



Minder ammoniakemissie uit de melkveehouderij in het veenweidegebied

25% reductie een haalbaar doel

Koos Verloop, Teus Verhoeff, Jouke Oenema, Idse Hoving, Barend Meerkerk,
Jan Huijsmans, Gerard Migchels, Michel de Haan, Nick van Eekeren



Minder ammoniakemissie uit de melkveehouderij in het veenweidegebied

25% reductie een haalbaar doel

Koos Verloop¹, Teus Verhoeff², Jouke Oenema¹, Idse Hoving³, Barend Meerkerk², Jan Huijsmans¹, Gerard Migchels³, Michel de Haan³, Nick van Eekeren⁴

1 Wageningen Plant Research

2 PPP-Agro Advies

3 Wageningen Livestock Research

4 Louis Bolk Instituut

LTO Noord startte begin 2016 met het innovatieprogramma Proeftuin Veenweiden en wordt daarbij financieel ondersteund door provincie Zuid-Holland, het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid, het Melkveefonds en het LTO Noord Fonds. De Proeftuin is een initiatief van LTO Noord en VIC Zegveld. De uitvoering van het programma is in handen van LTO Noord, Wageningen University & Research, VIC Zegveld, PPP-Agro Advies en het Louis Bolk Instituut.

Wageningen Livestock Research

Wageningen, oktober 2018

Rapport 1129

Koos Verloop, Teus Verhoeff, Jouke Oenema, Idse Hoving, Barend Meerkerk, Jan Huijsmans, Gerard Migchels, Michel de Haan, Nick van Eekeren, 2018. *Minder ammoniakemissie uit de melkveehouderij in het veenweidegebied; 25% reductie een haalbaar doel*. Wageningen Livestock Research, rapport 1129.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/462888> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).

© 2018 Wageningen Livestock Research
Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl,
www.wur.nl/livestock-research. Wageningen Livestock Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.
Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Wageningen Livestock Research Rapport 1129

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 Dit rapport	7
1.2 De opgave	7
1.3 De Proeftuin; uitdaging en boodschap	8
1.4 Overzicht	8
2 N stromen op het melkveebedrijf en ammoniakemissie	9
3 Strategieën en maatregelen voor bedrijven op veen	11
3.1 De 'zachte band aanpak'	11
3.2 Lekken dicht!	14
3.3 Het laag en het hoog hangend fruit	17
4 Hoe scoort het melkveebedrijf op veen?	19
4.1 Resultaten van bedrijven op veen	19
4.2 Veldemissie bij bedrijven op veen in relatie tot bedrijfsvoering	21
5 Hoe scoren voorloperbedrijven in de Proeftuin Veenweiden?	23
5.1 Uitgangssituatie	23
5.2 Ontwikkeling	23
5.2.1 Emissie per ha en per ton melk	23
5.2.2 De totale ammoniakemissie	24
5.3 Adoptie van maatregelen	25
6 Synthese; haalbare reductie van ammoniakemissie	26
Literatuur	28
Bijlage 1 Geschiktheid indicatoren ammoniakemissie vanuit melkveebedrijven	30

Samenvatting

Er ligt een aanzienlijke taak voor de zuivelsector om de ammoniakemissie te verlagen; in 2016 was de ammoniakemissie 29% hoger dan het niveau van 41,9 miljoen kg dat in 2020 bereikt zal moeten worden. Het doel van deze studie is om de haalbare reductie van de ammoniakemissie uit melkveebedrijven in het westelijk veenweidegebied aan te geven met 25% reductie als richtsnoer. De studie omvat analyse van:

- de mogelijke strategieën en maatregelen;
- de spreiding van de ammoniakemissie uit bedrijven in het veengebied;
- de ontwikkeling op 10 voorloperbedrijven in de Proeftuin Veenweiden die zich hebben ingezet op verlagen van de ammoniakemissie.

Ammoniak komt vrij in de overdracht van stikstof door de onderdelen van het melkveebedrijf, van vee naar mest naar bodem, van bodem naar gewas en gewas weer terug naar het vee. De ammoniakemissie kan verlaagd worden door de stikstofstroom door het bedrijf niet hoger te maken dan nodig en door lekken uit het bedrijfssysteem te dichten. Als, door lekken te dichten, het stikstofverlies in de vorm van ammoniakemissie afneemt, moet ook minder stikstof aangevoerd worden met kunstmest of voer. Zonder het aanpassen van de stikstofkraan neemt de stikstofstroom door het bedrijf toe waardoor via de kleinere lekken toch weer ammoniak ontsnapt. Van de vele mogelijkheden om de ammoniakemissie te reduceren is een groot deel door ondernemers in het veenweidegebied nog niet uitgebuit, zelfs niet door voorloperbedrijven in de Proeftuin Veenweiden. Veel effect is te verwachten van beter en meer beweiden in combinatie met rantsoenmaatregelen, waardoor de TAN excretie beperkt blijft, minder kunstmestgebruik en verdund aanwenden van mest. Bij invoeren van maatregelen is medewerking van bedrijfsadviseurs, voerleveranciers en loonwerkers is hierbij van belang.

Op grond van de KringloopWijzer resultaten van –in principe alle –bedrijven in het veenweidegebied kon vastgesteld worden wat de ammoniakemissie was in 2016. De gemiddelde stalemissie is 1,81 kg NH₃ per ton melk en de gemiddelde veldemissie is 42,5 kg NH₃ per ha. Rond deze gemiddelden is een aanzienlijke spreiding te zien; er zijn bedrijven met een duidelijk hogere en lagere ammoniakemissie. Van alle bedrijven op veen realiseert 12% een emissie die lager is dan het gemiddelde van alle bedrijven op veen. Tot deze groep behoort een substantieel aantal beweiders maar ook opstallers, bedrijven met veel maïs en bijproducten in het rantsoen, bedrijven die juist weinig of geen maïs bijvoeren, intensieve bedrijven en extensieve bedrijven. Het streven naar een lage ammoniakemissie dwingt de ondernemer dus niet per sé te beweiden, veel maïs bij te voeren of extensief dan wel intensief te worden.

In de Proeftuin Veenweiden wordt elk van de tien voorloperbedrijven uitgedaagd om de ammoniakemissie op hun bedrijven te verlagen met 25% ten opzichte van de emissie van het bedrijf in 2015. De emissie van deze bedrijven was in 2015 al lager dan in de brede praktijk op veen. Op de voorloperbedrijven is de stalemissie (kg per ton melk) afgenomen met 13% en de veldemissie (kg per ha) met 18%. De totale emissie op bedrijfsniveau is met 7% minder sterk afgenomen dan de emissie per ha en per ton melk. Dit komt door toename van de melkproductie met 9% en toename van het bedrijfsareaal met 6%. Kanttekening bij deze resultaten zijn –los van de relatief korte termijn waarover de ontwikkeling gevolgd is– dat maatregelen zoals het sproeien van water boven de roosters en het aanwenden van mest bij gunstige weeromstandigheden niet meegeteld zijn. Deze ondernemers schatten in dat een nog verdere reductie op hun bedrijven mogelijk is van (gemiddeld voor de bedrijven) 7% voor de stalemissie en 4% voor de veldemissie.

Op basis van de analyse van de beschikbare informatie stellen we vast dat 25% reductie van de ammoniakemissie ten opzichte van het in 2015 en 2016 gangbare niveau mogelijk is voor de melkveehouderij in het veenweidegebied bij een stabiel niveau van melkproductie.

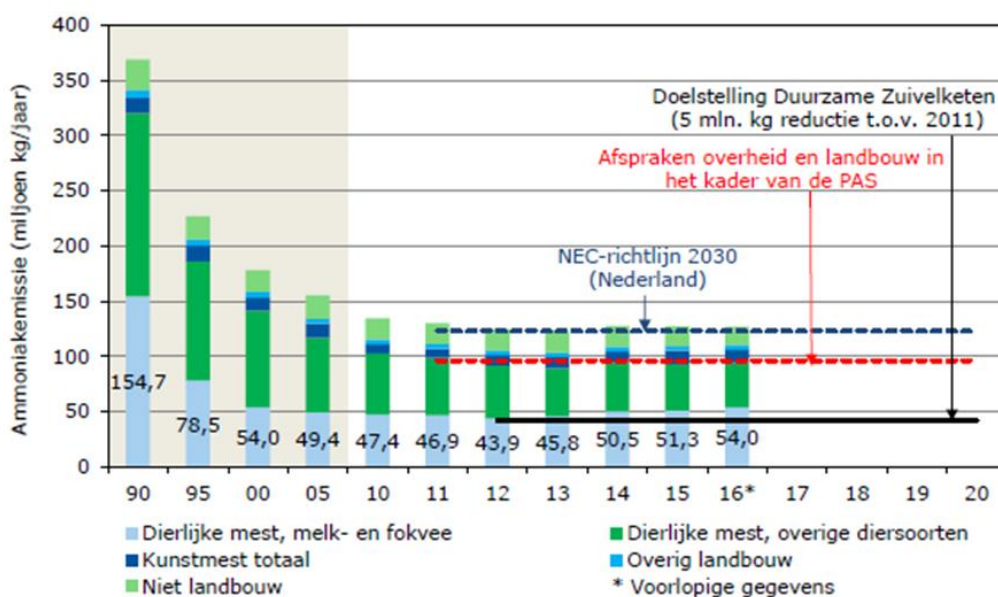
1 Inleiding

1.1 Dit rapport

De Proeftuin Veenweiden verkent de mogelijkheden om emissie van ammoniak (NH₃) uit de melkveehouderij in het westelijk weidegebied te beperken door aanpassingen in de bedrijfsvoering. Dit rapport brengt de haalbare reductie van de ammoniakemissie in beeld. Het doel van deze verkenning is de reductie aan te geven die haalbaar is in de bedrijfscontext van de huidige melkveehouderijpraktijk met 25% reductie als richtsnoer. De centrale vraag is dus of het praktisch haalbaar is om de ammoniakemissie met 25% te reduceren ten opzichte van het huidige niveau, dat wil zeggen het niveau dat correspondeert met de brede praktijk met als referentiejaar 2016. Als dit bevestigd en onderbouwd wordt, is dit de boodschap die vanuit toegepast bedrijfsonderzoek afgegeven kan worden aan zuivelbedrijven in het westelijk veenweidegebied.

1.2 De opgave

Ammoniakemissie draagt bij aan eutrofiëring van natuurgebieden en waterlichamen en aan bodemverzuring. De landbouw veroorzaakt 90% van de emissie van ammoniak in Nederland (Van Bruggen et al., 2018) en de melkveehouderij heeft hier een groot aandeel in, namelijk 43% in 2016 (Doornewaard et al., 2017). Na een forse afname van de ammoniakemissie in de periode 1990-2013 nam de emissie weer iets toe in 2014 om vervolgens in 2015 en 2016 een min of meer stabiel niveau te bereiken dat hoger ligt dan de doelstellingen van de Duurzame Zuivelketen en de afspraken die zijn gemaakt met de overheid in het kader van de Programmatische Aansturing Stikstof, PAS (RVO, 2014), zie Figuur 1. Volgens Doornewaard et al (2017) is een reductie van de ammoniakemissie van 13% nodig ten opzichte van de emissie in 2015 en 2016 om te voldoen aan de afspraken die zijn gemaakt in het kader van de PAS doelstelling. In deze sectorrapportage van 2016 werd verder geconcludeerd dat de ammoniakemissie in 2016 met 54 miljoen kg per jaar, mede door de groei van het aantal melkkoeien, 29% hoger is dan het niveau van 41,9 miljoen kg dat in 2020 bereikt zal moeten worden (Doornewaard et al., 2017).



Figuur 1 Ammoniakemissie in Nederland in relatie tot NEC-richtlijn doelstelling voor Nederland voor 2030, doelstelling Duurzame Zuivelketen ((5 miljoen kg reductie ten opzichte van 2011) en de doelstelling voor 2030 voor de landbouw volgens de PAS (10 kiloton reductie ten opzichte van de ammoniakemissie in 2013; RVO, 2014) (Doornewaard et al., 2017).

Er ligt dus nog een aanzienlijke taak voor de zuivelsector om de ammoniakemissie te verlagen. In het bijzonder in de melkveehouderij op veengrond is een doorbraak nodig. De emissie uit melkveebedrijven op veengrond is hoger dan op bedrijven op kleigrond en zandgrond (Aarts et al., 2007).

1.3 De Proeftuin; uitdaging en boodschap

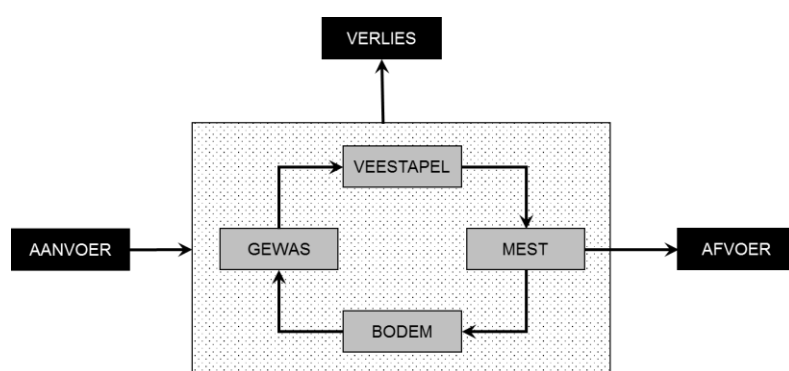
In de Proeftuin Veenweiden <http://www.proeftuinveenweiden.nl> geldt voor veehouders, adviseurs en onderzoekers als doel een verlaging van 25% ten opzichte van het niveau in 2015. Voor 10 voorloperbedrijven en 100 ontwikkelbedrijven in de regio geldt de emissie van 2015 dus als referentie. Het signaal naar de brede praktijk is dat de verlaging van de ammoniakemissie die gerealiseerd wordt door voorlopers en ontwikkelbedrijven in de Proeftuin ook voor andere bedrijven realiseerbaar zal zijn.

1.4 Overzicht

Deze verkenning vertrekt vanuit het inzicht in oorzaken van ammoniakemissie (hoofdstuk 2). Op basis van dit inzicht worden in hoofdstuk 3 strategieën en maatregelen beschreven, zo mogelijk met vermelding van het effect op ammoniakemissie. Hierbij maken we onderscheid tussen eenvoudig toepasbare maatregelen en complexere maatregelen; laag hangend fruit en hoog hangend fruit. Hoofdstuk 4 gaat in op de spreiding van de ammoniakemissie in de brede praktijk in het veenweidegebied in 2016. De spreiding is informatief omdat deze antwoord geeft op de vragen als: Hoe bijzonder is het om een 25% lager dan gemiddelde ammoniakemissie te realiseren? Is dat alleen weggelegd voor bedrijven met een bijzonder bedrijfstype, of een bijzondere bedrijfsvoering of is dit voor meer soorten bedrijven weggelegd? Hoofdstuk 5 geeft de ontwikkeling weer van de ammoniakemissie op de voorloperbedrijven in de Proeftuin Veenweiden die uitgedaagd zijn om de emissie met 25% te beperken. Tenslotte worden de inzichten bijeengebracht in een synthese (hoofdstuk 6).

2 N stromen op het melkveebedrijf en ammoniakemissie

Ammoniak is één van de vormen waarin stikstof voor kan komen. Ammoniakemissie en stikstofstromen op het melkveebedrijf hangen sterk met elkaar samen. Op melkveebedrijven is er een voortdurende stroom van stikstof (en ook van fosfaat, samen aangeduid als nutriënten). Deze stroom kan weergegeven worden als een kringloop waarin deze nutriënten doorgegeven worden. Stikstof en fosfaat in koeienvoer wordt door de koe gedeeltelijk omgezet in melk en vlees, maar een andere deel komt in mest. De nutriënten in mest komen vervolgens als weidemest of drijfmest op het land, worden daar opgenomen door de bodem en gedeeltelijk weer opgenomen in gras of maïs, dat tenslotte weer gevoerd wordt aan vee. Er zijn plekken in de kringloop waar aanvulling van nutriënten van buiten plaatsvindt (aanvoer naar het bedrijf met kunstmest en voer), plekken waar afvoer naar buiten het melkveebedrijf plaatsvindt (export van melk, vlees en mest) en plekken waar ongewild verliezen optreden (Figuur 2).

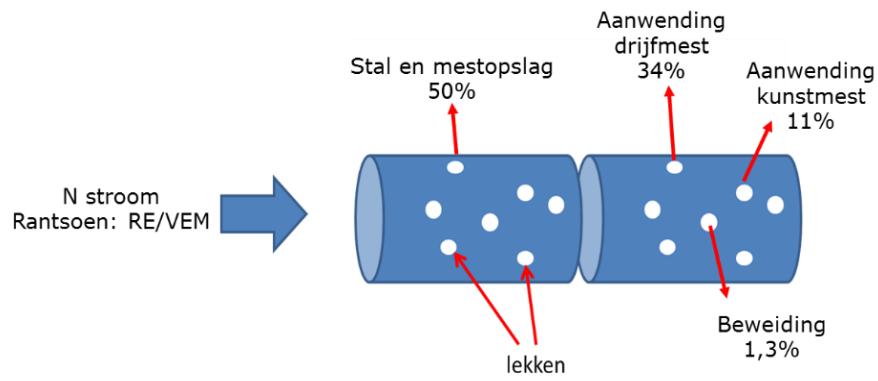


Figuur 2 Nutriëntenstromen naar, van en door het melkveebedrijf.

Ammoniakemissie is één van de verliesposten. Ammoniakemissie komt vrij uit de stal en mestopslag, bij aanwending van drijfmest; aanwending van kunstmest, beweiding en daarnaast zijn er nog emissies uit gewassen en de ruwvoeropslag. De verdeling van de emissie over de verschillende verliesposten volgens Van Bruggen et al., (2018), is weergegeven in Figuur 3. De emissie per verliespost is afhankelijk van de bedrijfsstructuur en de bedrijfsvoering en verschilt ook per bodemtype, zand, klei, veen.

In Figuur 3 is de stroom van stikstof en de daarmee gepaard gaande ammoniakemissie voorgesteld als een poreuze band. De ammoniakemissie neemt af als de weerstand tegen ontsnapping toeneemt, ofwel als de 'lekken in het systeem' (de band) weggenomen of verkleind worden. Maar de emissie neemt toe naarmate er meer stikstof door het bedrijfssysteem stroomt (ofwel naarmate de druk in de band hoger is). Het gaat dan met name om de verhouding van stikstof (Ruw Eiwit, RE) en energie in het rantsoen. Is deze verhouding hoog, dan resulteert dat in een hoge uitscheiding van N in mest en urine (in de vorm van ureum en vervolgens ammoniakale stikstof (TAN), wat resulteert in een hogere emissie (De Visser et al., 2001). Strategieën om ammoniakemissie te verlagen zijn dan ook:

1. Een niet te hoog RE gehalte in het voer.
2. Het tegengaan van lekkages waar dat mogelijk is.



Figuur 3 Schematische voorstelling van de emissie van ammoniak uit het melkveebedrijf, zoals bepaald door de intensiteit van de stroom van stikstof door het bedrijf en het aantal en de grootte van lekken (Aarts, 2007; de getallen zijn ontleend aan Van Bruggen et al., 2018).

3 Strategieën en maatregelen voor bedrijven op veen

Er zijn maatregelen die gericht zijn op een gebalanceerde verhouding tussen RE en VEM, ofwel scherp voeren op de eiwitnorm. Deze zogenaamde 'zachte band' aanpak zorgen ervoor dat de 'druk op de band' niet te hoog oploopt. En er zijn maatregelen gericht op het tegengaan van ontsnapping uit de bedrijfskringloop, het dichteren van lekken. Hieronder wordt beschreven welke van die maatregelen aansluiten bij bedrijven op veen.

3.1 De 'zachte band aanpak'

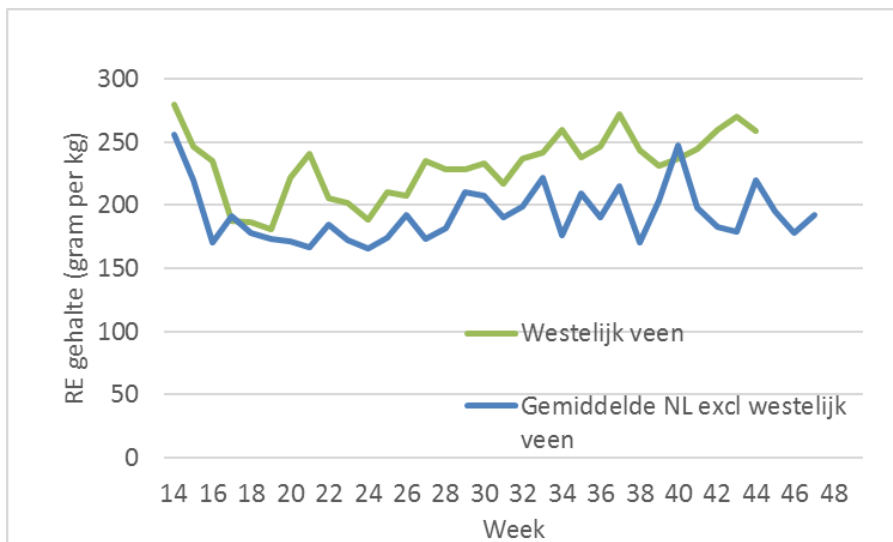
Eiwit en energie in voer staan aan de basis voor de productie van melk. De optimale gehalten van RE en VEM in het rantsoen worden, binnen de uiterste randvoorwaarden van diergezondheid, bepaald door het gewenste melkproductieniveau en het streven om de ammoniakemissie te beperken. Daarom is het van belang dat het aanbod van benutbare energie en van eiwit in voer in balans zijn. Als het RE gehalte in verhouding met het energie gehalte te hoog is, wordt een groter deel van het eiwit omgezet in ammoniakale stikstof (TAN) in mest en urine dan wanneer het eiwit en energie aanbod in balans zijn (Valk et al., 1990; Smits et al., 1995; Šebek et al., 2006). Vanuit voeding is het RE gehalte in het rantsoen in combinatie met VEM, overigens niet de enige relevante factor. Een voedingsadviseur kijkt ook naar de verteerbaarheid en de afbraaksnelheid van het eiwit en de voederwaarde in termen van Darm Verteerbaar Eiwit (DVE) en de Onbestendig Eiwit Balans (OEB). Informatie hierover is nodig om de voeding te kunnen balanceren. Maar sturen op het RE gehalte in het rantsoen is nodig om te voorkomen dat er een overschot RE ontstaat, waardoor er vervolgens weinig meer te balanceren valt.

Scherp sturen op RE is dus van belang om ammoniakemissie te beperken (De Visser et al., 2001). Een RE van 150 in het rantsoen kan worden beschouwd als richtlijn van het RE gehalte waarbij melkproductie op niveau blijft en de productie van TAN in mest niet onnodig hoog is (Dijkstra, mondeling mededeling). Gangbaar in het westelijk veenweidegebied is een RE gehalte van 169 (CD KLW, 2018). Men kan dus stellen dat het verschil tussen RE 169 en RE 150 (27%) overbodig is.

Sturen op RE in gras

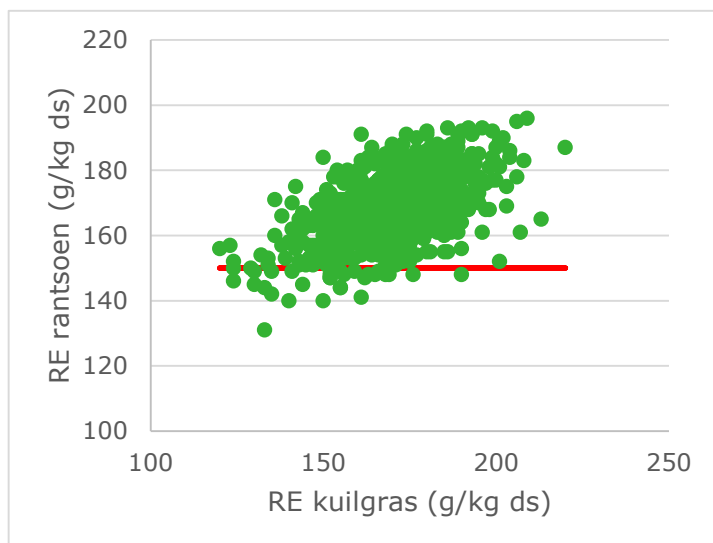
De sleutel voor scherp op de norm voeren, ligt op melkveebedrijven in het veengebied bij gras. Op veen is gras de hoofdcomponent in het voer, mede omdat maïsteelt op veen minder gewenst is met het oog op veenafbraak die optreedt bij de kerende grondbewerking. Bij de 110 bedrijven die aangesloten zijn bij de Proeftuin Veenweiden bestaat bijna 60% van het rantsoen uit gras (46% kuilgras en 13% uit weidegras). Gras heeft een hoog RE gehalte (130 tot hoger dan 200 g per kg droge stof) vergeleken met maïs (60-80 g per kg droge stof). Daarom vraagt een groot grasaandeel en weinig maïs in het rantsoen om extra aandacht om te sturen op een scherp RE gehalte in het rantsoen.

Dit is in het bijzonder het geval op veen. Want doordat op veen veel stikstof vrijkomt door mineralisatie in de bodem is de stikstofbeschikbaarheid in de bodem hoog en daardoor het RE in gras ook. Figuur 4 geeft hier een indicatie van op grond van vers gras monsters uit 2017 (bron: Eurofins). In het veengebied is er ook een lichte toename gedurende het seizoen, terwijl het RE gehalte voor gemiddeld Nederland vlakker is.



Figuur 4 RE gehalten in vers grasmonsters gedurende een grasseizoen (jaar) in het westelijk veengebied en gemiddeld voor Nederland in 2017 (bron: Eurofins).

Bij een RE gehalte in graskuil van 170 is het nog goed mogelijk om het RE op rantsoen niveau op 150 te sturen. Dit is ook te zien aan gegevens van de KringloopWijzer op bedrijven op veengrond (Figuur 5). Combinaties van RE gehalten in kuilgras van veel hoger dan 170 en RE van 150 in het rantsoen komen nauwelijks voor. Onder een RE gehalte in kuilgras van 170 komt een RE van 150 in het volledige rantsoen ook niet heel frequent voor, maar het niveau wordt wel vaker gehaald en benaderd dan bij een hoog RE in gras. Waarschijnlijk is bij (intensief) weiden een RE van 170 in kuilgras ook al aan de hoge kant om uit te komen op een RE niveau van 150 in het rantsoen vanwege het hoge RE gehalte in weidegras.

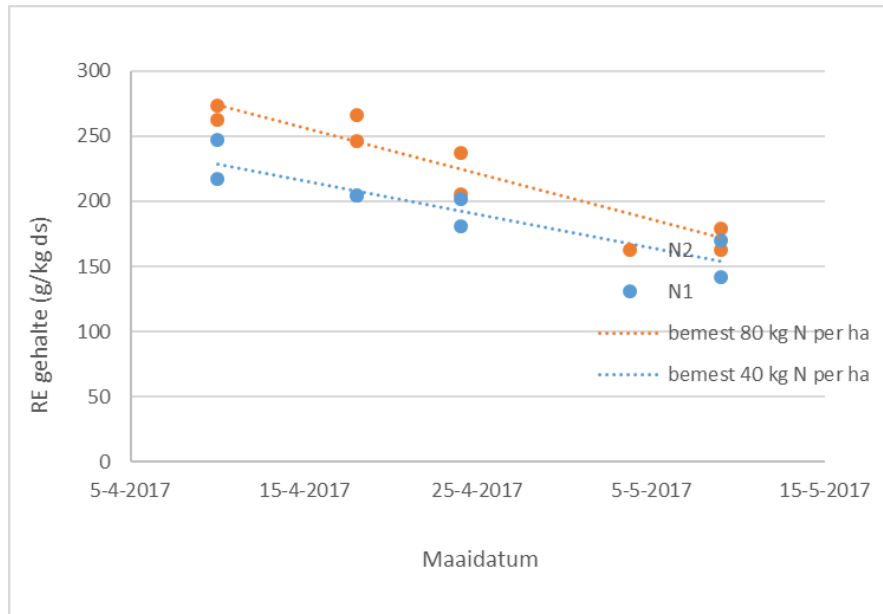


Figuur 5 Het RE gehalte in het rantsoen uitgezet tegen het RE gehalte in voer voor melkveebedrijven op veengrond; de rode lijn geeft het nagestreefde RE niveau in het rantsoen aan (en is geen regressielijn).

Niet te vroeg maaien

Het RE gehalte kan in de hand gehouden worden door niet te vroeg te maaien. Gras neemt stikstof namelijk in een jong ontwikkelingsstadium op, waarna het vervolgens verdund wordt door droge stof die gedurende groei wordt gevormd (Vellinga en André, 1999; Humphreys en O'Keily, 2005). Dit effect is goed te zien in Figuur 6 waarin het RE gehalte van de eerste snede gras geoogst op verschillende data is weergegeven. De resultaten zijn afkomstig van een proef die op Zegveld is aangelegd in 2017. De droge stofopbrengst bij de laatste maaidatum was 3735 kg per ha en het VEM gehalte was 1002 (gezien deze opbrengst en het VEM gehalte is het laatste maaistadium zeker niet extreem en zou nog

verder naar uitstellen van het maaimoment achter best mogelijk zijn geweest). Er is echter wel een grens aan het uitstellen van de maaidatum. De verteerbaarheid en het energiegehalte (VCOS en VEM) nemen af en bij een te zware snede kan aanzienlijke hergroei vertraging optreden. Een praktisch probleem is dat het door variatie van het weer niet altijd mogelijk is om te maaien op het moment dat de graskwaliteit optimaal is. Bij langdurige regen kan het soms lang duren voor gemaaid kan worden wat de graskwaliteit niet altijd ten goede komt. Later is dus niet altijd beter; het gaat om het verleggen van het maaimoment naar een nieuw optimum en dat is een risico-afweging waarbij ervaring en inzicht in het weer van belang is.



Figuur 6 Het RE gehalte in de eerste snede gras gemaaid op verschillende data op Zegveld, 2017. (Bron: Hoving en Holshof, niet gepubliceerde gegevens).

Minder kunstmest stikstof bij hoge N-nalevering uit bodem

Het RE gehalte in gras neemt toe naarmate meer N in de bodem voor opname door gras beschikbaar is (Figuur 6 illustreert dit nog eens). De N beschikbaarheid is op veengronden in het algemeen hoog door mineralisatie van organisch gebonden N (omzetting van organisch gebonden N naar snel opneembare 'minerale' stikstof). Een hoog RE gehalte in gras kan ook voorkomen worden door minder kunstmest N te geven, met name op percelen waar de N mineralisatie in de bodem hoog is.

Om een beeld te krijgen van de gevolgen kan men bijvoorbeeld het kunstmestgebruik op delen van percelen halveren en vervolgens visueel en met grasmonsters monitoren. Het biedt ook inzicht om van tevoren in te schatten op welke percelen de mineralisatie hoog, normaal of laag is. Op een perceel dat lang nat blijft en laat opwarmt is de mineralisatie lager dan op een droog perceel (Campbell et al., 1988; Verloop et al., 2007). Maar ook het organische stofgehalte en de pH hebben invloed (lage pH, minder snelle afbraak). Het geeft extra houvast om op verschillende plekken onbemeste veldjes aan te leggen. De volledige opbrengst van stikstof is daar veroorzaakt door mineralisatie.

Minder N-nalevering door onderwaterdrainage

Verlagen van de N-levering van veenbodems is mogelijk door de aanleg van onderwaterdrains, waardoor uitzakken van de grondwaterstand in het zomerhalfjaar vermindert. Hierdoor verminderen de veenafbraak en de N-levering van de bodem en wordt de N uit kunstmest en drijfmest beter benut. Onderwaterdrains zorgen er bovendien voor dat het aantal weidedagen in voor- en najaar toeneemt, en dat de waterafvoer tijdens natte perioden toeneemt, waardoor de graszode sneller voldoende draagkracht voor weidegang en berijden heeft (Hoving et al., 2008, 2013 en 2015).

De bijdrage van onderwaterdrainage aan een lagere ammoniakemissie door een lagere N levering uit de bodem (en een als gevolg daarvan een lager RE gehalte in gras) is niet zo heel groot (ca 3%, Evers et al., 2018 in voorbereiding). Het verlengen van de weidegang heeft naar verwachting meer invloed (zie maatregel Beweiden). Daarnaast heeft onder water drainage nog andere voordelen: 50% vermindering van CO₂-uitstoot door veenafbraak (Van den Akker et al., 2007, 2010, 2012 en 2017),

50% vermindering van de bodemdaling en een vermindering van afspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater.

Ook bekalken heeft effect. Door minder te bekalken zal de pH iets lager worden en zal de mineralisatie afnemen. Landbouwkundige gevolgen van deze optie moeten echter nog beter in beeld gebracht worden. Mogelijk is een nieuw bekalkingsadvies nodig om ook meer rekening te houden met mineralisatie (mineralisatie is bodemdaling).

Goed inkuilen en slimme inpassing van krachtvoer

Om scherp op de norm te voeren, is het van belang dat het gras goed benut wordt. Als de benutting achterblijft, is de reactie veelal om dit te compenseren door extra eiwit en energie in krachtvoer. In de huidige praktijk worden nog vaak veiligheidsmarges ingebouwd bij de voeradvisering. Dit wordt overbodig bij een constante kwaliteit van kuilgras, wat bereikt kan worden door gras optimaal in te kuilen, zodat broei tot het minimum beperkt blijft. Plat inkuilen van grassnedes (dus horizontaal in gelijkmatig verdeelde lagen) voorkomt grote schommelingen in de aangeboden kwaliteit van het kuilgras gedurende langere tijd bij uitkuilen. De vertering van gras door de koe kan gecontroleerd worden op basis van de hoeveelheid onverteerde delen in de mest. De vertering van gras in de pens kan bevorderd worden door energie aan te bieden die in de pens vrijkomt (onbestendige energie) en die groei van pensbacteriën stimuleert, zonder dat pensverzuring optreedt, bijvoorbeeld door gerst in krachtvoer aan te bieden in plaats van maïsmeel. Deze pensbacteriën zijn immers nodig voor de vertering van gras. Op deze wijze draagt krachtvoer bij aan de benutting van eiwit en energie uit gras en daardoor aan de mogelijkheid scherp op eiwit te voeren (Šebek et al., 2006).

Minder vee, langlevende koeien

Ook het beperken van het jongveebestand tot de hoeveelheid die nodig is voor vervanging van de melkveestapel en, direct gerelateerd daaraan, het verhogen van de levensproductie van melk per koe passen bij de 'zachte band' strategie. Door niet meer dan dieren op het bedrijf te houden dan nodig om de melkproductie te dragen, blijft de voerbehoefte en daarmee ook de stikstof doorstroom per liter geproduceerde melk zo laag mogelijk. Deze maatregel kan uitgelegd worden als het streven naar een zo hoog mogelijke productie per koe. Hierover is veel discussie omdat een hoog productieve koe sneller 'versleten' kan zijn, zodat de veestapel sneller vervangen moet worden door jongvee. Het gevolg daarvan is een relatief hoog jongveebestand en dus weer meer vee per liter melk. Daarom wordt de levensproductie in combinatie met het jongveebestand ook als indicator gebruikt.

De meningen over de verondersteld kortere levensduur bij hoge productie lopen sterk uiteen. Dit komt grotendeels doordat de levensduur door (veel) verschillende factoren wordt bepaald. Voerstrategie, de genetische eigenschappen van de veestapel, diermanagement en voorzieningen in de stal hebben allemaal effect. Indien de omstandigheden en de genetische aanleg van de koe niet *matchen*, dus bijvoorbeeld melkvee met een hoog productieve potentie in een matig management, een matige huisvesting of met inadequate voeding, zal dit leiden tot veel problemen en vroege afvoer (persoonlijke mededeling Van Dixhoorn). Het ontrafelen van die effecten is lastig, zeker op een individueel bedrijf. Het is daarom raadzaam om regelmatig 'andere ogen' te laten meekijken en een aanpak te kiezen die bij het bedrijf, het veen en de ondernemer past. In de Proeftuin Veenweiden richten enkele ondernemers zich sterk op langlevende koeien die qua productie niet boven de 8000 l melk per ha komen, maar wel prima in staat zijn het soortenrijkgras op veen te benutten. Het hierbij passend jongveebestand is lager dan 4 stuks jongvee per 10 melkkoeien; dit niveau wordt door enkele voorloperbedrijven in de Proeftuin bereikt, maar is scherper dan de brede praktijk op veen waar 6-7 stuks jongvee per 10 melkkoeien gangbaar is.

3.2 Lekken dicht!

Maatregelen gericht op het tegengaan van ontsnappen van ammoniak uit de bedrijfskringloop hebben betrekking op stal en mestopslag, op beweiding en op mestaanwending. Als, door lekken te dichten, het stikstofverlies in de vorm van ammoniakemissie afneemt, moet ook minder stikstof aangevoerd worden met kunstmest of voer. Zonder het aanpassen van de stikstofkraan neemt de stikstofstroom door het bedrijf toe waardoor via de kleinere lekken toch weer ammoniak ontsnapt.

Voorzieningen in de stal

Maatregelen in de stal zijn op veengrond niet veel anders dan op klei of zand. Een compleet overzicht van technische voorzieningen in de stal is te vinden op de site van Proeftuin Natura 2000 Overijssel: <http://www.proeftuinnatura2000.nl/> Hier noemen we de hoofdzaken:

- De stalvloer kan zo ontworpen worden dat urine en mest zo kort mogelijk na uitscheiding in de stal op de stalvloer blijft liggen. Ook zijn er ontwerpen die erop gericht zijn dat mest wel door de roosters naar de mestput kan, maar dat transport van vluchtige verbindingen uit de put niet optreedt (kleppen in de roosters). Watersproeien of -druppelen boven de stalvloer kan een effectieve manier zijn om emissie vanaf de stalvloer en uit de roosters tot het minimum te beperken.
- In de zomer kan de temperatuur in stallen sterk oplopen. Dakisolatie en ventilatiesystemen houden de temperatuur in de stal relatief laag. Dat is gunstig voor beperken van de ammoniakemissie, maar draagt ook bij aan een prettig klimaat voor het melkvee.
- Ammoniakemissie uit stallen kan tot het minimum beperkt worden door volledig isoleren van de stal van de buitenlucht en de lucht te zuiveren met luchtwassers.

De emissie reducerende technieken die voldoende wetenschappelijk getoetst zijn, krijgen een RAV-code die in berekeningen bepaalt van welke ammoniakemissie wordt uitgegaan. Deze codes zijn ook opgenomen in de KringloopWijzer, zodat de prestaties van deze technieken ook in de KringloopWijzer resultaten tot uiting komt.

Beweiden

Ammoniak komt vrij na omzetting van ureum. Ureum zit vooral in urine en wordt pas omgezet in ammoniak als het in contact komt met mest. Bij beweiden komen urine en mest op verschillende plaatsen terecht. Daardoor is de ammoniakemissie bij beweiden veel lager dan in de mestketen die volgt op uitscheiding in de stal (Ogink et al., 2014). In de stal komen mest en urine op de vloer al veelal samen, en daarna komen mestflatten en urine samen als drijfmest. Zowel bij opslag als bij aanwending treden ammoniakverliezen op. Maximaal beweiden is dan ook een goede strategie voor reductie van ammoniakemissie. Niettemin blijft ook bij beweiding scherp voeren van belang. Bij twaalf uur beweiden per dag, wordt nog steeds ongeveer de helft van de mest op stal uitgescheiden. Bij het bijvoeren van vee in de weideperiode zal eiwitarm gevoerd moeten worden. Het opgenomen weidegras is immers eiwitrijk (het gemiddelde RE van de vers grasmonsters in Figuur 4 geeft een indicatie: RE 232) en dat moet gecompenseerd worden.

Waterverdunnen bij mestaanwending

Beperken van ammoniakemissie bij mestaanwending is op veengrond een uitdaging. Er zijn verschillende aanwendingstechnieken met verschillende ammoniakemissie (zie Tabel 1). Maar mestaanwending met de zodenbemester, de gangbare methode met de laagste ammoniakemissie op grasland, wordt niet als een duurzame optie beschouwd op veengrond omdat het de afbraak van het veen te zeer zou kunnen aanjagen en de zode beschadigt. Aanwending met sleepvoeten is het alternatief dat de zode niet beschadigt, maar gaat wel gepaard met meer ammoniakemissie dan zodenbemesting (Tabel 1). Als de mest verdund wordt met water is de ammoniakemissie bij aanwending met de sleepvoet echter duidelijk lager dan bij onverdund bemesten met de sleepvoet (Tabel 1). Recente inzichten geven aan dat een verdunning van 2 delen mest op 1 deel water de ammoniakemissie beperkt tot op een niveau dat vergelijkbaar is met dat van de zodenbemester (Huijsmans et al., 2017).

Tabel 1 Het percentage van ammoniak in mest dat emitteert (Emissiefactor, EF) bij verschillende methoden van mestaanwending.

Methode	EF
Bovengronds breedwerpig	71 ¹⁾
Zodebemesting	19 ²⁾
Sleepvoet onverdund	30,5 ³⁾
Sleepvoet verdund (2 delen mest op 1 deel water)	Vergelijkbaar met zodenbemesten ⁴⁾

¹⁾ Huijsmans en Goedhart, 2018a.

²⁾ Huijsmans en Schils, 2009.

³⁾ Huijsmans en Goedhart, 2018b.

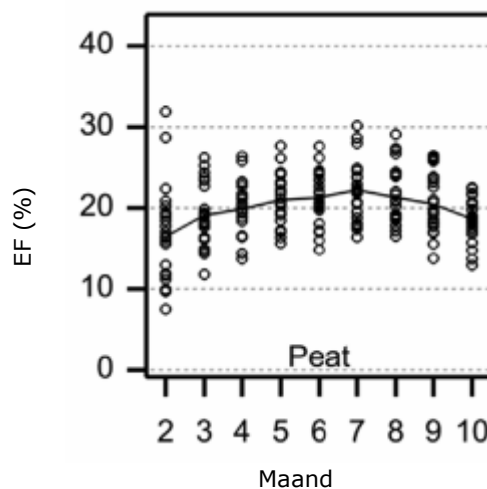
⁴⁾ Huijsmans et al., 2017.

Inspelen op het weer gedurende het grasseizoen

Bij bewolkt en regenachtig weer is de ammoniakemissie lager dan bij scherp drogend weer en bij lage temperatuur is de ammoniakemissie lager dan bij hoge temperatuur (zie ook Figuur 7; Huijsmans et al., 2018). Figuur 7 is het resultaat van berekeningen met een model dat rekening houdt met weersomstandigheden; de doorgetrokken lijn geeft de ammoniakemissie weer voor 'gemiddeld' weer op de 15^e voor elke maand (gemiddeld over 24 jaar KNMI weersgegevens).

Bewolkt, regenachtig en relatief koel weer is dus optimaal voor mestaanwending. In de zomer mest aanwenden is relatief ongunstig. Er zijn verschillende manieren om bij de bedrijfsvoering in te spelen op deze weerseffecten:

- Meer mest aanwenden voor de eerste snede en minder in de latere snedes.
Om de verdeling van stikstof over alle snedes gelijk te houden, kan de aangepaste verdeling van mest over snedes, gecompenseerd worden door een tegengestelde verschuiving in de verdeling van kunstmest over de snedes. Aandachtspunten zijn hierbij de toename van de benodigde mestopslagcapaciteit (men zal het jaar niet kunnen afsluiten met een lege mestput) en het risico op afspoeling van mest naar sloten in het voorjaar. Om het risico op afspoeling te beperken, is het van belang bij aanwenden van mest in deze periode dagen te mijden waarop en waarna grote hoeveelheden neerslag verwacht wordt, zeker als de wortelzone volledig verzadigd is.
- Maximale inspanning om waterverdunding van mest juist in de latere snedes toe te passen. Dit is een behoorlijke uitdaging voor de bedrijfsvoering omdat de bemestingsstijdstippen van de percelen later in het seizoen uit elkaar lopen. Hierdoor kan de loonwerker in de latere snedes niet meer in één keer tegelijk grote delen van het bedrijf bemesten en wordt het dus lastiger om een sleepslangenbemester rendabel in te zetten. Hierbij moet bedacht worden dat inzet van een loonwerker op de meeste melkveebedrijven nodig is voor goede uitvoering van verdunnen van mest met water. In deze periode zal daarom sterk de neiging bestaan om de mest met tanks en onverdund aan te wenden; wat in de toekomst niet meer toegestaan is.

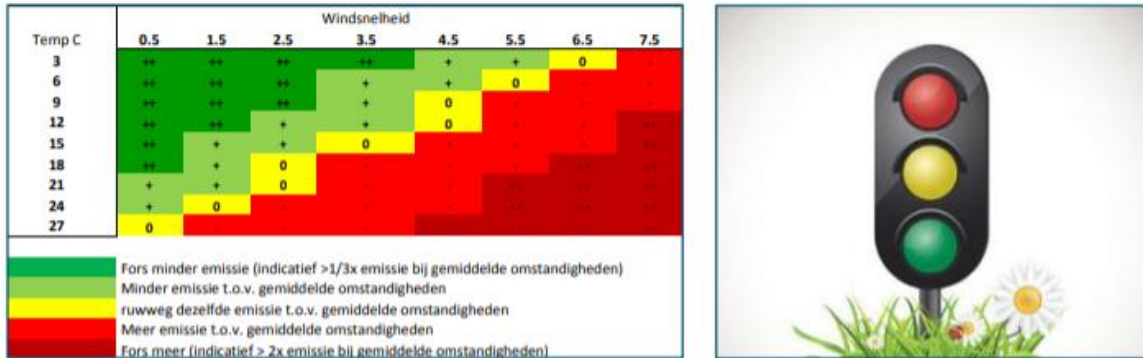


Figuur 7 Invloed van het seizoen op de ammoniakemissie voor verspreiden van mest met de sleepvoet. (Huijsmans et al., 2018).

Figuur 7 laat overigens ook zien dat er ook dagen in het vroege voorjaar zijn waarbij de ammoniakemissie hoger is dan in de zomer. Hieruit valt op te maken, dat het ook in het vroege voorjaar zinvol is om aanwending te plannen op bewolkte, regenachtige en relatief koude dagen.

Er kan dus nog winst geboekt worden door mestaanwending uit te voeren bij gunstige weeromstandigheden. Voor de ammoniakemissie in een gebied is het gedrag van de ondernemers tezamen van belang. Deze maatregel gaat in een gebied pas een verschil maken, als de ondernemers samen voor de *timing* van mestaanwending beter afstemmen op het weer. Hierbij zijn wel logistieke problemen te verwachten. Er komen minder beschikbare dagen per jaar om mest aan te wenden en

op de meest gunstige dagen zullen loonwerkers niet voldoende capaciteit hebben om alle klanten te kunnen bedienen (Huijsmans et al., 2018). Niettemin is bewustwording op dit vlak een relevante stap. Om hierin bij te dragen is door de Proeftuin Veenweiden de UitrijWijzer ontwikkeld (<http://edepot.wur.nl/441471>, Figuur 8). De UitrijWijzer werkt als een stoplichtsysteem en laat per 5 dagen zien wanneer het weer gunstig (groen), gemiddeld (oranje) of ongunstig (rood) is voor het uitrijden van mest. Daarvoor worden twee parameters gebruikt: windsnelheid en temperatuur. De eerste ervaringen geven aan dat dit instrument beter zal functioneren als het instrument ook rekening houdt met bewolking en regen.



Figuur 8 Impressie van het stoplicht voor mestaanwending zoals toegepast in de UitrijWijzer.

3.3 Het laag en het hoog hangend fruit

Uit het voorgaande blijkt dat er diverse effectieve maatregelen ingezet kunnen worden om de ammoniakemissie te beperken. Hieronder zijn maatregelen gerangschikt op de relatieve inpasbaarheid in de bedrijfsvoering. We gaan er vanuit dat een maatregel goed inpasbaar is als de aanpassing ten opzichte van de 'normale' bedrijfsvoering beperkt is, als de informatie en technische middelen beschikbaar zijn om een maatregel toe te passen en als de maatregel beperkt tijd vraagt. De kosten van een maatregel zijn niet meegenomen in de rangschikking.

Tabel 2 Overzicht van maatregelen voor emissie reductie en de praktische inpasbaarheid ervan in het veenweidegebied (schaal: +/-, +, ++).

Maatregel	Praktische inpasbaarheid	Aandachtspunt
Veld		
Later maaien	+	Onzekerheid over weer
Minder kunstmest N vanwege hoge N mineralisatie	++	Inzicht in verschillen percelen
Onderwaterdrains voor minder N mineralisatie	+/-	Investering
Waterverdunden bij mestaanwenden	++	Verhouding mest:water
Inspelen op het weer bij bemestingstijdstip	+	Beschikbaarheid loonwerker
Beter en meer beweiden	++	Passend weidesysteem
Voer en dier		
Minder jongvee, langlevende koeien	+	Aandacht voor veel factoren
Goed in/uitkuilen	+	Constante kwaliteit kuil
Optimaal krachtvoer met laag RE	+	Eerste stappen zijn makkelijkst
Stal		
Dakisolatie	+/-	Investering
Waterspoelen boven de stalvloer	+	Ervaring nog beperkt
Schone stalvloeren	++	Goede landbouwpraktijk
Emissie arme vloer	+	Investering
Luchtwassers	+/-	Kostbaar

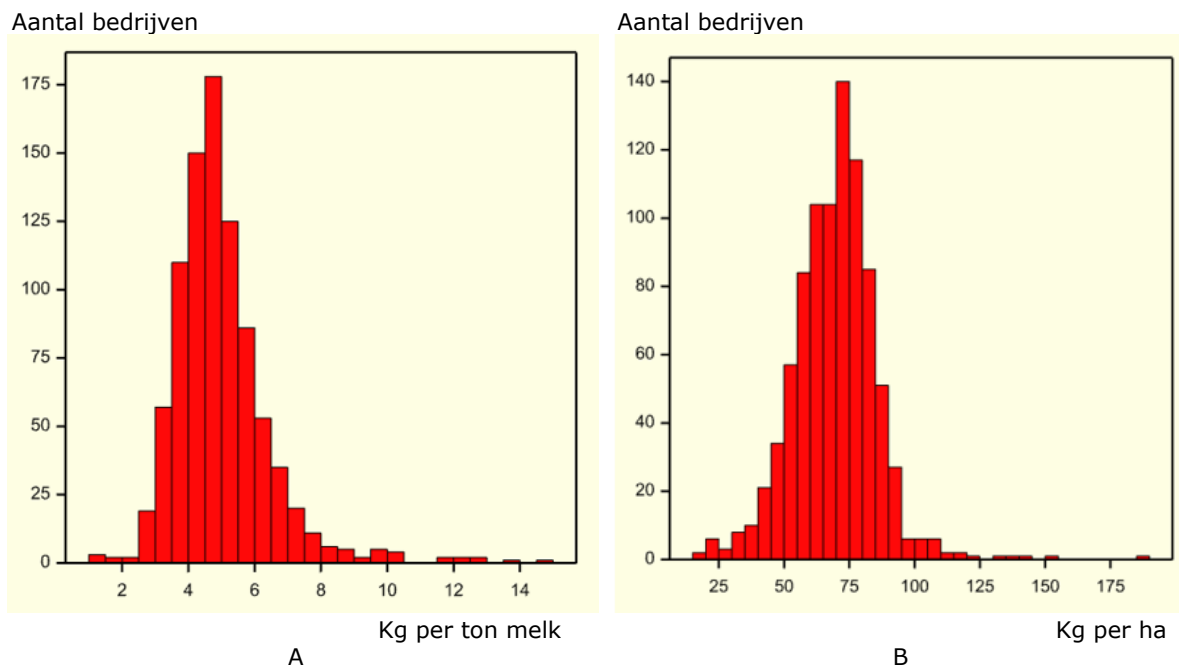
Hiernaast zijn er maatregelen in onderzoek, zoals het toepassen van kruiden in grasland die de N mineralisatie vertragen, aangepaste strategieën bij bekalking (hierbij is ook bekalking die is afgestemd op een iets lagere pH in de bodem om de N mineralisatie te dempen) en grassen met een lager RE gehalte. Deze maatregelen zijn nog onvoldoende verkend voor toepassing in de brede praktijk.

4 Hoe scoort het melkveebedrijf op veen?

De KringloopWijzer (Schröder et al., 2016) geeft inzicht in nutriëntenstromen en in de ammoniakemissie voor elk melkveebedrijf. Deze resultaten worden voor bedrijven gerapporteerd inclusief kenmerken van het bedrijf en het management. Resultaten van 2016 van de KringloopWijzer voor 881 bedrijven op veengrond geven inzicht hoe deze bedrijven scoren op ammoniakemissie¹.

4.1 Resultaten van bedrijven op veen

De ammoniakemissie op melkveebedrijven op veengrond bedroeg in 2016 gemiddeld 4,99 kg NH₃ per ton melk en 69,4 kg NH₃ per ha. Voor beide indicatoren is de emissie iets scheef verdeeld rond deze gemiddelden (Figuur 9). We zien aan deze figuren dat er een aanzienlijke spreiding is rond de gemiddelden. Anders gesteld: er komen bedrijven voor met een duidelijk hogere en met een duidelijk lagere ammoniakemissie. Vanuit de gemiddelden als referentiepunt vertaalt een 25% lagere emissie zich in NH₃ emissieniveaus van niet hoger dan 3,74 kg per ton melk en 52 kg per ha; bijna 16% van de bedrijven op veen blijft onder dit niveau van 3,74 kg per ton melk en meer dan 11% van de bedrijven realiseert een niveau van niet hoger dan 52,06 kg per ha. Dit geeft aan dat een niveau van 25% lager dan gemiddelde ammoniakemissie gewoon voorkomt en dus realistisch is, zonder verder in de details van bedrijfskenmerken en bedrijfsvoering te treden. Zeker voor de bedrijven met een hoger dan gemiddelde ammoniakemissie (41% voor emissie per ton melk en 53% voor emissie per ha) is 25% reductie van ammoniakemissie waarschijnlijk haalbaar. Maar, om dit beter vast te kunnen stellen, is diepgaandere analyse nodig op basis van meer bedrijfsinformatie.

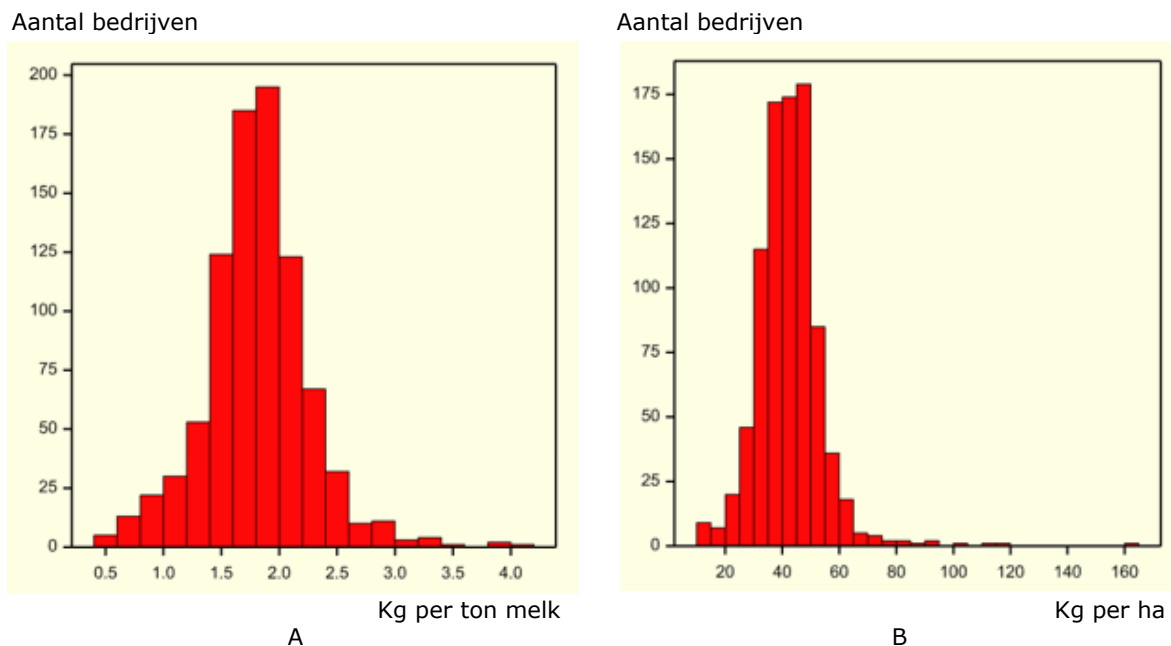


Figuur 9 Verdeling van de ammoniakemissie berekend volgens de KringloopWijzer voor bedrijven op veengrond gebaseerd op 881 bedrijven, voor meer toelichting hierover zie de inleiding bij dit hoofdstuk met de daar opgenomen voetnoot (A: NH₃ emissie in kg per ton melk, B: NH₃ emissie in kg per ha).

¹ De KringloopWijzer resultaten van de 881 bedrijven zijn ontleend aan het gegevensbestand van de Centrale Database KringloopWijzer. Het bestand bevat de gegevens van praktisch alle melkveebedrijven. Binnen dit bestand zijn de bedrijven geselecteerd waarvoor het bodemtype volledig veen is. Binnen deze groep is een selectie uitgevoerd door de bedrijven met onmogelijke (combinaties van) gegevensinvoer uit te sluiten.

Er zijn wel kanttekeningen bij het weergeven van de ammoniakemissie in kg per ton melk en kg per ha. Een voorbeeld: een bedrijf met een bedrijfsareaal van 50 ha heeft een zekere ammoniakemissie die gepaard gaat met aanwending van mest. Als het bedrijfsareaal gehalveerd wordt, wordt ook de plaatsingsruimte op het bedrijf en daarmee de hoeveelheid aangewende mest en de ammoniakemissie in het veld gehalveerd. Als de melkproductie gelijk blijft, scoort de ondernemer aanzienlijk beter als de emissie wordt berekend per ton melk, terwijl er niets veranderd is aan mestmanagement. De emissie per ha neemt in dit scenario overigens wel iets toe doordat de stalemissie wordt omgeslagen over een kleiner bedrijfsareaal. De veldemissie blijft gelijk doordat de hoeveelheid geplaatste mest per ha gelijk is gebleven (er wordt meer mest afgevoerd); zie Bijlage I voor een verdere discussie hierover. Vanwege de tekortkomingen van het weergeven van de ammoniakemissie in alleen kg per ton melk en kg per ha worden in de Proeftuin de *stal*emissie per ton melk en de *vel*demissie per ha areaal als aanvullende, verdiepende indicatoren gebruikt om de bedrijfsprestaties ten aanzien van ammoniak weer te geven.

De stalemissie hangt vooral samen met het rantsoen van de veestapel, de omvang van de veestapel nodig voor productie van melk en de stalvoorzieningen. De veldemissie hangt samen met de manier waarop mest als weidemest, dan wel als drijfmest of vaste mest en kunstmest aangewend wordt. Ook van deze indicatoren is de verdeling berekend over de volledige dataset (zie Figuur 10). De gemiddelde stalemissie is 1,81 kg NH₃ per ton melk en de gemiddelde veldemissie is 42,5 kg NH₃ per ha. Net als bij de indicatoren die in Figuur 9 getoond zijn, komen bij de indicatoren stalemissie en veldemissie bedrijven voor met een duidelijk hogere en met een duidelijk lagere ammoniakemissie dan gemiddeld. De waarden rond de gemiddelden komen het meest voor (een min of meer normale verdeling). Vanuit de gemiddelden als referentiepunt vertaalt een 25% lagere stalemissie zich in een emissieniveau van niet hoger dan 1,56 kg per ton melk. Van de bedrijven op veen blijft 12% onder dit niveau. Een 25% lagere dan gemiddelde veldemissie wordt gerealiseerd bij 35,8 kg per ha. Net als bij de stalemissie blijft 12% van de bedrijven op veen onder dit niveau.



Figuur 10 Verdeling van de stalemissie van ammoniak (A) en de veldemissie van ammoniak (B) in een set van 881 bedrijven op veengrond, voor meer toelichting hierover zie de inleiding bij dit hoofdstuk met de daar opgenomen voetnoot (A: NH₃ in kg per ton melk, B: NH₃ in kg per ha).

De vraag is of de bedrijven die een lage ammoniakemissie realiseren, steeds tot een bijzondere groep behoren. Dit zou dan betekenen dat andere bedrijven qua werkwijze moeten gaan lijken op deze groep om even scherp te kunnen scoren op ammoniakemissie. Voor bedrijven op veen is het dan ook de vraag of de bedrijven per sé:

- Veel moeten beweiden
- Veel maïs of andere bijproducten moeten bijvoeren
- Intensief of juist extensief moeten zijn.

Om die vragen te beantwoorden hebben we gekeken naar het voorkomen van bedrijven die zijn geclusterd op de genoemde eigenschappen in de groep met een lage ammoniakemissie. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 *Het percentage bedrijven, geclusterd op basis van verschillende bedrijfskenmerken met een stalemissie en een veldemissie <25% van de gemiddelde emissie (stalemissie <1,56 kg per ton melk en veldemissie <35,77 kg per ha).*

Kenmerk	Cluster ¹⁾	Percentage bedrijven met 25% lager dan gemiddelde emissie	
		Stalemissie	Veldemissie
Productie-intensiteit (kg melk per ha)	<12.890	17%	18%
	12.890-15.800	9%	10%
	>15.800	9%	9%
Percentage snijmaïs en bijproducten (%)	0	22%	19%
	>0<14	10%	13%
	>14	10%	10%
Beweidingsintensiteit (weide uren per jaar)	0	9%	8%
	>0<1480	10%	10%
	>1480	14%	16%

¹⁾ De clusters zijn zo ingedeeld dat ongeveer evenveel bedrijven in elke cluster zaten; bij het kenmerk snijmaïs en bijproducten in het rantsoen en bij beweiding zijn de niveaus 0 als aparte clusters meegenomen.

Tabel 3 toont dat van elk type bedrijf een substantieel percentage erin slaagt de ammoniakemissie te beperken tot een niveau dat lager is dan het gemiddelde. Dus een bedrijf dat intensief is, kan toch nog een lage stalemissie en een lage veldemissie realiseren. Een bedrijf dat geen snijmaïs en bijproducten voert kan nog lage emissies realiseren en een bedrijf zonder beweiding kan dat ook. **Dit toont aan dat het streven naar een lage ammoniakemissie de ondernemer niet per sé dwingt te beweiden, veel maïs bij te voeren of extensief dan wel intensief te worden.** Er zijn kennelijk voor elk soort bedrijf voldoende aanknopingspunten in de bedrijfsvoering om ammoniakemissie te beperken. Dit ondersteunt de stelling: 25% reductie van ammoniak kan!

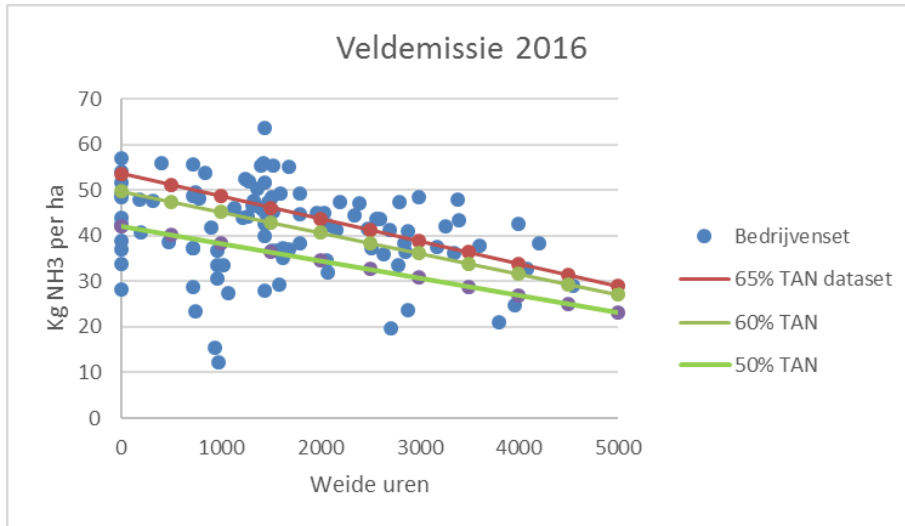
Overigens kan de KringloopWijzer niet van alle maatregelen de effecten goed in beeld kan brengen. Veehouders die bijvoorbeeld alleen mest aanwenden bij optimaal weer zien dit niet terug in het KringloopWijzer resultaat voor ammoniak emissie.

4.2 Veldemissie bij bedrijven op veen in relatie tot bedrijfsvoering

In hoofdstuk 3 werd aangegeven dat veldemissie wordt beïnvloed door de TAN- excretie, de hoeveelheid weide uren (als maat voor excretie in de wei) en de aanwendingstechniek. Zien we die effecten terug in de dataset van bedrijven op veen uit 2016?

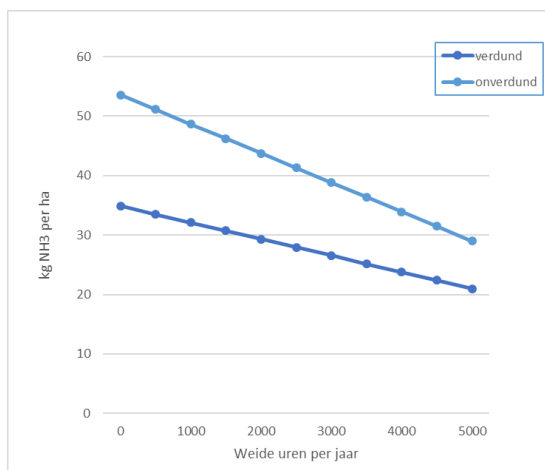
De veldemissie neemt af naarmate een relatief groter deel van de mest als weidemest naar het grasland gaat. Dat effect wordt duidelijk door de beweiding uit te zetten tegen de veldemissie van ammoniak voor een groep bedrijven met dezelfde productie-intensiteit (Figuur 12; elk punt stelt een bedrijf voor met een zekere beweidingintensiteit (x-as) en een veldemissie (y-as)). Dit effect is gemodelleerd aan de hand van dezelfde rekenregels als waarmee de KringloopWijzer werkt, inclusief de emissiefactoren voor mest die als drijfmest wordt aangewend en de kunstmestgift. Hierbij is uitgegaan van bedrijfsgegevens zoals kunstmestdosering en de gemiddelde ammoniakale N productie (TAN) in de bedrijvenset (rode lijn in Figuur 11). We zien dat de veldemissie op de bedrijven

(de punten) de model-lijn wel volgt, maar er is ook duidelijk afwijking. Dit komt doordat de verhouding tussen productie van ammoniak N en de totaal N productie per bedrijf verschillend is. Hoe hoger de TAN productie hoe hoger de ammoniakemissie. Dit is geïllustreerd door de twee lijnen die de ammoniakemissie weergeven bij een lager TAN gehalte: 60% en 50%. Dit is waarschijnlijk de hoofdoorzaak van het feit dat men vaak een zwakke relatie ziet tussen beweiding en de KringloopWijzer resultaten. Als meer beweiden ook resulteert in een hoger RE gehalte in het voer, dan wordt de lagere emissie uit weidemest door te eiwitrijk voer deels weer tenietgedaan. De uitdaging is dus om meer beweiden te combineren met scherp (bij)voeren.



Figuur 11 Veldemissie uitgezet tegen het aantal weide uren. De blauwe punten geven de resultaten van bedrijven weer met een productie-intensiteit tussen 13000 en 14000 kg melk per ha.

Bij voldoende verdunnen met water is de ammoniakemissie vergelijkbaar met die van de zodenbemester. Sleepvoetenaanwending van mest, aanzienlijk verdund met water (minstens 1 deel water op 2 delen mest) in combinatie met intensief beweiden biedt dus goede mogelijkheden om de veldemissie vergaand te beperken (Figuur 12). Wanneer men erin slaagt om ook een lage TAN productie te realiseren (Figuur 11), heeft dit al met al een sterk gereduceerde ammoniakemissie tot gevolg. Overigens moet opgemerkt worden dat in de gemodelleerde berekeningen (de drie lijnen in Figuur 11 en de twee lijnen in Figuur 12) geen rekening is gehouden met de mogelijkheid dat een lagere emissie een hogere benutting van N tot gevolg heeft en daardoor tot een hoger RE gehalte in gras kan leiden, wat dan vervolgens via het rantsoen weer terugkomt als een hogere ammoniakemissie. De lijnen in Figuren 11 en 12 zijn dus geldig als bij bemesting, grasland management (zie maaidatum) of bij aankoop van voer geanticipeerd wordt op de hogere benutting van mest N door gras. Het beperken van ammoniakverliezen door beweiden verdund aanwenden van mest moet dus samengaan met minder gebruik van kunstmest en/of aankoop van eiwitarmere voer.



Figuur 12 Veldemissie bij verdund en onverdund aanwenden van mest met de sleepvoetenbemester uitgezet tegen het aantal weide uren (berekend volgens rekenregels in de KringloopWijzer).

5 Hoe scoren voorloperbedrijven in de Proeftuin Veenweiden?

In de Proeftuin Veenweiden worden tien bedrijven uitgedaagd om de ammoniakemissie op hun bedrijven te verlagen met 25% ten opzichte van de emissie in 2015. Daarom worden ze aangeduid als voorloperbedrijven. De bedrijven zijn representatief voor een groot deel van de melkveebedrijven op veengrond en ze onderling sterk verschillen in hun bedrijfsstructuur (Tabel 4).

5.1 Uitgangssituatie

In de uitgangssituatie (2015) was op de voorloperbedrijven de stalemissie al lager dan het gemiddelde voor veenweidebedrijven (1,60 kg NH₃ per ton melk op de voorloperbedrijven tegen 1,81 kg NH₃ per ton melk op gemiddeld veen) en dat geldt ook voor de veldemissie (39,4 kg NH₃ per ha op de voorloperbedrijven en 42,5 kg NH₃ per ha op gemiddeld veen)².

Tabel 4 Kenmerken van 10 voorloperbedrijven in de Proeftuin Veenweiden (2015).

	Gem	Min	Max
Melkproductie per ha (kg per ha)	19.433	15.139	28.692
Melkproductie (kg FPCM)	1.365.840	438.286	4.161.672
Bedrijfsareaal (ha)	72	26	201
Percentage grasland (%)	92	80	100
Aantal melkkoeien (#)	164	60	466
Productie per koe (l per koe)	8.352	7.305	8.927
Stuks jongvee per 10 melkkoeien #	5,0	4,2	6,6
RE rantsoen (g per kg ds)	168	147	190
Beweidingsuren (uur per jaar)	1449	720	3056

5.2 Ontwikkeling

Paragraaf 5.2.1 geeft de ontwikkeling weer van de veldemissie van ammoniak per ha en de stalemissie per ton melk en paragraaf 5.2.2 geeft de ontwikkeling weer van de totale veldemissie, stalemissie en emissie op het gehele bedrijf.

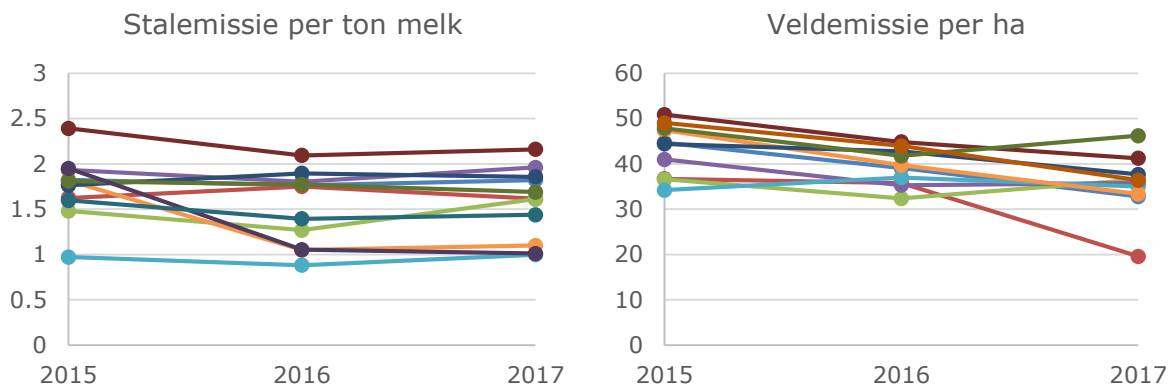
5.2.1 Emissie per ha en per ton melk

Sinds 2015 is de gemiddelde stalemissie (kg per ton melk) 10-13% afgenomen en de veldemissie (kg per ha) met 9-18% (Tabel 5). De dalende tendens is sterker voor de veldemissie dan voor de stalemissie per ton melk (Tabel 5). Aan de ranges in de tabel zien we dat er extreme dalers zijn, maar ook dat er bedrijven zijn waarop de emissie zelfs iets toenam. Dit is ook terug te zien in Figuur (Figuur 12) waar de ontwikkeling per bedrijf is weergegeven.

² Een kanttekening bij deze positionering van voorloperbedrijven is dat we de uitgangssituatie van 2015 (voorloperbedrijven) vergelijken met die van 2016 (dataset voor veenbedrijven).

Tabel 5 Ontwikkeling van de veldemissie en de stalemissie bij de voorloperbedrijven in de Proeftuin Veenweiden als % ten opzichte van het niveau in 2015; tussen haakjes de bandbreedte.

	Stalemissie (kg/ton melk)	Veldemissie (kg per ha)
2016	-13% (-46 8)	-9% (-16 8)
2017	-10% (-48 9)	-18% (-47 2)



Figuur 13 Ontwikkeling van de stalemissie (kg NH₃ per ton melk) en de veldemissie (kg NH₃ per ha) per voorloperbedrijf (10 bedrijven) in de Proeftuin Veenweiden.

Er was dus kennelijk gemiddeld voor de gehele groep bedrijven ruimte voor verlaging van de ammoniakemissie per ton melk en per ha, maar er zijn ook duidelijk verschillen tussen de gerealiseerde verlaging per bedrijf. Het uitgangsniveau (referentie 2015) heeft invloed omdat een al laag niveau moeilijker verder verlaagd kan worden dan een hoog uitgangsniveau (zie de tendensen in Figuur 13). Een deel van de verschillen tussen bedrijven wordt verklaard door de mate waarin de ondernemer bereid is om de volledige bedrijfsstrategie aan te passen aan de ammoniakdoelen. Als we ervan uitgaan dat de brede praktijk de houding van de voorloperbedrijven in potentie kan benaderen, dan is de gemiddelde ontwikkeling van de 10 voorloperbedrijven een geschikt richtsnoer om de mogelijke reductie voor bedrijven die in de uitgangssituatie al een ammoniakemissie dat ongeveer 25% lager lag dan het gemiddelde op veen. Gezien de relatief korte termijn waarover deze resultaten geboekt zijn, is het redelijk de verwachte extra reductie daarbij op te tellen. De voorloperbedrijven gaven desgevraagd aan dat ze verwachtten dat binnen de bestaande bedrijfscontext gemiddeld 7% extra reductie mogelijk is van de stalemissie (variërend van 2 tot 10%) en dat nog 4% reductie mogelijk is van de veldemissie (variërend van 0 tot 10%).

5.2.2 De totale ammoniakemissie

Naast de implementatie van ammoniak reducerende maatregelen heeft ook de bedrijfsontwikkeling invloed op de totale ammoniakemissie in het westelijk veengebied (Tabel 6). We zien dat de melkproductie op de voorloperbedrijven gegroeid is ten opzichte van 2015. Dat betekent dat de verlaging van de stalemissie per ton melk deels weer gecompenseerd is door een toename van melk (vergelijk Tabel 6 en 5). Per saldo is de stalemissie echter toch nog iets afgenomen. Ook het bedrijfsareaal is toegenomen. Het effect daarvan is dat de totale mestplaatsingsruimte op de bedrijven gegroeid is en dat daarmee in totaal ook meer veldemissie heeft plaatsgevonden. Dit zou zich echter alleen vertalen in meer ammoniakemissie in het gebied als het bijgekochte land voorheen niet bemest werd (en bijvoorbeeld natuurland was). Dit is onwaarschijnlijk. Daarom doet de toename van de veldemissie met meer hectares niets af van de gunstige ontwikkeling door ammoniak reducerende maatregelen; de toegenomen melkproductie doet dat wel.

Tabel 6 Ontwikkeling van de stalemissie, de veldemissie en de totale emissie bij de voorloperbedrijven in de Proeftuin Veenweiden als % ten opzichte van het niveau in 2015; tussen haakjes de bandbreedte.

	Areaal (ha)	Melkproductie (kg melk)	Stal (kg)	Veld (kg)	Bedrijf (kg)
2016	6%	9%	-5% (-47 12)	-4% (-22 7)	-5% (-23 7)
2017	9%	9%	-2% (-54 13)	-10% (-57 22)	-7% (-34 18)

5.3 Adoptie van maatregelen

De adoptie van maatregelen door de voorloperbedrijven in de Proeftuin Veenweiden geeft een indicatie van de maatregelen die kansrijk zijn voor adoptie door de brede praktijk. De ontwikkeling in 2016 en 2017 geeft voor een aantal indicatoren aan wat de realisatie was ten opzichte van 2015, het startjaar van de pilot.

Tabel 7 Maatregelen toegepast op de voorloperbedrijven in de Proeftuin Veenweiden in 2016 en 2017 met 2015 als referentie (verdere toelichting zie tekst).

Maatregel	Indicator	KLW ¹⁾	2015	2016	2017
Dier					
Duurzame melkkoeien	Jongvee per 10 melkkoeien	#	5.0	4.7	4.7
Scherp op RE norm voeren	RE rantsoen (gr/kg ds)	#	153	151	151
	RE graskuil (gr/kg ds)	#	162	155	152
	Re krachtvoer (gr/kg)	#	145	145	149
Stal en mestopslag					
Ammoniak-emissie-arme vloer	Aantal bedrijven ²⁾	#	0	4	5
Schone roosters	0 (vies)-5 (schoon)	×	3,6	3,4	3,1
Water sproeien	Aantal bedrijven ²⁾	×	0	3	4
Dakisolatie	Aantal bedrijven ²⁾	#	0	3	4
Bodem en bemesting					
Drijfmest verdunnen met water	Emissiecoëfficiënt aanwending (%)	#	31	25	19
Juiste moment van bemesten (weer)	(1-5)		2	3	4
Minder kunstmest	Kg N-kunstmest/ha	#	132	116	114
Gewas					
Meer en beter beweiden	Weide uren per jr	#	1.317	1.121	1.546
Aandacht voor later maaien	(1-5)	#	2	3	3
Aandacht voor beter inkuilen	(1-5)	#	3	3	4
Aandacht voor beter uitkuilen	(1-5)	#	3	3	4

¹⁾ Van maatregelen waarbij een # is vermeld, worden de (in)directe effecten op de ammoniakemissie verrekend in de KringloopWijzer, van maatregelen waarbij een × is vermeld, is dit niet het geval.

²⁾ Aantal bedrijven van de groep van 10 voorloperbedrijven.

6 Synthese; haalbare reductie van ammoniakemissie

De haalbare reductie van ammoniak ten opzichte van het huidige gangbare niveau is in het voorgaande op drie manieren benaderd. Er is gekeken naar:

- welke strategieën en maatregelen mogelijk zijn;
- de spreiding van de ammoniakemissie in 2016 op een groot aantal bedrijven in het veengebied;
- de ontwikkeling die plaats heeft gevonden in 10 voorloperbedrijven in de Proeftuin Veenweiden die zich hebben ingezet op verlagen van de ammoniakemissie.

Er is een breed scala aan effectieve maatregelen beschikbaar om de ammoniakemissie te reduceren, waarvan een groot deel door ondernemers in het veenweidegebied nog niet is uitgebuit, zelfs niet door voorloperbedrijven in de Proeftuin Veenweiden, die immers aangeven dat nog extra reductie mogelijk is van de stalemissie en de veldemissie. Veel effect is te verwachten van beter en meer beweiden in combinatie met rantsoenmaatregelen, waardoor de TAN excretie beperkt blijft, minder kunstmestgebruik en verdund aanwenden van mest. Maatregelen kunnen zelden blindelings in de bedrijfsvoering ingevoerd worden. De meeste maatregelen vragen om bijzondere aandacht (zie hoofdstuk 3 en daarbinnen Tabel 2). Medewerking van bedrijfsadviseurs, voerleveranciers en loonwerkers is hierbij van belang.

De gemiddelde stalemissie is 1,81 kg NH₃ per ton melk en de gemiddelde veldemissie is 42,5 kg NH₃ per ha. Rond deze gemiddelden is een aanzienlijke spreiding te zien; er zijn bedrijven met een duidelijk hogere en lagere ammoniakemissie. Vanuit deze gemiddelden vertaalt een 25% lagere emissie zich in een stalemissie van hoogstens 1,56 kg per ton melk en een veldemissie van hoogstens 35,8 kg per ha. Van alle bedrijven op veen blijft 12% onder deze niveaus. Deze prestatie wordt niet alleen gerealiseerd door een specifiek type bedrijven. Tot de groep bedrijven met een 25% lager dan gemiddelde emissie behoort een substantieel aantal beweiders maar ook opstallers, bedrijven met veel maïs en bijproducten in het rantsoen, bedrijven die juist weinig of geen maïs bijvoeren, intensieve bedrijven en extensieve bedrijven. Het streven naar een lage ammoniakemissie dwingt de ondernemer dus niet per sé te beweiden, veel maïs bij te voeren of extensief dan wel intensief te worden. Er zijn kennelijk voor elk soort bedrijf voldoende aanknopingspunten in de bedrijfsvoering om ammoniakemissie te beperken.

In de Proeftuin Veenweiden wordt elk van de tien voorloperbedrijven uitgedaagd om de ammoniakemissie op hun bedrijven te verlagen met 25% ten opzichte van de emissie van het bedrijf in 2015. De emissie van deze bedrijven was in 2015 al duidelijk lager dan in de brede praktijk op veen. Op de voorloperbedrijven is de stalemissie (kg per ton melk) afgenomen met 13% en de veldemissie (kg per ha) met 18%. De totale emissie op bedrijfsniveau is met 7% minder sterk afgenomen dan de emissie per ha en per ton melk. Dit komt door toename van de melkproductie met 9% en toename van het bedrijfsareaal met 6%. De uitbreiding van het bedrijfsareaal resulteert op papier wel in een hogere ammoniakemissie van de bedrijven, maar gaat niet gepaard met hogere ammoniakuitstoot in het gebied als de extra bij de bedrijven betrokken hectares eerder ook al bemest werden en als grasland werden gebruikt. Niettemin maken deze resultaten duidelijk dat een reductie van ammoniakbelasting in het veenweidegebied niet los gezien kan worden van de productie intensiteit.

Kanttekeningen bij deze resultaten zijn:

- **De relatief korte looptijd**

De resultaten hebben nog slechts betrekking op twee jaren en dat is te kort om definitieve uitspraken te doen over de ontwikkeling. Naast weersomstandigheden die tot een fluctuatie van resultaten van jaar tot jaar leiden, zijn er ook omstandigheden die ertoe leiden dat de inspanningen in korte tijd nog niet volledig tot uiting komen: het voer dat nu geoogst wordt, wordt bijvoorbeeld pas het jaar erop gevreten, waardoor een verandering van het maaimoment pas een jaar later in het KringloopWijzer resultaat te zien is.

- **Niet meegerekende maatregelen**

Het sproeien van water boven de roosters en het aanwenden van mest bij gunstige weeromstandigheden kan niet in de KringloopWijzer tot uitdrukking worden gebracht. Gezien de inspanning is van deze maatregelen een positief effect te verwachten dat echter niet gekwantificeerd kan worden.

Op basis van de analyse van de beschikbare informatie stellen we vast dat 25% reductie van de ammoniakemissie ten opzichte van het in 2015 en 2016 gangbare niveau mogelijk is voor de melkveehouderij in het veenweidegebied bij een stabiel niveau van melkproductie.

De belangrijkste aanwijzingen hiervoor zijn:

1. De verschillen tussen de gerealiseerde emissie per bedrijf op verschillende bedrijven op veen zijn aanzienlijk. 12% van alle bedrijven realiseert een ammoniakemissie dat 25% lager ligt dan het gemiddelde van alle bedrijven. Deze bedrijven zijn dus niet uitzonderlijk.
2. Tot de groep bedrijven met een 25% lager dan gemiddelde emissie behoort een substantieel aantal beweiders maar ook opstallers, bedrijven met veel maïs en bijproducten in het rantsoen, bedrijven die juist weinig of geen maïs bijvoeren, intensieve bedrijven en extensieve bedrijven.
3. Voorloperbedrijven met een uitgangspositie van ammoniakemissie lager dan het gemiddelde voor veen zijn er in geslaagd de stalemissie omlaag te brengen met 13% en de veldemissie met 18%. Hierbij zijn de effecten van mestaanwenden bij gunstig weer en sproeien/druppelen van water boven de roostervloeren niet meegeteld. Daarnaast is op deze bedrijven de hoeveelheid afgeleverde melk toegenomen.
4. Deze ondernemers schatten in dat een nog verdere reductie op hun bedrijven mogelijk is van (gemiddeld voor de bedrijven) 7% voor de stalemissie en 4% voor de veldemissie.

Literatuur

Aarts, H.F.M., G.J. Hilhorst, L. Sebek, M.C.J. Smits, J. Oenema, 2007. De ammoniakemissie van de Nederlandse melkveehouderij bij een management gelijk aan dat van de deelnemers aan 'Koeien & Kansen'. Wageningen UR, wot rapport nr 63.

Akker, J.J.H. van den, R.F.A. Hendriks, J.R. Mulder, 2007. Invloed van infiltratiewater via onderwaterdrains op de afbraak van veengrond; Helpdeskvraag HD2057 Onderwaterdrains van Drunen 1106. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1597. 48 blz.; 10 fig.; 5 ref.

Akker, J.J.H. van den, R.F.A. Hendriks, I.E. Hoving en M. Pleijter, 2010. Toepassing van onderwaterdrains in veenweidegebieden. Effecten op maaiveld daling, broeikasgasemissies en het water. Werkgemeenschap voor Landschapsonderzoek (WLO), Utrecht, Landschap 27/3, 137-149.

Akker, J.J.H. van den, R.F.A. Hendriks and M. Pleijter, 2012. CO2 emissions of peat soils in agricultural use: calculation and prevention. Proc. of the 19th Conference of the Int. Soil Tillage Res. Org. www.ISTRO.org.

Van den Akker, J.J.H., R.F.A. Hendriks, 2017. Diminishing peat oxidation of agricultural peat soils by infiltration via submerged drains. FAO 2017. Proceedings of the Global Symposium on Soil Organic Carbon 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. pp. 436-439. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/d6555d8d-1b19-4c04-a25d-74474e6c0a11/>.

Campbell C.A., Y.W. Jame en R. de Jong. 1988. Predicting net nitrogen mineralization over a growing season: model verification. Ca. J. Soil Sci. 68: 537-552.

CD KLW, 2018. Gegevens beschikbaar gesteld door ZuivelNL bij brief van 16 mei 2018, kenmerk 180043.

De Visser, P.H.B., H. van Keulen, E.A. Lantinga en H.M.J. Udo, 2001. Efficient resource management in dairy farming on peat and heavy clay soils.

Doornewaard G.J., J.W. Reijs, A.C.G. Beldman, J.H. Jager en M.W. Hoogeveen, 2017. Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen; Prestaties 2016 in perspectief. Wageningen, Wageningen Economic Research, Rapport 2017-087.

Dijkstra, mondeling mededeling.

Evers et al., 2018 in voorbereiding.

Hoving I.E., en G. Holshof, niet gepubliceerde gegevens.

Hoving I.E., G. André, J.J.H. van den Akker, M. Pleijter, 2008. Hydrologische en landbouwkundige effecten van gebruik 'onderwaterdrains' op veengrond'. Animal Science group, rapport 102, 68 pp.

Hoving, I.E., P. Vereijken, K. van Houwelingen en M. Pleijter, 2013. Hydrologische en landbouwkundige effecten toepassing onderwaterdrains bij dynamisch slootpeilbeheer op veengrond. Lelystad, Wageningen-UR Livestock Research. Rapport 719.

Hoving, I.E., H. Massop, K. van Houwelingen, J.J.H. van den Akker en J. Kollen, 2015. Hydrologische en landbouwkundige effecten toepassing onderwaterdrains in polder Zeevang; Vervolgonderzoek gericht op de toepassing van een zomer- en winterpeil. Wageningen, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research. Livestock Research Rapport 875.

Huijsmans J.F.M. en Schils R.L.M., 2009. Ammonia and nitrous oxide emissions following field-application of manure: state of the art measurement in the Netherlands. *International Fertiliser Society Proceedings* 655, 37 pp.

Huijsmans J.F.M., J.M.G. Hol, H.A. van Schooten, B.R. Verwijs, 2017. Ammoniakemissie bij met water verdunde mest toegediend met de sleepvoetenmachine op grasland. Resultaten 2016-2017. Wageningen Research, Rapport WPR-754, 35 pp.

Huijsmans J.F.M. en Goedhart P.W., 2018a. Verkenning emissiefactor bovengronds breedwerpig verspreiden jaren '90 rekening houdend met seizoensinvloeden.

Huijsmans J.F.M. en Goedhart P.W., 2018b. Actualisatie emissiefactor sleepvoet NEMA.

Huijsmans J.F.M., G.D. Vermeulen, J.M.G. Hol en P.W. Goedhart, 2018. A model for estimating seasonal trends of ammonia emission from cattle manure applied to grassland in the Netherlands. *Atmospheric Environment* 173, 231–238.

Humphreys, J. en P. O'Kiely, 2005. Amount and quality of grass harvested for first-cut silage for differing spring-grazed frequencies of two mixtures of perennial ryegrass cultivars with contrasting heading date. *Grass and Forage Science*, 61, 77-88.

Ogink N.W.M., Groenestein, C.M., J. Mosquera, 2014. Actualisering ammoniakemissiefactoren rundvee: advies voor aanpassing in de Regeling ammoniak en veehouderij. Rapport 744.

RVO (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland), 2014. Overeenkomst Generieke maatregelen PAS. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, Utrecht.

Šebek L.B., A. Bannink en R. Zom, 2006. Een duurzaam presterende veestapel; Efficiëntie van de mineralenbenutting door de melkveestapel op bedrijven met een geringe mineralenaanvoer p. 85-103. In: Mineralen goed geregeld, Verslag Themadag Melkveehouderij 2006. Koeien en Kansen, Rapport 40; *Plant Research International* nr 153.

Schröder, J.J., L.B. Šebek, J. Oenema, J.G. Conijn en J. de Boer, 2018. Rekenregels van de KringloopWijzer 2017; achtergronden van BEX, BEA, BEN, BEP en BEC: actualisatie van de 2016-versie. Rapport WPR 790, Wageningen UR.

Smits, M.C.J., H. Valk, A. Elzing en A. Keen, 1995. Effect of protein nutrition on ammonia emission from a cubicle house for dairy cattle. *Livestock production Science* 44, 147-156.

Valk H., H.W. Klein Poelhuis en H.J. Wentink, 1990. Maize or concentrates as supplement of the grass ration fed to high-productive dairy cows. Rapport Nr. 213, IVVO. Lelystad, 83 pp.

Vellinga Th.V. en G. André, 1999. Sixty years of Dutch nitrogen fertiliser experiments, an overview of the effects of soil type, fertiliser input, management and of developments in time. *Neth. J. Agr. Sci.* 47:215-241.

Verloop J., G.J. Hilhorst en J. Oenema, 2007. Stikstof mineralisatie op melkveebedrijf 'De Marke': analyse van waarnemingen en van hun betekenis voor het management. Rapport *Plant Research International* nr 132.

Internetsites

<http://www.proeftuin natura2000.nl/>

<http://www.proeftuinveenweiden.nl>

<http://www.veenweiden.nl>

UitrijWijzer <http://edepot.wur.nl/441471>

Bijlage 1 Geschiktheid indicatoren ammoniakemissie vanuit melkveebedrijven

Om de ontwikkeling van ammoniakemissie uit melkveebedrijven weer te geven zijn goede indicatoren nodig. Wat een goede indicator is, hangt af van de onderzoeksvraag. Een indicator mag niet gevoelig zijn voor schijnverbeteringen. Hiermee bedoelen we aanpassingen in de bedrijfsvoering die de ammoniakemissie schijnbaar lijken te verlagen, maar die de emissie feitelijk afwentelen naar buiten het melkveebedrijf.

De onderzoeksvraag; haalbare emissiereductie bij de bestaande productie

De hoofdvraag in de Proeftuin Veenweiden is: hoever en hoeveel kan de ammoniakemissie uit de melkveehouderij in het veenweidegebied worden teruggedrongen. Voor het beantwoorden van deze vraag en het kiezen van indicatoren is het nodig om aan te geven welke randvoorwaarden gelden. Welke acties worden als maatregel gezien en welke niet? Deze randvoorwaarden komen voort uit afspraken met de betrokkenen. Bezien vanuit het perspectief van ecologische gebiedsdoelen, zou minder melk produceren in de regio als een maatregel beschouwd kunnen worden. In de Proeftuin is de vraag wat mogelijk is in de bestaande bedrijfscontext met de bestaande productie-intensiteit en de bestaande bedrijfscontext met het daarbij behorende landbouwareaal.

Emissie per ton melk en per ha; pas op voor afwenteling

Een indicator voor de ammoniakemissie is de emissie per ton melk. Deze maat sluit aan bij het primaire doel van een melkveebedrijf, te weten: melk produceren, en stelt vervolgens centraal met hoeveel ammoniakemissie deze productie gepaard gaat en in hoeverre die emissie teruggedrongen kan worden. Een bezwaar van deze maat is dat een bedrijf dat de opfok van jongvee aan een ander bedrijf uitbesteedt automatisch beter scoort, wat neerkomt op afwenteling van de met jongvee opfok gepaard gaande emissies. Dit zou kunnen worden opgelost door de emissie uit te drukken in emissie per hoeveelheid vee op het bedrijf (waarin ook het jongvee meetelt, kg per GVE). Het bezwaar hiervan is dat deze indicator geen zicht biedt op de mate waarin een melkveehouder erin slaagt veel melk te produceren per dier (een kwestie van voer-, dier- en jongveemanagement). De emissie per ton melk is daarom een geschiktere maat als de effecten van genoemde maatregelen in diermanagement mee moeten tellen.

Aan beide indicatoren hangt wel het probleem dat de invloed van de productie intensiteit buiten beeld blijft. Dat is een onvolledigheid gezien vanuit de omgeving, waarin vanuit het oogpunt van milieubescherming grenzen gesteld moeten worden aan de totale belasting. Het gaat dus zowel om een lage emissie per eenheid product (melk) of productiemiddel (GVE) als om de productie-intensiteit. De ammoniakemissie per ha komt daaraan tegemoet, maar ook die heeft een bezwaar. Intensieve bedrijven voeren mest af en die ammoniakemissie die daarmee gepaard gaat, komt niet in beeld. Er is dus niet één indicator die alle gewenste informatie geeft (Tabel 1).

Daarom wordt in de Proeftuin gekozen voor een combinatie van indicatoren: i) stal emissie per ton melk, ii) veldemissie per ha en iii) de totale stalemissie, veldemissie en bedrijfsemissie. Met een goede toelichting vertellen die het volledige verhaal.

Tabel 1 *Indicatoren en hun beperkingen bij gebruik als enige indicator.*

Indicator	Onvolkomenheid
NH3 emissie per bedrijf	Als een bedrijf groeit of krimpt neemt de ammoniakemissie respectievelijk toe of af. Dat is dan niet het gevolg van specifieke maatregelen en is binnen de context van de Proeftuin niet het meest relevant.
NH3 emissie per ton melk	Afwenteling emissie die hoort bij uitbesteden jongvee opfok Laat effect productie-intensiteit niet zien.
NH3 emissie per GVE	Laat effect managementcapaciteit om melk te produceren per dier niet zien Laat effect productie-intensiteit niet zien.
NH3 emissie per ha	Afwenteling emissie die hoort bij uitbesteden jongvee opfok Afvoeren. Gunstig voor intensieve bedrijven (veel mest en een klein areaal) omdat dan de emissie van af te voeren mest niet meetelt.



Proeftuin Veenweiden
Postadres: Oude Meije 18, 3474 KM Zegveld

info@proeftuinveenweiden.nl
www.proeftuinveenweiden.nl

Mede mogelijk gemaakt door:



Uitvoering door:



www.proeftuinveenweiden.nl