt voldaan. Verlaging van het pens fermenteerbaar eiwit verbeterde de efficiënte van het gebruik van pens-ammoniak voor eiwitsynthese (Agle et al., 2009)

1.4.1 Melkureum als indicator

Een ander onderzoek aan de University of California (Burgos et al., 2010) onderstreept de relatie tussen het RE-gehalte in voeding en de ammoniakemissie. Binnen deze studie lag de nadruk met name op de relatie tussen ammoniakemissies uit melkveemest en het melkureum. Er is onderzocht of deze relatie werd beïnvloed door het lactatiestadium en het ruweiwitgehalte in voeding. Tijdens de studieproef werden 4 rantsoenen, verschillend in het ruw eiwitgehalte van 15, 17, 19 en 21 %, verstrekt aan 12 lacterende Holstein koeien, geselecteerd in 3 groepen van 4 op basis van lactatiestadium (vroeg, midden en laat). Uit het onderzoek is gebleken dat, vanwege een combinatie van de toenemende ureum N-concentratie en het urinevolume, de ureumconcentratie in de mestbrij van koeien die een 21% ruw eiwit rantsoen kregen aanzienlijk hoger was dan bij koeien die een 15% ruw eiwit rantsoen kregen (Burgos, et al., 2010). Uit dit onderzoek is gebleken dat het melkureum één van de factoren is die de voorspelling van ammoniakemissies bij melkvee mogelijk maakt. De ammoniakemissies uit drijfmest worden niet beïnvloed door het lactatiestadia van de dieren maar zijn wel verhoogd lineair in reactie op de ruw-eiwit niveaus (Burgos et al., 2010). Onderstaand figuur laat zien dat de relatie tussen de ammoniakemissie en het melkureum op grote schaal goed kan worden aangetoond, echter toont deze weergave op kleine schaal nog veel variatie.



Figuur 3. Relatie tussen ammoniakemissie en melkureum (Burgos et al., 2010)

Naast dit onderzoek zijn tal andere onderzoeken gedaan waarin de relatie tussen melkureum en ammoniakemissie getoetst is, zo ook in Nederland. In 2011 publiceerde Wageningen University een rapport waarin wordt gesteld dat de emissiereductie van ammoniak kan worden gevolgd en geregeld met behulp van de concentratie melkureum als indicator (van Duinkerken, Smits, André, Šebek, & Dijkstra, 2011). Binnen dit onderzoek is er gekeken naar de invloed van temperatuur en dieet op de emissie van NH₃ bij het gebruik van een geventileerde melkveestall in een situatie met beperkte beweiding. Uit het onderzoek blijkt dat de emissie uit NH₃ sterk wordt beïnvloed door zowel temperatuur als dieet. Het melkureum blijkt hierbij een bruikbare indicator voor het meten van ammoniakemissie uit voeding bij beperkte beweiding. Tijdens het onderzoek nam de ammoniakemissie exponentieel bij een toenemende melkureumconcentratie. Bij een niveau van 20 of 30 mg ureum per 100 g melk nam de NH₃-emissie respectievelijk met 2,5 en 3,5% toe (van Duinkerken, Smits, André, Šebek, & Dijkstra, 2011).

Het voorspellen van de ammoniakemissie aan de hand van het melkureum is op kleine schaal minder betrouwbaar vanwege de invloed van externe factoren als temperatuur en lucht/windsnelheid. (Mosquera et al., 2017) Ook andere niet-voedingsgerelateerde factoren kunnen van invloed zijn op het melkureumgehalte. Uit onderzoek blijkt dat pariteit/leeftijd en lactatiestadium niet van wezenlijke invloed zijn op het melkureum gehalte (Schepers & Meijer, 1998). Ook het lichaamsgewicht en het niveau van melkproductie bij een gegeven energie- en eiwitvoorziening blijkt geen significante invloed te hebben op het melkureum gehalte (van Duinkerken et al., 2003).

1.5 Het belang van aminozuren

Bij het verlagen van het ruw eiwitgehalte dient er wel rekening te worden gehouden met de behoefte aan essentiële aminozuren. Aminozuren zijn de bouwstenen van eiwit. In het verleden werd er bij het samenstellen van melkveerantsoenen vrijwel geen rekening gehouden met aminozuren aangezien het grootste deel van het aangevoerde eiwit in de dunne darm microbiëel eiwit is, dat een zeer goed aminozuurpatroon heeft (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011). De productie per melkkoe is door de jaren heen gestegen, hiervoor is een hogere eiwitaanvoer in de dunne darm nodig. Deze eiwit aanvoer bestaat relatief uit meer voedereiwit waardoor de aminozurensamenstelling van het voedereiwit van groter belang is (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011). Naast de productieverhoging zijn het nu de maatregelen rondom het aandeel (ruw) eiwit in het rantsoen die een rol kunnen gaan spelen. De vraag is hoever men kan gaan in het terugdringen van het eiwitgehalte en welke oplossingen er zijn om mogelijke tekorten tegen te gaan.

Methionine en lysine worden beschouwd als eerste limiterend (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011; Schwab, Bozak, Whitehouse, & Mesbah, 1992). Voor rantsoenen op basis van graskuil wordt ook histidine genoemd als beperkend (De Brabander, De Campeneere, Ryckaert, & Anthonissen, 2011). Bij het verlagen van eiwit in melkveerantsoenen bestaat de kans dat er niet voldaan wordt aan de behoefte van essentiële aminozuren. Essentiële aminozuren kunnen niet het door het lichaam worden aangemaakt en moeten dus via het voer worden opgenomen (Eurofins Agro, 2020b). Uit onderzoek blijkt o.a. dat een tekort aan methionine negatieve effecten heeft op de gezondheid van de pas gekalfde koe (Batistel et al., 2018)

In een Amerikaanse studie is er onderzoek gedaan naar het effect van de aanvulling van pensbestendige lysine, methionine en histidine bij rantsoenen met een laag metaboliseerbaar eiwit (Lee et al., 2012). Metaboliseerbaar eiwit (MP) is de totale hoeveelheid eiwit die in de dunne darm wordt opgenomen en wordt aangevoerd door zowel microbiële eiwitten als onafgebroken (pensbestendige) eiwitten (Das, Kundu, Kumar, & Datt, 2014). Het experiment werd uitgevoerd met 48 lacterende Holstein koeien, ingedeeld op het aantal lactatiedagen. Tijdens het experiment zijn er 4 verschillende rantsoenen, op basis van kuilgras en luzernehooi, verstrekt aan de dieren. Het controle rantsoen bestond uit een dekkend percentage metaboliseerbaar eiwit (ADMP; metaboliseerbaar eiwit balans: + 9 g/d). De overige rantsoenen bestonden uit: een deficiënt metaboliseerbaar eiwit rantsoen (DMP; metaboliseerbaar eiwit balans: -317 g/d), DMP aangevuld met pensbestendige lysine en methionine (DMPLM) en DMPLM aangevuld met pensbestendige Histidine (DMPLMH). Het geanalyseerde ruweiwitgehalte van de ADMP- en DMP-diëten was respectievelijk 15,7 en 13,5 tot 13,6% (Lee et al., 2012)

Onderstaande tabel betreft een samenvatting van een aantal resultaten uit het onderzoek van Lee et al. (2012) die betrekking hebben op voorgenoemde tekst:

Tabel 1. De toevoereffecten van metaboliseerbaar eiwit (MP) en pensbestendige aminozuresuppleties (RP) op o.a. N-uitscheiding via melk, urine en fecale N-uitscheiding bij melkkoeien (Lee et al., 2012)

Item	Diet ^{1,2}				SEM	P-value
	ADMP	DMP	DMPLM	DMPLMH		
N intake, ³ g/d	623 ^a	494 ^b	518 ^b	539 ^b	26.4	<0.01
N secretion and excretion, g/d						
Milk TPN ⁴	183	167	177	178	8.3	0.47
Urinary N	143 ^a	92 ^b	87 ^b	97 ^b	5.7	<0.01
Urinary urea-N (UUN), g/d	104 ^a	47 ^b	41 ^b	49 ^b	5.8	<0.01
UUN ÷ total urinary N, ⁵ %	72.2 ^a	49.4 ^b	46.1 ^b	48.8 ^b	2.68	<0.01
Fecal N	233	213	224	241	12.0	0.35
Total excreta N	376 ^a	305 ^b	311 ^b	338 ^{ab}	15.9	0.01
Total N in excreta and milk	559 ^a	472 ^b	489 ^b	516 ^{ab}	22.9	0.04
As proportion of N intake, %						
Milk TPN	29.4 ^b	34.2 ^a	34.4 ^a	33.6 ^a	0.99	<0.01
Urine N	23.1 ^a	19.0 ^b	16.9 ^b	18.2 ^b	0.83	<0.01
Fecal N	37.6 ^b	42.9 ^a	43.3 ^a	44.7 ^a	0.79	<0.01
Total excreta N	60.6	61.9	60.3	62.9	1.09	0.29
Total N in excreta and milk	90.0 ^b	96.2 ^a	94.7 ^{ab}	96.5 ^a	1.59	0.03
Urinary PD excretion						
Urine output, ⁶ kg/d	14.5	12.1	12.0	13.4	0.73	0.09
Allantoin, mmol/d	520	462	473	513	25.1	0.19
Uric acid, mmol/d	43.3	41.5	37.2	44.3	2.76	0.26
Total PD, mmol/d	563	504	510	557	27.3	0.20
Microbial N flow, g/d	383	338	343	377	19.7	0.19
PUN, ⁷ mg/dL	11.5 ^a	6.8 ^b	7.6 ^b	8.0 ^b	0.52	<0.01

^{a,b}Within a row, means without a common superscript letter differ ($P < 0.05$).

¹ADMP = diet adequate in MP; DMP = diet deficient in MP; DMPLM = DMP diet supplemented with RPLys (AminoShure-L; Balchem Corp., New Hampton, NY) and RPMet (Mepron; Evonik Industries AG, Hanau, Germany); DMPLMH = DMP diet supplemented with RPLys, RPMet, and RPHis.

²Least squares means; $n = 94$ (n represents number of observations used in the statistical analysis).

³Includes N from supplemental RP AA.

⁴Milk true protein N (milk true protein ÷ 6.38).

⁵Experimental phase × diet interaction, $P = 0.04$.

⁶ADMP versus DMP ($P = 0.03$); ADMP versus DMPLM ($P = 0.03$).

⁷Sampling week × diet interaction ($P = 0.04$).

Uit het onderzoek blijkt onder andere dat er een trend te zien is als het gaat om de drogestofopname in combinatie met het voeren van pensbestendige aminozuren. De rantsoenen met aangevulde beschermde aminozuren zorgden voor een hogere drogestofopname, vooral wanneer al de 3 pensbestendige aminozuren (Lys, Met, His) werden verstrekt (Lee et al., 2012). De hogere drogestofopname resulteerde duidelijk in een hogere melk en melkeiwit opbrengst. De deficiënte metaboliseerbare eiwit rantsoenen aangevuld met pensbestendige aminozuren (DMPLM, DMPLMH) verhoogden daarbij duidelijk de melkeiwit-efficiëntie en zorgden voor verminderde urinaire N-verliezen (zie tabel 1) (Lee et al., 2012). Op basis van dit onderzoek lijkt het verstrekken van aminozuresuppleties (Methionine, Lysine, Histidine) zinvol voor het verlagen van de ammoniakemissie bij een dekkende eiwitbehoefte.

1.6 Theoretisch maximale N-efficiëntie

Voorgaand zijn meerdere maatregelen om de eiwit(N)efficiëntie te verhogen beschreven. Echter veroorzaakt de productie van melk of vlees ook een aantal onvermijdelijke N-verliezen in ontlasting en urine (Dijkstra et al., 2013). De N-gebruiksefficiëntie van een melkkoe is de hoeveelheid opgenomen voereiwit (N) die wordt opgevangen in de melk, ook wel de melk-N-efficiëntie (MNE) genoemd (Dijkstra et al., 2013). Volgens het onderzoek van Dijkstra et al (2013) bedraagt de theoretisch maximale N-efficiëntie in melk 0.43 voor een melkkoe die 40 kg melk (FPCM) produceert met 31.5 g/kg eiwit. Echter blijkt de N-efficiëntie BIJ herkauwers doorgaans laag (ongeveer 25%) en zeer variabel (10 tot 40%) (Calsamiglia, Ferret, Reynolds, Kristensen, & Vuuren, 2010).

De belangrijkste gebieden waarop N-verliezen bij melkvee optreden, zijn onder meer de uitscheiding van ureum gesynthetiseerd uit ammoniak dat de pens heeft verlaten; onverteerd eiwit dat wordt uitgescheiden in ontlasting; microbiële nucleïnezuren die in de pens worden gesynthetiseerd en voornamelijk in de urine worden uitgescheiden; fecale en uitscheiding via de urine als gevolg van endogene afscheidingen; en uitscheiding via de urine gerelateerd aan onderhoud, melkeiwitsynthese en aminozuren die meer dan nodig worden opgenomen (Dijkstra et al., 2013). Bij het verminderen van N-verliezen moet men zich volgens het onderzoek van Dijkstra et al (2013) vooral richten op een optimale aanvoer van pens afbreekbaar eiwit (N) en een optimale efficiëntie van geabsorbeerde aminozuren voor melkeiwitsynthese. Integratie tussen het eiwit en energie metabolisme is hierbij essentieel.

1.6 Probleemstelling

In 2003 is er op grote schaal onderzoek gedaan op het gebied van eiwitefficiëntie en de mogelijkheden tot reductie van ammoniak in de melkveehouderij (van Duinkerken, et al., 2003). Ook de maatregelen op gebied van melkveevoeding zijn hierin ruimschoots behandeld. De resultaten uit gerealiseerde onderzoeken zijn veelal gebaseerd op proeven met relatief kleine dieraantallen in een onnatuurlijke omgeving, denk hierbij aan het plaatsen van dieren in afgesloten ruimtes, om zodoende de verschillen in emissie aan het dier te meten bij voeding-gerelateerde aanpassingen. De vertaalslag van onderzoek naar praktische toepassing blijkt vaak moeilijk. Een van de redenen hiervoor is de grote verschillen in bedrijfsvoering en de toename van het gemiddeld aantal dieren per bedrijf.

Agrifirm draagt graag bij aan vervolgonderzoek in het kader van de eiwitefficiëntie, met als doel het verlagen van de ammoniak uitstoot uit de melkveehouderij. Om dit te bereiken zijn er praktische oplossingen nodig. Agrifirm wil aan de hand van geadviseerde rantsoen, gekoppeld aan productiegegevens, onderzoeken wat de verklarende factoren zijn voor een hoge eiwitefficiëntie in melkveeantsoenen. Hierbij wordt er gekeken naar de invloed van nutriëntverhoudingen binnen een rantsoen. Daarnaast is er aandacht voor praktische maatregelen op het gebied van voermanagement.

1.7 Hoofd en deelvragen

Om te onderzoeken welke mogelijkheden er liggen om de eiwitefficiëntie in melkveeantsoenen te verhogen is de volgende onderzoeksvraag opgesteld:

Welke factoren zijn bepalend voor een hoge eiwitefficiëntie in melkveeantsoenen en welke maatregelen kan de veehouder nemen om de eiwitefficiëntie te verhogen?

De hoofdvraag kan worden ingedeeld in 5 deelvragen, te weten:

1. Welke rantsoennutriënten zijn significant van invloed op het melkureum?
2. Welke rantsoennutriënten zijn significant van invloed op de kg eiwitproductie?
3. Wat zijn de verschillen tussen de top-10 eiwitefficiënte bedrijven en de totale onderzoeksgroep op basis van rantsoen/melkcontrolegegevens
4. Wat zijn de overeenkomsten tussen de top-10 eiwitefficiënte bedrijven op basis van voermanagement?
5. Welke voedingsgerelateerde maatregelen kunnen veehouders nemen om de eiwitefficiëntie te verhogen?

Definitie van eiwitefficiëntie

Op basis van het vooronderzoek kan gesteld worden dat het ureumgehalte een zinvolle indicator is voor benutting van het eiwit. Een laag ureum geeft echter geen informatie over de kg eiwitproductie. Een laag ureum bij een lage eiwitproductie is vanuit economisch oogpunt niet gewenst, daarom wordt in deze studie bewust de kg eiwitproductie meegenomen. Onder een hoge eiwitefficiëntie wordt hier dus verstaan; een laag ureum bij een hoge eiwitproductie.

Het kwantificeren van het begrip eiwitefficiëntie is met name van belang voor het beantwoorden van deelvraag 3. In hoofdstuk 2 zal dit nader toegelicht worden.

1.8 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is het aandragen van belangrijke achtergrondinformatie en oplossingen die ten behoeve van adviseurs en melkveehouders gebruikt kunnen worden als basis voor het terugdringen van de ammoniakuitstoot uit de melkveehouderij zonder dat dit (te veel) ten koste gaat van het economisch resultaat. Het onderzoek richt zich specifiek op de bedrijfstak melkkoeien en de mogelijkheden op het gebied van veevoeding. De oplossing van het vraagstuk moet onderbouwd en praktisch zijn.

De resultaten uit dit onderzoek kunnen gebruikt worden ter onderbouwing van bestaande onderzoeken of aanleiding bieden tot vervolgonderzoek. Binnen Agrifirm kunnen de resultaten worden gebruikt om het adviseurschap te versterken, met als doel het nastreven van een hogere eiwitefficiëntie in melkveeantsoenen. Op deze wijze kan Agrifirm bijdragen aan het oplossen van een sector breed vraagstuk, namelijk het verminderen van de ammoniakemissie via het voerspoor.

2. Materiaal en methode

Onderstaand is omschreven welke gegevens er gebruikt zijn voor het onderzoek (materiaal) en op welke manier het onderzoek is uitgevoerd (methode).

2.1 Materiaal

Dit onderzoek is uitgevoerd aan de hand van een databestand waarin 23.829 geadviseerde rantsoenen zijn opgenomen. Geadviseerde rantsoenen houdt in; rantsoenen die zijn berekend door Agrifirm voeradviseurs. De rantsoenen zijn gekoppeld aan bedrijven uit het klantenbestand van Agrifirm, die in dit onderzoek anoniem zijn weergegeven. De gekoppelde bedrijven betreffen zowel biologisch als gangbare bedrijven, met of zonder automatisch melksysteem en wel of geen weidegang. Naast de rantsoengegevens bestaat het databestand uit melkcontrolegegevens, bestaande uit gegevens op basis van tankleveranties en MPR-gegevens. De beschikbare data is gebruikt om een statistische toets uit te voeren met het statistische programma JMP. Een voorwaarde voor Agrifirm was dat de analyse intern uitgevoerd werd. Het programma JMP heeft de meeste overeenkomsten met SPSS Statistics dat binnen Aeres Hogeschool Dronten gebruikt wordt.

2.2 Methode

Voorafgaand aan de analyse is het databestand getoetst op volledigheid. Alle onvolledige cellen zijn uitgeselecteerd door middel van de filterfunctie in Excel, waarna alle rantsoenen met onvolledige cellen geheel zijn verwijderd. Hierna zijn ook alle uitbijters (datapunten die sterk afwijken van de rest van de data) uit het bestand gefilterd.

Voor het verwijderen van de uitbijters is opnieuw gebruik gemaakt van Excel. Allereerst is voor iedere cel/variabele het gemiddelde en de standaarddeviatie berekend met de formule (STDEV.P) in Excel. De standaarddeviatie, oftewel de spreiding geeft aan in welke mate de waarden onderling van elkaar verschillen. Vervolgens is er een boven en ondergrens bepaald waarbinnen gegevens als acceptabel worden beschouwd. Dit is bepaald met een berekening van het gemiddelde + of – de toegestane standaarddeviatie. Afhankelijk per variabele is hier 2 à 2,5 keer de standaarddeviatie genomen. Alle gegevens die buiten het grensgebied vielen zijn vervolgens verwijderd met de functie “voorwaardelijke opmaak”.

Om de betrouwbaarheid zo goed mogelijk te garanderen is bovenstaande methode toegepast op alle variabelen in het bestand. Echter zijn alleen onderstaande variabelen gebruikt voor de analyse:

Tabel 2. Onderzoek variabelen

Melkproductiegegevens (gemiddelde van de veestapel)	Rantsoennutriënten (in gram/ kg ds)
Kg melk/koe	Ruw eiwit (RE)
Eiwit %	Bestendig eiwit (BE)
Kg eiwit	Suiker
BSK	Zetmeel
Tankmelkureum	Bestendig zetmeel (Bzet)

Naast voorgenoemde selectiepunten zijn alle rantsoenen die tot de zomermaanden (jun, jul, aug) behoren verwijderd. Op deze manier wordt hittestress, dat van invloed is op de productieresultaten zoveel mogelijk uitgesloten. Daarnaast is het beweiden in deze periode vaak moeilijk vanwege de kwaliteit en het aanbod van het verse gras. Hittestress heeft met name een negatieve invloed op de voeropname en daarmee op de melkproductie (GD, 2020).

Onderstaande tabellen geven de variatie in de dataset weer. De melkproductiegegevens betreffen gemiddelden van de gehele veestapel per bedrijf, de rantsoengegevens zijn overgenomen uit de geadviseerde rantsoenen die op het moment van de melkcontrole verstreken zijn.

Tabel 3. Variatie melkproductiegegevens

Variabele	Kg melk	% eiwit	Kg eiwit	BSK	Ureum
Gemiddelde	28,76	3,62	1,04	44,07	22,73
Standaardafwijking	3,84	0,13	0,12	4,70	4,12

Tabel 4. Variatie rantsoennutriënten

Variabele	RE	BE	Suiker	Zetmeel	Bzet
Gemiddelde	160,48	52,79	64,99	163,75	51,07
Standaardafwijking	8,45	7,58	17,25	38,59	12,70

2.3 Beantwoording deelvragen

In deze paragraaf is beschreven hoe de verschillende deelvragen zijn beantwoord en welke gegevens hiervoor zijn gebruikt.

1. Welke rantsoennutriënten zijn significant van invloed op het melkureum?

Voor het beantwoorden van deze deelvraag is er gebruik gemaakt van de gegevens uit het databestand. De deelvraag is beantwoord door het uitvoeren van een meervoudige regressieanalyse (multipele regressie) in JMP. Deze analyse is gebruikt om aan de hand van een verklarend model te bepalen welke nutriënten positief of negatief gecorreleerd zijn met het melkureum. In deze analyse is het tankmelkureum de afhankelijke variabele (Y), deze gegevens zijn afkomstig uit de melkleveranties gegevens. De opgenomen X-variabelen zijn: ruw eiwit (RE), bestendig eiwit (BE), zetmeel, bestendig zetmeel (bzet), en suiker. De nutriëntgegevens zijn afkomstig uit de geadviseerde rantsoenen. Overige rantsoennutriënten/componenten waren niet compleet of onvoldoende betrouwbaar en zijn daarom uiteindelijk niet meegenomen.

Bij een meervoudige regressieanalyse mogen de verklarende variabelen formeel geen lineair verband hebben met elkaar, echter is dit bij het gebruik van deze data niet volledig mogelijk gezien het feit dat het gaat om verhoudingen binnen een rantsoen. Toch was deze manier van analyseren volgens Afdeling DataScience binnen Agrifirm en de student de beste optie binnen de mogelijkheden die er op dit niveau waren. Om de uitkomsten van de data-analyse beter te onderbouwen is er met het behulp van het programma JMP een uitdraai gemaakt van een scatterplot matrix (zie bijlage 1). Hierin wordt weergegeven in welke mate de verschillende variabelen verband houden met elkaar, op deze manier is te zien wat de onderlinge invloed van de variabelen is.

Voor het onderzoek is het meest interessant om te weten welke nutriënten negatief gecorreleerd zijn, oftewel welke nutriënten zorgen voor een afname van het melkureum. De belangrijkste resultaten uit deze deelvraag zijn weergegeven in tabelvorm met bijbehorende toelichting.

2. Welke rantsoennutriënten zijn significant van invloed op de kg eiwitproductie?

Voor het beantwoorden van de tweede deelvraag is opnieuw een meervoudige regressieanalyse uitgevoerd. Hierin is het getal voor de kilogrammen eiwit de afhankelijke variabele (Y), dit betreft een berekend getal op basis van de kg melk dagproductie (MPR-uitslag) maal het gemiddelde

eiwitpercentage uit de MPR. De mogelijk verklarende variabelen (X) zijn hetzelfde als bij deelvraag 1, echter is hier de bedrijf standaard koe (BSK) meegenomen als bedrijfsvariabele. Voorafgaand aan het onderzoek werd verwacht dat deze variabele een groot deel van de variatie zou verklaren aangezien het productieniveau van invloed is op de kg eiwitproductie.

Voor het onderzoek is het meest interessant om te weten welke nutriënten positief gecorreleerd zijn, oftewel welke nutriënten zorgen voor een toename van de kg eiwitproductie.

De resultaten van deelvraag 2 zijn op dezelfde manier verwerkt als die van deelvraag 1. De resultaten van deelvraag 1 en 2 beantwoorden samen een belangrijk deel van de hoofdvraag. Op basis van de statistische analyse is duidelijk geworden welke variabelen significant van invloed zijn op zowel het melkureum als op de kg eiwitproductie. Daarnaast is aan de hand van JMP voorspeld wat de invloed van de verschillende nutriënten is bij een toename in het rantsoen. Voor het verhogen van de eiwitefficiëntie, zoals gedefinieerd in paragraaf 1.6, is voor het desbetreffende nutriënt een negatieve correlatie met het melkureum en een positieve correlatie voor de eiwitproductie gewenst.

3. Wat zijn de verschillen tussen de top-10 eiwitefficiënte bedrijven en de totale onderzoeksgroep op basis van rantsoen/productiegegevens

Om deze deelvraag te beantwoorden is aan de hand van het databestand, dat gebruikt is voor deelvraag 1 en 2, een nieuw bestand opgesteld waarin de top-10 bedrijven op het gebied van eiwitefficiëntie zijn weergegeven. Om tot een top-10 van eiwitefficiënte bedrijven te komen zijn alle rantsoenen gerangschikt op basis van de hoogste kg eiwitproductie. Gezien het feit dat het databestand meerdere rantsoenen per bedrijf bevatte zijn alle dubbele gegevens verwijderd waarbij de best scorende gegevens behouden zijn gebleven. Vervolgens is er geselecteerd op het laagst mogelijke melkureum in hoedanigheid dat er 10 bedrijven overbleven.

Uit de gegevens van de 10 overgebleven bedrijven zijn gemiddelden berekend die vervolgens zijn vergeleken met de gemiddelden van de totale onderzoeksgroep.

4. Wat zijn de overeenkomsten tussen de top-10 bedrijven op basis van voermanagement?

Deze vraag is beantwoord middels het afnemen van interviews. De interviewvragen zijn beantwoord door de adviseur van het desbetreffende bedrijf. De belangrijkste resultaten uit de interviews staan beschreven in het hoofdstuk 3: Resultaten. De volledige lijst met antwoorden per bedrijf is bijgevoegd in bijlage 4.

5. Welke voedingsgerelateerde maatregelen kunnen veehouders nemen om de eiwitefficiëntie te verhogen?

Deze laatste deelvraag is beantwoord aan de hand van de resultaten uit voorgaande deelvragen, aangevuld/onderbouwd door literatuuronderzoek. De genoemde maatregelen leggen de link tussen theorie en praktijk en dienen als handvatten voor veehouder en adviseur om invulling te geven aan het terugdringen van de ammoniakuitstoot.

3. Resultaten

Onderstaand worden de resultaten uit het onderzoek behandeld. Allereerst is er aandacht voor de verzameling van de gegevens behorende bij het onderzoek, vervolgens worden de resultaten per deelvraag weergegeven.

3.1 Gegevensverzameling

De gegevens voor het onderzoek zijn afkomstig uit een databestand met productie en rantsoengegevens, daarnaast is er gebruik gemaakt van informatie uit de afgenomen interviews en de geraadpleegde literatuur. Onderstaand wordt een overzicht van het databestand weergegeven, het betreft slechts een gedeelte van het bestand aangezien het gaat om een totaal van 23.829 rantsoenen. De resultaten uit deelvraag 1 en 2 komen voort uit het totale databestand.

Tabel 5. Voorbeeldoverzicht databestand onderzoeksgroep statistische-analyse

Bedrijf	Kg melk	Eiwit %	Kg eiwit	BSK	Ureum	RE	Suiker	Zetmeel	Bzet	BE
1	27,2	3,84	1,04	46	22	163	40	178	49	63
2	27,1	3,68	1,00	40	18	159	72	247	83	62
3	28,9	3,86	1,12	44	22	169	50	179	60	49
4	30,2	3,79	1,14	48	22	154	45	179	53	51
5	21,8	3,69	0,80	37	23	152	36	215	63	35
6	25,3	3,63	0,92	40	25	153	63	194	56	44
7	28,4	3,68	1,05	44	23	142	58	158	50	45
8	27,1	3,78	1,02	43	23	155	28	178	56	43
9	26,7	3,88	1,04	42	21	152	65	177	54	45
10	23,8	4,01	0,95	41	24	173	67	215	63	65
11	22,0	3,8	0,84	36	15	144	62	124	40	48
12	27,0	3,76	1,02	43	25	169	55	181	57	43
13	30,3	3,67	1,11	47	22	160	69	143	46	51
14	27,7	3,8	1,05	44	22	153	64	84	29	37
15	32,6	3,64	1,19	49	22	157	55	210	64	56
16	28,4	3,62	1,03	42	18	165	31	91	35	50
17	32,8	3,61	1,18	49	21	159	40	230	58	53
18	26,5	3,7	0,98	41	24	159	52	136	49	42
19	33,9	3,69	1,25	52	13	165	88	102	39	54
20	36,5	3,64	1,33	54	20	159	49	206	66	54
21	28,9	3,87	1,12	45	24	160	47	211	62	56
22	27,4	3,76	1,03	41	22	166	73	153	51	42
23	28,6	3,61	1,03	43	19	154	46	212	65	52
24	23,2	3,61	0,84	37	20	141	60	119	37	51
25	31,1	3,62	1,13	45	22	167	38	161	45	48

Toelichting tabel 5:

De kg eiwitproductie is berekend uit de gemiddelde kilogrammen melk per koe maal het gemiddelde eiwitpercentage per koe (MPR-jaaroverzicht). Het ureum betreft het tankmelkureum verkregen uit de melkleverantiegegevens. Alle nutriënten zijn weergegeven in gram per kilogram droge stof van het totaalrantsoen.

3.2 Welke rantsoennutriënten zijn significant van invloed op het melkureum?

Om deze vraag te beantwoorden is er gebruikt gemaakt van een meervoudige regressieanalyse in JMP. Aan de hand van een verklarend model is aangetoond wat de correlatie tussen de verschillende variabelen is.

In tabel 6 worden de resultaten uit de meervoudige regressieanalyse weergegeven. Uit de analyse blijkt dat de opgenomen X-variabelen gezamenlijk 6,8% van de verschillen in ureumgehalte verklaren, dit is nihil. Ondanks deze lage R Square (R^2) is de uitkomst van het meervoudige regressiemodel wel significant (<0.050). De afzonderlijke variabelen komen ieder als significant naar voren op basis van dit model.

Tabel 6. Resultaten meervoudige regressie melkureum

Regressiemodel		
R Square (R^2)		0,068
Significantie F		<,0001
Regressie coëfficiënt		
Variabele	Estimate	Significantie
RE	0,0894	<,0001
BE	-0,0096	0,0041
Suiker	-0,0347	<,0001
Zetmeel	-0,0124	<,0001
Bzet	0,0097	0,0009

De estimate geeft aan in welke mate de variabelen positief of negatief gecorreleerd zijn met het tankmelkureum. Om het melkureum te verlagen is een verlaging van het ruw eiwitgehalte (met toename van het bestendig eiwit) het meest effectief. Wanneer het ruw eiwit (RE) in het voer met 1 g/kg ds toeneemt zal het ureum, zoals voorspeld, met 0,089 punt toenemen.

Een uitdraai van de volledige analyseresultaten uit JMP is bijgevoegd in bijlage 2.

3.3 Welke rantsoennutriënten zijn significant van invloed op de kg eiwitproductie?

Deze deelvraag is op dezelfde wijze als voorgaande deelvraag beantwoord, echter is er nu gekeken naar het verband tussen de afzonderlijke nutriënten en de kg eiwitproductie.

In tabel 7 worden de resultaten van de analyse weergegeven. Voor de analyse is gebruik gemaakt van dezelfde X-variabelen als bij deelvraag 1, daarnaast is voor deze deelvraag de BSK meegenomen als bedrijfsvariabele.

De uitkomst van het model is significant, evenals alle afzonderlijke X-variabelen. De variatie in kg eiwitproductie/dier/dag wordt voor 82% verklaard door de opgenomen variabelen. Hierbij heeft de BSK de grootste invloed. De BSK geeft aan in hoeverre het productieniveau van invloed is op de kg eiwitproductie. Wanneer de BSK met 1 punt toeneemt zal de kg eiwitproductie, zoals voorspeld, met 0,028 kg toenemen. De rantsoennutriënten hebben opnieuw geringe invloed. Een toename van het Ruw eiwit (RE) heeft de grootste invloed op een toename van de kg eiwitproductie.

Tabel 7. Resultaten meervoudige regressie kg eiwit

Regressiemodel		
R Square (R^2)		0,82
Significantie F		<,0001
Regressie coëfficiënt		
Variabele	Estimate	Significantie
RE	0,0005	<,0001
BE	-0,0001	0,0118
Suiker	0,0002	<,0001
Zetmeel	0,0002	<,0001
Bzet	0,0003	<,0001
BSK	0,0228	<,0001

Een uitdraai van de volledige analyseresultaten uit JMP is bijgevoegd in bijlage 3.

3.4 Resultaten deelvraag 1 en 2

De resultaten uit deelvraag 1 en 2 beantwoorden een belangrijk deel van de hoofdvraag. In tabel 8 wordt de invloed van de verschillende nutriënten op zowel het melkureum als de kg eiwitproductie weergegeven.

Tabel 8. Invloed van voedingsnutriënten (bij toename) op de eiwitefficiëntie

Voedingsnutriënt	Sig. Ureum	Sig. Kg eiwitproductie	Estimate Ureum	Estimate kg eiwitproductie
RE	<,0001	<,0001	0,0894	0,0005
BE	0,0041	0,0118	-0,0096	-0,0001
Suiker	<,0001	<,0001	-0,0347	0,0002
Zetmeel	<,0001	<,0001	-0,0124	0,0002
Bzet	0,0009	<,0001	0,0097	0,0003

Bovenstaande tabel betreft een samenvatting van de resultaten uit deelvraag 1 en 2. De estimate geeft de invloed op factor Y (melkureum/kg eiwitproductie) aan bij een toename van het genoemde nutriënt (X).

Voor het verbeteren van de eiwitefficiëntie is voor het desbetreffende nutriënt een negatieve correlatie met het melkureum en een positieve correlatie met de kg eiwitproductie gewenst. Van de geanalyseerde nutriënten geldt dit voor suiker en zetmeel, waarbij een toename van het suikergehalte de grootste invloed heeft op een daling van het melkureum. De invloed op de kg eiwitproductie is gelijkwaardig voor beide nutriënten. Het zetmeel en bestendig zetmeel (Bzet) is sterk gecorreleerd met elkaar (zie bijlage 1). Een toename van het aandeel bestendig zetmeel zorgt voor een toename van het melkureum en een toename van de kg eiwitproductie.

3.5 Wat zijn de verschillen tussen de top-10 eiwitefficiënte bedrijven en de totale onderzoeksgroep op basis van rantsoen/productiegegevens?

Op basis van de productiegegevens is een top-10 bestand opgesteld waarin de beste bedrijven op basis van een gemiddelde kg eiwitproductie boven de 1,3 kg/koe/dag en een ureum onder de 16 gerangschikt zijn. De top-10 bedrijven, op basis van voorgenoemde criteria, worden onderstaand anoniem weergegeven. Een verdere toelichting op de selectie van de top -10 bedrijven is beschreven in paragraaf 2.3 (deelvraag 3).

Tabel 9. Productieresultaten en rantsoengegevens (g/kg ds) top-10 bedrijven binnen onderzoeksgroep

Nr.	Kg melk	% eiwit	Kg eiwit	BSK	Ureum	RE	BE	Suiker	Zetmeel	Bzet
1	48,6	3,43	1,67	71	15	168	45	89	162	43
2	40,2	3,75	1,51	58	15	168	61	84	183	54
3	41,4	3,64	1,51	62	14	157	51	55	188	51
4	39,1	3,59	1,40	57	12	153	38	43	181	51
5	38,1	3,57	1,36	57	14	150	56	50	207	65
6	36,9	3,65	1,35	52	13	165	59	64	201	60
7	38,7	3,46	1,34	56	14	157	60	56	217	71
8	37,4	3,58	1,34	54	15	158	63	61	242	94
9	36,6	3,62	1,32	57	14	158	49	64	208	48
10	35,4	3,69	1,31	51	15	162	57	72	180	53

Onderstaande tabel geeft een vergelijking tussen de gemiddelden van de top-10 bedrijven en de totaalgemiddelden van de 23.829 rantsoenen en productgegevens weer.

Tabel 10. Vergelijking top-10 vs. totaal

	Kg melk	% eiwit	Kg eiwit	BSK	Ureum	RE	BE	Suiker	Zetmeel	Bzet
Top-10	39,24	3,60	1,41	57,50	14,10	159,60	53,90	63,80	196,90	59,00
Totaal	28,75	3,62	1,04	44,07	21,48	160,47	52,49	64,99	163,75	51,07
Verschil	10,49	-0,02	0,37	13,43	-7,38	-0,87	1,41	-1,19	33,15	7,93

Uit de vergelijking blijkt dat de top-10 bedrijven gemiddeld ruim 10 kg melk per koe meer produceren waardoor de kg eiwitproductie fors hoger ligt (gemiddeld 0,37 kg). Het Verschil in eiwitpercentage is nihil. Op basis van rantsoen nutriënten toont het zetmeelgehalte het grootste verschil. Het zetmeelgehalte in de rantsoenen van de top-10 bedrijven is gemiddeld 33,15 gram/kg droge stof hoger dan het gemiddelde van alle opgenomen rantsoenen. Het Bestendig zetmeel laat daarentegen nauwelijks verschil zien. Wat tevens opvalt is dat er geen grote verschillen in de eiwitvoorziening (RE en BE) te zien zijn.

3.6 Wat zijn de overeenkomsten tussen de top-10 bedrijven op basis van voermanagement?

Uit de interviews blijkt dat 8 van de 10 bedrijven gemengd voert, ter voorkoming van voerselectie. Alle 10 bedrijven voeren een PMR-rantsoen en maken dus gebruik van krachtvoerrestrekking via de krachtvoerbox of melkrobot. 5 van de 10 bedrijven voegen standaard water toe aan het gemengde rantsoen. Slechts 3 van de 10 bedrijven voert vaker dan 1 keer per dag, waarvan 1 alleen in de zomermaanden. 9 van de 10 bedrijven voert natte bijproducten ter aanvulling en/of als smaakverbeteraar. Het merendeel van de bedrijven voert minder dan 50% snijmais in het basisrantsoen. De helft van de bedrijven voert een speciale opstartbrok (TopStart) aan de melkkoeien. Op alle bedrijven is veel aandacht voor de ruwvoerteelt. Alle ondernemers besteden veel aandacht het telen en bewaren van kwalitatief goed ruwvoer. De inkuilmethodes zijn zeer verschillend, het kuilgras wordt zowel gehakseld, opgeraapt als in balen geperst. 6 van de 10 bedrijven voegt een conserveringsmiddel toe aan het ruwvoer. Wat opvalt is dat 9 van de 10 bedrijven doet aan beweiding voor het melkvee, hierbij is er veel variatie in het beweidingssysteem van de bedrijven.

Uit de algemene toelichtingen van adviseurs blijkt het succes van deze bedrijven niet enkel te wijten is aan het voermanagement, aspecten als huisvesting en diermanagement en fokkerij spelen tevens een belangrijke rol.

De volledige lijst met antwoorden op de interviewvragen per bedrijf is bijgevoegd in bijlage 4.

3.7 Welke voedingsgerelateerde maatregelen kunnen veehouders nemen om de eiwit efficiëntie te verhogen?

Uit de resultaten betreffende deelvraag 1 en 2 blijkt dat een toename van het suiker en zetmeelgehalte in het voer een gewenste invloed heeft op zowel het melkureum als de kg eiwitproductie. Een toename van het bestendig zetmeel zorgt volgens de resultaten juist voor een stijging van het melkureum. Voor het verbeteren van de eiwit efficiëntie is de hoeveelheid energie op pensniveau (snel fermenteerbare koolhydraten) daarom het meest bepalend. Voor enkel een daling van het melkureum is het verlagen van het ruw eiwit (met toename van het bestendig eiwit) het meest effectief. Echter werkt het verlagen van het ruw eiwitgehalte volgens de analyse negatief op de kg eiwitproductie, dit zorgt voor een ongewenst economisch effect.

Onderstaand volgen praktische maatregelen die zijn geformuleerd op basis van geraadpleegde literatuur en de informatie uit voorgaande deelvragen.

Zorgen voor voldoende glucogene energie

Bij een negatieve energiebalans (wat het meest voorkomt bij nieuwmelkte koeien), wordt er kostbaar eiwit (glucogene aminozuren) gebruikt voor de energievoorziening. Bij dit proces gaat een deel van de stikstof die vrijkomt verloren in de vorm van ureum. (van Duinkerken et al., 2003). Wanneer er voldoende pens afbreekbare koolhydraten en eiwitten beschikbaar zijn kan er meer darm verteerbaar eiwit gevormd worden in de vorm van microbieel eiwit (Boerenverstand, 2014). Hierdoor blijft de productie op peil en kan er meer melkeiwit gevormd worden. Snijmais, granen en aardappelproducten zijn onder andere goede glucogene energiebronnen (van Duinkerken et al., 2003). Het voeren van te veel suiker en/of onbestendig zetmeel versnelt het rantsoen, hiermee neemt de kans op pensverzuring toe (Boerenverstand, 2014).

Inkuilmanagement

Met name de eerste snede bevat een hoog RE-gehalte, hierdoor is de kans op verliezen groter. Het BE-gehalte van gras is relatief laag maar neemt tijdens het drogen toe (Eurofins Agro, 2020c). De fractie bestendig eiwit kan niet door de pens-microben worden afgebroken en komt dus beschikbaar voor opname in de darm (Eurofins Agro, 2020c). Hierdoor is er minder oplosbaar en afbreekbaar eiwit beschikbaar in de pens waardoor de kans op een positieve onbestendig eiwit balans (OEB) afneemt. Ook voor de laatste snede, die tevens veel ruw eiwit bevat, is het belangrijk deze zo droog mogelijk in te kuilen om het eiwit zo optimaal mogelijk te benutten. Echter blijkt dit vaak lastig vanwege de lagere temperaturen en minder zonuren in het najaar.

Te droog inkuilen gaat ten koste van de (melk)zuurproductie in de kuil waardoor het langer duurt voordat de kuil stabiel is en de broeigevoeligheid toeneemt (Eurofins Agro, 2015). Het optimale drogestofpercentage hangt af van de lengte en kwaliteit van het gewas. Jonge snedes hebben een snelle vertering en bevatten vaak een hoge voederwaarde. Om deze kuilen goed te benutten is het verstandig om het gras in te kuilen bij een droge stof percentage boven de 40%, om zo de passage en verteringsnelheid wat te remmen (Eurofins Agro, 2015). Ditzelfde geldt voor de eerste snede, die ongeacht de zwaarte van de snede, vaak snel verteerbaar is. Zware/doorgeschoten snedes of gras met een matige voederwaarde kan beter wat natter worden ingekuild voor een betere verteerbaarheid.

Het is ten aller tijde belangrijk om smakelijk ruwvoer te winnen zodat iedere koe maximale ruwvoer opneemt, dit draagt bij aan een goede penswerking en daarmee de benutting van het eiwit. Later maaien zorgt voor een daling van het RE-gehalte, dit is gunstig voor het melkureum maar ongunstig voor de kg eiwitproductie. Om zoveel mogelijk kg eiwit te produceren uit ruwvoer is het belangrijk een gewas te oogsten met een goede verhouding tussen opbrengst/structuur en kwaliteit/smakelijkheid.

Focus op graslandmanagement

Het winnen van smakelijk ruwvoer heeft alles te maken met een uitgekiend graslandmanagement. Wat opvalt uit de afgenomen interviews is inzet van de betreffende ondernemers op het gebied van graslandmanagement.

Onder graslandmanagement kunnen verschillende dingen worden verstaan. Een van de belangrijkste dingen blijkt het onderhoud van het grasbestand en de bemesting. Om goed ruwvoer te telen is het belangrijk te kiezen voor grasrassen die passen bij de bedrijfsvoering. Over het algemeen is het zeer belangrijk dat het gras smakelijk is (suikerrijke rassen) en een goede verteerbaarheid heeft. Het percentage ongewenste grassen- en kruiden dient zoveel mogelijk beperkt te worden. Het doorzaaien van grasland is een geschikte methode om het grasland te verbeteren zonder het toepassen van een kerende grondbewerking.

Naast het onderhouden van het grasbestand is de bemesting van grote invloed op de kwaliteit van het gewas. Een uitgekiend bemestingsplan op basis van de gegevens uit bodemonderzoeken geeft ondernemers veel inzicht en duidelijkheid. Bij het opstellen van een bemestingsplan wordt er onder andere nagedacht over de toedieningshoeveelheden per perceel en de keuze van kunstmeststoffen. Een bemestingsplan kan worden opgesteld door een (voer)adviseur of door de ondernemer zelf met behulp van beschikbare gegevens (o.a. te vinden op bemestingsadvies.nl).

(Meer) weidegang

Weidegang behoort tot een van de methoden om de ammoniakemissie te reduceren en kan bij toepassing van een geschikt weidesysteem ook economisch aantrekkelijk zijn. Zoals in dit onderzoek omschreven (zie paragraaf 1.3) ontstaat ammoniak bij vermenging van feces (ontlasting) en urine (WUR, 2020). Omdat tijdens beweiding de urine van koeien in de grond dringt, en hoofzakelijk niet bij de uitgescheiden mest komt, is er minder sprake van ammoniakvorming (Groen Kennisnet, 2018).

Op economisch vlak kan weidegang ook een zinvolle bijdrage leveren. Bij succesvolle beweiding wordt het (weide)gras beter benut doordat het direct wordt opgenomen en is er geen sprake van oogst/conservering verliezen. Echter is aandacht voor bijvoeding en het (vers) grasaanbod van belang om een overmaat aan eiwit in de pens te voorkomen. Goed beweiden vraagt veel van het ondernemerschap. Een goede verkaveling, beweidingssysteem en goed graslandmanagement zijn voorwaarden voor een goed resultaat. Weidegang zorgt tevens voor een plus op de melkprijs, een beter dierwelzijn en een positief imago van de melkveehouderij sector.

4. Discussie

In dit hoofdstuk worden de gekozen aanpak en de resultaten bediscussieerd. De discussiepunten betreffende de resultaten worden per deelvraag weergegeven.

Doelstelling van het afstudeerwerkstuk

De resultaten van dit onderzoek dienen belangrijke achtergrondinformatie en oplossingen (ten behoeve van adviseurs en melkveehouders) te bieden om bij te kunnen dragen aan het terugdringen van de ammoniakemissie uit de melkveehouderij. De oplossingen dienen praktisch toepasbaar te zijn en mogen niet ten koste gaan van het economisch resultaat op het melkveebedrijf. Binnen Agrifirm kunnen de resultaten worden gebruikt om het adviseurschap te versterken, met als doel het verbeteren van eiwit efficiëntie op het melkveebedrijf.

4.1 Discussie over de belangrijke resultaten

Dit onderdeel bevat de belangrijkste resultaten per deelvraag, met daaropvolgend bijbehorende discussiepunten. Per deelvraag is beschreven hoe de resultaten tot stand zijn gekomen. Ook de betrouwbaarheid van de resultaten wordt besproken.

1. Welke rantsoennutriënten zijn significant van invloed op het melkureum?

De resultaten betreffende deze deelvraag zijn tot stand gekomen door het uitvoeren van een meervoudige regressieanalyse. Uit de resultaten blijkt dat alle opgenomen variabelen als significant naar voren komen. Een verlaging van het ruw eiwitgehalte blijkt op basis van de analyse het meest effectief voor een verlaging van het melkureum. Echter blijkt dat alle opgenomen variabelen slechts 6,8% van de variatie in het melkureum verklaren, dit houdt in dat er buiten deze analyse andere variabelen zijn die (mogelijk grotere) invloed hebben op het melkureum. Ondanks de lage R Square (R^2) is de uitkomst van het meervoudige regressiemodel wel significant (<0.050). De reden hiervoor is mogelijk het groot aantal waarnemingen ($n= 23.829$) binnen de analyse waardoor ook de kleine verschillen als significant beschouwd kunnen worden. Het is daarom belangrijk om bij de interpretatie van de resultaten rekening te houden met de R Square. Voorafgaand aan de analyse is het databestand gecorrigeerd voor uitbijters ter bevordering van de betrouwbaarheid van de gegevens. Echter betreft het geadviseerde rantsoenen en is er geen zekerheid dat het voer in deze samenstelling aan de dieren verstreken is.

2. Welke rantsoennutriënten zijn significant van invloed op de kg eiwitproductie?

Deze deelvraag is op dezelfde wijze als voorgaande deelvraag beantwoord en zal daarom dezelfde discussiepunten bevatten. Echter is er bij deze deelvraag BSK (bedrijf standaard koe) als bedrijfsvariabele meegenomen. De reden hiervoor is dat verwacht werd dat een belangrijk deel van de kg eiwitproductie kan worden verklaard door de BSK. Uit de resultaten blijkt dat dit inderdaad het geval is, zo heeft dit model een R Square van 0,82. Opnieuw komen alle opgenomen variabelen als significant naar voren maar ook hier blijkt dat de invloed van de rantsoennutriënten zeer beperkt is. De BSK is een berekend getal en geeft daarom weinig concrete informatie. In dit onderzoek is er enkel gekeken naar voedingsgerelateerde maatregelen terwijl de BSK ook beïnvloed wordt door niet voedingsgerelateerde aspecten als bijvoorbeeld fokkerij en management.

De resultaten uit deelvraag 1 en 2 beantwoorden samen een belangrijk deel van de hoofdvraag en laten zien dat een toename van het suiker en zetmeelgehalte een positieve invloed heeft op de eiwit efficiëntie, zoals gedefinieerd in paragraaf 1.6. Ook hier geldt dat de invloed van de nutriënten beperkt is en het gaat om informatie op basis van geadviseerde rantsoenen. Daarnaast zijn bepaalde nutriënten onderling gecorreleerd (zie bijlage 1) en kunnen nutriënten niet onbeperkt verhoogd of verlaagd worden aangezien er aan de behoefte- en voedernormen van het dier voldaan moet worden.

3. Wat zijn de verschillen tussen de top-10 eiwit efficiënte bedrijven en de totale onderzoeksgroep op basis van rantsoen/melkcontrolegegevens?

Deze deelvraag is beantwoord door een vergelijking tussen het gemiddelde van de top-10 bedrijven t.o.v. het gemiddelde van de totale onderzoeksgroep. De top 10 betreft de bedrijven met een kg eiwitproductie boven de 1,3 kg/koe/dag en een ureum onder de 16. De bedrijven (gekoppeld aan de gegevens) zijn eerst te geselecteerd op een kg eiwitproductie boven 1,3 kg/koe/dag. Vervolgens zijn de overgebleven bedrijven geselecteerd op basis van een laag melkureum, in de hoedanigheid dat er 10 bedrijven over bleven. Het ureum onder de 16 is dus het gevolg van een top-10 selectie en geen gekozen getal. Er valt te bediscussiëren vanaf welk melkureum men spreekt over een goede eiwitbenutting.

Uit de vergelijking tussen gemiddelden de top-10 bedrijven en het totaal blijkt dat de top-10 bedrijven gemiddeld ruim 10 kg melk per koe meer produceren waardoor de kg eiwitproductie fors hoger ligt (gemiddeld 0,37 kg). Ook het zetmeel gehalte in het rantsoen is bij de top-10 bedrijven gemiddeld hoger (33,15 gram/kg ds). Wat opvalt is dat er geen grote verschillen in eiwitvoorziening zijn. Aangezien het maar om 10 bedrijven gaat, ten opzichte van een groot totaal, staat de betrouwbaarheid van deze gegevens ter discussie. Deze deelvraag staat in verbinding met volgende deelvraag, vanwege de beschikbare tijd binnen het onderzoek is er daarom gekozen voor 10 bedrijven.

4. Wat zijn de overeenkomsten tussen de top-10 bedrijven op basis van voermanagement?

Uit de afgenomen interviews blijkt dat de top-10 bedrijven over het algemeen zeer verschillend te werk gaan op gebied van voermanagement. Echter zijn er ook overeenkomsten tussen de bedrijven te vinden. Zo blijkt dat 8/10 bedrijven gemengd voert. 9/10 bedrijven voert natte bijproducten, ter aanvulling van het rantsoen en/of als smaakverbeteraar. Het merendeel van de bedrijven voert minder dan 50% snijmais in het basisrantsoen en 9/10 bedrijven doet aan beweiding voor het melkvee. Uit de interviewgesprekken is gebleken dat alle bedrijven veel aandacht besteden aan het telen en oogsten van kwalitatief goed ruwvoer. Het succes van deze bedrijven lijkt niet enkel te wijten is aan het voermanagement, aspecten als huisvesting en diermanagement en fokkerij spelen tevens een belangrijke rol.

De interviews zijn afgenomen aan de adviseurs van de top-10 bedrijven. Voor een betere onderbouwing zouden ook de betreffende ondernemers geïnterviewd moeten worden. Daarnaast betreft het een klein aantal bedrijven waardoor de toegevoegde waarde en betrouwbaarheid ter discussie staat. Het voordeel van het ondervragen van adviseurs is dat zij met een objectieve blik naar het bedrijf kijken.

5. Welke voedingsgerelateerde maatregelen kunnen veehouders nemen om de eiwit efficiëntie te verhogen?

De resultaten uit deelvraag 1 en 2 laten zien dat een toename van het suiker en zetmeelgehalte (glucogene energie) in het rantsoen een gewenste invloed heeft op zowel het melkureum als de kg eiwitproductie. Bij een tekort aan glucogene energie, oftewel een negatieve energiebalans (wat het meest voorkomt bij nieuwmelkte koeien), wordt er kostbaar eiwit (glucogene aminozuren) gebruikt voor de melkproductie. Snijmais granen en aardappelproducten zijn onder andere belangrijke glucogene energiebronnen om de voorziening op peil te houden. Ook hier is het belangrijk te weten dat er bij aanpassingen in het rantsoen rekening gehouden moet worden met de behoefte normen van het dier. Daarnaast is het bouwplan van het bedrijf vaak bepalend voor de manier van voeren, zo is het voor bepaalde bedrijven juist het streven om zoveel mogelijk gras in de koeien te krijgen. Bij een groot grasaanbod is het (economisch) vaak moeilijk inpasbaar om gras te vervangen voor energieproducten. Naast aanpassingen in het rantsoen zijn het vooral maatregelen op het gebied van inkuil- en graslandmanagement die de eiwit efficiëntie op het bedrijf kunnen verbeteren. Deze maatregelen zijn onder andere: Het droger inkuilen van gras (1^e snede en jonge snedes) en het beheersen van goed graslandmanagement. Ook het toepassen van (meer) beweiding draagt bij aan de reductie van de ammoniakuitstoot en kan bij een goede uitvoering ook bijdragen aan het economisch resultaat.

4.2 Reflectie op het uitgevoerde onderzoek

Deze paragraaf bevat een reflectie op het uitgevoerde onderzoek. Hierin is er gereflecteerd op het proces en de methode van het onderzoek. Daarnaast zijn de resultaten (waar mogelijk) vergeleken met de resultaten uit bestaande onderzoeken.

Het onderzoeksproces

Over het algemeen is het proces van het onderzoek goed verlopen, echter waren er ook tegenslagen waardoor er tijd verloren is gegaan en bepaalde dingen niet geanalyseerd konden worden. In het begin is er veel tijd besteed aan het duidelijk in beeld brengen van methode. Hierna is er veel aandacht besteed aan het verzamelen en uitfilteren van de benodigde data om de betrouwbaarheid zo goed mogelijk te waarborgen. Het databestand bevat een enorm aantal rantsoenen en productiegegevens waardoor er veel ter beschikking lag. Het was een toevoeging geweest om ook rantsoencomponenten als NDF (Neutral Detergent Fibre), ruwe celstof (RC) en de verschillende aminozuren mee te nemen in de analyse betreffende deelvraag 1 en 2. Echter bleken deze gegevens niet compleet of afwezig te zijn in het databestand waardoor ze niet zijn gebruikt. Verder zou het een toevoeging zijn geweest om de resultaten van de stikstof efficiënte bedrijven te vergelijken met de resultaten uit de kringloopwijzer. Helaas bleek dit gaandeweg de voorbereiding niet mogelijk. Het afnemen van de interviews is goed verlopen en heeft ervoor gezorgd dat het afstudeerwerkstuk ook praktische onderbouwing bevat.

Er waren binnen Agrifirm voldoende mensen ter beschikking om ondersteuning te bieden tijdens het onderzoek. Uitgangspunt van Agrifirm was dat de gegevens m.b.t. het rapport niet ter beschikking kwamen van Aeres Hogeschool Dronten. Om deze reden is de statistische analyse uitgevoerd onder beheer van DataScience binnen Agrifirm. Hierdoor was ik afhankelijk van wat Agrifirm mij aanbood en was begeleiding vanuit Aeres Hogeschool Dronten moeilijker. Gaandeweg de uitvoering bleek het niet voor alle betrokkenen geheel duidelijk wat het doel van het onderzoek was. Daarnaast zorgde de Corona crisis met bijbehorende maatregelen plotseling voor een lastige situatie waarbij het contact leggen met begeleiders moeilijker verliep. Voor een volgende keer zou het verstandig zijn vooraf met alle betrokkenen het doel en de werkwijze af te stemmen.

De onderzoeksmethode

De onderzoeksmethode heeft niet onverwachte resultaten geleid. De verwachtingen voorafgaand aan het onderzoek zijn grotendeels bevestigd. De resultaten betreffende deelvraag 1 en 2 zijn het meest discutabel vanwege de statistische analyse. Bij een meervoudige regressieanalyse is het niet gebruikelijk om variabelen die gecorreleerd zijn aan elkaar mee te nemen in de analyse. Echter is hier niet aan te ontkomen aangezien het gaat om verhoudingen binnen een rantsoen en bleek dit, in overeenstemming met DataScience binnen Agrifirm, de meest geschikte methode.

Zoals uit de resultaten blijkt zijn er naast de samenstelling van het rantsoen en andere voedingsgerelateerde maatregelen nog meer aspecten die van invloed zijn op de resultaten. In dit onderzoek is er enkel gekeken naar de invloed van rantsoensamenstelling en voermanagement, echter kunnen onderwerpen als diermanagement en fokkerij ook invloed hebben op de resultaten.

Vergelijking met literatuur

De resultaten uit het onderzoek sluiten grotendeels aan bij de geraadpleegde literatuur. Uit deelvraag 1 blijkt dat verlaging van het ruw eiwit in het rantsoen de meeste invloed heeft op een daling van het melkureum. Meerdere onderzoeken tonen aan dat de verlaging van het ruw eiwitgehalte zinvol is om de ammoniakemissie te verlagen vanwege een daling van het melkureum (Agle et al., 2009) (Burgos et al., 2010). Volgens het onderzoek van Agle et al. (2009) worden de prestaties van de koeien niet beïnvloed wanneer er aan de metaboliseerbare eiwitbehoefte wordt voldaan. Uit deelvraag 2 blijkt dat alleen een verlaging van het ruw eiwitgehalte wel ten koste gaat van de kg eiwitproductie, hier is echter niet gekeken naar het metaboliseerbaar eiwit. Uit deelvraag 1 en 2 blijkt dat een verhoging van het aandeel suiker en/of zetmeel in het rantsoen positief uitpakt voor zowel het melkureum als de kg eiwitproductie. Hier gaat het in feite om glucogene energie die nodig is om voldoende metaboliseerbaar eiwit te vormen.

Uit deelvraag 3 blijkt dat het aandeel zetmeel in de rantsoenen van de top-10 eiwitefficiënte bedrijven fors hoger ligt. De eiwitvoorziening laat daarentegen nauwelijks verschillen zien. Uit deelvraag 1 blijkt dat de bestendigheid van het eiwit tevens invloed heeft op de benutting. In deelvraag 5 is dit verder onderbouwd met geraadpleegde literatuur. Daarbij zijn er praktische maatregelen benoemd om de eiwitefficiëntie op bedrijfsniveau te verhogen. Met deze bevindingen wordt aangetoond dat de beschikbaarheid en verhoudingen van nutriënten in een rantsoen ontzettend belangrijk zijn. Het is daarom opmerkelijk dat het ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit met name inzet op de verlaging van het ruw eiwitgehalte in veevoer (Ministerie van LNV, 2020). Op basis van dit onderzoek blijkt dat er tal van andere mogelijkheden zijn die naar verwachting beter toepasbaar zijn en minder economische schade aanrichten.

5. Conclusies en aanbevelingen

In dit laatste hoofdstuk wordt er antwoord gegeven op de deelvragen en de hoofdvraag, samen vormen zij de conclusie van dit afstudeerwerkstuk. Vanuit de conclusies volgen de aanbevelingen voor praktische toepasbaarheid en vervolgonderzoek.

5.1 Conclusies

In de land- en tuinbouw is de berekende emissie van ammoniak in de periode 1990-2016 met ruim 65% afgenomen. De gerealiseerde reductie van ammoniakemissie is grotendeels toe te schrijven aan het emissiearm uitrijden van mest en een toename van weidegang. De sector staat nu voor de uitdaging om verdere reductie van de ammoniakuitstoot te realiseren. Een van de mogelijkheden hiervoor ligt op het gebied van veevoeding.

Dit onderzoek gaat over de eiwitefficiëntie van melkveerantsoenen. Er is gekeken naar de mogelijkheden op het gebied van voermanagement om de eiwitefficiëntie te verhogen en daarmee de ammoniakuitstoot te verlagen. Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van een databestand met 23.839 rantsoenen, gekoppeld aan bijbehorende melkcontrole gegevens over het jaar 2019.

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt als volgt:

Wat zijn de verklarende (voer)factoren voor een hoge eiwitefficiëntie in melkveerantsoenen en welke maatregelen kan de veehouder nemen om de eiwitefficiëntie te verhogen?

Onderstaand worden eerst de conclusies uit de deelvraag behandeld, vervolgens wordt er antwoord gegeven op de hoofdvraag.

Conclusies deelvragen

Uit de analyse blijkt dat alle opgenomen rantsoennutriënten (ruw eiwit, bestendig eiwit, suiker zetmeel en bestendig zetmeel) significant van invloed zijn op het melkureum. Echter verklaren de opgenomen nutriënten gezamenlijk maar 6,8% van de variatie in het melkureum. Een verlaging van het ruw eiwitgehalte (met toename van het bestendig eiwit) heeft de meeste invloed op een daling van het melkureum.

Naast de significante invloed op het melkureum zijn ook alle opgenomen nutriënten significant van invloed op de kg eiwitproductie. De bedrijf standaard koe (BSK) die hier als bedrijfsvariabele is meegenomen blijkt een groot deel van de variatie te verklaren, hiermee is de invloed van de nutriënten gering. Alle nutriënten, met uitzondering op het bestendig eiwit, zorgen bij toename in het rantsoen voor een toename van de kg eiwitproductie. Het ruw eiwit heeft de grootste invloed op een toename van de kg eiwitproductie.

Voor het verbeteren van de eiwitefficiëntie is een afname van het ureum gehalte zonder afname van de kg eiwitproductie gewenst. Het suiker en zetmeel (onbestendig) zijn de enige nutriënten die dit, op basis van de analyse, bij een toename in het rantsoen laten zien.

De top-10 eiwitefficiënte bedrijven voeren gemiddeld ruim 33 gram zetmeel per kg droge stof meer ten opzichte van het totaalgemiddelde. De productie van deze bedrijven ligt gemiddeld ruim 10 kg hoger en daarmee ook de kg eiwitproductie (0,37 kg). De gemiddelde eiwitwaarden in het rantsoen van de top-10 bedrijven verschillen nauwelijks van het totaalgemiddelde.

De top-10 eiwit efficiënte bedrijven laten zowel verschillen als overeenkomsten zien op het gebied van voermanagement. De belangrijkste overeenkomsten zijn het aanbieden van een gemengd rantsoen (ter voorkoming van voerselectie), het voeren van natte bijproducten (ter aanvulling van nutriënten en/of het verbeteren van de smakelijkheid) en het toepassen van beweiding. Het merendeel van de bedrijven voert minder dan 50% snijmais in het rantsoen. Er wordt veel aandacht besteed aan het telen en oogsten van kwalitatief goed ruwvoer.

De belangrijkste maatregelen op het gebied van voermanagement zijn: Het voeren van voldoende glucogene energie, het droger inkuilen van de eerste snede en jong gras, zorgen voor een goed grasbestand (doorzaai/herinzaai), kiezen voor smakelijk gras (suikerrijke rassen) met een goede verteerbaarheid en het opstellen van een uitgekiend bemestingsplan.

Conclusie hoofdvraag

Een hoge eiwit efficiëntie wordt gedeeltelijk verklaard door het aandeel glucogene energie (suiker en onbestendig zetmeel) in het rantsoen. Daarnaast speelt het voermanagement van de veehouder een belangrijke rol. Buiten dit zijn er meerdere niet-voergerelateerde aspecten die invloed hebben op de eiwit efficiëntie van melkvee. Een van de maatregelen die de veehouder kan nemen op het gebied van voedingsmanagement is het gericht voeren op pensniveau door het verstrekken van voldoende glucogene energie. Daarnaast zijn er tal van praktische maatregelen die aan de basis van het rantsoen liggen en de eiwit efficiëntie kunnen verhogen.

Relevantie

Met informatie en resultaten uit dit onderzoek kan de melkveehouderij sector invulling geven aan een sector brede opgave namelijk: Het terugdringen van de ammoniakuitstoot. In het onderzoek zijn verschillende mogelijkheden benoemd waarmee de veehouder op bedrijfsniveau zijn bijdrage kan leveren zonder dat dit ten koste hoeft te gaan van het economisch resultaat. Een verdere afname van de ammoniakuitstoot zorgt ervoor dat de bouw-ontwikkelingen in het land weer op gang kunnen komen, dit draagt tevens bij aan de eigen ontwikkelingsmogelijkheden van de sector.

5.2 Aanbevelingen

In deze paragraaf is omschreven wat er met de conclusies uit het onderzoek kan worden gedaan, gevolgd door aanbevelingen voor eventueel vervolgonderzoek.

Onderstaand worden de belangrijkste aanbevelingen die voortkomen uit de conclusies opgesomd en toegelicht:

- **Zorg dat het melkveerantsoen voldoende glucogene energie (suiker en onbestendig zetmeel) bevat**

Zorg er (samen met de voeradviseur) voor dat de energiebehoefte van de dekkend is volgens de voedernormen. Met name nieuwmelkte koeien hebben vaak een tekort aan glucogene energie waardoor de koe in een negatieve energiebalans komt en de eiwitefficiëntie afneemt doordat kostbaar eiwit als energiebron gebruikt wordt. Snijmais, granen en aardappelproducten zijn onder andere goede glucogene energiebronnen. Voorkom dat er te veel suiker en/of zetmeel gevoerd wordt, hiermee neemt de kans op pensverzuring toe.

- **Eerste snede en jong gras droger inkuilen**

De eerste snede en jonge gras hebben vaak een hoge voederwaarde met een hoog ruw eiwitgehalte. Door dit gras droger in te kuilen (boven de 40% droge stof) wordt de passagesnelheid en verteringssnelheid wat geremd en is er minder kans op een overschot aan oplosbaar eiwit in de pens. Hierdoor wordt het eiwit beter benut en gaat er minder eiwit verloren in de vorm van ureum. Te droog inkuilen gaat ten koste van de melkzuurproductie in de kuil wat een negatieve werking heeft op de melkproductie van de koe.

- **Aandacht voor goed graslandmanagement**

Voor een goede eiwitefficiëntie is de kwaliteit van het gras van groot belang. Ongewenste grassen- en kruiden dienen zoveel mogelijk beperkt te worden. Het doorzaaien van gras is een geschikte methode om schade aan de graszode te herstellen zonder een kerende grondbewerking toe te passen. Bij een groot percentage ongewenste grassen- en onkruiden kan het verstandiger zijn herinzaai te overwegen. Bij de rassenkeuze doet men er verstandig aan te kiezen voor suikerrijke rassen met een goede verteerbaarheid, dit bevordert de opname en benutting van het gras. Bij goed graslandmanagement hoort ook een uitgekiend bemestingsplan waarbij is nagedacht over de toedieningshoeveelheden per perceel en de keuze van kunstmeststoffen. Een bemestingsplan kan worden opgesteld door een (voer)adviseur of door de ondernemer zelf met behulp van beschikbare gegevens (o.a. te vinden op bemestingsadvies.nl).

- **Toepassen van (meer) weidegang**

Bij succesvolle beweiding wordt het gras beter benut doordat de koe zelf het eiwit uit de weide haalt en er geen sprake is van oogstverliezen. Daarbij wordt er geen ammoniak gevormd doordat mest en urine niet samenkomen. Goed beweiden vraagt veel van het ondernemerschap. Een goede verkaveling, beweidingssysteem en goed graslandmanagement zijn voorwaarden voor een goed resultaat. Weidegang zorgt tevens voor een plus op de melkprijs, een beter dierenwelzijn en een positief imago van de melkveehouderij sector.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Voor een vervolgonderzoek zou het verstandig zijn vooraf met alle betrokkenen bij elkaar te komen om af te stemmen wat de mogelijkheden zijn om het onderzoek verder uit te breiden. Voor het statistische gedeelte kan het interessant zijn om te kijken naar de invloed van andere rantsoencomponenten op het ureumgehalte en de kg eiwitproductie. Hiermee kan mogelijk een groter deel van de variatie verklaard worden. Echter waren deze gegevens bij dit onderzoek niet compleet en was dit dus niet mogelijk.

Voor de interviewresultaten zou het een toevoeging zijn om alle betrokken melkveehouders te interviewen om zodanig meer praktische onderbouwing te verkrijgen. Daarbij is het aantal bedrijven minimaal en is het aan te raden meer bedrijven te benaderen voor interviews, dit kan door de selectiecriteria zodanig aan te passen dat er meer bedrijven tot de top behoren. Een ureum onder de 18 is immers ook behoorlijk efficiënt.

Bibliografie

- Agle, M., Hristov, A., Zaman, S., Schneider, C., Ndegwa, P., & Vaddella, V. (2010). The effects of ruminally degraded protein on rumen fermentation and ammonia losses from manure in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93, 1625-1635
- Agrimatie. (2020, 6 april). Nutrienten. Geraadpleegd op 25 mei 2020 van <https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2282&indicatorID=2772§orID=2245>
- Batistel, F., Arroyo, J. M., Garces, C. I. M., Trevisi, E., Parys, C., Ballou, M. A., Cardoso, F. C., & Loor, J. J. (2018). Ethyl-cellulose rumen-protected methionine alleviates inflammation and oxidative stress and improves neutrophil function during the periparturient period and early lactation in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(1), 480–490
- Booij, A. (2019, 2 februari). Kan eiwit in het rantsoen omlaag zonder productieverlies? Geraadpleegd op 15 april 2020 van <https://edepot.wur.nl/471370>
- Burgos, S. A., Embertson, N. M., Zhao, Y., Mitloehner, F. M., DePeters, E. J., & Fadel, J. G. (2010). Prediction of ammonia emission from dairy cattle manure based on milk urea nitrogen: Relation of milk urea nitrogen to ammonia emissions. *Journal of Dairy Science*, 93(6), 2377–2386.
- Calsamiglia, S., Ferret, A., Reynolds, C. K., Kristensen, N. B., & van Vuuren, A. M. (2010). Strategies for optimizing nitrogen use by ruminants. *animal*, 4(7), 1184–1196.
- Das, L. K., Kundu, S. S., Kumar, D., & Datt, C. (2014). Metabolizable protein systems in ruminant nutrition: A review. *Veterinary World*, 7(8), 622–629.
- De Brabander, D., De Campeneere, S., Ryckaert, I., & Anthonissen, A. (2011). *Melkveevoeding*. Geraadpleegd van https://www.rundveeloket.be/sites/default/files/inline-files/Brochure_Melkveevoeding_2011.pdf
- Dijkstra, J., Reynolds, C., Kebreab, E., Bannink, A., Ellis, J., France, J., & van Vuuren, A. (2013). Challenges in ruminant nutrition: towards minimal nitrogen losses in cattle. *Wageningen Academic Publishers*, 134, 1-9.
- Du, X., Liu, G., Loor, J.J., Fang, Z., Bucktrout, R., Yang, Y., Ye, Q., Shi, Z., Shen, T., Wang, X., Peng, Z., Zhao, C., Lv, B., Xing, D., Zhu, Y., Li, X., & Li, X.². (2018). Impaired hepatic autophagic activity in dairy cows with severe fatty liver is associated with inflammation and reduced liver function. *Journal of Dairy Science*, 101(12), 11175-11185.
- Eurofins Agro. (2020a). Ruw eiwit. Geraadpleegd op 15 april 2020, van <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/ruw-eiwit>
- Eurofins Agro. (2020b). Methionine. Geraadpleegd 25 september 2020, van <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/methionine-1>
- Eurofins Agro. (2020c). Bestendig eiwit. Geraadpleegd op 23 oktober 2020, van <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/bestendig-eiwit>
- Eurofins Agro. (2015). Het optimale percentage droge stof. Geraadpleegd op 23 oktober 2020, van <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/het-optimale-percentages-droge-stof>
- GD. (2020). Hittestress. Geraadpleegd op 15 juni 2020, van <https://www.gddiergezondheid.nl/diergezondheid/management/hittestress>
- Groen kennisnet. (2018, 19 november). Ammoniakemissie verlagen met weidegang. Geraadpleegd op 8 november 2020, van <https://www.groenkennisnet.nl/nl/groenkennisnet/show/Ammoniakemissie-verlagen-met-weidegang.htm>

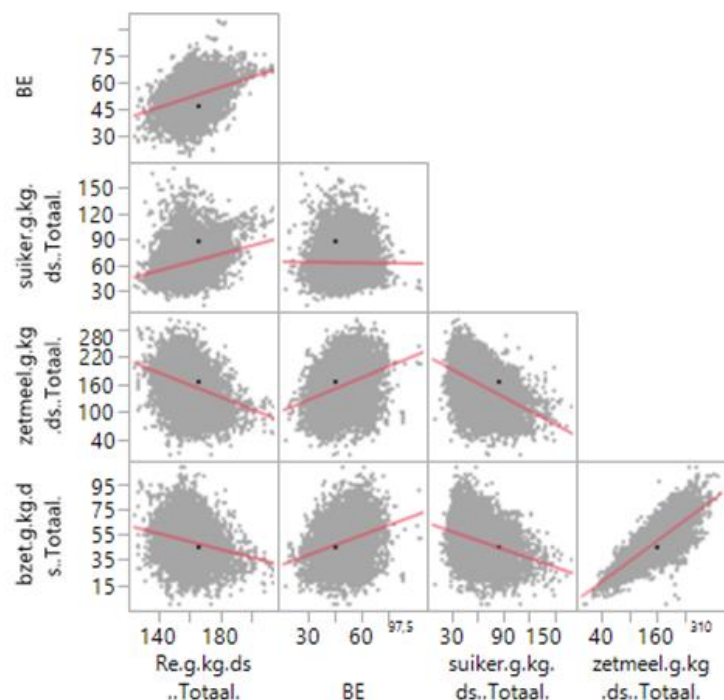
- Hof, G., Vervoorn, M. D., Lenaers, P. J., & Tamminga, S. (1997). Milk Urea Nitrogen as a Tool to Monitor the Protein Nutrition of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 80(12), 3333-3340
- Jordan, E., & Swanson, L. (1979). Effect of Crude Protein on Reproductive Efficiency, Serum Total Protein, and Albumin in the High-Producing Dairy Cow. *Journal of Dairy Science* 62(1), 58-63.
- Lee, C., Hristov, A. N., Cassidy, T. W., Heyler, K. S., Lapierre, H., Varga, G. A., de Veth, M. J., Patton, R. A., & Parys, C. (2012). Rumen-protected lysine, methionine, and histidine increase milk protein yield in dairy cows fed a metabolizable protein-deficient diet. *Journal of Dairy Science*, 95(10), 6042–6056.
- Meijer, R. G., Rummelink, G. J., & Boxem, T. (1996). *OEB-niveau in melkveerantsoenen*. Geraadpleegd van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/47002>
- Ministerie van LNV. (2020). Aanpak Stikstof. Geraadpleegd op 15 april 2020, van <https://www.aanpakstikstof.nl/themas/landbouw/maatregelen/aanpassing-veevoer>
- Mosquera, J., Aarnink, A., Ellen, h., van Dooren, H., van Emous, R., van Harn, J., & Ogink, N. (2017). *Overzicht van maatregelen om de ammoniakemissie uit de veehouderij te beperken*. Geraadpleegd van <https://edepot.wur.nl/427311>
- Raad van State. (2019). Programma Aanpak Stikstof. Geraadpleegd op 5 november 2019, van <https://www.raadvanstate.nl/programma-aanpak/>
- Rijksoverheid. (2013, 12 juni). Vermesting en verzuring: oorzaken en effecten. Geraadpleegd op 5 november 2019, van <https://www.clo.nl/indicatoren/nl017808-vermesting-en-verzuring-oorzaken-en-effecten>
- Rijksoverheid. (2018, 5 september). Ammoniakemissie door de land- en tuinbouw, 1990-2016. Geraadpleegd op 12 november 2019, van www.clo.nl: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl010115-ammoniakemissie-door-de-land--en-tuinbouw>
- Schepers, A., & Meijer, R. (1998). Evaluation of the Utilization of Dietary Nitrogen by Dairy Cows Based on Urea Concentration in Milk. *Journal of Dairy Science*, 81, 579-584
- Schwab, C., Bozak, C., Whitehouse, N., & Mesbah, M. (1992). Amino Acid Limitation and Flow to Duodenum at Four Stages of Lactation. 1. Sequence of Lysine and Methionine Limitation. *Journal of Dairy Science*, 75(12), 3486-3502
- van Duinkerken, G., André, G., Smits, M., Monteny, G., Blanken, K., Wagemans, M., & Šebek, L. (2003). *Relatie tussen voeding en ammoniakemissie vanuit de melkveestal*. Geraadpleegd van <https://edepot.wur.nl/34276>
- van Duinkerken, G., Smits, M. C. J., André, G., Šebek, L. B. J., & Dijkstra, J. (2011). Milk urea concentration as an indicator of ammonia emission from dairy cow barn under restricted grazing. *Journal of Dairy Science*, 94(1), 321–335.
- van Vuuren, A. (1994). *Digestion and nitrogen metabolism of grass fed dairy cows*. Geraadpleegd van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/201170>
- Vermaas, M. (2018, 4 december). Melkvee moet eiwit van eigen grond halen. Geraadpleegd op 26 December 2019, van <https://www.boerderij.nl/Rundveehouderij/Nieuws/2018/4/Commissie-Grondgebondenheid-melkvee-moet-eiwit-van-eigen-grond-halen-271978E/>
- Wageningen University & Research . (2020, 8 mei). Vijf vragen over minder eiwit in veevoer. Geraadpleegd op 14 augustus, van <https://www.wur.nl/nl/nieuws/Vijf-vragen-over-minder-eiwit-in-veevoer.htm>
- WUR. (2020). Ammoniak. Geraadpleegd op 24 april 2020, van <https://www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/Ammoniak.htm>

Bijlagen

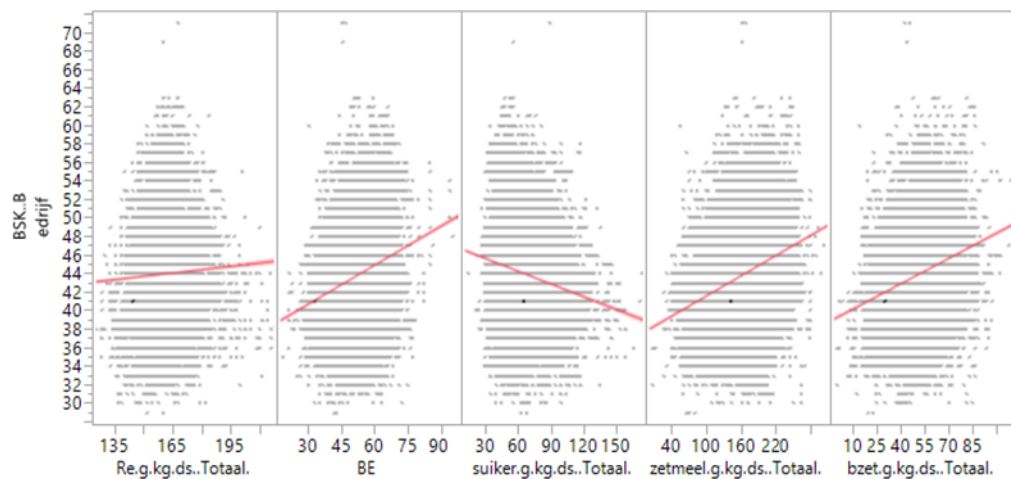
Bijlage I	Scatterplot matrix
Bijlage II	Analyseresultaten deelvraag 1
Bijlage III	Analyseresultaten deelvraag 2
Bijlage IV	Interviewresultaten top-10 bedrijven

Bijlage I Scatterplot matrix

Onderstaande figuren geven de onderlinge correlatie tussen de onderzoek variabelen weer:

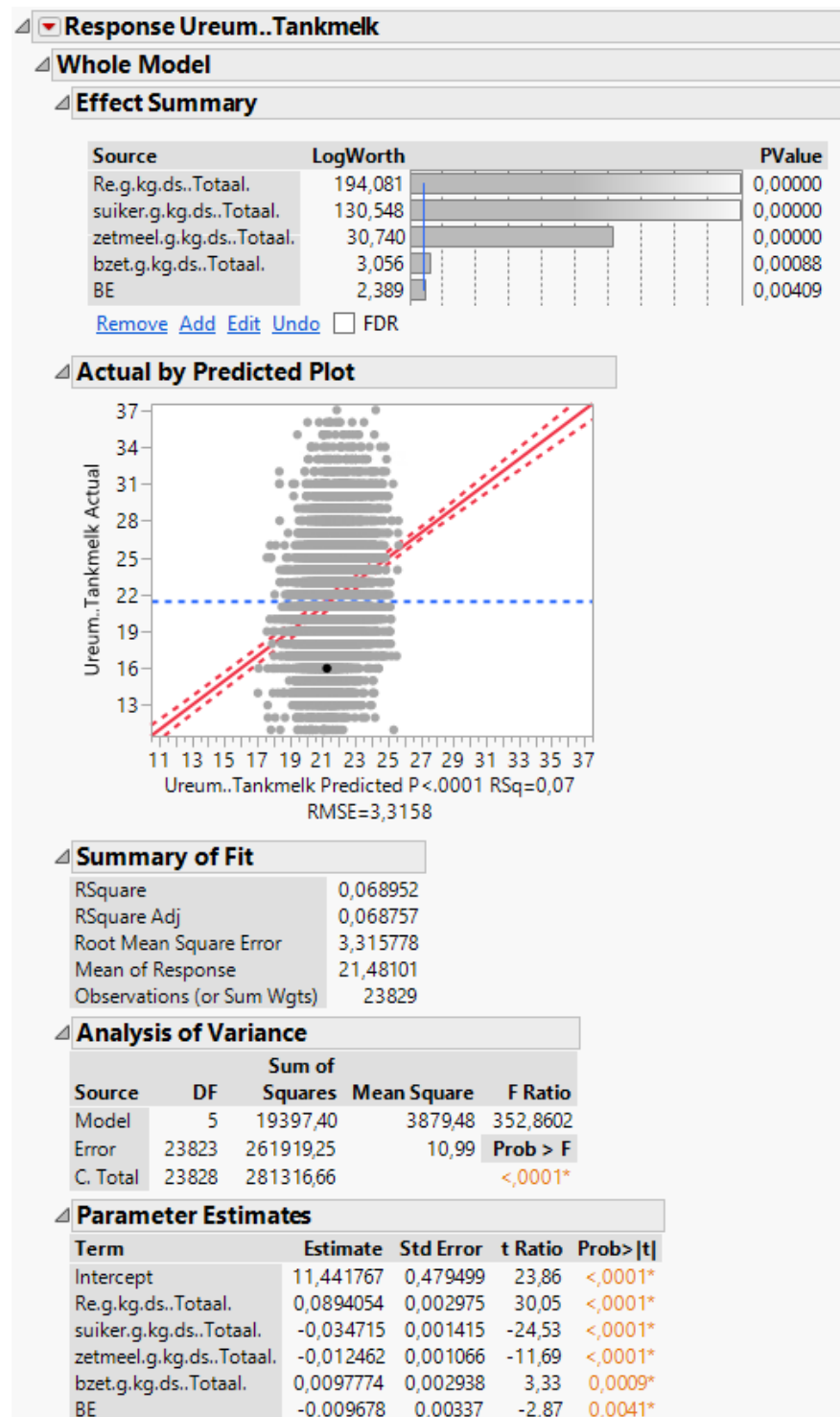


Figuur 4. Onderlinge correlatie nutriënten

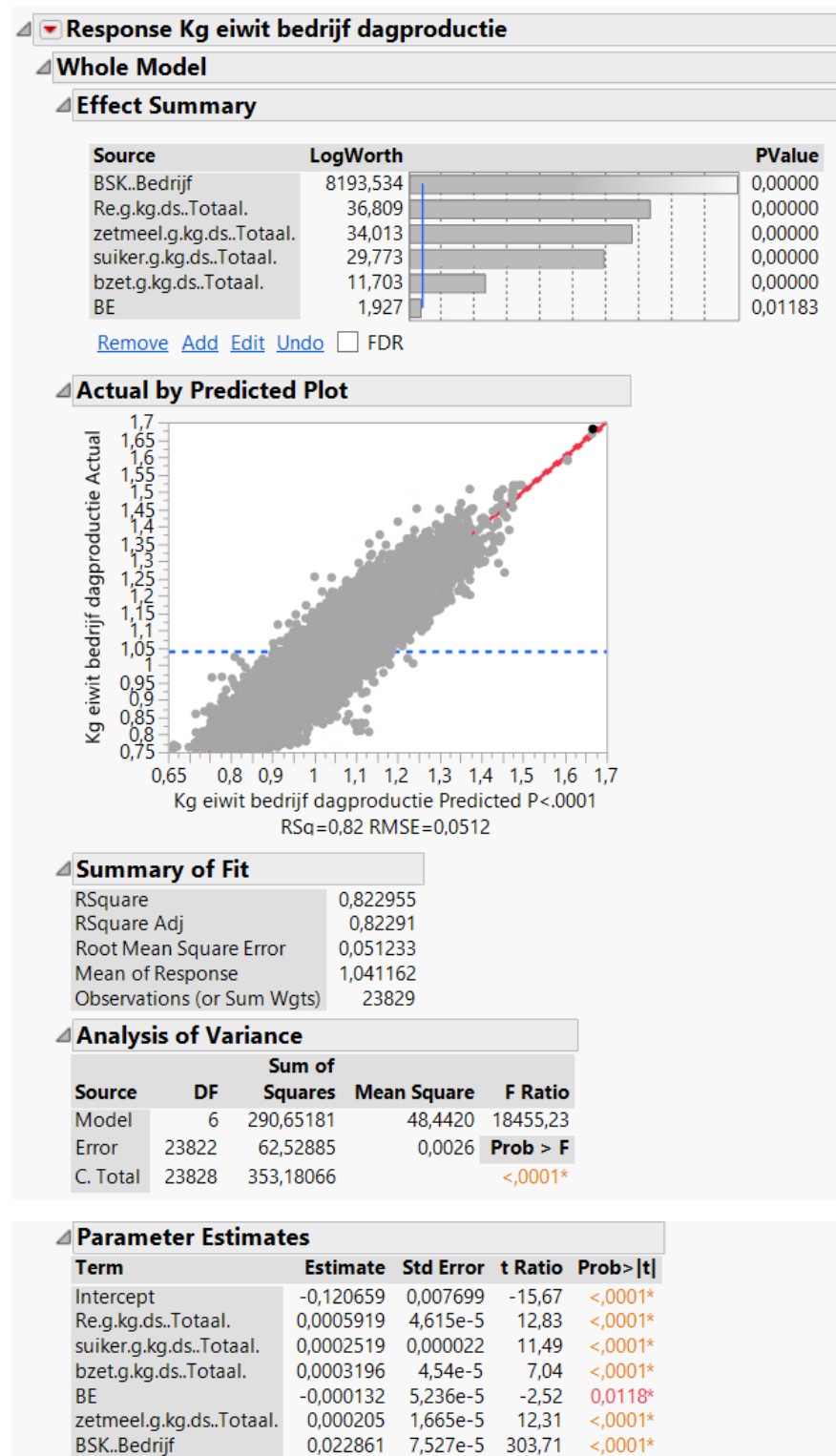


Figuur 5. Onderlinge correlatie tussen de BSK en de nutriënten

Bijlage II Analyseresultaten deelvraag 1



Bijlage III Analyseresultaten deelvraag 2



Bijlage IV Interviewresultaten top-10 bedrijven

Bedrijf 1 t/m 5:

	Antwoord bedrijf >				
Vraag	1	2	3	4	5
1. Wordt er gemengd gevoerd?	Ja.	Ja.	Ja, met verticale menger met snijinrichting,	Nee, met een blokkenwagen	Ja.
2. Wat is het rantsoentype (TMR, PMR) en de rantsoensamenstelling?	PMR: 10 kg mais (voederbieten door de mais) 6 kg ds vers gras, 5 kg bierbostel, 4 kg kuilgras, tarwe (eigen teelt) en maatmeel.	PMR: kuilgrasbalen en mais (uit slurf), gluco+ (eiwit/energie van Bonda) en maatmeel	PMR: Kuilgras, mais, perspulp, proti+ energie+, maisflokken, maatmeel en sticky mix.	Winter: 75 % kuil 25% mais, met soja of bierbostel Zomer: Volop weidegang, 's nachts mais op stal met eventueel luzerne en soja	PMR: graskuil, mais, bierbostel, perspulp, sodagrain (voor 30 kg melk aan het voerhek)
3. Wordt er water toegevoegd aan het rantsoen?	Bij de melkkoeien niet maar bij de droge koeien wel.	Als het nodig is, voor het beperken van de selectie, dan wel.	Ja, de nodige hoeveelheid. De perspulp maisflokken, suplumaat en sticky mix wordt voorgeweekt met water (helpt van het totale water).	Nee.	Ja.
4. Is er nagedacht over de laadvolgorde bij het vullen van de voer(meng)wagen?	Ja.	Ja, er wordt geprobeerd een zo goed mogelijk mengsel te maken.	Ja hier houdt de adviseur rekening mee bij het advies en de bedrijfsleider kijkt wat wel of niet reëel is.	N.v.t.	Ja, de veehouder is er zelf bewust mee bezig (gaat altijd voor een goed gemengd rantsoen).
5. Hoe vaak wordt er vers voer aangeboden aan de dieren?	Elke dag vers voer.	Iedere dag.	2 x per dag voor de melkkoeien het jaar rond.	Iedere dag.	Iedere dag.
6. Worden er (natte) bijproducten gevoerd?	Bierbostel en voederbieten.	Ja, gluco+ (zie vraag 2).	Perspulp proti+ (bierbostel o.a.) energie+ (meer energie) smulsiroop	Bierbostel	Bierbostel, perspulp en sodagrain.
7. Wat is het percentage snijmais in het rantsoen?	10 kg product, het is geen echte "maisboer".	12 kg product.	5 à 6 kg ds, de koeien nemen gem 22 à 24 kg ds koe dag op.	25%	Ongeveer 65%.

8. Worden er specifieke dingen ondernomen ten aanzien van de brokgift? (Bijv. TopStartbrok = opstartbrok)	25 kg/100 kg melk (zonder natte bijproducten). Geen Topstartbrok.	Er wordt relatief veel krachtvoer gevoerd. Topstart Lacto + stal rendement brok.	Topstart brok omega en fiber. Rustige brokken op de robot, snelle energie wordt in de basis toegevoegd en niet in de robot.	Geen TopStart brok. Excellent brok (stimulans excellent en kernbrok speed)	Er wordt TopStart lacto gevoerd, daarnaast een eiwitbrok op de robot als lokbrok.
9. Wat is de strategie m.b.t. maaien? (Jong/oud gewas, kg ds opbrengst)	Normaal gewas.	Kort/jong gewas bij weiden. Bij maaien gemiddeld (combinatie van voederwaarde en structuur).	7 tot 9 cm stoppellengete > snelle hergroei > 6 à 7 keer per jaar maaien.	Vroeg maaien > gewas van kwaliteit.	De veehouder gaat puur voor kwaliteit dus eerder geneigd naar een jong gewas.
10. Hoe lang bedraagt de veldperiode gemiddeld?	Alles binnen 24 uur in de kuil.	Afhankelijk van het weer.	Zeer kort: Vandaag maaien morgen in de kuil.	Zo kort mogelijk.	Afhankelijk van het weer.
11. Wat is het streven als het gaat om het drogestofpercentage? (In % ds)	Niet te hoog, tussen de 30 en 35% ds.	50%.	Geen bepaald streven, veldperiode moet kort zijn.	Rond de 35% droge stof.	40%.
12. Wordt het gras gehakseld, opgeraapt met een snijwagen of in balen geperst?	Gehakseld.	In balen geperst.	Opgeraapt met een snijwagen.	Gehakseld	Gehakseld.
13. Worden er inkuilmiddelen gebruikt?	Nee.	Nee.	Ja, (Ecosyl).	Ja altijd (Ecosyl)	Ja.
14. Wordt er weidegang toegepast?	Ja, in de warme maanden gaan de dieren op stal.	Ja.	Alleen het jongvee (90% bijgevoerd op stal).	Ja.	Ja, zoveel mogelijk weidegang.
15. Welke beweidingssysteem wordt gehanteerd? (Indien weidegang)	Nieuw Nederlands Weiden.	Standweiden.	-	Stripgrazen of Nieuw Nederlands Weiden	Roterend standweiden
16. Zijn de resultaten waarop het bedrijf geselecteerd is representatief voor het onderzoek, oftewel zijn de resultaten vergelijkbaar met voorgaande maanden/jaren?	Ja, het bedrijf doet het over de jaren heen goed.	Ja, het bedrijf doet het over de jaren heen goed.	Ja, het bedrijf doet het over de jaren heen goed.	Ja, het bedrijf doet het over de jaren heen goed.	Ja, het bedrijf doet het over de jaren heen goed.

17. Zijn er nog overige dingen die volgens u invloed hebben op de hoge eiwit efficiëntie op dit bedrijf?	Het is een echte "graslandboer". De voederwinning is de grootste succesfactor > voeropname is altijd hoog! Men streeft naar een zo hoog mogelijke VEM-waarde in het rantsoen > energierijk rantsoen (iets meer soja zou het eiwit ten goede komen).	De voeropname is altijd hoog, waaronder ook krachtvoer (gem. 122 kg krachtvoer/koe/dag. De dieren worden goed gemonitord, er wordt tijdig ingespeeld op dingen die niet goed zijn. Al het gras gaat in balen en blijft daarom altijd fris.	Alles gaat volgens het boekje, tot de teelt aan toe. Op het gebied van voer ligt de focus op smaak, door smakelijke kuilen te realiseren ligt de opname altijd hoog. Het bedrijf kan van een kuil van 850 VEM evengoed melken als een kuil van 950 VEM, als de kuil maar smakelijk is. Iedere 3 à 4 jaar wordt het eigen grasland vernieuwd (kerende grondbewerking).	De ondernemer is zeer gefocust op de teelt van het ruwvoer. Door de samenwerking met een akkerbouwer heeft hij veel jong grasland. Hij is actief bezig met de informatie uit de bodemonderzoeken. Waar reparatie nodig is wordt actie ondernomen. Dankzij de goede kwaliteit ruwvoer krijgt het bedrijf veel kg drogestof in de dieren waardoor de voederwaarde opname ook zeer hoog is, dit uit zich in de hoge productie.	De veehouder krijgt veel voer in de koeien (veel energie). Daarnaast is er veel aandacht voor een goede droogstand. Het bedrijf legt de focus op fokkerij en hanteert goed management (adviseur ziet nooit kreupelen dieren).
--	---	--	---	---	---

Bedrijf 6 t/m 10:

	Antwoord bedrijf >				
Vraag	6	7	8	9	10
1. Wordt er gemengd gevoerd?	Ja.	Ja.	Ja, met een horizontale mengwagen van Marmix, gemengd voeren krijgt veel aandacht.	Ja.	Nee, met een blokkendoseerwagen.
2. Wat is het rantsoentype (TMR, PMR) en de rantsoensamenstelling?	PMR: Gras, mais en sodagrain. Daarnaast 2 krachtvoersoorten in de robot en de rest in de basis. 7 kg krachtvoer in de droge stof.	PMR: Gras, mais, Citrus pulp (afdeklaag op graskuil), krachtvoer.	PMR: 20 à 21 kg ds opname in de basis waarvan 10 kg uit snijmais en 4 kg ds uit gras (gewikkelde foliebalen) en 0,5 kg vezelhennep. Er wordt gestuurd met 2 melen in de basis; een eiwit en energie meel (balansmeel), samen ruim 5 kg. Daarnaast mineralen en natriumbicarbonaat.	PMR: Gras, mais, corngold, 2 voersoorten op de robot en de rest in de basis (7 kg in de ds) en een mengsel van mineralen.	Geen gemixt rantsoen, samenstelling: Graskuil (2/3), mais (1/3), aardappels. In het voorjaar wordt er aan stalvoeren gedaan, na de 1 ^e snede gaan de melkkoeien naar buiten.

3. Wordt er water toegevoegd aan het rantsoen?	Ja.	Ja, waar nodig.	Ja altijd.	Ja.	Nee.
4. Is er nagedacht over de laadvolgorde bij het vullen van de voer(meng)wagen?	Ja, hier is altijd veel aandacht voor. (TMR/PMR constant benadering).	Ja daar wordt bij elke rantsoenverandering naar gekeken.	Ja er wordt een premix gemaakt van krachtvoer met water, vervolgens wordt de vezelhenneep en het gras geladen en tot slot wordt de wagen afgeladen met mais.	Ja, daar wordt altijd bewust naar gekeken, het rantsoen moet goed gemengd zijn.	n.v.t.
5. Hoe vaak wordt er vers voer aangeboden aan de dieren?	Iedere dag.	Iedere dag.	Normaal 1 keer per dag en zomers ook wel tweemaal daags.	Iedere dag.	In de wintermaanden 2 keer per dag, zomers stalvoeren + snijmais.
6. Worden er (natte) bijproducten gevoerd?	Sodagrain	Er wordt Citrus pulp aangevoerd als afdeklair over de graskuil.	Geen natte bijproducten, wel vezelhenneep als structuurtoevoeging.	Ja, corngold.	Aardappelen (zetmeel)
7. Wat is het percentage snijmais in het rantsoen?	30 % van het ruwvoeraandeel.	20 tot 25% van het ruwvoeraandeel.	65% van het ruwvoeraandeel.	30% van het ruwvoeraandeel.	Ongeveer 65% van het ruwvoeraandeel.
8. Worden er specifieke dingen ondernomen ten aanzien van de brokgift? (Bijv. TopStartbrok = opstartbrok)	Geen TopStartbrok. Er wordt maximaal 5 à 6 kg in de robot gevoerd, veel krachtvoer in de basis.	Topstart fiber brok. Er is veel aandacht voor de opstart/krachtvoerschema's.	De eerste 90 dagen wordt de TopStart Lacto brok gevoerd. Daarnaast wordt er met 2 melen (eiwit en energie) gestuurd op basis van de mestscore en het melkureum.	Geen TopStart, tot max 5 à 6 kg in de robot en de rest in het basisrantsoen.	Nee (stabiel rendement brok).
9. Wat is de strategie m.b.t. maaien? (Jong/oud gewas, kg ds opbrengst)	Aan de korte kant, voldoende kwaliteit.	De eerste snede gaat men voor een hoge opbrengst met voldoende kwaliteit, de rest van de snedes wordt er geprobeerd geen te zware snedes te krijgen zodat de voederwaarde behouden blijft.	Een gewas van voldoende opbrengst en kwaliteit. Er wordt tevens veel gras aangekocht.	Een redelijk kort gewas, voldoende kwaliteit.	Een normaal gewas van goede kwaliteit en goede opbrengst.
10. Hoe lang bedraagt de veldperiode gemiddeld?	Vandaag maaien, morgen inkuilen.	Zo kort mogelijk	Afhankelijk van het weer. De veehouder heeft het gras graag wat droger.	Maximaal 24 uur.	Maximaal 2 dagen.

11. Wat is het streven als het gaat om het drogestofpercentage? (In % ds)	Geen bepaald streven, veldperiode zo kort mogelijk.	< 45 %. De kuilen zijn soms iets te nat waardoor het ruw as aan de hoge kant is.	> 40 %	Afhankelijk van het weer, veldperiode is kort.	Het streven is gem. 45% ds.
12. Wordt het gras gehakseld, opgeraapt met een snijwagen of in balen geperst?	Gehakseld (1 cm).	Opgeraapt met een snijwagen.	In balen geperst.	Opgeraapt met een snijwagen.	Met een snijwagen (eigen beheer).
13. Worden er inkuilmiddelen gebruikt?	Ja.	Ja, voor elke snede.	Nee.	Ja.	Nee.
14. Wordt er weidegang toegepast?	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.	Ja, na de eerste snede.
15. Welke beweidingssysteem wordt gehanteerd? (Indien weidegang)	Nieuw Nederlands weiden. Beperkte grasopname: ongeveer 4 kg ds uit weidegras.	Nieuw Nederlands weiden.	Beperkt omweiden, beginnen na de eerste snede.	Beperkte grasopname 2 à 3 kg drogestof uit weidegras met Nieuw Nederlands Weiden.	Beperkt omweiden, 2 à 3 dagen per perceel.
16. Zijn de resultaten waarop het bedrijf geselecteerd is representatief voor het onderzoek, oftewel zijn de resultaten vergelijkbaar met voorgaande maanden/jaren?	Ja, het bedrijf doet het over de jaren heen goed.	Ja, het bedrijf doet het over de jaren heen goed.	Ja, het bedrijf doet het over de jaren heen goed.	Ja, het bedrijf doet het over de jaren heen goed.	Ja, het bedrijf doet het over de jaren heen goed.

17. Zijn er nog overige dingen die volgens u invloed hebben op de hoge eiwitefficiëntie op dit bedrijf?	Het betreft een fanatieke veehouder met een moderne stal. Hij doet al veel dingen goed maar wil nog een stap hoger. Er is veel aandacht voor jongvee opfok op dit bedrijf. Qua voeding valt op dat er iedere jaar een kuil wordt gemaakt van de 1 ^e en 2 ^e snede gras en mais. Deze kuil wordt vervolgens in de zomer opgevoerd zodat er zo weinig mogelijk kuilen openliggen en er voldoende voersnelheid is.	Er worden weinig fouten gemaakt op het bedrijf, ze doen het over de hele linie goed. De veehouder doet er alles aan om voerselectie te voorkomen. Qua beweiding is er veel aandacht en worden er geen fouten gemaakt. De veehouder stuurt voor het bezoek van de adviseur lijstjes toe met wat hij zelf voert, hij durft zelf aanpassingen te doen. Er wordt vooral op energieniveau gevoerd zodat de pens goed functioneert. Daarbij een lage input van eiwit met focus op de kostprijs.	Eer worden weinig fouten gemaakt op dit bedrijf. Er is een goede samenwerking binnen de familie; de vrouw houdt de vinger aan de pols, zoon werkt mee, dochter werkt soms mee, kortom voldoende arbeid.	Het betreft een fanatieke ondernemer die het op alle fronten heel goed doet, Het is een combinatie van verschillende dingen als huisvesting, cowmanagement, voeding, voederwinning/ graslandmanagement.	Het bedrijf doet heel veel dingen goed, ze zitten overal bovenop. Het ureum komt zelden boven de 20. Door bewust te kiezen voor een iets drogere kuil bevat het altijd wat meer suikers.
---	--	---	---	---	--