

“STIKSTOFUITSTOOT IN DE MELKVEEHOUDERIJ”

Een antwoord op het compromis tussen stikstofuitstoot en
bedrijfsontwikkeling



“STIKSTOFUITSTOOT IN DE MELKVEEHOUDERIJ”

Een antwoord op het compromis tussen stikstofuitstoot en
bedrijfsontwikkeling

Auteur:

Naam: Max Vermeulen

Adres: Bankenweg 5

Plaats: 4911 AL, Den Hout

E-mail: maxvermeulen@hotmail.com

Opdrachtgever:

Examencommissie Aeres hogeschool Dronten

Coach: Daan Westrik

E-mail: d.westrik@aeres.nl

Voorwoord

Het rapport dat voor u ligt is geschreven in opdracht van de examencommissie van de Aeres Hogeschool te Dronten voor de afstudeerfase. Het rapport beschrijft een literatuurstudie die gedaan is naar het verminderen van de stikstofuitstoot van een melkveebedrijf op zowel koe- als bedrijfsniveau zonder dat het ten koste gaat van een gezonde bedrijfsontwikkeling.

Hierbij wil ik mijn coach Daan Westrik bedanken voor zijn ondersteunende rol tijdens het schrijven van dit rapport.

Max Vermeulen

Student Aeres Hogeschool, Dronten

Augustus 2020

Samenvatting

Nederland is een klein land met veel activiteit: denk aan ondernemingen, transportbewegingen en het feit dat Nederland wereldwijd de 2^e positie heeft in landbouwexport. In dit onderzoek is gepoogd antwoord te krijgen op hoe deze bedrijvigheid goed samen kan gaan met een gezonde leefomgeving en een vitale natuur. Dit houdt onder andere in dat er van alle partijen concessies gedaan moeten worden.

Als EU- land heeft Nederland te maken met vanuit Europa gestelde doelen voor het behouden van natuur en biodiversiteit. Het is uit onderzoek gebleken dat een overbodemmaat aan stikstofverbindingen een natuurgebied aan kunnen tasten. Ammoniak is voornamelijk van de landbouwsector afkomstig. Stikstofoxiden ontstaan bij verbranding van bijvoorbeeld brandstoffen in verbrandingsmotoren en bij industriële processen. In dit rapport is de impact onderzocht op de Nederlandse natuur van deze stikstofverbindingen.

Er wordt in deze scriptie dieper ingegaan hoe de landbouwsector bij kan dragen aan het verminderen van stikstofuitstoot naar het milieu. In dit rapport valt dan ook te lezen hoe een veehouder/agrariër de uitstoot kan verlagen zonder dat dit ten koste gaat van een gezonde bedrijfsvoering en -ontwikkeling. Concreet is de literatuurstudie gericht op het zoeken en interpreteren van onderzoeken en onderzoeksresultaten die bijdragen aan het vinden van het antwoord hoe de melkveehouderij op een economisch verantwoorde manier de stikstofuitstoot kan verlagen.

Geconcludeerd kan worden dat de melkveehouder op verschillende manieren zijn bedrijf minder ammoniak kan laten uitstoten, er is gebleken dat dit op verschillende manieren mogelijk is, namelijk op: huisvesting, bemesting, landgebruik en rantsoenniveau. Er zijn aanzienlijke besparingen mogelijk op het gebied van ammoniakuitstoot, welke oplossing het meest geschikt is, is voor elk bedrijf anders. Elke ondernemer iets kan doen aan of met zijn bedrijf. In dit onderzoek wordt duidelijk wat er allemaal mogelijk is en kan een eventuele ondernemer voor zich bepalen wat het best bij hem past.

English:

The Netherlands is a small country with a lot of activity: think of companies, transport movements and the fact that the Netherlands has the 2nd position worldwide in agricultural exports. In this study we have tried to answer how this activity can go hand in hand with a healthy living environment and a vital nature. This means, among other things, that concessions have to be made by all parties.

As an EU-country, the Netherlands has to deal with targets set by Europe for the preservation of nature and biodiversity. Research has shown that an excess of nitrogen compounds can affect a nature area. Ammonia comes mainly from the agricultural sector. Nitrogen oxides are formed when fuels are burned in internal combustion engines and in industrial processes, for example. This report examines the impact of these nitrogen compounds on Dutch nature.

This thesis examines in more detail how the agricultural sector can contribute to the reduction of nitrogen emissions to the environment. In this report it can be read how a livestock farmer/agricultural farmer can reduce emissions without this being at the expense of healthy business operations and development. Concretely, the literature study focuses on the search for and interpretation of studies and research results that contribute to finding the answer to how dairy farming can reduce nitrogen emissions in an economically responsible manner.

It can be concluded that the dairy farmer can have his farm emit less ammonia in various ways, namely at: housing, manure spreading, land use and ration level. Considerable savings can be made in ammonia emissions, and the most appropriate solution is different for each farm. Every entrepreneur can do something about or with his company. In this study it becomes clear what is possible and a potential entrepreneur can decide for himself what suits him best.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	3
1 Inleiding	7
1.1 Stikstof en de Nederlandse veehouderij.....	7
1.1.1 Vormen en verloop van stikstofdepositie in en buiten Nederland	8
1.1.2 Ontwikkeling van de (melk)veehouderij en effect op stikstofuitstoot	10
1.1.3 De ontwikkeling van de wetgeving (PAS)	13
1.2 De Nederlandse natuur.....	14
1.2.1 Ontwikkeling van natuurgebieden (Natura 2000).....	15
1.3 Reeds genomen maatregelen die de natuur beschermen.....	16
1.3.1 Knowledge gap.....	18
1.4 Hoofd- en deelvragen	18
1.4.1 Doelstellingen	18
2 Materiaal en methode	19
2.1 Zoekplan literatuuronderzoek.....	19
2.1.1 In- en Exclusiecriteria	20
2.1.2 specificatie per deelvraag.....	20
3 Resultaten.....	22
3.1 Effecten reeds genomen maatregelen.....	22
3.1.1 Inventarisatie van reeds genomen maatregelen in de melkveehouderij	23
3.2 Voermaatregelen ten behoeve van stikstofreductie	25
3.3 Stikstofreductie door huisvesting.....	29
3.4 Stikstofreductie door zorgvuldige bemesting	32
3.4.1 Emissiebesparing door regionale, duurzame meststoffen.....	35
3.5 Bewust grondgebruik	36
3.6 Het effect van minder eiwit in het rantsoen op de melkproductie	38
3.7 Kosten produceren met minder voereiwit.....	40
4 Discussie	42
5 Conclusie	44
5.1 Doel van het onderzoek	44
5.2 Antwoord op de deelvragen.....	44
5.3 Antwoord op hoofdvraag/ aanbevelingen	48
Literatuurlijst	49
Bijlage 1: Checklist schriftelijk rapporteren	53

1 Inleiding

1.1 Stikstof en de Nederlandse veehouderij

Deze scriptie gaat over de stikstofuitstoot van de Nederlandse veestapel. Het neerslaan van ammoniak afkomstig van een veehouderijbedrijf heeft volgens onderzoekers een negatief effect op de Nederlandse natuur. In dit verslag komen verschillende zaken aan bod: zo worden de gevolgen van stikstofdepositie op de Nederlandse natuur in kaart gebracht, samen met de belangrijkste bronnen van stikstofemissie: namelijk de industrie, verschillende vormen van verkeer en de landbouwsector. Ook wordt in dit verslag beschreven op welke wijze bedrijfsontwikkeling van de landbouwsector gegeven de milieueisen nog mogelijk is.

Het kan de gemiddelde Nederlander niet ontgaan zijn, de recente stikstofproblematiek houdt Nederland in zijn greep, het is “vijf voor twaalf”. Wat is er aan de hand? Hierover wordt in dit afstudeerwerkstuk meer duidelijk, ook zal er gezocht worden naar een oplossing. In mei 2019 keurde de Raad van State het Nederlandse stikstofbeleid af (RTL, 2019) omdat het volgens haar niet deugde. Vanaf dat moment is er een groot probleem ontstaan; Nederland zit namelijk in een wurggreep, er gaat geen vergunning de deur meer uit en duizenden bouwprojecten liggen stil (RTL, 2019). Ook boeren vrezen voor hun toekomst, daarom wordt er veel geprotesteerd.

Een passende (stikstof)wetgeving is zeker voor de veehouderij erg belangrijk, het verleden heeft op een pijnlijke manier geleerd dat ongelimiteerd produceren zonder naar de effecten te kijken in Nederland niet werkt. In april 2015, met de afschaffing van het melkquotum nog vers in het geheugen is productiegroei in korte tijd ‘ongeremd’ geweest en kwamen er veel meer koeien en melk bij. Het gevolg was een overspoeling van de melkfabrieken en een dramatische daling van de melkprijs die twee jaar aanhield, hoewel de productiestijging was verwacht, bleek de melk toch niet met meerwaarde verwerkt te kunnen worden.

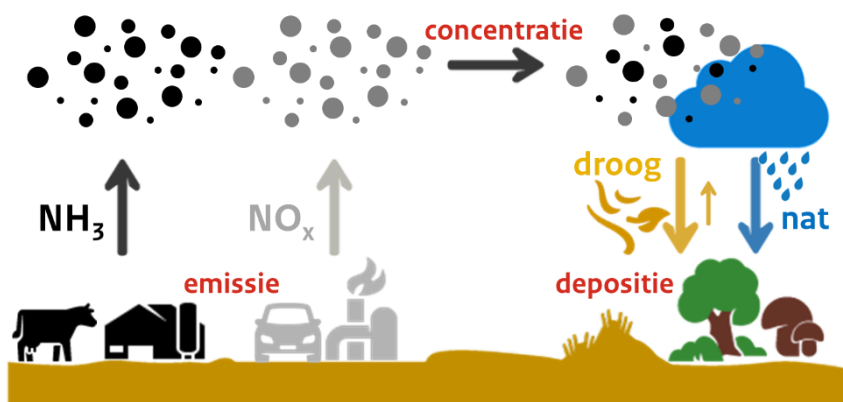
De garantieprijs van grote zuivelverwerkers (FrieslandCampina, 2020) kwamen op hun dieptepunt zelfs onder de €25 per 100 kg meetmelk. In 1992 was zelfs al voorspeld door geleerden in een studie naar de Europese zuivelmarkt (Glaeser, et al., 1992) dat een ongeremde productie in de toenmalige markt zou leiden tot een forse prijsdaling. Een studie naar de wereldwijde zuivelmarkt (Lagrange et al., 2015), wees echter dat er wereldwijd nog ruimte was door een groeiende wereldbevolking en de helaas nog aanwezige honger, echter is de rationele uitkomst dat de zuivelproducten wel betaald moeten worden door de afnemer.

Dankzij de invoering van de fosfaatrechten in 2018 is de productie en daarmee de melkprijs stabiel en is de rust wedergekeerd. Het belangrijkste motief hiervoor wat om onder het opgelegde fosfaatplafond te blijven, wat middels een generieke ruiming van de veestapel slaagde. Al met al zorgde dit voor veel onrust binnen de sector, omdat ondernemers niet kunnen anticiperen op steeds wisselende regelgeving.

Er wordt daarom vanuit de sector nadrukkelijk gevraagd (NMV, 2018) om een duidelijk, gedragen en standvastig beleid. Hoe en op welke manier de veehouderij bijdraagt aan het verminderen van de stikstofuitstoot wordt hierna besproken. De wereldbevolking en de markt zal blijven groeien, zo is voorspeld tot 2050 (Conforti, p., 2009), volop kansen dus voor agrarisch Nederland, echter zal dit in de toekomst nóg meer in harmonie met de omgeving moeten gaan. Dit terwijl helaas nog grote gebieden van bijvoorbeeld Afrika geconfronteerd worden met een voedseltekort. Genoeg uitdagingen.

1.1.1 Vormen en verloop van stikstofdepositie in en buiten Nederland

De stikstofuitstoot wordt op verschillende manieren en door verschillende instituten gemeten in Nederland: door het RIVM, door het landelijk meetnet luchtkwaliteit (LML), en door het meetnet ammoniak in natuurgebieden (MAN). Deze meetstations werken samen om soms tot zelfs elke twee uur de landelijke uitstoot in kaart te brengen. In figuur 1 is te zien hoe stikstof (NO_x en NH_3) in Nederland zich circuleert in verschillende vormen, er wordt immers ook weer stikstof opgenomen door gewassen. Een NO_x verbinding is een zure stikstofverbinding die gevormd wordt onder hoge temperaturen, bijvoorbeeld door verbranding van brandstof of door industriële processen zoals het opwekken van energie. NH_3 , beter bekend als ammoniak, wordt vooral uitgestoten door landbouwhuisdieren wanneer de mest en urine die zij produceren met elkaar in aanraking komen, wat bij het opstallen van dieren vrijwel altijd van toepassing is.



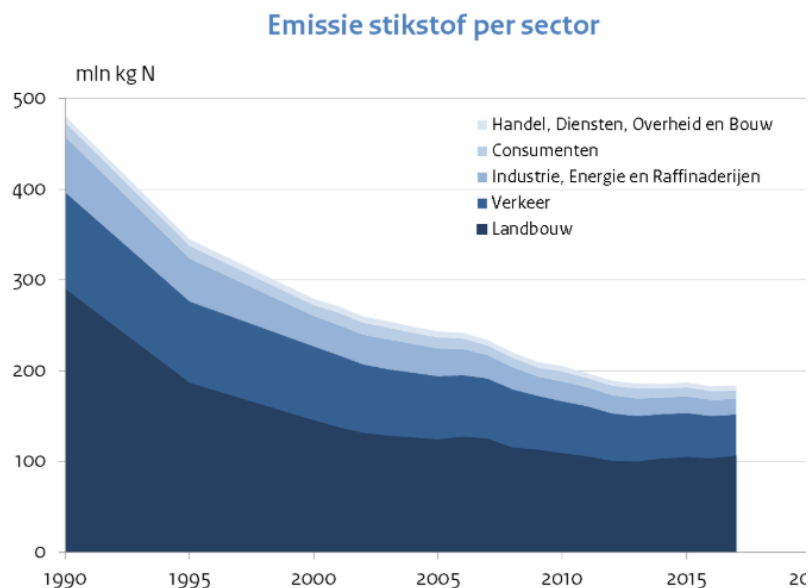
Figuur 1 Stikstofbronnen en stikstofdepositie (RIVM, 2019)

In figuur 1 is de stikstofuitstoot per stikstofverbinding afgebeeld. Te zien is wat er met de stikstofverbindingen gebeurt wanneer ze worden uitgestoten. Veelal wordt het door de wind meegenomen en slaat het of uit zichzelf neer zoals ammoniak, de studie van Histrov en consorten beschrijft zeer nauwkeurig de ammoniakstroom binnen een melkveebedrijf waarbij met merkstoffen ammoniak getraceerd en gemeten is (Histrov et al., 2009). NO_x verbindingen worden door het regenwater wordt opgenomen, wat voor zuur regenwater zorgt. Op de hoofdlijnen van figuur 1 is echter veel kritiek, mede door manier van meten.

Ook heeft Nederland in vergelijking tot buurlanden een hoger gehalte aan stikstofoverschot per hectare (RVO, 2019), hier is echter kritiek op, omdat buurlanden het niet altijd even nauw nemen met het registreren en vastleggen van stikstofuitstoot (RIVM, 2019), mede hierdoor kan Nederland flink hoger uitkomen met haar stikstofuitstoot per hectare en heeft Nederland het zichzelf moeilijk gemaakt.

Stikstof in de atmosfeer kent geen grenzen, er staat immers geen luchtdicht scherm om Nederland heen, hierdoor ontstond er kritiek in de samenleving over de manier van meten en berekenen, aangezien beleid hierop gebaseerd is. De geproduceerde stikstof van bijvoorbeeld een industriegebied als de haven van Antwerpen bij zuidenwind en het Duitse Ruhrgebied waait óók het meetstation van RIVM in. Hoe herken je de afkomst? Ook is het zo dat stikstof geproduceerd in Nederland bij westenwind de grens over waait naar Duitsland. Het antwoord hierop lijkt eenvoudig, er valt in eerste instantie onderscheid te maken tussen NO_x en NH₃, de herkomst hiervan worden verder in het verslag beschreven.

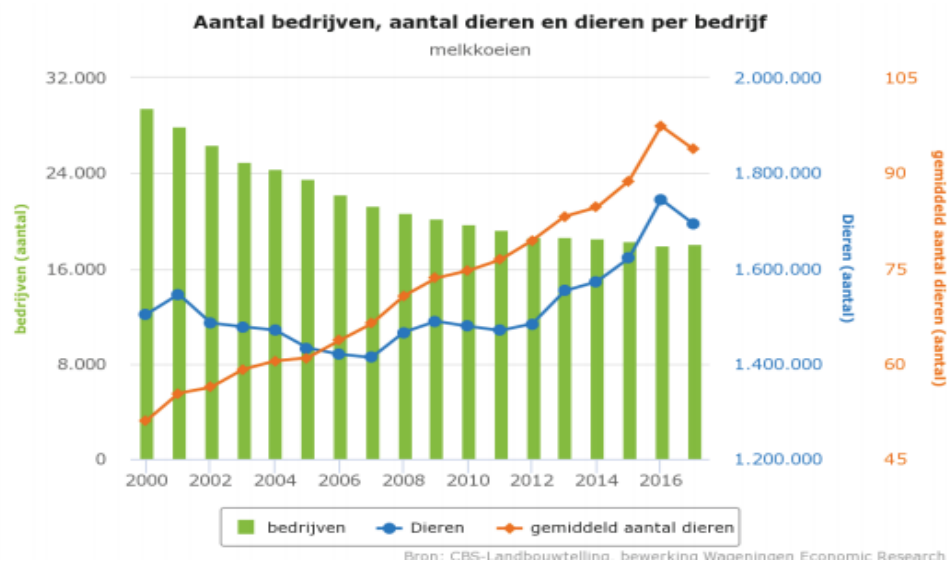
Bij figuur 2 zijn nog meer kanttekeningen gemaakt, met name over de stikstofverbinding NO_x. RIVM meet tot 950 meter hoogte (RIVM, 2020), dit heeft als gevolg dat warme dampen uit hoge schoorstenen van industrie die gelijk tot grote hoogte stijgen door de hitte, niet in de meetsystemen terecht komen. Hierdoor zou erg veel stikstofuitstoot van de industrie niet in kaart gebracht zijn, ook is de industrie tot 10000 kg stikstofuitstoot gevrijwaard (RIVM, 2019) om een vergunning te hebben en om gegevens beschikbaar te stellen. Dit is gelijk aan een melkveebedrijf met meer dan 300 koeien. Samenvattend zitten er dus enkele haken en ogen aan de metingen. Mede door deze factoren komt de landbouw percentueel hoog uit met haar aandeel in de Nederlandse stikstofproductie.



Figuur 2: Emissie stikstof per sector (RIVM, 2019)

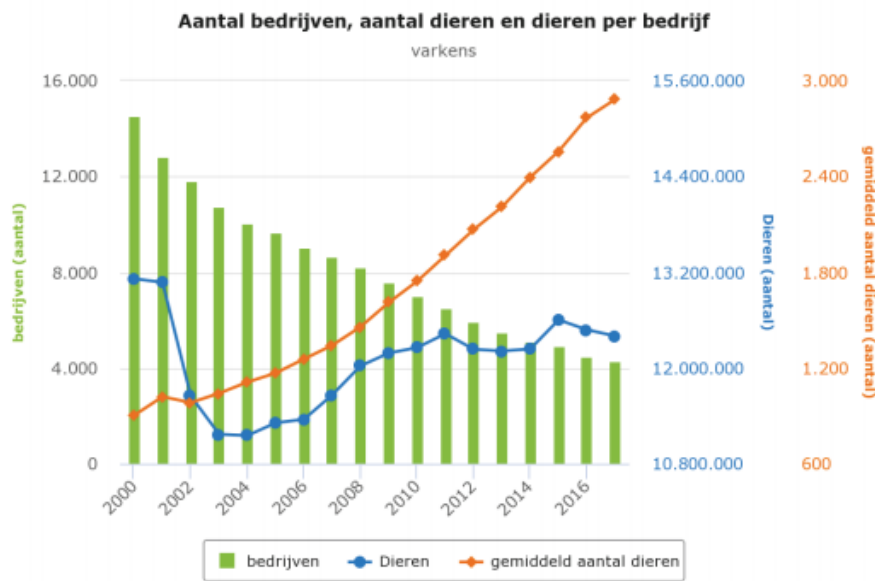
1.1.2 Ontwikkeling van de (melk)veehouderij en effect op stikstofuitstoot

Om tot een inzicht van de ontwikkeling van veehouderij sectoren te komen, is het belangrijk om te weten hoe een sector zich ontwikkelt, in onderstaande figuren is het verloop te zien van dieren aantallen in elke sector en de daarbij behorende ammoniakuitstoot. Hiervoor zijn de drie grootste sectoren in Nederland in kaart gebracht met de meeste dieren per sector. Dit zijn de melkveehouderij, de varkenshouderij en de pluimveehouderij.



Figuur 3: Aantal melkkoeien in Nederland, aantal dieren per bedrijf en aantal bedrijven (WUR,2016)

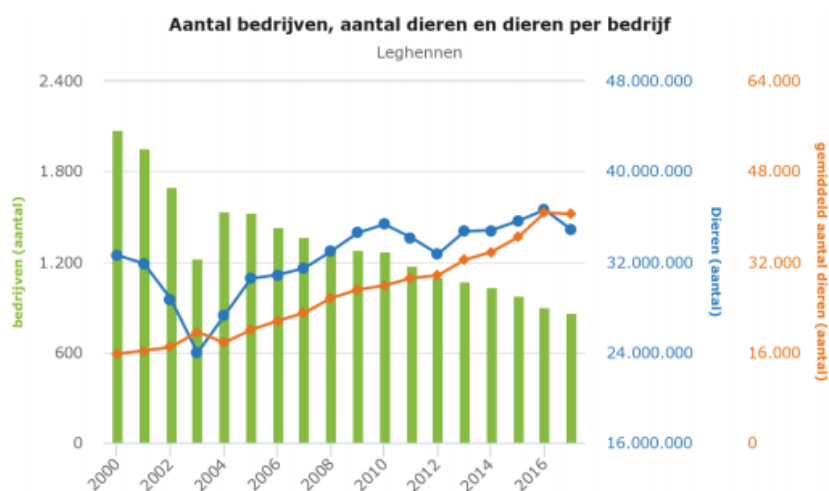
In figuur 3 is te zien dat het aantal koeien in Nederland de laatste 20 jaar licht toegenomen is, met ongeveer 100.000 koeien. Het aantal melkveehouderijen is echter drastisch afgenomen, (van ruim 30 duizend naar 17 duizend). Hierdoor is het gemiddelde aantal dieren per bedrijf vanzelfsprekend toegenomen, deze tendens laat zich ook zien in de intensieve veehouderij, wat in de volgende figuren te zien is.



Figuur 4: Aantal varkens in Nederland, aantal dieren per bedrijf en aantal bedrijven (WUR, 2016)

Wat in figuur 4, de figuur voor het aantal varkens in Nederland direct opvalt, is de overeenkomst met de melkveesector, waarbij het aantal bedrijven daalt (meer dan halveert) en het aantal dieren per bedrijf verdubbelt. In totaal zijn er niet meer varkens in Nederland dan in 2000, dit komt omdat dit wettelijk bepaald is aan de hand van beschikbare fosfaatrechten voor varkens, dit geldt immers ook voor kippen en melkvee, ook wel bekend als het fosfaatplafond. Wie wil groeien zal dus rechten moeten overnemen van een collega.

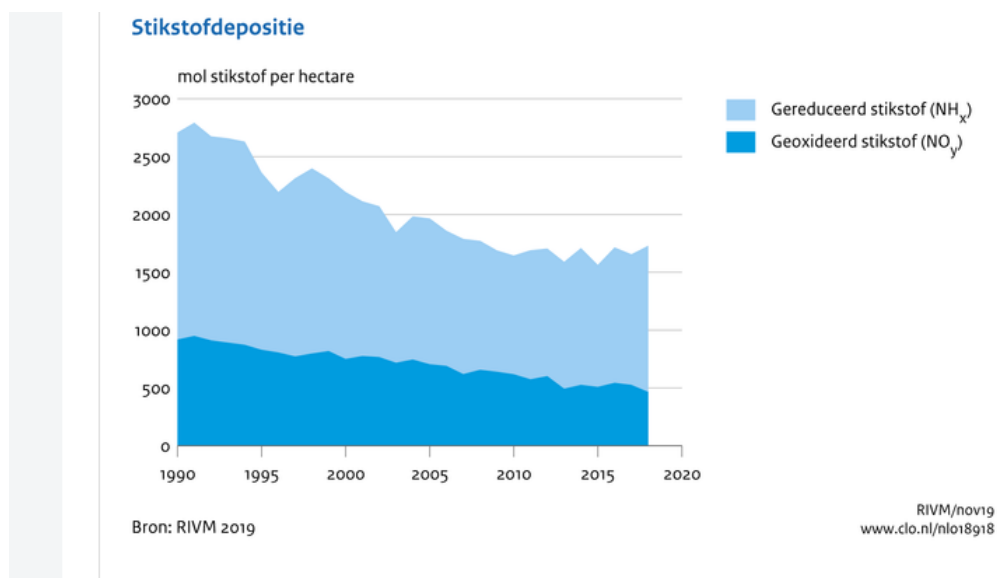
Onderstaand laat figuur 5 zien dat het aantal pluimveehouderijen ook flink daalde de laatste 20 jaar waarmee het aantal dieren per bedrijf steeg, echter zijn er niet meer kippen bijgekomen door de productierechten voor pluimvee. Deze productierechten kunnen tussen vleeskuikens en leghennen wel verhandeld worden, echter is het aantal kippen dat maximaal in Nederland mag worden gehouden begrenst, net zoals in de varkenshouderij en in de melkveehouderij.



Figuur 5: Aantal legkippen in Nederland, aantal dieren per bedrijf en aantal bedrijven (WUR, 2016)

De totale dieren aantallen in Nederland zijn dus niet veel gestegen de afgelopen decennia, mede doordat de overheid dit aan banden heeft gelegd via onder andere fosfaatquota. Wel zijn de dieren productiever geworden. Dit is zeer gunstig voor de hoeveelheid uitstoot stikstof per geproduceerde liter melk of per kilogram vlees. Onderstaand is in figuur 6 te zien hoe de totale stikstofdepositie in Nederland door de veehouderijsectoren eruit ziet.

In figuur 6 is het lichtblauw gekleurde deel van de grafiek grotendeels afkomstig van de landbouwsector, namelijk NH_3 , ammoniak. Geoxideerde verbindingen zijn vooral bij hitte vrijgekomen stikstofoxiden uit de industrie en het wegverkeer. Wat direct opvalt is dat ondanks dat de dieren aantallen in Nederland niet zijn gedaald en zelfs licht zijn gestegen, de NH_3 depositie haast gehalveerd is. Dit is een gunstige ontwikkeling voor de Nederlandse natuur en is vooral te danken aan maatregelen die in de landbouwsector zijn genomen om ammoniakuitstoot terug te dringen (RIVM, 2019), waarop in paragraaf 1.2 verder ingegaan wordt.



Figuur 6: Stikstofdepositie in mol N per hectare (RIVM, 2019)

1.1.3 De ontwikkeling van de wetgeving (PAS)

Nederland kent al enkele decennia een mestwetgeving die het overmatig gebruik van dierlijke mest en stikstofoverschotten in de bodem moeten voorkomen. In de jaren 60 en 70 nam de veestapel flink in omvang toe, er was toen nog een voedselschaarste en een grote vraag naar landbouwproducten. Er waren in die tijd nog geen regels om mestproductie in te perken, boeren werden hierin vrijgelaten. In 1984 werden er regels opgesteld die moesten voorkomen dat de totale veestapel verder groeide in Nederland. Zoals een maximale hoeveelheid varkens en kippen in Nederland en een melkquotum.

In 1998 werd dit 'dieraantallen beheersende' systeem vervangen door het MINAS-systeem, hierbij werd alle mest in kaart gebracht en getraceerd middels de mineralen die in de mest zitten. Zo werd op elk bedrijf de mineralen productie bijgehouden, samen met de aan- en afvoer. Vanaf 2006 zijn de gebruiksnormen in werking getreden die een grondsoort specifiek maximum stelden aan de hoeveelheid stikstof en fosfaat op landbouwgrond. Ook zijn dierrechten ingevoerd voor varkens en pluimvee. Deze situatie is tot op heden onveranderd gebleven. Veehouderijbedrijven moesten naast het bezit van dierrechten of melkquotum in het bezit zijn van een omgevingsvergunning waarin toestemming is verleend dat er een bepaalde hoeveelheid ammoniak uitgestoten wordt. Bedrijven hoefden hiernaast alleen een PAS-melding te doen in het kader van de wet natuurbescherming.

De PAS-wetgeving, wat staat voor het Programma Aanpak Stikstof, is een beleidsvormgeving die stamt uit 2015. Deze wetgeving is door de Nederlandse overheid in het leven geroepen om de aangewezen natuurgebieden te beschermen die behoren tot het Europese Natura 2000 programma. Het uiteindelijke doel van het programma is om de stikstofdepositie in de natuurgebieden terug te dringen. Door een maximum hoeveelheid depositie in te stellen en met name dieraantallen af te bouwen om de natuur te ontlasten. Een overmaat aan stikstofdepositie leidt tot verzuring van de bodem wat de biodiversiteit aantast. Het enige mankement van de PAS-wetgeving was dat het niet streng genoeg was, hierdoor kwam er alsnog te veel depositie op de kwetsbare natuurgebieden. Voor bedrijven betekende de PAS-wetgeving niet meer dan het maken van een melding. De wetgeving bleek niet voldoende omdat onder de PAS-voorwaarden het mogelijk was om de uitstoot 'in te toekomst' te compenseren. Dit bleek echter niet haalbaar waardoor de wetgeving werd verworpen.

Zowel de bestaande overmaat als een nieuwe depositie moest met het reeds verworpen PAS-programma verholpen worden. Echter werd de PAS door de raad van State op 29 mei 2019 ongeldig verklaard omdat het programma de doelstellingen niet zou bereiken omtrent het verminderen van stikstofdepositie in de toekomst. Door deze beslissing kwamen 18000 plannen waarvoor een stikstofvergunning nodig was stil te liggen. Het kabinet moet nu dus op korte termijn met een nieuw stikstofbeleid komen. Een commissie met als voorman Johan Remkes heeft adviezen uitgebracht, echter duurt het nog een aanzienlijke tijd voordat deze adviezen geïmplementeerd worden omdat hierover veel gedebatteerd wordt door Kamerleden in samenwerking met afgevaardigden van het bedrijfsleven, als een meerderheid het met elkaar eens is zal het stikstofbeleid handen en voeten krijgen.

1.2 De Nederlandse natuur

Veel van de stikstofregels zijn terug te voeren naar het voorkomen van depositie van stikstof in natuurgebieden. Zo wordt in de studie van onder andere de onderzoeker Tsiofouli geschreven dat te veel stikstof in de natuur voor grote problemen zorgt. Planten die groeien in een stikstofarm milieu groeien in mindere mate en worden overwoekerd door stikstofminnende planten zoals grassen, ook zou het bodemleven achteruit hollen van té intensieve teelten (Tsiafouli et al, 2015). Hierdoor verdwijnen ook diersoorten die van en met deze planten leven (Sonneveld et al, 2008). Wanneer de stikstofuitstoot in Nederland zou verminderen zou de natuur hier minder last van hebben.

Een onderzoek naar de natuurgebieden in Nederland beschrijft (Nemokennislink, 2018) dat er in Nederland geen land meer te vinden is dat niet door de mens is aangeraakt, ook wel ongerepte natuur genoemd. Hierdoor is helaas niet van oorspronkelijke soorten te spreken. Voorbeelden van ongerepte natuur die zich bevinden in grote ecosystemen zijn bijvoorbeeld de Alpen en de Ardennen, deze natuurgebieden zijn zo groot dat ze haar eigen zelfregulerende ecosysteem hebben.

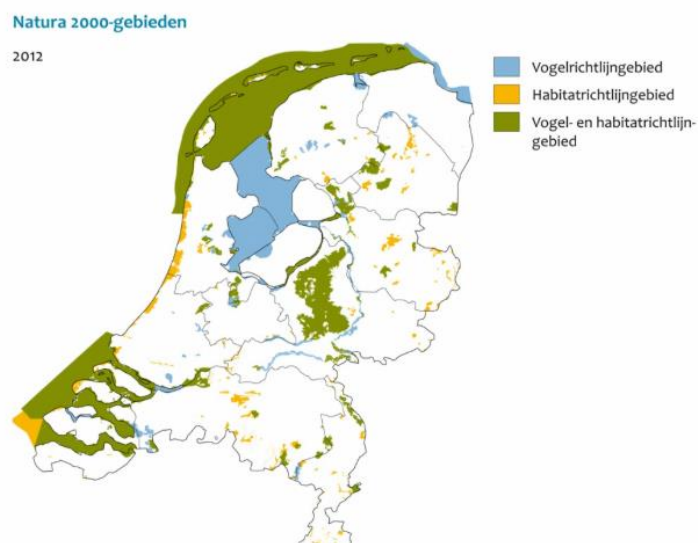
De meeste natuurgebieden in Nederland zijn daarentegen klein en versnipperd, zodat vaak de mens nodig is om in te grijpen. Een herstructurering van de Nederlandse natuur, met een concentratie in één groot gebied zou ecosysteem technisch dus wenselijk zijn, omdat een ecosysteem wat zich in een groot gebied afspeelt vaak op zichzelf kan staan en men hier minder hoeft in te grijpen. Het is echter de vraag is in hoeverre dit te realiseren is in Nederland.

Bekend is dat een overmaat aan stikstof nadelig is voor de Nederlandse natuur (Natuurmonumenten, 2019), mede door een afname van de diversiteit aan plantensoorten. Ook is bekend dat 60% van de stikstofverbindingen die in Nederland neerslaan ook daadwerkelijk van Nederlandse bronnen afkomstig is. Hiervan is 70% afkomstig van de Nederlandse landbouwsector. (Compendium voor de Leefomgeving, 2018). Alle sectoren zullen de taak krijgen om de stikstofuitstoot terug te dringen, ook de landbouw zal hieraan bij moeten dragen.

1.2.1 Ontwikkeling van natuurgebieden (Natura 2000).

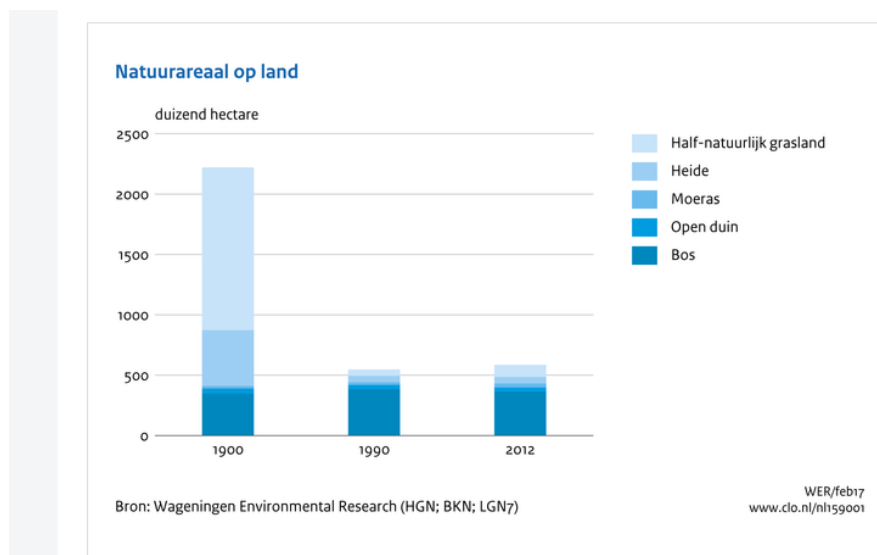
In Nederland komt een natuurgebied in aanmerking voor de overkoepelende Natura-2000 stempel als er aangetoond kan worden dat er in het gebied een beschermde diersoort is gehuisvest zoals bijvoorbeeld een bever, maar dit kunnen ook zeldzame weidevogels of insecten zijn. Er zijn meer voorwaarden aan verbonden: Zo moet aangetoond kunnen worden dat het natuurgebied verstoord is, maar ook kans maakt op herstel. Zoals gezegd met inachtneming van planten- en diersoorten die men graag zou willen zien in het gebied.

Natura 2000 is een vanuit de Europese Unie opgezet project om in Europa belangrijke natuurgebieden die bijdragen aan de biodiversiteit te beschermen. Wanneer een gebied onder de Natura 2000 bescherming valt, heeft dit gevolgen voor eventuele projecten en ontwikkelingen, dit alles om extra uitstoot te voorkomen in het gebied en om de habitat niet te verstoren. Zo is het verplicht voor bedrijven die zich in de nabijheid van een natura 2000 gebied bevinden om te voldoen aan de natuurbeschermingswet. Hierbij moet men kunnen aantonen dat de uitstoot van het bedrijf niet bijdraagt aan extra stikstofdepositie op het natuurgebied. Figuur 7 beschrijft een overzicht van de Nederlandse natura 2000 gebieden.



Figuur 7: beschermde natuurgebieden in Nederland, (Compendium voor de leefomgeving, 2018)

Onderstaand is in figuur 8 de ontwikkeling van de Nederlandse natuur te zien, hierin valt op dat Nederland als rivierdelta oorspronkelijk veel gras, bos en heide had als gevolg van voldoende aanwezigheid van grond en regenwater. In de vorige eeuw is deze grond, met name de graslanden, ontgonnen om zo de grond rijp te maken voor landbouwproductie. In het beginsel voor gras om het vee mee te voeren, betere kleigronden werden voor akkerbouw gebruikt.



Figuur 8: Natuurareaal in Nederland, (Compendium voor de leefomgeving, 2018)

1.3 Reeds genomen maatregelen die de natuur beschermen

Er zijn de afgelopen decennia al veel maatregelen genomen om NH₃ uitstoot uit de veehouderij sector te verminderen, maatregelen zijn te herleiden naar maatregelen op huisvestingsniveau en op bemestingsniveau. Mede hierdoor is de uitstoot al flink gedaald (zie figuur 2). Op voedingsniveau zijn er veel maatregelen op korte termijn te verwachten, echter zijn deze nog niet doorgevoerd op moment van schrijven.

Huisvestingsniveau

Bij een luchtwasser wordt stallucht afgezogen via mechanische ventilatie, verschillende buizen lopen door de stal welke in een gesloten luchtkanaal uitkomen dat zich vaak in de nok van de stal bevindt. De lucht kan slechts één kant op, omdat de lucht aangezogen wordt door de luchtwasser. In de luchtwasser zelf wordt de lucht beneveld met een chemisch reactiemiddel of een biologisch reactiemiddel. Bij een chemische luchtwasser wordt water met zuur over de lucht gespreid waardoor ammoniak zich aan het zure water bindt.

Bij een biologische luchtwasser wordt er een niet-chemisch middel gebruikt, de voornaamste bestanddelen hiervan zijn micro-organismen, echter geven deze niet een constant rendement zoals bij de chemische wasvloeistof, omdat het functioneren van de

organismen omgevingsgebonden is. Luchtwassers zijn inmiddels verplicht in alle (nieuwe) varkensstallen, een nadeel aan de luchtwasser is dat er met name in varkensstallen meer brandgevaar ontstaat en bij uitvallen van de ventilatie door bijvoorbeeld een stroomstoring er niet gelucht kan worden, met fatale afloop. Het is ook mogelijk om de technieken te combineren. Bij melkvee zou luchtwassen een goede zet kunnen zijn, echter behoort de luchtwasser wel tot de al genomen maatregelen tegen ammoniak uitstoot, het blijkt bijzonder effectief te zijn, er worden reducties gehaald van 80-90%. Ten opzichte van een traditioneel systeem zonder emissiereductie. (Duinkerken, 2019)

Vervluchtiging van ammoniak ontstaat nadat mest en urine bij elkaar komt, dit gebeurt ook op de roostervloer, wanneer een mestschuif of mestrobot de vloer schoon schuift belandt de mest en de urine in de mestkelder waardoor er geen oppervlakkige emissie meer plaatsvindt, echter gaat dit proces in de kelder wel door. Maatregelen die al zijn genomen zijn vloeren verplichten waarbij de vloeistoffen en gassen een 'eenrichtingsverkeer' ondervinden. Door afsluitende kleppen in de openingen van de roosters kunnen gassen niet opstijgen boven het roosteroppervlak.

Deze vloeren zijn namelijk of compleet dicht of ze bevatten kunststof kleppen die sluiten wanneer de mest gepasseerd is, deze vloeren geven een aanzienlijke (40%) reductie van directe ammoniakemissie (Pell, 1997), hoeveel dit is, hangt af van het type vloer. Een traditioneel roostersysteem geeft een emissiewaarde van 13 kg ammoniak per koe per jaar, er is een eis gesteld dat nieuwe stallen, en in Brabant oude stallen aangepast worden naar minder dan 8.3 kg ammoniakemissie per koe per jaar, de vloeren die op de markt zijn zitten tussen 6,0 en 11 kg ammoniak, enkel en alleen een luchtwasser brengt dit terug naar 3 kg ammoniak per koe per jaar, wat aanzienlijk meer is dan een emissiearme vloer.

Voedingsniveau

Een momenteel nog net niet verplichte (per september 2020), maar door melkveehouders immers jaren omarmde methode is om eiwitoverschotten te beperken middels graadmeters om het melkveerantsoen te sturen, zoals de studie van onder andere Powell beschrijft hoe het melkureum gebruikt kan worden in de strijd tegen eiwitoverschotten (Powell et al., 2011). Ook maken veel veehouders gebruik van een rantsoenberekening, hierbij wordt een optimale verhouding tussen energie en eiwit in de koe berekend met verschillende voedermiddelen, deze juiste balans leidt echter ook tot een betere stikstofbenutting in de koe (Savari et al., 2018).

Bemestingsniveau

In Nederland is het verplicht om drijfmest op gras- en bouwland emissiearm aan te wenden, dit wordt op grasland gedaan met een zodenbemester en op bouwland met een bouwlandinjecteur, voorheen mocht dit ook nog met een zogenaamde sleepvoetbemester welke de mest tussen het gras legt. Het injecteren van de drijfmest levert volgens PBL een emissiereductie op van 60-70% van ammoniak tijdens het aanwenden van de mest (PBL, 2020).

1.3.1 Knowledge gap

Samenvattend is het probleem bekend: een overmaat aan stikstof in de vorm van NO_x en NH₃ is slecht voor de natuur. Het is zoeken naar een geschikte oplossing tussen een bloeiende economie en een gezond leefklimaat met een natuur die in goede conditie verkeert. Het is nog onduidelijk wat voor de melkveehouderij de meest geschikte oplossing is om tot een ammoniak reductie te komen. De oplossing moet economisch haalbaar zijn, maar ook genoeg emissie beperken, zo komt de bedrijfsontwikkeling niet in het gedrang met tegelijkertijd het behoud van goed klimaat. Naar deze 'gulden middenweg' is onderzoek wenselijk.

1.4 Hoofd- en deelvragen

Hoofdvraag:

Welke maatregelen zijn er mogelijk om de stikstofuitstoot van een melkveebedrijf te verlagen, zonder dat dit ten koste gaat van bedrijfsontwikkeling?

Deelvragen:

- Hoeveel effect hebben de huidige maatregelen die stikstofuitstoot terugdringen op stikstofreductie?
- Op welke wijze kan rantsoenoptimalisatie bijdragen aan het verlagen van stikstofuitstoot?
- Op welke wijze kan huisvesting, bewust grondgebruik en betere bemesting bijdragen aan het verlagen van stikstofuitstoot?
- Wat is het effect van het verlagen van het aandeel eiwit in het rantsoen op de melkproductie?
- Wat zijn de netto kosten van een lager aandeel eiwit in het melkveerantsoen?

1.4.1 Doelstellingen

Met deze scriptie hoopt de auteur verschillende dingen te bereiken. Allereerst een signaal dat het belangrijk is om snel met een geschikte oplossing voor het beschreven probleem te komen. Verder was het een belangrijk doel om te zoeken naar een oplossing die én ten goede komt aan het behoud van een goede milieukwaliteit, én tegelijkertijd niet ten koste gaat van het verdienmodel van de veehouder.

Verder is het een doel om in kaart te brengen wat er hedendaags al mogelijk is voor het reduceren van stikstofuitstoot bij agrarische bedrijven en daarmee tegelijkertijd met de kansen en uitdagingen die er nog liggen. Tot slot hoopt de auteur met praktische informatie te komen voor het verlagen van stikstofuitstoot op bedrijfsniveau voor bijvoorbeeld adviseurs en melkveehouders.

2 Materiaal en methode

Het onderzoek dat in dit rapport beschreven wordt zal vooral gebaseerd zijn op literatuurstudie, de wijze waarop het onderzoek plaats zal vinden en met welke hulpmiddelen komt in dit hoofdstuk aan bod. Degelijk onderzoek kan nooit plaatsvinden zonder goede (wetenschappelijke) bronnen, kennis die de auteur zelf niet in huis heeft zal verkregen worden via zoekmachines zoals Google Scholar en de Greeni catalogus. Maar ook technische informatie van overheidsinstanties als het RIVM en het CLO. Het is belangrijk dat de bronnen actueel zijn (>2010), zeker omdat het stikstofprobleem, hoewel in de werkelijkheid al langer, nog maar 2 jaar bestaat.

Het onderzoek is tot een literatuurstudie gekomen vanwege het korte tijdsbestek. Het meten onderzoeken van verschillende emissie maatregelen is zeer relevant, maar kost veelal meer dan een jaar tijd. Wel zijn er veel praktijkproeven lopende, bijvoorbeeld concepten als 'koeien en kansen' hieruit beginnen voorzichtig de eerste conclusies te komen. Ook deze waardevolle praktijkresultaten zullen in de literatuurstudie worden gebruikt.

2.1 Zoekplan literatuuronderzoek

Het proces van een literatuuronderzoek bestaat in het begin van de studie vooral uit inventariseren van kennis over het onderwerp. Daarna is het zaak dat men zich voldoende in de stof verdiept en genoeg bronnen te vinden zijn die kunnen leiden tot het beantwoorden van de deelvragen en uiteindelijk de hoofdvraag. Om waardevolle bronnen te verkrijgen moet er gericht en efficiënt gezocht worden met behulp van de juiste zoekmachine, de zoekmachines die het meest gebruikt zijn Google Scholar en de Greeni-catalogus.

De belangrijkste trefwoorden waarop is gezocht voor de literatuurzoektocht zijn onder andere voor Engelstalige bronnen "nitrogen efficiency dairy cow", waarbij deze zoekterm al gelijk veel waardevolle bronnen opleverde met kennis die een verrijking zijn voor deze literatuurstudie. Verder op "ammonia emission dairy cow" en "dairy barn system emissions". De bronnen die deze zoekterm opleverde zijn gebruikt om kennis op te doen over de effecten van de huidige stalsystemen op de totale ammoniakemissie van een melkveebedrijf.

Nederlandse bronnen zijn voor deze literatuurstudie zeer waardevol, ook omdat het 'stikstofprobleem' dat Nederland kent zich niet afspeelt in landen elders dan in Nederland. Hiervoor is ook op google gezocht naar zowel wetenschappelijke als populairwetenschappelijke bronnen, hiervoor zijn bij de populairwetenschappelijke bronnen zoektermen gebruikt zoals 'stikstofuitstoot landbouwsector' en 'stikstofcrisis'. Bij de wetenschappelijke bronnen is er gezocht op 'melkveehouderij rantsoenen' deze bronnen zijn vooral gebruikt om de probleemstelling objectief te beschrijven voor Nederlandse wetenschappelijke bronnen is de zoekterm 'ammoniakemissie voermaatregelen' gebruikt.

2.1.1 In- en Exclusiecriteria

Voor deze literatuurstudie is gebruik gemaakt van de volgende inclusiecriteria:

Inclusiecriteria:

- De gebruikte artikelen zijn bij voorbaat peer- reviewed. Tweede keus is het gebruiken van niet- wetenschappelijke bronnen als het aanbod beperkt is, deze worden dan wel gecontroleerd door verschillende bronnen te zoeken die beide hetzelfde melden.
- Voor de wetenschappelijke artikelen is gezocht op recente artikelen (<10 jaar oud).
- De artikelen zijn voldoende relevant aan het onderwerp, het mag dus geen 'zijtak' zijn waarbij in het artikel van de hoofdzaak wordt afgeweken. Dus geen artikel dat in het beginsel over een ander onderwerp gaat.
- Voor de diepgang zijn zowel wetenschappelijke als, niet- wetenschappelijke bronnen gebruikt

Exclusiecriteria

- Studies die betrekking hebben voeding bij andere landbouwhuisdieren dan runderen.
- Bronnen ouder dan 10 jaar met betrekking tot stalsystemen.
- Studies die geen rekening houden met de langetermijneffecten van de werkwijze.
- Veevoedingsstudies die geen rekening houden met de gevolgen voor milieu emissie.
- Studies die niet over stikstofbenutting op landbouwpercelen gaan, dus geen sportvelden

2.1.2 specificatie per deelvraag

Qua zoekmachines worden verschillende zoekmachines gebruikt voor zowel de wetenschappelijke artikelen als de internationale artikelen. De zoekmachine Greeni wordt gebruikt, welke via het online schoolplatform is aangereikt, maar Google Scholar helpt ook in de zoektocht naar bruikbare literatuur. De belangrijkste criteria waar mee wordt beslist of literatuur wel of niet gebruikt is, wordt gebaseerd op bruikbaarheid van de bronnen. De bron moet vooral inhoudelijk van voldoende kwaliteit (zie in- en exclusiecriteria) zijn om zo aan kennis te komen over het terugdringen van ammoniakemissie van een melkkoe.

Voor de deelvraag: "Hoeveel effect hebben de huidige maatregelen die stikstofuitstoot terugdringen op stikstofreductie?" zijn goede zoekadressen bijvoorbeeld overheidsinstanties als het RIVM en het CLO. Deze instanties houden zich namelijk bezig met het in kaart brengen van de genomen maatregelen en het meten van omgevingskwaliteit (lucht en water). Ook de WUR heeft vele interessante onderzoeken gedaan naar het effect van reeds genomen maatregelen omtrent bijvoorbeeld mestbeleid.

Specifiek wil de auteur zich concentreren op de maatregelen die doorgevoerd zijn voor de melkveesector, te weten vanaf de periode waarin de veehouderij zich heeft opgeschaald en waarbij de eerste wetten werden doorgevoerd (de jaren 70) tot de huidige tijd. Zoektermen die hierbij horen zijn bijvoorbeeld: “mestwetgeving” en “mestbeleid landbouw”, maar ook combinaties met deze trefwoorden zoals “mestwetgeving landbouw”

Voor de deelvraag: “Op welke wijze kan rantsoenoptimalisatie bijdragen aan het verlagen van stikstofuitstoot?” zijn meer dan voldoende recente wetenschappelijke bronnen te vinden, er is in het verleden namelijk veel onderzoek gedaan naar voeding bij melkkoeien, ook zijn er voldoende onderzoeken omtrent uitstoot van landbouwhuisdieren te vinden middels de zoekterm “dairy cattle emissions” en “dairy cattle nutrition” en “nitrogen efficiency dairy cattle”. Maar ook combinaties met deze trefwoorden zoals “Nitrogen emissions dairy” en “efficiency cattle nutrition”.

Bij de deelvraag: “Op welke wijze kan huisvesting, bewust grondgebruik en betere bemesting bijdragen aan het verlagen van stikstofuitstoot?” ligt de focus op zowel beschikbare praktijkresultaten die gezocht worden met behulp van de zoektermen zoals “ammoniakemissie bemesten” en “koeien en kansen praktijkresultaten”. Ook voor een gedegen theoretische onderbouwing zijn zoektermen als “Stikstof efficiëntie gewassenteelt” en “nitraatuitspoeling landbouw” en combinaties met deze trefwoorden als “nitraatuitspoeling gewassenteelt” onmisbaar, Engelstalig zijn bronnen verkrijgbaar door zoektermen te gebruiken als “nitrogen emissions barn systems”, “nitrogen losses maize” en “nitrogen efficiency forage crops”. Deze termen leveren veel waardevolle bronnen op over optimale stikstofbenutting en minimale verliezen bij gewassenteelt, dus minder stikstofuitstoot.

Voor de deelvraag: “Wat is het effect van het verlagen van het aandeel eiwit in het rantsoen op de melkproductie?”, waarbij het eveneens om het beperken van emissie draait, worden de zoektermen “dairy cattle emissions”, “dairy cattle nutrition”, “nitrogen efficiency dairy cattle” wederom gebruikt, omdat hiermee een breed scala aan informatie te vinden is.

Voor de deelvraag: “Wat zijn de netto kosten van een lager aandeel eiwit in het melkveerantsoen?” wordt gebruik gemaakt van de zoektermen ‘voerkosten melkvee’ en ‘eiwitbenutting melkvee’. Deze zoektermen leveren bronnen op die zeer interessant zijn omtrent het kostenplaatje van het ‘scherp’ op de norm voeren en dus het voeren met maximale benutting en rendement.

3 Resultaten

3.1 Effecten reeds genomen maatregelen

Er zijn in de landbouw al veel maatregelen genomen die positief effect hebben gehad op de daling van de stikstofuitstoot van de landbouwsector. Het is belangrijk om inzicht te krijgen in hoeveel effect deze maatregelen hebben gehad de afgelopen jaren. De overheid ziet hier ook op toe middels metingen en controles in de praktijk. Het is immers niet de bedoeling om maatregelen op te leggen die geen meerwaarde hebben wat betreft daling van ammoniakuitstoot en daarmee het verbeteren van de algehele staat van de Nederlandse natuur. In figuur 9 is de totale stikstof emissie van de gehele dierhouderij sector in Nederland beschreven over de afgelopen jaren.



Figuur 9: (Stikstofuitstoot per sector, RIVM, 2019)

Belangrijke oorzaken van de daling van de stikstofuitstoot zijn onder andere de daling van het aantal dieren dat gehouden wordt en maatregelen om ammoniakemissie te terug te dringen tijdens het bemesten en vanuit huisvesting van landbouwhuisdieren. Figuur 9 laat zien dat de uitstoot van de landbouwsector de laatste 30 jaar al meer dan gehalveerd is. Het verkeer en de industrie hebben dit ook bereikt, maar deze sectoren halen niet de hoeveelheden reductie die de landbouwsector heeft gehaald (resp. 60 miljoen kg uit verkeer en 43 miljoen kg uit industrie tegenover 183 miljoen kg uit de landbouwsector).

Het verkeer heeft de stikstofdaling vooral mogelijk gemaakt door betere roetfilters en katalysatoren, moderne toepassingen hiervan zijn bijvoorbeeld een AdBlue-systeem op een dieselmotor van bijvoorbeeld een vrachtauto. Hierdoor worden schadelijke stikstofoxiden (NO_x) gebonden tot stikstof (N_2), wat een aanzienlijke milieu winst oplevert, ook de industrie heeft haar steentje bijgedragen door middel van het filteren van schoorsteengassen.

3.1.1 Inventarisatie van reeds genomen maatregelen in de melkveehouderij

Afgelopen decennia zijn voor de melkveehouderij verschillende maatregelen opgenomen in de wetgeving die, ook volgens figuur 9, hebben geleid tot een sterke daling van de ammoniak uitstoot van de veehouderij. Technieken die hieraan hebben bijgedragen zijn onder andere de bij nieuw te bouwen stallen verplichte emissiearme vloeren (figuur 10), waarbij ammoniak niet vanuit de mestkelder naar de buitenlucht kan ontsnappen.

Maar ook de inmiddels bekende zodenbemester (figuur 11) waarbij de dierlijke mest geïnjecteerd wordt in de graszode en niet zoals voor deze maatregel volvelds over het land werd verspreid. Hierdoor blijkt uit metingen (figuur 12) dat de mest minder kans krijgt om ammoniak te emitteren naar de buitenlucht, omdat de mest tussen de wortels van het gras wordt gebracht. Het resultaat hiervan is een emissiereductie van 60 tot 70% ten opzichte van bovengronds mest uitrijden. Dit onderwerp komt in de deelvraag over grondgebruik en bemesting uitgebreid aan bod.



Figuur 10: Emissiearme vloer (HCl beton, 2020)



Figuur 11: Mest injecteren met een zodebemester (eigen foto)

	Effect
Ammoniakemissie	Aanzienlijke afname: 60 - 70%
Effect op broeikasgasemissie (lachgas en koolstofdioxide)	Toename van 1% t.o.v. de totale Nederlandse broeikasemissie
Uit- en afspoeling stikstof	Alleen geringe toename in de 90'er jaren
Geurhinder	Afname
Stikstofdepositie	Afname met 10 - 25%
Effecten op bodemstructuur	Niet duidelijk aangetoond
Effecten op bodemleven	Niet duidelijk aangetoond
Effecten op weidevogels	Niet duidelijk aangetoond

Licht-/donkergroen = gering/aanzienlijk positief effect, lichtrood = gering negatief effect, grijs = niet eenduidig/niet aantoonbaar

Figuur 12: Effecten van emissiearm mest uitrijden versus bovengronds bemesten (PBL, 2009)

Figuur 12 haalt de resultaten van een door de Nederlandse overheid uitgevoerde studie aan waarin het effect van het gebruik van de zodebemester is onderzocht in vergelijking met het in het verleden gebruikelijke bovengronds bemesten. Te zien is dat zoals eerder vermeld aanzienlijke emissiewinsten worden behaald, tot wel 70 % minder ammoniak bij gunstige omstandigheden. Het is bekend (Powell, 2011) dat omgevingsfactoren veel invloed hebben op de hoeveelheid ammoniak die vrijkomt bij het bemesten, zo zijn de omgevingstemperatuur en de hoeveelheid zonlicht belangrijke factoren. Ook speelt het een rol of er wel of geen water is toegevoegd aan de mest.

Gewaardeerde praktijkkennis bronnen voor agrariërs (vakblad Grondig, 2017) nemen deze onderzoeken dan ook over, zo wordt er geadviseerd om geen drijfmest uit te rijden bij een temperatuur van boven de 25 graden en om in de zomer standaard water bij de drijfmest toe te voegen.

Volgens figuur 12 zijn er geen noemenswaardige aantoonbare nadelen aan het gebruiken van een zodebemester. Op veengrond zou de draagkracht verslechteren en de bodem sneller dalen door het snijden in de zode, op deze gronden mag daarom nog een sleepvoetbemester gebruikt worden, mits de drijfmest verdund is met water.

3.2 Voermaatregelen ten behoeve van stikstofreductie

Door de melkkoe efficiënt en in balans te laten produceren, zal een melkkoe per kg melk minder stikstof uitstoten, ook zal de koe in haar totaliteit minder stikstof uitstoten. De uitstoot van ammoniak is te verminderen door het eiwitgehalte in het totaalrantsoen te verlagen en zuinig om te springen met het voeren van eiwit aan de koe. Het is ook mogelijk om op pensniveau voldoende energie toe te voegen zodat het beschikbare en aangemaakte penseiwit goed benut kan worden. In de pens dient de Onbestendige Energie Balans (OEB) dus niet te hoog te zijn om tot een lage uitstoot te komen (Savari et al., 2018).

De OEB is de verhouding tussen eiwit en energie in de pens, wanneer deze aan elkaar gelijk is treden er geen of weinig verliezen op in de vorm van uitscheiding van onbenutte stikstof via de mest en urine. Door op pens niveau in de melkkoe het eiwitoverschot (OEB) niet te groot te maken, gaat er minder voereiwit verloren in de vorm van ureum. De koe scheidt namelijk het overtollige pens eiwit in de vorm van ureum (NH₃) vanuit de pens, via de lever en de nieren weer uit in de urine, wat direct tot meer emissie leidt. Het OEB-gehalte is op twee manieren te beïnvloeden: door minder eiwit op pensniveau te voeren, of door meer energie op pensniveau te verstrekken waardoor het vrijkomende pens eiwit goed wordt benut.

Het kengetal voor de stikstofbenutting van een melkkoe is de omzetting van voereiwit naar melkeiwit, hierbij kijkt men naar de hoeveelheid aan stikstof die de koe binnenkomt via het voer en naar de hoeveelheid nuttige stikstof die de koe heeft omgezet in melkeiwit. Deze stikstofbenutting ligt tussen de 25 en 35% en is sterk afhankelijk van het rantsoen en productieniveau van de koe (Duinkerken, 2011). Een praktisch handvat voor de veehouder om zelf te 'sturen' op een gunstige OEB-gehalte in het rantsoen, is het ureumgehalte in de tankmelk, wat vaak elke melkleverantie bepaald wordt door de zuivelfabrikant. Dit blijkt uit onderzoek een zeer geschikte graadmeter voor emissiereductie (Smits, 2001).

Nederlandse rantsoenen bevatten over het algemeen niet onnodig veel voereiwit. Het rantsoen is vaak afgestemd op de behoefte van de koe (haar productie + onderhoud) inclusief een veiligheidsmarge. Deze veiligheidsmarge is ingebouwd om schommelingen van het eiwitgehalte in de pens op te vangen, hoeveel eiwit er gevoerd of bijgevoerd dient te worden, hangt af van het basisrantsoen en de voervoorraad van de veehouder. Zo zijn er in Nederland verschillende typen rantsoenen en bedrijven: grasrantsoenen met veel (weide)gras, rantsoenen die ongeveer voor ongeveer 50% uit gras en 50% uit mais bestaan en rantsoenen waar het aandeel mais groter is dan het aandeel gras.

Dit heeft gevolgen voor de behoefte aan extra eiwit. Bij een rantsoen wat bijna volledig uit gras bestaat, is er weinig behoefte aan extra eiwit maar vooral behoefte aan energie (Duinkerken, 2011), al dan niet uit krachtvoer. In deze rantsoenen is het eiwitgehalte vaak hoog in het rantsoen tezamen met het OEB-gehalte en het ureum gehalte van de melk. Bij een rantsoen wat veel snijmais bevat (≥50%) is vooral veel energie aanwezig uit zetmeel. Vaak is alleen het gras in het rantsoen niet voldoende om genoeg eiwit te verstrekken, hierdoor wordt er naar behoefte vaak eiwitrijk voer zoals bierbostel of soja bijgevoerd, met als gevolg een OEB- gehalte wat scherp op de norm is (rond de 100).



Figuur 13: Uitleg eiwit maatregel door RVO, (RVO,2019)

De Nederlandse overheid heeft momenteel een maatregel voor ogen waarbij het ruwe eiwit per kg diervoeder is begrensd, dit gaat in per 1 september. Concreet houdt deze maatregel in dat er per 1 sept krachtvoer meer voorradig mag zijn dat een ruw eiwitgehalte heeft van boven de 190 (op zandgrond), op veengrond is dit 160 en op kleigrond is dit 180. Figuur 13 geeft inzicht over hoe de Nederlandse overheid voor ogen heeft om de eiwit maatregel door te voeren. Ook legt zij uit dat er goed op te handhaven is door de NVWA, omdat voerleveranciers verplicht zijn om voederwaarden, dus ook onder andere eiwitgehalten te vermelden op de aflever bon, dit kan ook digitaal.

Als het bijvoorbeeld in artikelen over de eiwitmaatregel gaat (RTL,2020) wordt vaak gesproken over het eiwitgehalte van het voer en nauwelijks over het OEB- gehalte van het totaalrantsoen. Dit komt vooral door de maatregel die concreet een maximum stelt aan het ruw eiwitgehalte in het krachtvoer. Anderzijds zou een meer werkbare maatregel zijn om OEB-gehalte van het rantsoen te begrenzen, omdat hiermee de ondernemer in staat blijft om zijn rantsoen zelf te “finetunen” met een eiwitrijk product, dit is vooral van toepassing op bedrijven die veel energie in het basisrantsoen hebben (bedrijven die veel mais voeren). Op deze bedrijven heeft de huidige voermaatregel de meeste impact, omdat men nu niet meer in staat zou kunnen zijn om alleen via gras en bierbostel de koeien genoeg eiwit te kunnen voeren. Op deze bedrijven (KNMvD, 2010) zal met de huidige voermaatregel sneller een eiwittekort in het rantsoen ontstaan dan op bedrijven die veel gras voeren.

RVO geeft aan dat het beginsel van de maatregel is dat koeien zowel op gezondheid als op productieniveau geen negatief effect van de maatregel mogen hebben. De KNMvD, de belangrijkste landelijke vereniging voor dierenartsen, trekt dit in twijfel en schreef in haar statement dat 70% van de aangesloten dierenartsen gezondheidsproblemen bij melkvee verwacht door de voorgenen maatregel. (KNMvD, 2020)

Wanneer de koeien op stal staan, kan eenvoudig op het eiwitgehalte in het voer gestuurd worden door de ondernemer, omdat in tegenstelling tot bij beweiden de ondernemer precies weet hoeveel de koeien eten. De veehouder is gebaat bij een goede eiwitbenutting, immers is onbenut voereiwit, vaak krachtvoer wat een veehouder duur moet aankopen. Bij het managen van het eiwitgehalte in het rantsoen is het raadzaam om vooraf het ruwvoer te bemonsteren, wanneer dit niet mogelijk is kan eventueel achteraf aan de hand van het melkureum gehalte gestuurd worden met de hoeveelheid eiwit in het rantsoen, wanneer dit tussen de 15 en 20 schommelt kan men nog steeds spreken van een redelijk goede stikstofbenutting. Het belangrijkste kengetal voor stikstofbenutting is het percentage melkeiwit wat is gevormd uit het opgenomen voereiwit.

Om ook bij weidegang tot een goede stikstofbenutting te komen, zijn enkele opties mogelijk: bijvoorbeeld het vee laten inscharen in wat langer gras, waarin het eiwit is verdund per kg droge stof, of de koeien op stal veel energierijk voer bij te voeren. Als laatste is het nog mogelijk om het krachtvoer aan te passen waarbij het krachtvoer een hoge energiewaarde krijgt, om het eiwit overschot op pens niveau te verminderen. Hierin liggen nog mogelijkheden om de eiwitbenutting te verbeteren voor veehouders die veel aan weidegang doen. Gemiddeld is de eiwitbenutting van een melkveebedrijf dat 720 uur of meer weidt rond de 27%. Er is veel vakmanschap en aandacht nodig om een hogere eiwitbenutting te realiseren. Zo realiseert deelnemer Joris Buijs van Koeien en Kansen een eiwitbenutting van 31 % (Koeien en Kansen, 2020), dit doet hij door onder andere deze bovengenoemde maatregelen te implementeren op zijn bedrijf.

Een andere mogelijkheid om via het voerspoor maatregelen te nemen, is bijvoorbeeld een vinding als die van fabrikant DSM, vervaardiger van veevoeradditieven. Waarschijnlijk zal dit bedrijf met de overheid in zee gaan om zodoende de Nederlandse melkveehouder dit additief in het rantsoen op te laten nemen. Deze maatregel zal samen met de maatregel die het eiwitgehalte in het krachtvoer op een maximum stelt onderdeel worden van de overkoepelende 'voerspoor' maatregelen die de veehouderijsector zullen helpen om de stikstofuitstoot te verlagen. Echter is het de vraag wie de rekening krijgt voor het voedermiddel.

In figuur 14 is de werking van het additief beschreven, zoals de figuur laat zien helpt het additief bij de vertering en opname van eiwit in het dier, hierdoor gaat er minder verloren en wordt het eiwit beter benut. Het belangrijkste bestandsdeel van het additief zijn enzymen die het voereiwit beter beschikbaar maken voor het dier. Concreet betekent dit dat peptideketens worden verkort waardoor er aminozuren ontstaan die de koe makkelijker kan omzetten naar melkeiwit. Vooral bij varkens wordt een grote winst geboekt.



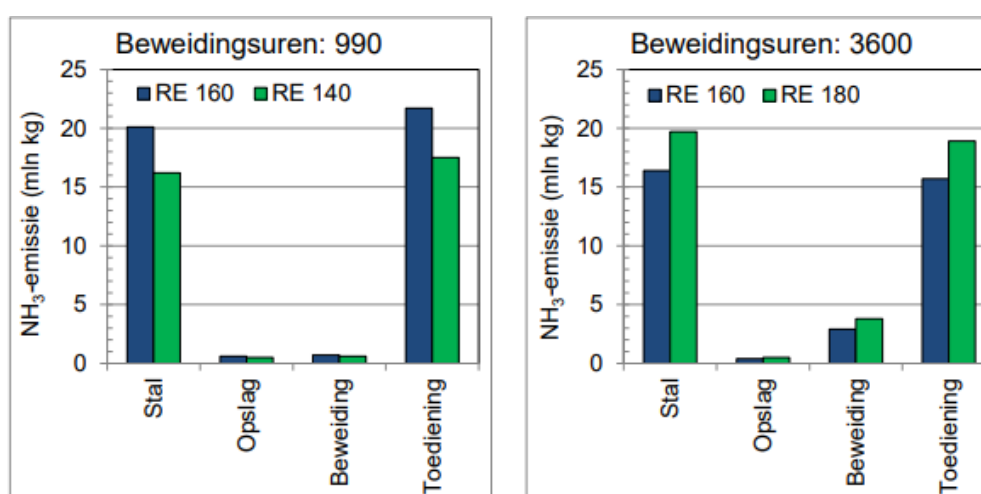
Figuur 14: Werking voeradditief (DSM, 2019)

3.3 Stikstofreductie door huisvesting

Na de voerspoor- maatregelen en de al bestaande maatregelen besproken te hebben, rest nog de taak om te oriënteren op gebieden als huisvesting van het melkvee, het grondgebruik en bodembeheer en de bemestingsstrategie. In de toekomst zou de melkveesector nog veel winst kunnen behalen met nieuwe huisvestings- en bemestingstechnieken om de uitstoot van melkvee terug te dringen, zonder dat dit ten koste gaat van dieren aantallen op een melkveebedrijf. Hierna volgen enkele voorbeelden van de laatste ontwikkelingen die zeker van belang kunnen zijn voor de terugdringing van stikstofuitstoot in de melkveesector. Algemeen het economisch verantwoord om het ontstaan van ammoniakemissie te voorkomen dan achteraf lapmiddelen te gebruiken.

Een voor de hand liggende oplossing zou het toepassen van weidegang zijn, NH_3 wordt bij melkvee gevormd wanneer mest en urine met elkaar in contact komen en reageren. In de weide tijdens het grazen 'poept' een koe nooit op dezelfde plek als waar ze 'plast'. Hierdoor ontstaat een aanzienlijke ammoniakreductie (Groenkennisnet, 2018) het reductiepercentage van weiden is niet met zekerheid te zeggen, omdat dit rantsoen afhankelijk is. Wel is het zaak om zoveel mogelijk op het OEB-gehalte te letten, dat bij weiden erg hoog kan zijn.

Een hoog OEB- gehalte zorgt namelijk weer voor een hoog ureum gehalte in de melk en in de mest, waarbij dit van de winst op ammoniak uitstoot af zou gaan die men in de wei zou halen. Volgens een studie van de WUR, figuur 15, is het zelfs mogelijk om bij het toepassen van maximale weidegang (>1000 uur) mogelijk om 50% ammoniakreductie te realiseren, dit is alleen het geval als het ruw eiwitgehalte over het totale rantsoen niet hoger dan 160 is. In de figuur is de ammoniakemissie over de hele Nederlandse veestapel weergegeven in miljoenen kilogram. Realistisch is volgens de WUR (WUR, 2018) een reductie van 5- 10 % (bij 720 uur weiden).



Figuur 15: Ammoniakemissie ten opzichte van beweidingsuren en eiwit- gehalte (WUR, 2018)

Bovenstaande gegevens zijn van toepassing op een bedrijfsvoering waarbij veel (weide)gras in het rantsoen is opgenomen, vooral het gegeven om op rantsoensniveau niet meer dan 160 gram ruw eiwit per kg droge stof te voeren is een uitdaging voor deze bedrijfsgroepering, omdat bij bedrijven met een groot aandeel of met bijvoorbeeld 35% snijmaïs in het rantsoen het voereiwit over meer voer wordt verdeeld (verdunding met energierijk voer) en zo het ruw eiwit van het rantsoen per kg droge stof daalt. Vooral voor bedrijfsgroepen die energierijk voeren zou op het gebied van ammoniak emissie het weiden erg gunstig zijn, wat ook uit de figuur blijkt. Dit komt omdat er vanuit zowel het rantsoen (lage OEB) als de huisvesting weinig ammoniakvorming optreedt.

Verder valt in figuur 15 op dat de aspecten opslag en toediening ook zijn weergegeven, de emissie bij toediening is lager, omdat er immers minder mest in de opslagen komt, waardoor er minder mest beschikbaar is om op het land uit te rijden en hierdoor de emissiepijler toediening dus significant minder is bij 3600 uur weiden. Ook zal er minder ammoniak uit de mestkelders ontsnappen, omdat die niet gevormd kan worden doordat bij veel weiden de meeste mest en urine in de weide terecht komt.

Een ander concept voor het terugdringen van ammoniak in de melkveehouderij is het wassen van de stallucht. Dit is een systeem waarvan wetenschappelijk bewezen is dat het de ammoniak uit de stallucht 'wast' via een zure oplossing waardoor de lucht heen geforceerd wordt, hierbij ontstaat schone lucht en spuiwater wat als stikstofkunstmest gebruikt mag worden. Er is al geëxperimenteerd met luchtwassers in melkveestallen en dit blijkt goed mogelijk, echter ontsnappen er doorgaans meer gassen uit een melkveestal dan uit een afgesloten varkensstal met luchtwassers, welke volledig dicht is. Er wordt namelijk vaak met een tractor over de voergang gereden waarbij een deur open moet. In figuur 16 is een luchtwasser op een melkveestal te zien. Door de lucht te wassen zou de emissie per koe per jaar van 13 kilo ammoniak theoretisch dalen naar 3 kilo ammoniak. (Hanskamp agri, 2019)



Figuur 16: Luchtwasser op een melkveestal (RVO, 2017)

Een belangrijke ontwikkeling op huisvestingsgebied waar veel potentie in zit, is het zogenaamde Koetoilet, wat in de krachtvoer box de koe stimuleert om te plassen door op een plek te wrijven tussen het uier en de staart, waarbij een plasreflex wordt geprikkeld. Hierna urineert de koe en wordt deze afgevoerd zodat de urine niet bij de mest in de mestkelder kan komen. In figuur 17 is het principe te zien van het Koetoilet. Het Koetoilet is echter nog een concept, maar het biedt veel kansen om ammoniakuitstoot van melkvee terug te dringen in de toekomst, doordat mest en urine vroegtijdig gescheiden wordt.

Het stalsysteem dient echter wel aangepast te worden, de mest zal nu dikker zijn en dient met zware mestschuif afgevoerd te worden op een dichte vloer, er kan eventueel stro of zaagsel als diepstrooisel box gebruikt worden, het restant van dit proces is urine (N-bemesting grasland) en vaste mest met veel organische stof (bouwland). Hoeveel besparing er mogelijk is, is nog niet bekend, men verwacht op korte termijn de eerste officiële resultaten en de fabrikant wil alvorens nog geen uitspraken doen (*Hanskamp agri, 2019*), verwacht is een emissie van 6 kg ammoniak per dierplaats per jaar tegenover 13 kg bij een traditionele roostervloer.

Het is belangrijk dat de wetgever zich ook kan vinden in dit initiatief, wanneer de gesepareerde urine door de overheid erkend kan worden als 'kunstmest' kan de ondernemer dit op het eigen bedrijf gebruiken. Hierdoor zet men de kunstmestindustrie en daarmee veel NO_x uitstoot die vrijkomt bij de productie van kunstmest buitenspel. Concrete emissiebesparingen ontbreken nog en onderzoeken door de regering zijn nog lopende, de fabrikant laat op haar website weten dat emissiereducties naar verwachting vergelijkbaar zijn met luchtwassers, luchtwassers realiseren 4 kg ammoniak per dierplaats per jaar bij opstallen. Ook hoeft de ondernemer minder mest af te voeren, als dat het geval is, omdat nu de volledige stikstofruimte benut mag worden met eigen geproduceerde mest. Wat dus (*Hanskamp agri, 2019*) twee keer tot een geldbesparing leidt.



Fig 17: Koe plast in het Koetoilet

Bron: Hanskamp agri, (2019)



Figuur 18: Opgevangen urine als meststof

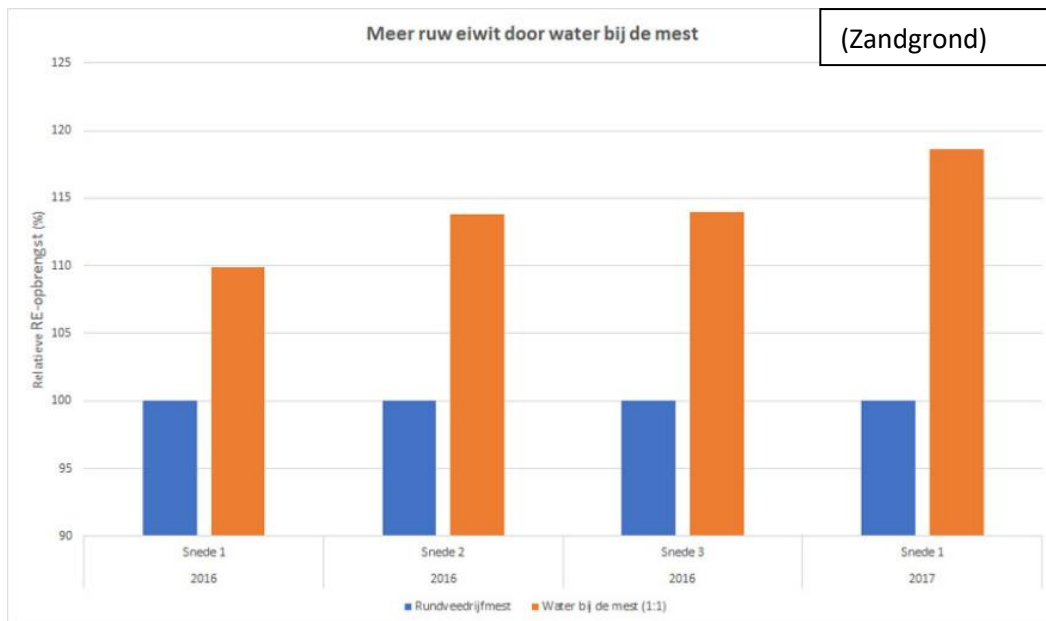
3.4 Stikstofreductie door zorgvuldige bemesting

De stikstofuitstoot van de melkveesector kan door middel van zorgvuldige bemesting dalen. In deze paragraaf wordt dit verder toegelicht. Het doel van bijvoorbeeld graslandbemesting met drijfmest is om ervoor te zorgen dat de aangebrachte stikstof en fosfaat uit de drijfmest (nutriënten die niet door de koe zijn benut voor de productie van melk en vlees) maximaal wordt omgezet in ruw eiwit in het gras. Om ervoor te zorgen dat zoveel mogelijk stikstof door de grasplant wordt benut zijn meerdere factoren belangrijk.

De meest belangrijke factor voor een maximale benutting zijn de weersomstandigheden waarbij drijfmest wordt uitgereden (Sonneveld et al., 2008). Hierbij moet men zich concentreren op meerdere aspecten: Ten eerste de vervluchtiging, tijdens het bemesten is het van wezenlijk belang dat de zon niet te fel schijnt en de omgevingstemperatuur niet te hoog is (<15 graden) voor een maximale efficiëntie van ammoniakale stikstof. Er is namelijk sprake van veel vervluchtiging van ammoniak bij het drijfmest aanwenden onder warme omstandigheden met veel zonlicht, tot wel 30% meer ammoniakemissie ten opzichte van bemesten onder gunstige omstandigheden. Ten aanzien van het beperken van stikstofuitstoot is dit dus niet wenselijk.

Een ander aspect om rekening mee te houden is de verwachting op regen. Water (hemelwater of desnoods uit een beregeningsinstallatie) helpt aanzienlijk om vervluchtiging van ammoniak tegen te gaan, ten eerste vloeit de mest die met de tegenwoordig verplichte zodebemester is uitgereden beter in de sleuven van de bemester. Daarnaast wordt de in feite te hoge concentratie mest op het kleine oppervlak (de sleuf van de bemester waar de mest zeer geconcentreerd op elkaar ligt) verdund en ingeregend in de bodem. Water toevoegen (2 delen mest met 1 deel water) geeft een emissiebesparing van 15% (WUR, 2018) ten opzichte van het uitrijden van pure drijfmest onder dezelfde omstandigheden.

Door deze verdunning vindt naast een zeer gunstig effect van minder vervluchtiging ook een ander groot voordeel plaats: de mest wordt dunner en vloeit daardoor door naar de wortels van het gras, waar het sneller en beter opgenomen kan worden door de verdunde concentratie in combinatie met de beschikbaarheid van voldoende vocht. In figuur 19 is te zien dat er een significant hogere ruw eiwit opbrengst (ruim 10% méér per maaisnede) ontstaat na het toevoegen van water aan drijfmest, als gevolg van een betere stikstofbenutting. Dit rechtvaardigt op economisch vlak ook de extra kosten van het water toevoegen, immers wordt per hectare bij 3000 kg d.s. al 48 kg ruw eiwit meer gewonnen, wat de potentie heeft om 100 kg soja te vervangen (à €39).



Figuur 19: Stikstofbenutting verschillende aanwendungsmethodes (vakblad Grondig, 2017)

Het tweede aspect waarmee men rekening mee dient te houden is een goede omzetting meststoffen door de bodem. Dit vraagt om een goede bodemgezondheid met een juiste pH-waarde (zuurtegraad), alleen bij een juiste zuurtegraad van de bodem kunnen meststoffen optimaal worden opgenomen door de plant (figuur 21).



Bij pH 5,5 – 6 beste beschikbaarheid mineralen



Figuur 20: op peil houden pH-waarde van de bodem met kalk Figuur 21: Beschikbaarheid Nutriënten (Duinkerken, 2019)

Wanneer de pH-waarde van de bodem juist is en het gewas gedijt in een luchtige gezonde bodem, zullen meststoffen zoals stikstof en fosfaat maximaal beschikbaar zijn voor de plant. Ook dit is wederom belangrijk voor het beperken van emissie. Zo worden toegediende meststoffen namelijk opgenomen door de plant en blijven ze niet achter in de bodem, met een extra risico op uitspoeling tot gevolg. Een voorwaarde voor een goede stikstofbenutting op bodemniveau, is de bodemtemperatuur, dit speelt vooral bij gras- en bouwland in het voorjaar. Bij gras- en bouwland (vakblad Grondig, 2017) dient de bodemtemperatuur minimaal 8 graden te zijn.

Er is door de Nederlands overheid een beperking gesteld op basis van de jaarkalender wanneer er drijfmest mag worden uitgereden op gras- en bouwland (RVO, 2020). Deze data geven dan de uitersten aan wanneer er begonnen mag worden met bemesten en wanneer er moet worden gestopt, toch is de praktijk ieder jaar anders. Zo is komt het Nederland, zoals bijvoorbeeld in 2018 niet zeldzaam voor dat er een erg koud voorjaar heerst, wanneer de bodemtemperatuur onder 8 graden is, zullen graswortels nog niet van start gaan. Voor een optimale benutting is het dus noodzakelijk dat de bodemtemperatuur hoog genoeg is (hoger dan 8 graden), waardoor de wortels en het bodemleven weer actief zijn en de meststoffen om kunnen zetten voor het gewas, met oog op het voorkomen van uitspoeling (Histrov, 2009).

Eerder werd bodemgezondheid al besproken, hierbij hoort ook voldoende lucht in de bodem en het voorkomen van een storende laag in de bodem. Dit aspect komt bij grondgebruik verder aan de orde. Een bodem waar de lucht uit is gereden krijgt namelijk ook geen kans om mineralen om te zetten.

3.4.1 Emissiebesparing door regionale, duurzame meststoffen

Een laatste oplossing om de totale stikstofuitstoot van de melkveehouderij te laten dalen op bemestingsgebied is het inzetten op het gebruik van regionale, organische (kunst)meststoffen. Het is bekend dat er op boerenbedrijven in intensieve regio's als bijvoorbeeld Brabant vaak meer mest op het bedrijf aanwezig is dan er volgens de wet op de in gebruik genomen percelen kan worden geplaatst (Brabant.nl, 2020). Gevolg is dat een ondernemer de resterende mest moet afvoeren, wat vaak grote transportkosten met zich meebrengt.

Ook hebben deze ondernemers een zogenaamde 'stikstofruimte' om op hun landerijen te gebruiken, er is een maximum gesteld (230 kg N uit dierlijke mest bij derogatie) voor het gebruik van dierlijke mest, dit mag aangevuld worden met vaak tot ongeveer 380 kg N per hectare op jaarbasis. In de volksmond heet dit de 'kunstmestruimte'. Wanneer een leek dit zou beoordelen, zou dit een merkwaardige situatie zijn: een ondernemer voert mest af, omdat dat volgens de meststoffenwet is verplicht, en koopt daarna kustmest om zijn gewassen van genoeg stikstof te voorzien.

De laatste jaren is echter ontwikkeling gaande die op dit laatste punt de melkveesector wederom minder stikstof kan laten uitstoten. Zo is het door nieuwe technieken mogelijk om dierlijke mest (varkens of melkvee mest) om te zetten naar organische kunstmest. In deze 'mestkraker' wordt allereerst de dikke fractie gescheiden van het vloeibare deel uit de drijfmest doormiddel van een zeefpers. De bestemming voor dikke fractie is óf regionale afzet, óf het wordt gehygiëniseerd afgevoerd naar het buitenland, met als voorwaarde dat de mest is verhit tot boven de 60 graden Celsius.

Waar het om gaat is dat de dunne fractie na het scheiden 'gekraakt' kan worden, dit wil zeggen dat de mineralen uit de dunne fractie geconcentreerd kunnen worden waardoor de restproducten schoon water en mineralenconcentraat zijn. Het eindproduct bevat per kuub 7 kg stikstof, 0 kg fosfaat en 8 kg kali. Kortom een kunstmestvervanger uit dierlijke mest die als kunstmest op de mestboekhouding komt. Momenteel is de mineralenconcentraat-pilot gaande die in 2015 is gestart, deze loopt tot 2021 en boeren kunnen zich vrij inschrijven (Verkooyen, 2020)

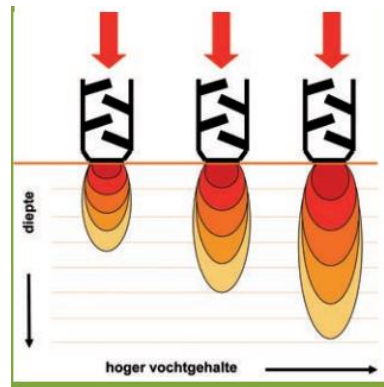
Tijdens de productie van kunstmest is veel aardgas nodig, zo schrijft Yara dat 7% van het Nederlandse aardgasverbruik afkomstig is van de kunstmestindustrie (Yara Benelux, 2017). In 2017 was het Nederlandse kunstmestverbruik 41 miljard m³. Hiermee zou Yara dus 2.87 miljard m³ aardgas gebruiken op jaarbasis. Bij het verbranden van 2870 miljoen m³ aardgas komt een aanzienlijke hoeveelheid NO_x vrij, aangezien deze kunstmest bestemd is voor landbouw, zou het haast ondenkbaar zijn dat dit nog wordt gedaan terwijl er voldoende mest beschikbaar is. Met dit aspect zou de agrarische sector veel NO_x en CO₂ kunnen besparen. De nutriënten heeft de melkveesector immers zelf op het bedrijf. Een ruwe schatting zou zijn dat zeker de helft van de kunstmest die in Nederland wordt gebruikt bestemd is voor de melkveesector, dit zou al 1435 miljoen m³ aardgas schelen.

3.5 Bewust grondgebruik

Bewust grondgebruik kan bijdragen aan het verminderen van stikstofuitstoot in de melkveesector. Onder bewust grondgebruik kan men onder andere het zuinig zijn op de bodemstructuur verstaan. Wanneer een bodem bijvoorbeeld door zware machines wordt verdicht (dit is afhankelijk van de draagkracht van de grond en de bodemdruk van een machine in kg per cm²) ontstaat er een storende laag (Histrov et al., 2009) in de grond (Histrov et al., 2009). Niet alleen zorgt dit voor een slechte afwatering en een verstoring van de bewatering van onderaf: ook kan de plant in een verdichte bodem minder goed of nauwelijks voedingsstoffen opnemen, omdat de wortels niet meer door de harde grond heen kunnen wortelen. Het resultaat hiervan is dat toegediende meststoffen kunnen uit- of afspoelen omdat ze niet benut kunnen worden. In figuur 22 is bodemverdichting aan het maaiveld te zien, in figuur 23 is te zien wat er in de ondergrond gebeurt.



Figuur 22: Bodemverdichting, optisch te zien



Figuur 23: bodemverdichting in ondergrond (agripres.be, 2020)

Een ander concreet hulpmiddel voor de melkveesector om stikstofuitstoot te verlagen is het verhogen van de bodemgezondheid middels organische stof. Vooral op zandgrond is het de laatste jaren gebleken dat voldoende organische stof in de bodem (>5% o.s. op zandgrond) niet alleen leidt tot minder stikstofuitspoeling (milieuemissie), maar ook bijdraagt aan het vasthouden van vocht in de bouwvoor. Hoeveel minder stikstof er uitspoelt door het verhogen van de organische stof is niet bekend, omdat dit afhankelijk is van onder andere jaarlijkse mestgiften (Histrov et al., 2009). Vooral bij kwetsbare planten zoals bijvoorbeeld nieuw ingezaaid grasland of jonge maïsplanten is voldoende vocht essentieel. Onder de droge en zware omstandigheden van de afgelopen jaren is een weerbare bodem met genoeg organische stof zeer wenselijk. Ook bij beregenen (Sonneveld et al., 2008) houdt deze grond het water beter vast.

Uitgevoerde onderzoeken (Sonneveld et al., 2008) wijzen uit dat voor een bodem die vitaal en weerbaar is, het bodemleven essentieel is. Zorgen voor een bodem met veel bodemleven is net als het zorgen voor voldoende organische stof geen gemakkelijke opgave. Het vereist veel discipline en vakmanschap (vakblad voor de bloemisterij, 2017) zo schrijft Gera van Os dat zij na verschillende onderzoeken erachter gekomen is dat een bodem met veel bodemleven alleen verkregen kan worden als de bodem niet verdicht is, voldoende organische stof bevat en er geen resten van gewasbeschermingsmiddelen aanwezig zijn. Blijvend grasland is dus bij uitstek een bebouwing die zich voor een gezonde bodem leent, er wordt namelijk minder geploegd en er wordt minder gewasbescherming gebruikt ten opzichte van andere teelten.

3.6 Het effect van minder eiwit in het rantsoen op de melkproductie

Om emissie te beperken is het belangrijk om te ondervinden of er met minder voereiwit in het rantsoen dezelfde melkproductie te realiseren is. Dit mag echter niet ten koste gaan van de gezondheid van de melkkoe en het eiwitgehalte van de melk (inkomsten van de veehouder). Het is theoretisch mogelijk om een OEB-waarde van 0 te voeren, echter gaat een tekort aan onbestendig eiwit ten koste van de melkproductie. Ook is het aandeel onbestendig eiwit in de pens niet altijd even gelijk, dit zorgt ook voor schommelingen aan het OEB-gehalte.

Daarom wordt er in de meeste rantsoenen een veiligheidsmarge aangehouden van 100 tot 150 OEB. Een hogere waarde kan als overbodig worden beschouwd en zal niet van meerwaarde zijn voor de productie (Savari et al., 2018), het geeft dan alleen meer emissie. Bovenstaande uitkomsten gelden voor alle bedrijfstypen en grondsoorten, omdat de streefwaarden op rantsoen niveau gelijk blijven. Voor veehouders die een hoog aandeel gras in het rantsoen hebben of veel aan weidegang doen zal dit een grotere uitdaging zijn dan voor intensieve bedrijven, door het grotere aandeel snijmaïs.

Het te verwachten productie-effect op de verschillende typen bedrijven zal echter wel anders zijn. Vooral bedrijven met een energierijk rantsoen zullen problemen ondervinden als de voorgenomen voermaatregel in werking treedt, deze problemen zullen ze alleen ondervinden als er een tekort ontstaat aan voereiwit. Wanneer dit gebeurt zal er gezocht moeten worden in een rantsoen aanpassing (Duinkerken, 2011) met eventueel minder energierijk voer in het rantsoen en meer grasproducten, op deze bedrijven heeft de voermaatregel, wat iets anders is dat het scherp op de norm voeren met iets minder onbestendig eiwit, dus wel effect. Op bedrijven met een groter aandeel gras in het rantsoen zal de eiwitbehoefte van de melkkoe wel gehaald kunnen worden en zal het productie-effect minder groot zijn wanneer de voermaatregel nageleefd moet worden.

Zoals eerder beschreven zijn geen nadelige gevolgen verbonden aan het voeren van minder eiwit aan melkkoeien, mits het eiwitgehalte in het rantsoen niet onder de veiligheidsmarge komt van ongeveer 100 OEB en over het gehele rantsoen het eiwitgehalte niet lager dan 150 ruw eiwit per kg droge stof wordt, om gezondheidsrisico's te voorkomen (Savari et al., 2018). Het eiwit in het totaal rantsoen kan dus rustig terug naar om en nabij de 100 OEB zonder dat dit gevolgen heeft voor de melk- en eiwitproductie, hiermee is wel een grote winst behaald, er zijn namelijk rantsoenen in omloop die op 400 OEB zitten met onnodig veel ammoniakuitstoot door onbenut onbestendig eiwit.

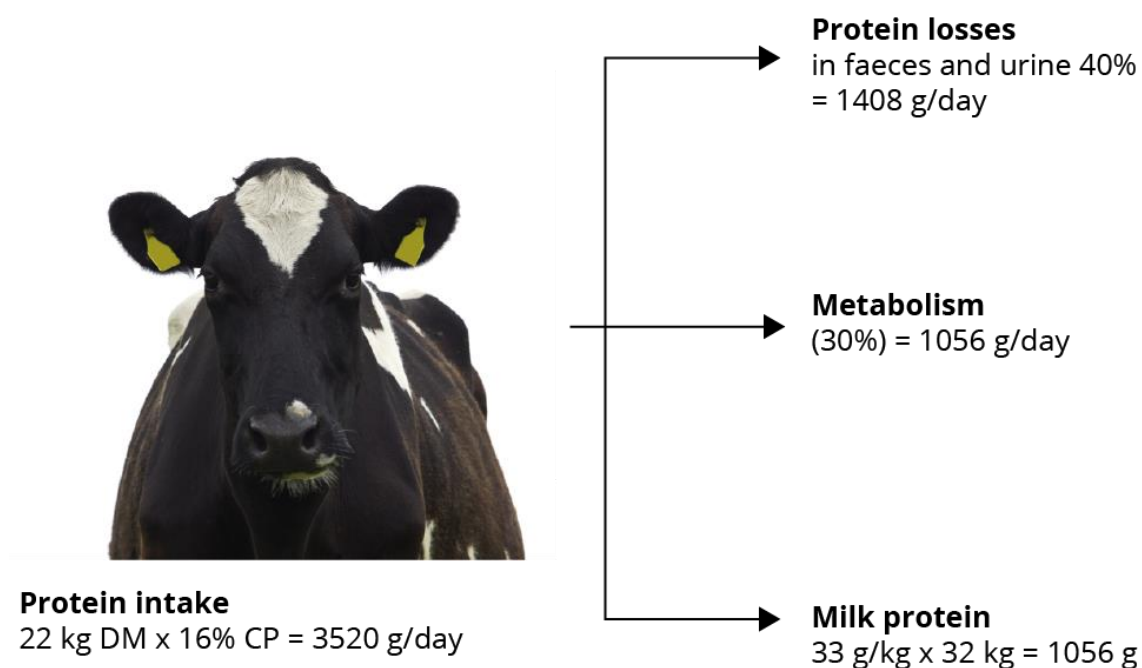
Echter is het zo dat de voermaatregel voor vooral de bedrijven met een groot aandeel maïs in het rantsoen wél voor een rantsoen kan zorgen dat qua voereiwit onder de veiligheidsmarge komt (KNMvD, 2020). Hier is veel ophef over geweest, omdat veehouders met energierijke rantsoenen ervoor vrezen dat hun dieren in de problemen komen door een tekort aan voereiwit. Dit zou een van de gevolgen van de voermaatregel kunnen zijn doordat er een verbod komt op geconcentreerd eiwitrijk voer beter gestuurd kan worden naar de behoefte van de koe. De diergroepen waar men zich het meeste zorgen over maakt zijn melkkoeien in de piek van hun productie, droogstaande koeien en jonge kalveren.

Het effect op de ammoniakuitstoot is dus afhankelijk van het huidige rantsoen, bij een rantsoen met een lage eiwitbenutting (hoge OEB en een hoog melkureum) is er sprake van een groot effect op stikstofreductie, bij rantsoenen waar al scherp gevoerd wordt zal het effect kleiner zijn. Daarom zijn er ook geen concrete reductiecijfers bekend, omdat dit érg bedrijfsspecifiek is. Het effect op ammoniakuitstoot hangt dus af van het huidige rantsoen, als er al scherp op de norm wordt gevoerd wordt is de emissiewinst aanzienlijk minder dan wanneer men erg ruim eiwit voert en er verliezen op treden. Bij deze laatste rantsoenen kan het benuttingspercentage van voereiwit tot wel 5% stijgen naar de streefwaarde van 32% (Savari et al., 2018).

Er bestaan vanzelfsprekend situaties waar de ondernemer minder invloed op heeft. Zoals een hoog ruw eiwitgehalte in het gras tijdens de weide-periode. Vers gras heeft namelijk veel eiwit op dagen waarbij het gras minder hard groeit en er minder zonlicht is. Ook heeft vers gras erg veel eiwit in het voorjaar, naast veel suikers door koude nachten. Hierop is minder te sturen, wel kan een ondernemer veel pens energie bijvoeren om de emissie te beperken en het ureum gehalte lager te houden. Eventueel is het mogelijk om het vee in te scharen bij lang gras, waarbij het ruw eiwit in het gras verdund is door de grasgroei en de koeien minder eiwit binnenkrijgen uit gras.

3.7 Kosten produceren met minder voereiwit

In figuur 24 de eiwitbenutting van melkvee te zien. Schematisch is weergegeven wat er in de koe binnenkomt aan voereiwit, en wat er als nuttig eiwit (melkeiwit) geproduceerd wordt, met bovenstaande tekst in achtning en de voedingsexpertise in het achterhoofd, moet het mogelijk zijn om tot een goede eiwitbenutting te komen, de streefwaarde (Savari et al., 2018) voor een goede eiwitbenutting is ongeveer 32%.



Figuur 24: Eiwitbenutting van de melkkoe (All about feed, 2017)

De netto kosten van het minder eiwit voeren aan melkvee zijn, mits er niet te weinig OEB wordt gevoerd (de koe exact op behoefte wordt gevoerd) gering, de belangrijkste kosten die verbonden zijn aan deze maatregel zijn het vervangen van voeders met een hoog eiwitgehalte. Door de maatregel is er 2.5 kg krachtvoer nodig met 190 ruw eiwit om 1 kg soja te vervangen dat 480 gram ruw eiwit per kg droog voer bevat. Er moet dus 1,5 kg meer voer aangekocht worden om verhoudingsgewijs hetzelfde eiwit te blijven voeren. Verder zijn er geringe kosten zoals het laten maken van een rantsoen en de tijd die het kost om het melkureum in de gaten te houden. Vaak kan een melkveehouder zelf sturen op zijn melkureum gehalte door minder of meer sojaschoot te voeren.

Echter gaat dit laatste een beperking worden, omdat het voor een veehouder per september niet meer is toegestaan om geconcentreerde eiwit grondstoffen te voeren. In de regel betekent dit dat er niet meer dan 160- 190 RE in de grondstof mag zitten. Soja bevat ongeveer 480 ruw eiwit en het zal dus niet meer mogelijk zijn om vanaf september soja te gebruiken. Dit bleek een goed handvat (van Duinkerken, 2011) te zijn om het eiwitgehalte in het rantsoen te finetunen.

Een melkveehouder (van Duinkerken, 2011) zal van zichzelf niet snel te veel onnodig eiwit voeren. Omdat dit vaak gevoerd wordt uit gras waar veehouders vaak zuinig mee omspringen of uit Soja/ bierbostel. Ook is het zo dat door de voervoorlichter vaak een rantsoen wordt berekend waarbij kosteneffectief gevoerd wordt: dat betekend voldoende energie (goedkoper in aankoop) op pens niveau en daarbij een goede eiwitbenutting van voereiwit naar melkproductie. In zijn algemeenheid geldt daarom ook: liever wat meer energie dan te veel eiwit op pens- en darmniveau.

Concreet betekent de voermaatregel dat er dus 2.5 kg krachtvoer met een RE gehalte van 190 nodig is om het RE in een kilogram soja te vervangen. Wanneer men dit naar kosten (van Duinkerken, 2011) omrekent wordt dit per koe dus 35 cent per koe duurder voeren om 1 kg soja in het rantsoen te vervangen ($1 \text{ kg soja} \times \text{€}0.35 = \text{€}0.35$) versus ($2.5 \text{ kg eiwitbrok} \times \text{€} 0.28 = \text{€}0.70$) = $\text{€}0.35 \text{ per koe duurder}$). Bij 100 koeien lopen de jaarlijkse kosten om 1 kg soja in het rantsoen te vervangen dus op naar €12.775 per jaar. De kosten per bedrijf zijn variabel, afhankelijk van hoeveel kilogram soja er in het oude rantsoen wordt gevoerd, in het rekenvoorbeeld is een gebruikelijke 1 kg per koe aangehouden.

4 Discussie

In dit hoofdstuk wordt teruggeblikt op de gebruikte onderzoeksmethoden en worden de resultaten geïnterpreteerd. Ook wordt beschreven wat de doelgroep met deze resultaten kan.

Het onderzoek is gedaan op basis van literatuuronderzoek, dit heeft enkele voor- en nadelen. Voordelen zijn dat de auteur snel kon inventariseren welke kennis er al bekend was over het terugdringen van stikstofuitstoot bij melkvee. Ondanks de literatuurstudie zijn er voor de resultaten zoveel mogelijk praktijkbronnen gebruikt, waardoor de uiteindelijke conclusies en aanbevelingen voor de doelgroep zo concreet mogelijk zijn.

Het nadeel van het doen van een literatuurstudie is dat er nog te onderzoeken vragen blijven liggen, zo is dankzij dit onderzoek bekend op welke vlakken een melkveehouder de stikstofuitstoot van zijn bedrijf kan verlagen, maar nog niet concreet bekend voor elk aspect hoeveel de stikstofuitstoot afneemt na het implementeren van maatregelen. Hier is bewust voor gekozen omdat het doen van harde uitspraken over daadwerkelijke emissiereductie pas kan worden gedaan na metingen, wat immers bestemd is voor praktijkonderzoek. Hier is wel uitvoerig naar gezocht in de literatuurstudie, omtrent weidegang en rantsoenering was veel te vinden, terwijl dit voor innovaties en voor bijvoorbeeld grondgebruik weer niet het geval was.

Desalniettemin is dit rapport een basis voor de doelgroep (veehouders, beleidsmakers en bedrijfsadviseurs) om zich te oriënteren op welk gebied zij willen onderzoeken. Een andere belangrijke doelgroep zijn praktijkonderzoekers en beleidsmakers, die na het lezen van dit rapport eenvoudig zich kunnen richten op welk gebied uitstoot te reduceren valt en tegelijkertijd metingen te verrichten. De gevonden resultaten zijn op basis van literatuur en de resultaten verhouden zich logisch rond wat de verwachtingen van de auteur waren, echter waren er rondom veevoeding ook nieuwe leerzame ontdekkingen. Kortom het is een basis voor een vervolgonderzoek en tegelijkertijd een kompas voor veehouders waarin uiteindelijk in de conclusies te vinden is in welke mate in grote lijnen investeringen op emissiereductie daadwerkelijk werken. Het is immers belangrijk voor een melkveehouder om zich goed te kunnen oriënteren welke mogelijkheden er zijn alvorens een (vaak grote) investering te doen in emissiearme technieken op bijvoorbeeld huisvestingsgebied.

In het rapport is onderzoek gedaan naar emissiereductie op allerlei belangrijke aspecten van een melkveebedrijf, namelijk: grondgebruik, bemesting, huisvesting en voeding. Verderop komt in het hoofdstuk conclusie aan bod op welk vlak het meeste te halen valt en worden de deelvragen beantwoord. Ook wordt per aspect de kosteneffectiviteit afgewogen, immers: het doel is om naar de sector toe met en zo laag mogelijk kostenplaatje de meeste emissiereductie te behalen, zonder er vee naar het slachthuis gestuurd hoeft te worden. Deze laatste zin is in principe de essentie van het hele rapport. Hierna zullen op de bovengenoemde belangrijke aspecten van een melkveebedrijf besproken worden wat de gevolgen zijn van de resultaten op milieuwinst, economie van de ondernemer en op het maatschappelijke draagvlak (interpretatie van resultaten).

Op het gebied van grondgebruik is er zoals in de resultaten te lezen winst te halen omtrent stikstofemissie. Dit is te bereiken door de bodem in een goede conditie te brengen waarbij er veel bodemleven is, maar er ook veel organische stof aanwezig is en de bodem niet is verdicht. Economische gevolgen van deze bedrijfsvoering zijn dat capaciteit van landbewerkingen iets zal dalen tezamen met meerkosten voor het aanvoeren van organische stof. Netto zullen deze meerkosten worden terugbetaald door een hogere opbrengst en een betere benutting van meststoffen (vakblad Grondig, 2018). Uit maatschappelijk oogpunt heeft deze maatregel naast beperken van milieuemissie het voordeel dat er naar de consument uitgedragen kan worden dat er met een gezonde bodem wordt geproduceerd met minimale verliezen.

Op het gebied van bemesting zijn emissiewinsten van 70% al gerealiseerd door de komst van de zodebemester. Uit de resultaten (In figuur 19) bleek dat er naast een lage emissie, door het toevoegen van water aan de mest ook nog een significant betere stikstofbenutting plaatsvindt, met als gevolg een hogere ruw eiwit opbrengst (ruim 10% méér per maaisnede). Dit rechtvaardigt op economisch vlak ook de extra kosten van het water toevoegen, immers wordt per hectare bij 3000 kg d.s. al 48 kg ruw eiwit meer gewonnen, wat de potentie heeft om 100 kg soja te vervangen (à €39). Uit maatschappelijk oogpunt heeft deze maatregel enkel voordelen, een goede stikstofbenutting en het besparen op kunstmest is reclame voor de sector.

Op het gebied van huisvesting kan met weidegang voor de grootste emissiewinst gezorgd worden, het is mogelijk om tot wel 50% minder ammoniakustoot te komen bij dag en nacht weiden, echter zal volgens de WUR 5- 10 % realistisch zijn (bij 720 uur weiden). Bestaande technieken zoals vloeren helpen ook aan emissiereductie, echter hebben ze niet het effect van het weiden. De optie voor de luchtwasser in de melkveestal is in de resultaten besproken, echter is het de vraag of vanuit maatschappelijk oogpunt het wenselijk is om melkveestallen vierkant dicht te bouwen, naar verwachting zal het draagvlak hierdoor afnemen (Boerderij, 2019). Economisch zijn de kosten van veel weiden bedrijfsafhankelijk, weiden kost veel tijd en die arbeid moet wel beschikbaar zijn. Ook hangt het af van de productiedoelstellingen van de veehouder.

Op het gebied van voeding is gebleken dat de emissiewinst rantsoen afhankelijk is van het rantsoen dat gevoerd wordt. Volgens Henk Valk, een gewaardeerde docent met uitgebreide kennis over veevoeding, is het mogelijk om 100 tot 150 OEB te voeren zonder dat gezondheidsrisico's zich voor doen. Wel zou het vanuit zowel economisch oogpunt als voor het draagvlak van de voermaatregel goed zijn om te werken met een beloningsysteem in plaats van met een algeheel verbod op krachtvoer dat meer dan 190 ruw eiwit bevat. Zo wordt een ondernemer meer gestimuleerd en blijft er de mogelijkheid om te finetunen met het rantsoen, zonder dat er grote eiwitverliezen optreden. Qua maatschappelijk oogpunt zal deze aanpak leiden tot meer draagvlak voor de voermaatregel vanuit de sector (Boerderij, 2020).

5 Conclusie

In dit hoofdstuk wordt het doel van het onderzoek beschreven. Daarnaast worden aan de hand van de uitgewerkte deelvragen in het hoofdstuk resultaten alle deelvragen beantwoord, wat uiteindelijk leidt tot het beantwoorden van de hoofdvraag. De conclusies die uit dit hoofdstuk voortkomen worden in hoofdstuk 6 gebruikt om aan de hand hiervan praktische aanbevelingen te doen waar de doelgroep wat aan heeft.

5.1 Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is zoals eerder in paragraaf 1.4 aangehaald: een signaal afgeven aan de sector, maar ook aan bijvoorbeeld beleidsmakers dat het belangrijk is om snel met een geschikte oplossing voor het beschreven stikstofprobleem te komen. Verder is het een belangrijk doel om te zoeken naar een oplossing die én ten goede komt aan het behoud van een goede milieukwaliteit, én tegelijkertijd niet ten koste gaat van het verdienmodel van de veehouder.

Een laatste praktische doelstelling was het een doel om in kaart te brengen wat er hedendaags mogelijk is voor het reduceren van stikstofuitstoot bij agrarische bedrijven en daarmee tegelijkertijd onderzoek te doen naar kansen en uitdagingen die er nog liggen. Zo hoopt de auteur met praktische informatie te komen voor het verlagen van stikstofuitstoot op bedrijfsniveau voor bijvoorbeeld (beleids)adviseurs en melkveehouders.

5.2 Antwoord op de deelvragen

Hoeveel effect hebben de huidige maatregelen die stikstofuitstoot terugdringen op stikstofreductie?

De maatregelen die afgelopen decennia zijn genomen hebben effect gehad op de uitstoot van de landbouwsector, zo is de totale ammoniakuitstoot van de melkveesector in de laatste 30 jaar zelfs gehalveerd. Dit is vooral te danken aan het emissiearm bemesten middels de zodebemester, bij het bemesten wordt zo 60 tot 70% emissiereductie behaald ten opzichte van het bovengronds mest uitrijden. Andere maatregelen die hebben bijgedragen aan het halveren van de ammoniakuitstoot zijn waarschijnlijk te danken aan het feit dat er minder landbouwhuisdieren zijn, maar ook aan het verplichten van luchtwassers op varkens- en pluimveestallen, maar ook in mindere mate het toepassen van emissiearme vloeren in melkveestallen.

Concreet hebben de maatregelen ertoe geleid dat de stikstofuitstoot van de melkveesector gedaald is van 289 miljoen ton NH_3 (ammoniak) naar 106 miljoen ton NH_3 uitstoot per jaar. Toch is er veel ambitie om deze uitstoot verder terug te dringen, in het antwoord op de volgende deelvragen wordt duidelijk op welke manieren dat mogelijk is.

Op welke wijze kan rantsoenoptimalisatie bijdragen aan het verlagen van stikstofuitstoot?

Het is zeer goed mogelijk om doormiddel van rantsoenoptimalisatie de melkkoe minder ammoniak uit te laten stoten, vaak kan op deze manier eenvoudig en met weinig kosten veel emissie (op de voorhand) worden voorkomen. Door de melkkoe efficiënt en in balans te laten produceren, zal een melkkoe per kg melk minder stikstof uitstoten, ook zal de koe in haar totaliteit minder stikstof uitstoten.

De uitstoot van ammoniak is op voedingsvlak te verminderen door het eiwitgehalte in het totaalrantsoen te verlagen en zuinig om te springen met het voeren van eiwit aan de koe. In de pens dient de Onbestendige Energie Balans (OEB) niet te hoog te zijn om tot een lage uitstoot te komen. Door op pens niveau in de melkkoe het eiwitoverschot (OEB) niet te groot te maken, gaat er minder voereiwit verloren in de vorm van ureum. De koe scheidt namelijk het overtollige pens eiwit in de vorm van ureum (NH₃) vanuit de pens, via de lever en de nieren weer uit in de urine, wat direct tot meer emissie leidt. Het is niet bekend hoeveel rantsoenen er in Nederland te ruim zitten in het eiwit. Door de voermaatregel die in september ingevoerd zal worden zal dit aandeel naar verwachting flink dalen.

Een praktisch handvat voor de veehouder om zelf te 'sturen' op een gunstige OEB-gehalte in het rantsoen, en zo eenvoudig bij te kunnen dragen aan het reduceren van ammoniak in de melkveesector, is het ureumgehalte in de tankmelk, wat vaak elke melkleverantie bepaald wordt door de zuivelfabrikant. Een andere mogelijkheid is het inzetten van voeradditieven die het voereiwit beter beschikbaar voor de koe waardoor er minder voereiwit in de mestkelder terecht komt (ureum).

Op deze manieren kan men streven naar een eiwitbenutting van boven de 30%, waarbij 32% een streefwaarde is (verhouding benut eiwit/ opgenomen eiwit). Het is dus goed mogelijk emissie te reduceren middels het voerspoor, belangrijke indicatoren zijn het OEB-gehalte in het rantsoen en het ureum gehalte in de melk, samen met als prestatie indicator de voereiwit benutting. De emissiewinst is rantsoen afhankelijk, hoe groot de winst is ligt aan het oude rantsoen.

Op welke wijze kan huisvesting, bewust grondgebruik en betere bemesting bijdragen aan het verlagen van stikstofuitstoot?

De simpelste manier om via huisvesting de stikstofuitstoot van een melkveebedrijf te verlagen is het toepassen van weidegang. In de weide komen de mest en urine van de koe namelijk niet bij elkaar waardoor er, in tegenstelling tot in de mestkelder, geen mest en urine met elkaar kan reageren waardoor er geen extra ammoniak wordt gevormd. Wel is het zo dat weidegang als nadeel heeft dat men moeilijker kan sturen op het OEB, echter is het goed mogelijk om op pens niveau voldoende energie aan te bieden. Verder zijn er mogelijkheden zoals een luchtwasser een optie of het gebruik van emissiearme vloeren op de markt, maar ook innovaties zoals het Koetoilet, welke bijna marktrijp is.

Het verlagen van stikstofuitstoot door bewust grondgebruik en zorgvuldige bemesting is mogelijk, bewust grondgebruik resulteert namelijk in een vitale, gezonde, luchtige bodem. In een gezonde bodem vindt er minder emissie plaats naar de omgeving (uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater), omdat in een gezonde bodem nutriënten maximaal worden omgezet in gewasgroei. Bijkomend voordeel is een hogere gewasopbrengst.

Zorgvuldige bemesting, anders gezegd bemesten met veel vakmanschap en boerenverstand, draagt op verschillende vlakken bij aan het verlagen van stikstofuitstoot; te weten op de volgende manieren: door het uitrijden van drijfmest onder de juiste omstandigheden (koel en regenachtig weer), deze omstandigheden zijn ook zelf te creëren door bijvoorbeeld mest 1 op 1 aan te mengen met water of door direct onder de beregeningsinstallatie de mest uit te rijden. Dit kan in het beste geval resulteren in een 10% hogere stikstofbenutting en daarnaast bij gras tot een meeropbrengst van 48 kg ruw eiwit per ha leiden.

Naast een gezonde bodem en de juiste omstandigheden tijdens het bemesten, draagt bemesten met regionale meststoffen bij aan minder uitstoot van de melkveesector. Met de inzet van organische kunstmeststoffen die herwonnen zijn uit drijfmest, kan de melkveesector een groot deel van het kunstmestgebruik verminderen. De winst zit hier in minder transportbewegingen en minder NOx uitstoot die vrijkomt bij het verbranden van aardgas voor de Nederlandse kunstmestproductie (2870 miljoen m³ aardgas in 2017).

De (Europese) wetgever moet echter wel de op het erf herwonnen mineralenconcentraat erkennen als kunstmest, hierdoor kan de melkveehouder het mestoverschot grotendeels wegwerken en hoeft er geen kunstmest aangekocht te worden. Tot die tijd is het gebruiken van mineralenconcentraat via bijvoorbeeld de loonwerker in plaats van kunstmest al een stap in de juiste richting, momenteel is de mineralenconcentraat-pilot gaande die in 2015 is gestart, deze loopt tot 2021 en boeren kunnen zich vrij inschrijven.

Wat is het effect van het verlagen van het aandeel eiwit in het rantsoen op de melkproductie?

Er zijn geen nadelige gevolgen verbonden aan het voeren van minder eiwit aan melkkoeien, ook niet op de melkproductie. Voorwaarde hiervoor is dat het OEB-gehalte niet te ver onder de veiligheidsmarge komt, wanneer dit wel het geval is, gaat het ten koste van de melkeiwitproductie en krijg de koe te weinig eiwit binnen (zowel voor onderhoud als voor melkproductie). Het eiwit in het totaal rantsoen kan rustig terug naar nabij de 100 OEB zonder dat dit gevolgen heeft voor de melk- en eiwitproductie, hiermee is wel een grote emissiewinst behaald. De voermaatregel kan daarentegen wel voor problemen zorgen, vooral bij bedrijven met een hoog aandeel energierijke voeders in het rantsoen zoals snijmaïs kan snel een eiwittekort ontstaan, omdat de eiwit behoefte alleen sluitend is te krijgen met bijvoorbeeld soja.

Er bestaan vanzelfsprekend situaties waar de ondernemer minder invloed op heeft. Zoals een hoog ruw eiwitgehalte in het gras tijdens de weide-periode. Hierop is minder te sturen, wel kan een ondernemer veel pens energie bijvoeren om de emissie te beperken en het ureum gehalte lager te houden. Wat ook kan helpen is om indien mogelijk in deze perioden het aanbod vers gras te verlagen door de koeien bijvoorbeeld korter te laten grazen of minder weidegras aan te bieden. Dit is haalbaar, mits hiervoor arbeid beschikbaar is.

Wat zijn de netto kosten van een lager aandeel eiwit in het melkveerantsoen?

De netto kosten van het minder eiwit voeren aan melkvee zijn, mits er niet te weinig OEB wordt gevoerd waardoor de melkproductie in stand blijft (de koe exact op behoefte wordt gevoerd) gering, de enige kosten die verbonden zijn aan deze maatregel zijn het laten maken van een rantsoen en de tijd die het kost om het melkureum in de gaten te houden. Vaak kan een melkveehouder zelf sturen op zijn ureumgehalte door minder of meer sojaschoot te voeren, wat helaas in september niet meer mogelijk zal zijn.

De maatregel die een maximum stelt aan het eiwitgehalte aan het krachtvoer brengt echter wel kosten met zich mee. Wanneer er geen soja meer mag worden gevoerd en men het eiwitgehalte in het rantsoen wil blijven handhaven, (hier is immers geen beperking op gegeven vanuit de overheid) zullen er dus meer kilogrammen krachtvoer gevoerd moeten worden om niet toe te geven op de melkeiwit productie. Concreet betekent het dat er 2.5 kg krachtvoer met een RE gehalte van 190 nodig is om het RE in een kilogram soja te vervangen. Per koe is dat dus 35 cent duurder voeren om 1 kg soja in het rantsoen te vervangen. Bij 100 koeien lopen de jaarlijkse kosten om 1 kg soja in het rantsoen te vervangen dus op naar €12.775 per jaar. Bij bedrijven die meer soja voeren zijn deze kosten hoger aan de hand van het aantal kilogram soja dat werd gevoerd, bovenstaand is een vuistregel weergegeven die de kosten van het vervangen van 1 kg soja in kaart brengt.

Ook is het zo dat door de voervoorlichter vaak een rantsoen wordt berekend waarbij kosteneffectief gevoerd wordt: dat betekend voldoende energie (goedkoper in aankoop) op pens niveau en daarbij een goede eiwitbenutting van voereiwit naar melkproductie. In zijn algemeenheid wordt vaak het advies gegeven om wat meer energie te voeren dan een overmaat aan eiwit op pens- en darmniveau. De gevolgen hiervan zijn een gunstige eiwitbenutting en minder ammoniakemissie.

5.3 Antwoord op hoofdvraag/ aanbevelingen

“Welke maatregelen zijn er mogelijk om de stikstofuitstoot van een melkveebedrijf te verlagen, zonder dat dit ten koste gaat van bedrijfsontwikkeling?”

Zoals in de antwoorden op de deelvragen te zien, zijn er verschillende maatregelen mogelijk om de stikstofuitstoot van een melkveebedrijf te verlagen. De belangrijkste maatregelen die significant bijdragen aan het terugdringen van ammoniakemissie, zonder dat ze ten koste gaan van het verdienmodel van de veehouder zijn:

1: Het beperken van ammoniakemissie middels het voerspoor (zowel door het gebruik van voeradditieven als door het laag houden van het OEB-gehalte in het rantsoen).

2: Het stimuleren van weidegang ter voorkoming van extra ammoniakvorming en huisvestingstechnieken toepassen zoals emissiearme vloeren en een luchtwasser.

3: Inzetten op bewust grondgebruik.

Zorgen voor een vitale, luchtige bodem met een juiste zuurtegraad (pH-waarde) en voldoende organische stof. Draagt bij aan het voorkomen van uitspoeling van stikstof naar het grond- en oppervlaktewater.

4: Het zorgvuldig aanwenden van (drijf)mest onder gunstige omstandigheden.

Dit wil zeggen: bemesten onder koele, bewolkte omstandigheden met regen op komst of door de mest in te beregenen of te verdunnen met water. Dus bemesten op een bodem die op temperatuur is (voldoende bodemactiviteit), dit beperkt de vervluchtiging van ammoniak en het uitspoelen van o.a. stikstof naar het grond- en oppervlaktewater

5: Inzetten op (regionale) organische kunstmeststoffen om zo de melkveesector voor een groot deel kunstmestvrij te krijgen.

Hiermee wordt veel NO_x uitstoot voorkomen wordt die vrijkomt bij verbranden van aardgas voor het produceren van kunstmest.

6: Zorgen voor een uitgebalanceerd rantsoen dat én het voereiwit goed benut én niet ten koste gaat van de melkproductie (>30% van het voereiwit omgezet naar melkeiwit).

Literatuurlijst

Aardgasverbruik chemische industrie gecorrigeerd (2018, 19 januari). Geraadpleegd op 2 juni 2020, van

<https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/51/aardgasverbruik-chemische-industrie-gecorrigeerd>

Agle, M., Hristov, A. N., Zaman, S. (2010). *Effect of dietary concentrate on rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows*. Journal of Dairy Science, 93(9), 4211-4222

Bodemleven laat zich niet makkelijk ontrafelen. (z.d.). Geraadpleegd op 8 augustus 2020, van

<file:///C:/Users/Vermeulen/Downloads/2017%2001%20Bodemleven%20laat%20zich%20niet%20makkelijk%20ontrafelen%20Vakblad%20vd%20Bloemisterij%20%20p1213.pdf>

Bodemverdichting in de landbouw. (2011). Geraadpleegd op 23 mei 2020, van

http://www.agripress.be/_STUDIOEMMA_UPLOADS/downloads/PROSENSOLS_NL_DEC_web.pdf

Conforti, P. (2011). *Looking ahead in world food and agriculture: perspectives to 2050*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 21(3), 201-205.

Duinkerken, G. (2011). *Nitrogen efficiency of dairy cattle : From protein evaluation to ammonia emission*. Geraadpleegd op 12 januari 2020, van

<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/409091>

Dossier Mestbewerking/ Brabantse mestoverschot en mestproductie. (z.d.). Geraadpleegd op 2 juni 2020, van

<https://www.brabant.nl/bestuur/provinciale-staten/statenstukken/ps-dossier/dossier-mestbewerking-brabantse-mestoverschot-en-mestproductie>

Eiwit van eigen land start met het goed benutten van gras. (z.d.). Geraadpleegd op 2 april 2020, van

<https://www.verantwoordeveehouderij.nl/show/Eiwit-van-eigen-land-start-met-het-goed-benutten-van-gras.htm>

Garantieprijs melkveehouders. (2020, 9 mei). Geraadpleegd op 10 mei 2020, van

<https://www.frieslandcampina.com/nl/onze-boeren/eigendom-van-leden-melkveehouders/garantieprijs/>

Glaeser, H. (1992). *The single european market and the quality of dairy products*. British Food Journal, 94(4), 3–3.
<https://doi.org/10.1108/00070709210011499>

Herkomst stikstofdepositie, 2018. (2018, 15 november). Geraadpleegd op 29 november 2019, van <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0507-herkomst-vermestende-depositie>

Hristov, A. N., Zaman, S., Vander Pol, M., Ndegwa, P., Campbell, L., & Silva, S. (2009). *Nitrogen losses from dairy manure estimated through nitrogen mass balance and chemical markers*. Journal of Environmental Quality, 38(6), 2438–2448.
<https://doi.org/10.2134/jeq2009.0057>

Kros, J., de Haan, B. J., Bobbink, R., van Jaarsveld, J. A., Roelofs, J. G. M., & de Vries, W. (2008). *Effecten van ammoniak op de Nederlandse natuur: achtergrondrapport*. (Alterra-rapport; No. 1698). Wageningen: Alterra.

Lagrange, V., Whitsett, D., & Burris, C. (2015). *Global market for dairy proteins*. Journal of Food Science, 80(S1), 22.
<https://doi.org/10.1111/1750-3841.12801>

Mineralenconcentraat. (z.d.). Geraadpleegd op 29 mei 2020, van <https://www.verkooyen.nl/mestdistributie/>

Nagtzaam, P. (2019, 1 november). *Snap je ook niets meer van de stikstofcrisis? Dit is hoe het zit*. Geraadpleegd op 26 november 2019, van <https://www.rtlz.nl/algemeen/binnenland/artikel/4906081/stikstof-snap-niet-meer-dit-hoe-het-zit-crisis-probleem>

Pell, A. N. (1997). *Manure and microbes: public and animal health problem?* Journal of Dairy Science, 80(10), 2673–2681.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76227-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76227-1)

Powell, J. M., Wattiaux, M. A., & Broderick, G. A. (2011). *Short communication: evaluation of milk urea nitrogen as a management tool to reduce ammonia emissions from dairy farms*. Journal of Dairy Science, 94(9), 4690–4694.
<https://doi.org/10.3168/jds.2011-4476>

Reumer, I. (2018, 9 november). *Wat is nog natuur in Nederland?* Geraadpleegd op 22 maart 2020, van <https://www.nemokennislink.nl/publicaties/wat-is-nog-natuur-in-nederland/>

Savari, M., Khorvash, M., Amanlou, H., Ghorbani, G. R., Ghasemi, E., & Mirzaei, M. (2018). *Effects of rumen-degradable protein:Rumen-undegradable protein ratio and corn processing on production performance, nitrogen efficiency, and feeding behavior of holstein dairy cows*. *Journal of Dairy Science*, 101(2), 1111-1122.
doi:10.3168/jds.2017-12776

Stikstof meten. (z.d.). Geraadpleegd op 16 januari 2019, van <https://www.rivm.nl/stikstof/meten>

Sonneveld, M. P. W., Schröder J. J., Vos, J. A., Monteny, G. J., Mosquera, J., Hol, J. M. G., ... Bouma, J. (2008). *A whole-farm strategy to reduce environmental impacts of nitrogen*. *Journal of Environmental Quality*, 37(1), 186–195.
<https://doi.org/10.2134/jeq2006.0434>

Tsiafouli, M. A., Thébault E, Sgardelis, S., Ruiter, de, P. C., Putten, van der, W. H., Birkhofer, K., ... Hedlund, K. (2015). *Intensive agriculture reduces soil biodiversity across europe*. *Global Change Biology*, 21(2), 973–985.

van Duinkerken, G., & Smits, G. A. M. (2011). Ammoniakemissie fors lager na voermaatregelen. *Rundvee praktijkonderzoek*, 14(2), 13-15.

van Vuuren, A. M., & Tamminga, S. (2001). De fysiologische basis voor de minimale onbestendig eiwit balans in melkveeantsoenen. *Centraal Veevoederbureau*, 17–20. Geraadpleegd van <https://edepot.wur.nl/332423>

Mineralenconcentraat. (z.d.). Geraadpleegd op 29 mei 2020, van <https://www.verkooyen.nl/mestdistributie/>

Vragen en antwoorden over de veevoermaatregel. (z.d.). Geraadpleegd op 18 januari 2020, van <https://www.aanpakstikstof.nl/themas/landbouw/vragen-en-antwoorden/over-de-veevoermaatregel>

Stikstofregels veehouderij mogen niet ten koste gaan van diergezondheid en -welzijn. (z.d.). Geraadpleegd op 15 mei 2020, van

<https://www.knmvd.nl/stikstofregels-veehouderij-mogen-niet-ten-koste-gaan-van-diergezondheid-en-welzijn/>

Mosquera, J., Philopsen, B. (2016) PASsend beweiden. *Wageningen University*. Geraadpleegd op 28 mei 2020, van <https://edepot.wur.nl/394041>

Bodemleven laat zich niet makkelijk ontrafelen. (z.d.). Geraadpleegd op 8 augustus 2020, van <file:///C:/Users/Vermeulen/Downloads/2017%2001%20Bodemleven%20laat%20zich%20niet%20makkelijk%20ontrafelen%20Vakblad%20vd%20Bloemisterij%202%20p1213.pdf>

Bijlage 1: Checklist schriftelijk rapporteren

Naam: Max Vermeulen

Klas: 4 DV

Datum: 9-08-2020

Titel verslag/rapport: Stikstofuitstoot in de melkveehouderij

Nadat **jij** je verslag/rapport hebt gecontroleerd met behulp van deze checklist, voeg je deze toe als bijlage. Zonder de ingevulde checklist vindt er geen beoordeling plaats. De assessor controleert met deze checklist je rapport/verslag.

De beoordelingscriteria die met een * zijn aangegeven, zijn de zogenaamde '*killing points*'. Indien de assessor meer dan vijf '*killing points*' heeft aangekruist, dien je het rapport/verslag op alle onvoldoende onderdelen te verbeteren. Voor de herbeoordeling moet je ook de oude versie inleveren. In het afstudeerwerkstuk zijn geen '*killing points*' toegestaan! **AANVINKEN WAT NIET IN ORDE IS!**

1. Het taalgebruik:

- ☐ Bevat niet meer dan drie grammaticale, spel- en typfouten per duizend woorden*

Bij meer dan drie fouten per duizend woorden is het rapport/verslag afgekeurd!

- ☐ Heeft een adequate interpunctie*
- ☐ Is afgestemd op de gekozen doelgroep (juiste stijl) *
- ☐ Laat een zakelijke en actieve schrijfstijl zien*
- ☐ Bevat geen persoonlijke voornaamwoorden*

2. Het rapport/verslag:

- ☐ Is ingebonden (hard copy)*
- ☐ Is vrij van plagiaat* (zie onderwijsexamenregeling)

3. De omslag:

- ☐ Bevat de titel
- ☐ Vermeldt de auteur(s)

4. De titelpagina/het titelblad:

- ☐ Heeft een specifieke titel*
- ☐ Vermeldt de auteur(s)*
- ☐ Vermeldt de plaats en de datum*
- ☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)*

5. Het voorwoord:

- ☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport/verslag
- ☐ Bevat persoonlijke bedankjes (persoonlijke voornaamwoorden toegestaan)

6. De inhoudsopgave:

- ☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport/verslag*
- ☐ Vermeldt de samenvatting en de bijlage(n)
- ☐ Is overzichtelijk
- ☐ Heeft een correcte paginaverwijzing

7. De samenvatting:

- ☐ Is een verkorte versie van het gehele rapport/verslag
- ☐ Bevat conclusies
- ☐ Bevat geen persoonlijke mening
- ☐ Is gestructureerd
- ☐ Is zakelijk geschreven
- ☐ Staat direct na de inhoudsopgave

8. De inleiding (toelichting op intranet):

- ☐ Is hoofdstuk 1*
- ☐ Beschrijft het grotere kader en aanleiding

- ☐ Beschrijft inhoudelijke achtergrondinformatie*
 - ☐ Formuleert het probleem/de onderzoeksvraag*
 - ☐ Vermeldt het doel*
 - ☐ Bevat een leeswijzer voor het rapport/verslag*
-

9. Materiaal en methode:

- ☐ Beschrijft de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Past bij de onderzoeksvraag/vragen*
- ☐ Beschrijft de variabelen/eenheden
- ☐ Beschrijft de methode van data-analyse

10. De (opmaak van de) kern:

- ☐ Bestaat uit genummerde hoofdstukken en (sub)paragrafen (maximaal drie niveaus)*
- ☐ Deze zijn verschillend in opmaak*
- ☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel
- ☐ Een hoofdstuk beslaat ten minste één pagina
- ☐ Een nieuw hoofdstuk begint op een nieuwe pagina
- ☐ De zinnen lopen door (geen 'enter' binnen een alinea gebruiken)
- ☐ De figuren zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (onder de figuur)*
- ☐ De tabellen zijn (door) genummerd en hebben een passende titel (boven de tabel)*
- ☐ Tabellen en figuren zijn zelfstandig te begrijpen
- ☐ In de tekst zijn er verwijzingen naar figuren en/of tabellen*
- ☐ De tekst bevat verwijzing naar de desbetreffende bijlage(n)
- ☐ De tekst is ook zonder verwijzingen te begrijpen
- ☐ De pagina's zijn genummerd*

11. De discussie:

- ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur
- ☐ Geeft de valide argumentatie weer
- ☐ Evalueert de gebruikte onderzoeksmethode
- ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen (zie toelichting op intranet)

12. De conclusies en aanbevelingen:

- ☐ De conclusies zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ De aanbevelingen zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ Bevatten geen nieuwe informatie*

13. De bronvermelding:

- ☐ In de tekst is conform de geldende APA-normen* (zie toelichting op intranet)

14. De literatuurlijst:

- ☐ Is opgesteld conform de geldende APA-normen* (zie toelichting op intranet)

15. De bijlagen:

- ☐ Zijn genummerd
 - ☐ Zijn voorzien van een passende titel
 - ☐ Bevatten geen eigen analyse
-