



Perspectief voor het verlagen van NH_3 -emissie uit de Nederlandse melkveehouderij

Verkenning van reductiepotentieel en economische impact op sectorniveau op basis van integrale doorrekening maatregelen op 8 representatieve melkveebedrijven

Joan Reijs, Alfons Beldman, Michel de Haan, Aart Evers, Gerben Doornwaard en Izak Vermeij

Perspectief voor het verlagen van NH₃-emissie uit de Nederlandse melkveehouderij

Verkenning van reductiepotentieel en economische impact op sectorniveau op basis van integrale doorrekening maatregelen op 8 representatieve melkveebedrijven

Joan Reijs,¹ Alfons Beldman,¹ Michel de Haan,² Aart Evers,² Gerben Doornewaard¹ en Izak Vermeij²

1 Wageningen Economic Research

2 Wageningen Livestock Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Economic Research en Wageningen Livestock Research in opdracht van LTO Nederland, Nederlandse Zuivel Organisatie en Rabobank en gefinancierd door opdrachtgevers en het Melkveefonds.

Wageningen Economic Research

Wageningen, april 2021

RAPPORT
2021-052
ISBN 978-94-6395-800-4

Joan Reijs, Alfons Beldman, Michel de Haan, Aart Evers, Gerben Doornewaard en Izak Vermeij, 2021. *Perspectief voor het verlagen van NH₃-emissie uit de Nederlandse melkveehouderij; Verkenning van reductiepotentieel en economische impact op sectorniveau op basis van integrale doorrekening maatregelen op 8 representatieve melkveebedrijven*. Wageningen, Wageningen Economic Research, Rapport 2021-052. 90 blz.; 1 fig.; 18 tab.; 52 ref.

In dit onderzoek is op verzoek van LTO Nederland, Nederlandse Zuivel Organisatie (NZO) en Rabobank doorgerekend wat het gecombineerde effect kan zijn van de verwachte ontwikkeling van de Nederlandse melkveesector bij voortzetting van huidig beleid en een integraal pakket van maatregelen om ammoniakemissie te reduceren. De berekende reductie van NH₃-emissie uit de Nederlandse melkveehouderij in 2030 ten opzichte van 2018 bedraagt 28%. De berekende extra investering voor ammoniakmaatregelen in stallen, wateropslag en grond bedragen op sectorniveau 1,3 miljard euro. Het totaaleffect van de ammoniakmaatregelen op het economisch resultaat van melkveebedrijven bedraagt gemiddeld -1,07 euro per 100 kg melk. Omdat de marges per kg melk gemiddeld klein zijn, is dit een substantieel effect voor veel bedrijven. Het in dit onderzoek doorgerekende maatregelpakket kan worden beschouwd als realistisch ten aanzien van het niveau van de maatregelen en de aansluiting bij de huidige praktijk en ambitieus ten aanzien van de veronderstelde implementatiegraad.

This study, commissioned by LTO Nederland (the Netherlands Agricultural and Horticultural Association), NZO (Dutch Dairy Association) and Rabobank, calculated the effect of the expected development of the Dutch dairy farming sector if current policies are continued combined with an integrated package of measures to reduce ammonia emissions. The calculated reduction of ammonia emitted by the Dutch dairy sector in 2030 compared to 2018 amounts to 28%. The additional investment for ammonia measures in barns, water storage and land was calculated to be 1.3 billion euro at sector level. The overall effect on the financial result of dairy farms is on average -1.07 euro per 100 kg of milk. Given that on average the margins per kg of milk are narrow, this constitutes a significant impact for many farms. The package of measures evaluated in this study can be considered realistic in terms of the level of change compared to current average practice. With respect to the assumed degree of implementation, it is ambitious.

Trefwoorden: stikstof, melkveehouderij, ammoniak, reductiepotentieel, economie

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/546112> of op www.wur.nl/economic-research (onder Wageningen Economic Research publicaties).

© 2021 Wageningen Economic Research

Postbus 29703, 2502 LS Den Haag, T 070 335 83 30, E communications.ssg@wur.nl, www.wur.nl/economic-research. Wageningen Economic Research is onderdeel van Wageningen University & Research.



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

© Wageningen Economic Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2021

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

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

Wageningen Economic Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Wageningen Economic Research Rapport 2021-052 | Projectcode 2282300504

Foto omslag: Shutterstock

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	6
	S.1 Kernvraag	6
	S.2 Belangrijkste resultaten	6
	S.3 Impact en duiding	8
	S.4 Methodologie	9
	Summary	10
	S.1 Key question	10
	S.2 Key findings	10
	S.3 Impact and interpretation	12
	S.4 Methodology	13
1	Aanleiding, doel en afbakening	14
	1.1 Huidige situatie	14
	1.2 Gewenste situatie	15
	1.3 Vraag van opdrachtgever	15
	1.4 Afbakening van het onderzoek	16
2	Aanpak en uitgangspunten	18
	2.1 Algemene aanpak	18
	2.2 Modellen en gegevensbronnen	19
	2.2.1 Integrale doorrekening melkveebedrijven	19
	2.2.2 Opschaling naar sectorniveau	21
	2.2.3 Gehanteerde resultaatindicatoren	23
	2.3 Uitgangspunten doorrekening	24
	2.3.1 Uitgangssituatie bedrijven	24
	2.3.2 Doorgerekende maatregelpakketten	27
	2.3.3 Ontwikkeling van bedrijven en opschaling	31
	2.3.4 Situatie doorgerekende bedrijven in 2030	34
3	Resultaten	35
	3.1 Veranderingen op sectorniveau door het maatregelpakket	35
	3.2 Ontwikkeling ammoniakemissie	37
	3.2.1 Ammoniakemissie 8 doorgerekende bedrijven	37
	3.2.2 Ammoniakemissie gehele sector	38
	3.2.3 Nadere toelichting op ammoniak resultaten	39
	3.3 Economische effecten	41
	3.3.1 Toelichting op economische effecten	41
	3.3.2 Economische effecten 8 doorgerekende bedrijven	41
	3.3.3 Economische effecten gehele sector	43
4	Discussie	45
	4.1 Beschouwing van het doorgerekende maatregelpakket	45
	4.1.1 Algemeen beeld maatregelpakket	45
	4.1.2 Vraagstukken rondom de afzonderlijke maatregelen	45
	4.1.3 Verdergaande emissiereductie is technisch mogelijk	46
	4.2 Discussie bij de economische effecten	47
	4.3 Mogelijke effecten andere duurzaamheidsthema's	48
	4.4 Mogelijke en benodigde sturing	49

5	Conclusies	51
	Literatuur en websites	54
	Bijlage 1 Uitgangssituatie	57
	Bijlage 2 Bedrijfstypes	60
	Bijlage 3 Literatuurcheck stalaanpassingen	60
	Bijlage 4 Literatuurcheck aanpassingen in de bedrijfsvoering	70
	Bijlage 5 Literatuurcheck structuurversterking	76
	Bijlage 6 Uitgangspunten berekeningen	80

Woord vooraf

Sinds de uitspraak van de Raad van State in 2019 is er veel gezegd en geschreven over de stikstofproblematiek in Nederland. Met de stikstofwet die het kabinet in oktober 2020 heeft voorgesteld en inmiddels door zowel Eerste als Tweede Kamer is goedgekeurd, heeft de overheid verstrekkende maatregelen aangekondigd om de stikstofdepositie op Nederlandse natuurgebieden te verminderen. Eén van de belangrijkste sporen om dit te realiseren is de zogenaamde generieke reductie van ammoniakemissie (vermindering van de zogenaamde 'deken' van ammoniak) in Nederland. Ook na de goedkeuring van de stikstofwet door de Eerste Kamer is er nog veel onduidelijkheid over de exacte invulling en de bijbehorende impact voor veel maatschappelijke partijen, de landbouw voorop.

De melkveehouderij heeft een belangrijk aandeel in de ammoniakemissie uit de Nederlandse landbouw en is daarmee een sleutelsector om tot realisatie van de doelen in de stikstofwet te komen. De melkveehouderij heeft ook een belangrijke deel (meer dan de helft) van de Nederlandse landbouwgrond in beheer. De sector heeft vanuit dit landgebruik dan ook een vitale rol in de realisatie van andere maatschappelijke opgaven die te maken hebben met landgebruik.

De opdrachtgevers van dit onderzoek hebben Wageningen University & Research gevraagd om doorrekening van een integraal maatregelenpakket voor emissiereductie uit de melkveehouderij. Wij zijn de opdrachtgevers zeer erkentelijk voor het in ons gestelde vertrouwen voor en tijdens dit onderzoek. Wij vertrouwen erop met dit onderzoek bij te dragen aan het vergroten van het inzicht ten aanzien van de te verwachte effecten van emissie-reducerende maatregelen in de melkveehouderij (voor ammoniakemissie, maar ook voor kosten) en daarmee een nuttig stukje van de complexe puzzel te hebben toegevoegd.



Prof.dr.ir. J.G.A.J. (Jack) van der Vorst
Algemeen Directeur Social Sciences Group (SSG)
Wageningen University & Research



Ir. O. (Olaf) Hietbrink
Business Unit Manager Wageningen Economic Research
Wageningen University & Research

Samenvatting

S.1 Kernvraag

In dit onderzoek is doorgerekend wat het gecombineerde effect kan zijn van de verwachte ontwikkeling van de Nederlandse melkveesector bij voortzetting van huidig beleid (zie basisscenario in Beldman et al., 2020) en een integraal pakket van maatregelen om ammoniakemissie te reduceren. Er wordt rekening gehouden met een verwacht aandeel stoppers en groei van blijvende bedrijven.

Uitgangspunt van de vraag was nadrukkelijk om te rekenen op basis van individuele bedrijfscasussen vanwege de behoefte om maatregelen concreet te maken op bedrijfsniveau en rekening te kunnen houden met verschillen tussen bedrijven en interacties tussen maatregelen.

Het doorgerekende maatregelpakket is vastgesteld in overleg met de opdrachtgever en is een concretisering van een door de opdrachtgever opgestelde investeringsagenda met daarin 3 lijnen (stalmaatregelen, managementmaatregelen, structuurmaatregelen). Binnen de beschikbare onderzoekscapaciteit en doorlooptijd konden niet alle elementen van de agenda concreet gekwantificeerd worden (dit geldt vooral voor de structuurmaatregelen). Dit onderzoek concentreert zich op de verwachte effecten op ammoniak en economie (benodigde investeringen en effect op operationele kosten).

Het doorgerekende maatregelpakket kan worden samengevat als:

1. *Stalmaatregelen*: alle in 2030 aanwezige bedrijven hebben emissiearme stallen voor melkkoeien met gemiddeld een emissiefactor van 8,6 kg NH₃ per dierplaats.
2. *Managementmaatregelen*:
 - a. *Weidegang*: het gemiddeld aantal uren weidegang per melkkoe per jaar op sectorniveau neemt met 11% toe van 1.056 naar 1.177 uur.
 - b. *Bemesting*: toename van aandeel zodebemesting en mestinjectie, toepassing van verdunning met 50% water op 100% van het grasland op klei en veen en 75% van het grasland op zandgrond.
 - c. *Voeding*: het ruw-eiwitgehalte van de rantsoenen (inclusief jongvee) daalt van gemiddeld 169 gram per kg ds naar 162 gram per kg ds via optimalisatie binnen het bedrijfssysteem (streefwaarde vooraf was 160 gram RE per kg ds). Dit kan zijn via verhogen van het aandeel snijmais, het verlagen van het eiwitgehalte van krachtvoer of via het verlagen van de bemesting op grasland of combinaties daarvan.
3. *Structuurmaatregelen*: gericht op onder andere het verbeteren van de grondpositie en de verkaveling van bedrijven, onder andere om weidegang beter mogelijk te maken en bewerkingskosten te verlagen. In de doorrekening is in overleg met de opdrachtgever als insteek gekozen: geen verdere stijging van de veebezetting ten opzichte van beginsituatie.

S.2 Belangrijkste resultaten

Ammoniak

De in dit onderzoek berekende reductie van NH₃-emissie uit de Nederlandse melkveehouderij in 2030 ten opzichte van 2018 bedraagt 28%. De stal en opslagemissie per koe (-26%) en de veldemissie per hectare (-24%) nemen in gelijke mate af. Per fosfaatrecht daalt de totale berekende NH₃-emissie met 25%. De daling van de absolute emissie (-28%) is groter omdat in het genoemde basisscenario (Beldman et al., 2020) rekening is gehouden met een beperkte daling van het aantal fosfaatrechten door afroming en aangekondigde opkoopregelingen. Het verwachte aantal melkkoeien is daardoor in 2030 (1,48 miljoen) 7% lager dan in 2018 en het aantal stuks jongvee bijna 15% lager.

Het effect van het toepassen van emissiearme stallen is in de berekeningen niet zonder meer te isoleren omdat de maatregelen niet afzonderlijk zijn doorgerekend maar als een totaalpakket. Stal- en opslagmissie per koe daalt niet alleen door aanpassing van de stal maar ook door aanpassing van voeding en weidegang. Via interpolatie van de twee meest uiteenlopende bedrijven is afgeleid dat het reductiepercentage op sectorniveau zonder stalaanpassingen zou dalen van de huidige 28% naar 18-21%. Nadere berekeningen zijn nodig om dit preciezer te kunnen inschatten.

Tabel S.1 Samenvatting van structuur sector en belangrijkste resultaatindicatoren op sectorniveau in de beginsituatie (2018) en eindsituatie (2030)

		Beginsituatie (2018)	Eindsituatie (2030)	Vershil (2030- 2018)
Structuur sector	Aantal bedrijven met melkvee	15,987	10.659	-5,328
	Aantal koeien (*1.000 stuks)	1,591	1.480	-111
	Aantal fosfaatrechten (miljoen kg)	85,5	82,9	-2.6
Ammoniak	Stal en opslagmissie bedrijf per melkkoe (kg NH ₃ per jaar)	14,8	10,9	-26%
	Veldemissie bedrijf per hectare (kg NH ₃ per jaar)	31,9	24,1	-24%
	Totale emissie per fosfaatrecht (kg NH ₃ per jaar)	0,65	0,49	-25%
	Totale emissie melkveesector (miljoen kg NH ₃ per jaar)	55,7	40,4	-28%
Economie	Investerings in stallen en wateropslag (€ per bedrijf)		87.169	
	- <i>Bijbehorende jaarkosten a) (€ per bedrijf per jaar)</i>			10.039
	Extra investering in grond (€ per bedrijf)		36.517	
	- <i>Bijbehorende jaarkosten (€ per bedrijf per jaar)</i>			1.631
	Totaaleffect b) op economisch resultaat (€ per 100 kg melk)			-1,07

a) Van de extra benodigde grond wordt 1/3 deel gekocht. Jaarkosten gebaseerd op 1/3 deel aankoop (rente), 1/3 deel pacht en 1/3 deel buurtcontract of vergelijkbaar. Voor pacht en buurtcontract is gerekend met pachtprizen; b) Totaal effect op saldo per kg melk (inclusief loonwerk, brandstof, water en energie en mestafvoer) van de ontwikkeling van het bedrijf én de investeringen in stal, wateropslag en grond en de managementmaatregelen.

Economie

De investeringen die in dit onderzoek zijn meegenomen betreffen de investeringen voor de ammoniakmaatregelen: het emissiearm maken van stallen, het creëren van voldoende wateropslag om verdund mest te kunnen uitrijden en de investering in extra grond ten opzichte van het basisscenario. Uitgangspunt is dat deze investeringen alleen door de blijvers worden gedaan. De investeringen die nodig zijn voor de groei zoals die in het basisscenario van Beldman et al. (2020) was opgenomen, zijn in dit onderzoek niet berekend. De voor de groei benodigde investeringen in fosfaatrechten, extra grond, staluitbreiding en de reguliere vervangingsinvesteringen zijn in dit onderzoek dus niet meegenomen. De berekende benodigde investeringsbedragen voor het emissiearm maken van stallen en creëren van voldoende wateropslag om verdund mest te kunnen uitrijden, bedragen gemiddeld 87.169 euro per bedrijf, waarvan het merendeel (84%) voor stallen. Opgeteld voor de hele sector gaat het om 929 miljoen euro. Daarnaast wordt er nog extra in grond geïnvesteerd ten opzichte van het basisscenario 2030 (Beldman et al., 2020), gemiddeld is dit 36.517 euro per bedrijf. Op sectorniveau wordt er dan 389 miljoen euro extra in grond geïnvesteerd. In zijn totaliteit bedraagt de extra investering voor ammoniakmaatregelen in stallen, wateropslag en grond daarmee 1,3 miljard euro. De totale extra jaarkosten gebaseerd op de investeringen in stallen, wateropslag en grond bedragen gemiddeld 11.670 euro per bedrijf. Gerelateerd aan het inkomen per bedrijf van de laatste vijf jaar van gemiddeld ongeveer 65.000 is dit een substantieel bedrag.

Het berekende effect op het saldo per 100 kg melk is een gecombineerd effect van de groei van bedrijven en het toegepaste maatregelpakket (onder andere de extra uitrijkosten voor het toedienen van de verdunde drijfmest). Door de groei van de bedrijven neemt het saldo per bedrijf toe maar per kg melk gemiddeld juist af omdat er meer melk per hectare wordt geproduceerd en daardoor de voerkosten per kg melk omhooggaan. Het totaaleffect van bedrijfsgroei en de ammoniakmaatregelen

op het saldo (variabele opbrengsten minus variabele kosten) per 100 kg melk is gemiddeld licht negatief (-0,32 euro). Inclusief de jaarkosten voor bovengenoemde investeringen en extra grond is het totaaleffect op het economisch resultaat -1,07 euro per 100 kg melk. Omdat de marges per kg melk gemiddeld klein zijn, is dit een substantieel effect voor veel bedrijven.

S.3 Impact en duiding

Over het doorgerekende maatregelpakket

Het in dit onderzoek doorgerekende maatregelpakket kan worden beschouwd als een aan de ene kant realistisch maar tegelijkertijd ook ambitieus. Het realistische zit in het niveau van de maatregelen en de aansluiting bij de huidige praktijk. Verdergaande emissiereductie per koe en per hectare dan voorgesteld in dit maatregelenpakket is, voor individuele bedrijven, zeker niet ondenkbaar. Dit kan bijvoorbeeld via het verder verlagen van het ruw-eiwitgehalte van het rantsoen, stallen met een verdergaande reductie van emissie, verdere verdunding van mest. Ook kunnen bedrijven kiezen voor lagere productie- en bemestingsniveaus. Het ambitieuze van het doorgerekende maatregelpakket zit in het op grote schaal (uitgangspunt is 100% van de blijvende melkveebedrijven) daadwerkelijk uitvoeren (implementeren) van deze maatregelen.

De maatregelpakketten per bedrijfstype moeten niet worden gezien als blauwdrukken. Binnen elk bedrijfstype zijn verschillende combinaties van maatregelen mogelijk om tot verlaging van ammoniakemissie te komen. Het vertrekpunt van dit maatregelenpakket is wel dat elk bedrijf iets zal moeten doen op meerdere vlakken.

Interpretatie economische effecten

Bij de interpretatie van de economische effecten is het belangrijk om in ogenschouw te nemen dat:

- de bedragen alleen betrekking hebben op het emissiearm maken van de stal. Overige benodigde investeringen voor uitbreiding zijn niet meegenomen.
- gerekend is met huidige prijspeilen en geen rekening is gehouden met inflatie. De daadwerkelijke investeringen zullen dus gemiddeld over de gehele periode hoger liggen.
- voor stalsystemen gerekend is met een mix van technieken. Als in de praktijk blijkt dat de goedkope systemen goed werken, dan vallen de investeringen en de jaarkosten lager uit en vice versa. De berekende bedragen zijn gebaseerd op een mix van investering bij uitbreiding, nieuwbouw en vervanging van bestaande vloeren. De consequentie is dat de gerapporteerde bedragen niet herkenbaar zijn voor een specifieke bedrijfssituatie.
- voor reductie van methaanemissie aanvullende technieken nodig zijn. Kosten voor dergelijke aanvullende technieken zijn niet in dit onderzoek meegenomen.

De omvang en het tempo van de benodigde investeringen in de stalaanpassingen zijn ambitieus te noemen. Vooral het feit dat de aanpassingen in een relatief korte periode moeten worden gedaan zorgt ervoor dat deze niet in het reguliere investeringsritme mee kunnen lopen. De omvang van de investeringen en de bijbehorende jaarkosten zijn substantieel. Als dat wordt gecombineerd met de gemiddeld vrij lage huidige marges, die naar verwachting ook in de toekomst niet ruimer zullen zijn in de melkveehouderij, dan betekent dit dat in ieder geval een deel van de melkveehouders dit soort investeringen niet op eigen kracht zal kunnen realiseren waardoor de kans groot is dat er bedrijven vervroegd gaan stoppen.

Effecten op andere duurzaamheidsthema's

Samengevat kan worden gesteld dat de te verwachten positieve effecten van het maatregelpakket ten opzichte van het basisscenario 2030 (Beldman et al., 2020) niet heel groot zijn, ook omdat het maatregelpakket niet uitgaat van systeemveranderingen. Tegelijkertijd sluit het doorgerekende maatregelpakket verdere verbetering op deze thema's ook niet uit. Belangrijke aspecten zijn dat 1) bij de aanpassingen van stallen oog is voor het reduceren van andere emissies (met name methaan) en dierenwelzijn en dat 2) extra teelt van snijmais niet ten koste gaat van waterkwaliteit, biodiversiteit, bodemkwaliteit en het gebruik van de hoeveelheid eiwit van eigen land (of uit de buurt).

Belangrijk voor brede implementatie in de praktijk

Implementatie van het maatregelpakket vergt gerichte sturing, zowel vanuit de overheid als het bedrijfsleven. Het is belangrijk om hierbij een breed spectrum van instrumenten in te zetten. Een effectieve inzet van de maatregelen is mede afhankelijk van de ondernemer en zijn management. Managementmaatregelen kunnen worden gestimuleerd door een focus op maatregelen die geld kunnen opleveren, ontwikkelen van kennis en vaardigheden, in beeld brengen en belonen van goede prestaties en het aanbieden van concrete tools die aanpassing van de bedrijfsvoering vergemakkelijken. Voor de investeringen in stallen kunnen subsidie en financiële tegemoetkoming worden ingezet. Ook is duidelijke en stabiele regelgeving nodig om verandering van de bedrijfsvoering te realiseren.

Voor brede toepassing van de maatregelen zijn ook de volgende aspecten belangrijk:

- *Stallen*: er is discussie over de daadwerkelijke emissiereductie in de huidige emissiearme stallen. Een goede werking is essentieel om de veronderstelde reductie te bereiken. Om deze reductie te bereiken is er behoefte aan verdere doorontwikkeling van uiteenlopende emissiearme stalsystemen en een goed meet- en borgingssysteem.
- *Verdund uitrijden*: aandachtspunten zijn het organiseren van voldoende waterbeschikbaarheid op de zandgronden en het ontwikkelen van een goede borgingssystematiek.
- *Weidegang*: om de stijgende trend van de toepassing van weidegang vast te houden, is blijvende inspanning nodig, ook omdat de naar verwachting stoppende bedrijven relatief veel weiden.
- *Eiwitarm voeren*: vanwege het belang van een hoge melkproductie per koe binnen het huidige systeem van fosfaatrechten zijn melkveehouders mogelijk minder snel geneigd om de grenzen op te zoeken voor wat betreft eiwitarme voeding.

S.4 Methodologie

In dit onderzoek worden resultaten van 8 individuele bedrijfscasussen opgeschaald naar sectorniveau. De 8 bedrijfssituaties zijn dusdanig opgesteld dat ze representatief zijn voor het gemiddelde bedrijf in de groep (regio-omvang-intensiteit) die ze vertegenwoordigen en dat ze gezamenlijk een representatief beeld geven van de melkveehouderij in de beginsituatie.

De uitgangssituatie (2018) is zodanig gekozen dat deze zo goed mogelijk overeenkomt met de gerealiseerde emissie in 2018 op sectorniveau zoals gerapporteerd door de Emissieregistratie (zie ook Van Bruggen et al., 2020). Voor het vaststellen van de uitgangssituatie zijn gegevens uit de CBS Landbouwtelling en het Bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research gebruikt.

Voorafgaand aan het concretiseren van de maatregelen in overleg met de opdrachtgever zijn samenvattende literatuuroverzichten opgesteld die vervolgens als leidraad bij de concretisering zijn gehanteerd (zie bijlagen 1-5).

Voor het berekenen van de effecten op ammoniakemissie en het economisch resultaat zijn 8 bedrijfscasussen zowel in de begin als eindsituatie (na toepassing van het genoemde maatregelpakket) doorgerekend met het model Dairy Wise (Schils et al., 2007). De ammoniakemissie in Dairy Wise is berekend volgens de rekenregels van de Kringloopwijzer (Van Dijk et al., 2020). De benodigde investeringen voor de blijvende bedrijven zijn los van Dairy Wise berekend. Voor de inschatting van leeftijden van stallen in de uitgangssituatie die als basis zijn gebruikt voor bepalen van het aandeel nieuwbouw en aanpassing van bestaande stallen zowel voor reguliere als emissiearme stallen is onder andere gebruikgemaakt van RVO-gegevens.

Summary

S.1 Key question

This study calculated the effects of the expected development of the Dutch dairy farming sector if current policies are continued (see baseline scenario in Beldman et al., 2020) and an integrated package of measures to reduce ammonia (NH₃) emissions is implemented. It takes into account the proportion of dairy farms expected to stop operating and growth of the farms that will continue.

The clients' request was explicitly to make use of calculations at the level of individual farms because of the need to make measures concrete at farm level and to be able to take the differences between farm types and the interactions between the measures into account.

The package of measures for which the effects were calculated was determined in consultation with the client. The package is based on an investment agenda drawn up by the client, which implements a three-pronged approach: measures on animal housing, measures related to farm management and measures related to farm structure. It was not possible to quantify all elements of the agenda given the available research capacity and lead time. (This applies to the measures related to farm structure in particular.) This research concentrates on the expected effects on ammonia and the financial aspects, i.e. the required investments and impact on operating costs.

The effects of the package of measures that were calculated can be summarised as:

1. *Measures on animal housing:* All farms operating in 2030 will have low-emission barns for dairy cows with an average emission factor of 8.6 kg NH₃ per animal place.
2. *Measures related to farm management:*
 - a. *Outdoor grazing:* The average number of hours of outdoor grazing per dairy cow per year at sector level increases by 11% from 1,056 to 1,177 hours.
 - b. *Manure application:* There will be an increase in the proportion of shallow open slot injection and 50% water dilution will be applied on 100% of the grassland on clay and peat and 75% of the grassland on sandy soil.
 - c. *Diets:* Reducing the crude protein content of the rations (including young stock) decreases from an average of 169 grams per kg DM to 162 grams per kg DM through optimisation of the farm system (target value beforehand was 160 grams RE per kg DM). This is realised by increasing the proportion of maize silage, by reducing the protein content of concentrates, by reducing the fertilization level of grassland or through combinations of these options.
3. *Measures related to farm structure:* These measures aim at, among other things, an increase in land area and the allotment of farms to make it easier to graze and to reduce processing costs. In consultation with the client, the following approach was chosen for the calculation: no further increase in livestock density compared to the initial situation.

S.2 Key findings

Ammonia

In this study, the reduction of NH₃ emitted by the Netherlands dairy industry in 2030 compared to 2018 was calculated to be 28%. The emissions from animal housing and storage per cow (-26%) and the field emission per hectare (-24%) decrease equally. Per phosphate right, the total calculated NH₃ emission falls by 25%. The reduction in absolute emissions (-28%) is larger because the baseline scenario (Beldman et al., 2020) takes into account a limited decrease in the number of phosphate rights due to skimming and the buy-out schemes that have been announced. The anticipated number of dairy cows in 2030 (1.48 million) is therefore 7% lower than in 2018 and the number of young stock is almost 15% lower.

The effect of using low-emission housing cannot be isolated in the calculations because the measures were not evaluated separately, but as a total package. Emissions from housing and storage per cow are not only reduced by modifying the housing, but also by adjusting feed and increase in outdoor grazing. Through interpolation of the two farms that differed the most, it was deduced that the reduction rate at sector level would drop from the current 28% to between 18 and 21% for a package without modifications in housing. Further calculations are needed to give a more precise estimate.

Table S.1 Summary of sector structure and result indicators at sector level in the initial situation (2018) and the end situation (2030)

		Initial situation (2018)	End situation (2030)	Difference (2030- 2018)
Structural sector	Number of farms with dairy cows	15,987	10,659	-5,328
	Number of cows (*1,000 animals)	1,591	1,480	-111
	Number of phosphate rights (million kg)	85.5	82.9	-2.6
Ammonia	Emission from housing and storage on the farm, per dairy cow (kg NH ₃ per year)	14.8	10.9	-26%
	Field emission on the farm, per hectare (kg NH ₃ per year)	31.9	24.1	-24%
	Total emission per phosphate right (kg NH ₃ per year)	0.65	0.49	-25%
	Total emission per dairy sector (kg NH ₃ per year)	55.7	40.4	-28%
Finances	Investments in housing and water storage (€ per farm)		87,169	
	- Associated annual costs a) (€ per farm per year)			10,039
	Extra investment in land (€ per farm)		36,517	
	- Associated annual costs (€ per farm per year)			1,631
	Total effect (b) on financial farm result (€ per 100 kg milk)			-1.07

a) 1/3 of the extra land needed is bought. Annual costs based on 1/3 part is purchased (interest), 1/3 part is on an agricultural lease and 1/3 part is subject to a neighbourhood contract [*buurtcontract*] or similar kind of arrangement. Costs for neighbourhood contract was taken into account at the same level as rent to be paid for lease. b) Total effect on the gross margin per kg milk (including contract work, fuel, water and energy and removal of manure) of the development of the farm and of investments in barns, water storage and land, and the management measures.

Economic results

The investments taken into account in this study are the investments for the ammonia measures: creating low emission housing, creating enough water storage for spreading diluted manure and the investment in extra land compared to the baseline scenario (Beldman et al., 2020). The basic assumption is that these investments will be made only by those farms that continue to operate. The investments required for growth as presented in the baseline scenario (Beldman et al., 2020) are not included. This implies that the investments required for growth in terms of phosphate rights, extra land, barn extensions and the usual replacement investments are therefore not included in the presented results. The required investment amounts calculated for creating low emission housing and sufficient water storage for spreading the diluted manure amount to an average of 87,169 euro per farm. Most of this (84%) is for the housing. The sum total for the whole sector is 929 million euro. Also, an additional investment in land is required compared to the 2030 baseline scenario (Beldman et al., 2020); this comes to 36,517 euro per farm on average and 389 million euro at sector level. In total, the additional investment for ammonia measures in housing, water storage and land was calculated to be 1.3 billion euro at sector level. The total additional annual costs based on the investments in housing, water storage and land amount to an average of 11,670 euro per farm. This is a substantial amount if one compares it to the income per farm over the last five years, namely around 65,000 euro on average.

The calculated effect on the gross margin per 100 kg of milk is a combined effect of the growth of farms and the applied package of measures (including the extra costs of spreading the diluted slurry). Due to the growth of the farms, the gross margin per farm increases but the average gross margin per

kg of milk decreases because more milk is produced per hectare and therefore the feed costs per kg of milk increase. The overall effect of farm growth and the ammonia measures on the gross margin (variable revenues minus variable costs) per 100 kg of milk is on average slightly negative (-0.32 euro). Including the annual costs for the stated investments and additional land, the overall effect on the financial result is -1.07 euro per 100 kg of milk. Given that the margins per kg of milk are narrow on average, this constitutes a significant impact for many farms.

S.3 Impact and interpretation

On the package of measures

The package of measures evaluated in this study can be considered realistic on the one hand, but ambitious on the other. The package is realistic in terms of the level of change compared to current average practice. Further emission reduction per cow and per hectare than proposed in this package of measures is certainly conceivable for individual farms. This can be achieved, for instance, by further reducing the crude protein content of the rations, by adapting the housing to reduce emissions even further, and by diluting the manure more. Farms could also opt to lower production and fertilisation levels. The calculated package of measures can be considered ambitious because of the actual implementation of these measures on a large scale (basic assumption is 100% of the dairy farms that continue to operate).

The package of measures for each type of farm should not be considered as blueprints. Various combinations of measures are possible to reduce ammonia emissions at each type of farm. Basic assumption of this package of measures is that every farm will have to take steps on several areas.

Interpretation of economic results

It is important to take the following into consideration when interpreting the financial implications:

- The amounts only relate to additional costs for low emission techniques. Other investments required for expansion are not included.
- Current price levels have been assumed and inflation has not been taken into account. The actual investments will therefore be higher over the period as a whole.
- It is assumed that a mix of low emission techniques will be used for low emission housing. If the cheap systems work well in practice, the investments and annual costs will be lower and vice versa. The amounts calculated are based on a mix of investment in expansion, new construction and replacing existing floors. As a consequence, the reported amounts cannot be extrapolated to any specific type of farm.
- Additional technology is required to reduce methane emissions. Costs for this kind of additional technology were not taken into account.

The scale and pace of the required investments in modifications in housing are ambitious. The fact that the adjustments have to be made in a relatively short period of time means that they cannot be included in the normal investment schedule of the farm. The size of the investments and the associated annual costs are substantial. Taken in combination with the current fairly narrow average margins, which are not expected to be wider in dairy farming in the future either, it means that at least a share of the dairy farmers will not be able to make this kind of investment on their own. In turn, this means that there is a good chance that some farms will stop operating prematurely.

Impact on other sustainability themes

In summary, the expected positive effects of the package of measures compared to the 2030 baseline scenario (Beldman et al., 2020) are not expected to be large. This is also because the package of measures does not assume any systemic changes. At the same time, the calculated package of measures does not exclude further improvements in terms of other sustainability issues either. Important aspects are that 1) when modifying housing, attention must be paid to reducing other emissions (especially methane) and improving animal welfare simultaneously; and that 2) additional cultivation of silage maize is not at the expense of water quality, biodiversity, soil quality and the share protein from one's own land (or from the neighbourhood).

Significance of broad implementation in practice

Implementation of the package of measures requires targeted management by both the government and the private sector. It is important to use a wide range of instruments for this. Management measures can be promoted by focusing on measures that will increase revenue, by developing knowledge and skills, by identifying and rewarding good performance, and by offering specific tools that facilitate the adjustment of farm management. Subsidies and financial allowances could be used to encourage investment in housing. Clear and sound regulations are also needed to bring about changes in housing and farm management.

The following aspects are also important to support the wide implementation of the measures:

- *Housing*: There is a debate about the actual emission reductions that can be expected from current low-emission techniques in dairy housing systems. A proper functioning of low emission techniques is essential to achieve the indicated reduction. There is a need for further development of various low-emission housing systems and a good measurement and quality control system.
- *Spreading diluted manure*: Points of attention include ensuring that there is sufficient water available on sandy soils and developing a good quality control system.
- *Outdoor grazing*: Sustained efforts will be required to ensure that the upward trend in the use of outdoor grazing continues, particularly because a large share of the farms are expected to discontinue operations currently apply grazing.
- *Low-protein diets*: Because of the importance of high milk production per cow in the current system of phosphate rights, dairy farmers may be reluctant to push the limits of low-protein diets.

S.4 Methodology

Findings from eight individual business cases were scaled up to sector level in this study. The eight farm situations were set up in such a way that they are representative of the average farm (in terms of region, size and intensity) in the group they represent and that together they give a representative picture of dairy farming in the initial situation (2018).

The initial situation (2018) was chosen to match as closely as possible the emissions produced in 2018 at sector level as reported by the Emission Registration (see also Van Bruggen et al., 2020). Data from the Statistics Netherlands Agricultural Census and Wageningen Economic Research's Farm Accountancy Data Network (FADN) were used to determine the initial situation.

Prior to specifying the measures, which was done in consultation with the clients, literature overviews were drawn up, which were then used as a guide for specifying the measures (see Appendices 1 to 5).

To calculate the impact on ammonia emissions and the financial result, eight farm situations were evaluated using the Dairy Wise model, both in the initial and the end situation (after the aforementioned package of measures was applied). Dairy Wise (Schils et al., 2007) calculates ammonia emissions based on the calculation rules in the Annual Nutrient Cycling Assessment tool [*Kringloopwijzer*] (Van Dijk et al., 2020). The investments required for the farms that continue to operate were calculated separately. Alongside other data, data from the Netherlands Enterprise Agency was used to estimate the ages of housing systems in the initial situation that were used as a basis for determining the proportion of new building and modifications to existing barns for both normal and low-emission stables.

1 Aanleiding, doel en afbakening

1.1 Huidige situatie

Met de recente stikstofwet (Rijksoverheid, 2020) heeft de overheid verstrekende maatregelen aangekondigd om de stikstofdepositie op Nederlandse natuurgebieden te verminderen. Het kabinet heeft binnen de structurele aanpak als doel gesteld dat in 2030 ten minste 50% van de hectares met stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden onder de zogenaamde kritische depositiewaarde is gebracht. Deze doelstelling voor 2030 vraagt volgens het kabinet om een generieke ammoniakemissiereductie van 26% (Rijksoverheid, 2020). In dit rapport staat deze generieke emissiereductie (vermindering van de zogenaamde 'deken' van ammoniak) door de melkveehouderij centraal.

De melkveehouderij heeft een belangrijk aandeel in de ammoniakemissie uit de Nederlandse landbouw. In 2018 was 57% van de NH₃-emissie (55,8 miljoen kg) uit dierlijke mest afkomstig van de melkveestapel.¹ Inclusief een indicatie van de bijdrage aan emissies uit kunstmest, overige organische mest, gewassen en gewasresten komt de geschatte bijdrage van de melkveehouderij op 62,3 miljoen kilogram (zie Bijlage 1). De melkveehouderij is daarmee een sleutelsector om tot realisatie van de doelen in de stikstofwet te komen. De melkveehouderij heeft ook een belangrijk deel (meer dan de helft) van de Nederlandse landbouwgrond in beheer. De sector heeft vanuit dit landgebruik dan ook een vitale rol in de realisatie van andere maatschappelijke opgaven die te maken hebben met landgebruik. Denk bijvoorbeeld aan waterbeheer en biodiversiteitsherstel.

Diverse onderzoeken en praktijkbedrijven laten zien dat er nog veel mogelijkheden zijn om de ammoniakemissie vanuit de melkveehouderij verder te beperken. Zowel stallen als bedrijfsvoering (voeding en bemesting) kunnen verder worden geoptimaliseerd (zie Bijlage 3 en 4 voor een literatuuroverzicht). Een goed overzicht over de mogelijkheden die de Nederlandse melkveesector als geheel heeft om de ammoniakemissie te verlagen, ontbreekt echter. Dit heeft voor een belangrijk deel te maken met het feit dat effecten van afzonderlijke maatregelen op elkaar ingrijpen. Een emissiearm stalsysteem leidt bijvoorbeeld tot een lagere emissie in de stal, maar ook tot hogere stikstofgehalten in de mest. Een lager ruw-eiwitgehalte in het rantsoen heeft zowel invloed op de emissie uit stal en opslag als bij toediening. Inschatting van reductiepotentieel op bedrijfsniveau vereist integrale (rekening houdend met wisselwerking tussen maatregelen) doorrekening van maatregelen (zie bijvoorbeeld Evers et al., 2019 en Verloop et al., 2018). Inzicht in het reductiepotentieel op sectorniveau vereist ook dat aandacht wordt besteed aan representativiteit van de bedrijven en opschaalbaarheid van de maatregelen. Dit alles zorgt ervoor dat vanuit bestaande onderzoeken de vertaling naar reductiepotentieel op sectorniveau niet eenduidig te maken is.

Belangrijk is ook dat er beter zicht ontstaat op de economische consequenties die maatregelen voor melkveebedrijven met zich meebrengen. Dit is belangrijk omdat de economische omstandigheden voor veel bedrijven niet rooskleurig zijn en de inkomens relatief laag. De melkprijs is gemiddeld over de laatste 25 jaar globaal op hetzelfde absolute niveau gebleven,² met duidelijk grotere schommelingen vanaf 2007. Daar staat tegenover dat een deel van de kosten gestegen is in deze periode. Dit resulteert uiteindelijk in een inkomen per onbetaalde jaareenheid dat in 2020 op een vergelijkbaar niveau lag als zo'n 15 jaar geleden.³ Dat het inkomen niet verder is achtergebleven komt door de gelijktijdige schaalvergroting, een proces dat al decennialang voorkomt in de melkveehouderij. Schaalvergroting is een gevolg van de economische noodzaak om stijgende kosten te compenseren bij globaal gelijke opbrengsten en van de technologische mogelijkheden om een hogere productiviteit te realiseren. Ook voor de nabije toekomst is de verwachting, op basis van de

¹ Dit is inclusief mest van melkvee die wordt toegediend op andere landbouwbedrijven.

² <https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2263&indicatorID=2068>

³ <https://www.agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?themaID=2272&indicatorID=2046&subpubID=2232§orID=2245>

huidige situatie en op basis van het tot nu concreet ingezette beleid, dat er jaarlijks zo'n 3-4% van de bedrijven zal stoppen en de schaalvergroting door zal gaan (Beldman et al., 2020). Indien maatregelen leiden tot extra kosten zonder dat er extra opbrengsten tegenover staan, zal dat kunnen leiden tot extra stoppers en daarmee een versnelde schaalvergroting. Dat voor veel melkveebedrijven het toekomstperspectief niet gunstig is, blijkt ook uit de Agro Vertrouwensindex,⁴ die voor de melkveehouderij in de laatste drie kwartalen van 2020 duidelijk lager is dan het langlopende gemiddelde voor de melkveehouderij. Dit heeft waarschijnlijk, naast de economische omstandigheden en relatief lage inkomens, ook te maken met onduidelijkheid over toekomstige beleidskaders (naast stikstof ook de nasleep van de introductie van fosfaatrechten, toekomstig klimaatbeleid en mestwetgeving).

De combinatie van de economische situatie en beleidsmatige onduidelijkheid zorgt voor onrust en onzekerheid in de sector en terughoudendheid voor verdere inzet op emissieverlaging.

1.2 Gewenste situatie

Om verlaging van NH₃-emissie uit de melkveehouderij te realiseren, is een duidelijk (economisch) toekomstperspectief voor melkveebedrijven en een doelgerichte sturing naar emissiearme bedrijfssystemen essentieel.

Een eerste stap hierin is om integraal (rekening houdend met wisselwerking tussen maatregelen) te verkennen wat de mogelijkheden van melkveebedrijven zijn om via aanpassingen aan stallen en bedrijfsvoering NH₃-emissie te verlagen en daarmee bij te dragen aan realisatie van toekomstige stikstofdoelen. Het is hierbij van belang dat rekening wordt gehouden met verschillen tussen bedrijven. De specifieke situatie van het bedrijf (bijvoorbeeld de grondsoort/regio, de intensiteit of de mate van weidegang) bepaalt in belangrijke mate de toepasbaarheid en het effect van maatregelen. Om het effect voor de hele sector in beeld te brengen, is het ook van belang om rekening te houden met de verwachte ontwikkeling van bedrijven (een deel van de bedrijven zal stoppen, de blijvende bedrijven zullen in meer of mindere mate groeien) en een inschatting te maken welke bedrijven welke combinatie van maatregelen zou kunnen toepassen. Belangrijke vragen die spelen zijn in hoeverre eventuele investeringen en operationele meerkosten volledig voor rekening van de melkveehouder komen of (gedeeltelijk) worden gecompenseerd door de overheid of kunnen worden terugverdiend in de markt.

Er is behoefte aan een concreet inzicht in effecten van in de praktijk passende combinaties van maatregelen per type bedrijf, de reductie van NH₃-emissie die daarmee haalbaar is en de economische effecten die dit met zich meebrengt op bedrijfsniveau. Hierbij is het van belang ook oog te hebben voor andere duurzaamheidsthema's, bijvoorbeeld klimaat, biodiversiteit en dierenwelzijn, en bij voorkeur maatregelen te mijden die een negatieve uitwerking hebben hierop.

1.3 Vraag van opdrachtgever

LTO Nederland, Rabobank en NZO (hierna: opdrachtgever) constateren dat het realiseren van stikstofdoelen met behoud van een economisch vitale melkveehouderij en oog hebben voor andere maatschappelijke opgaven waar de sector voor staat, investeringen vereisen langs drie lijnen:

1. Investeren in emissie-reducerende stalmaatregelen (bij voorkeur integraal, dus naast ammoniak ook aandacht voor methaan en andere emissies).
2. Investeren in aanpassingen in de bedrijfsvoering die bijdragen aan de reductie van emissies (ook hier zowel ammoniak als andere emissies).
3. Investeren in versterking van de structuur van de melkveehouderij onder meer door het verbeteren van de verkaveling en beschikbaar maken/houden van grond.

⁴ <https://agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?themaID=2527&indicatorID=2528&subpubID=2524§orID=2245>

De opdrachtgever heeft Wageningen University & Research gevraagd om deze drie lijnen nader te analyseren.

De onderzoeksvragen van de opdrachtgever waren:

1. Breng in beeld welke concrete maatregelen er voor melkveebedrijven zijn om ammoniakemissie te reduceren?
2. Breng in beeld, vanuit bestaande kennis, wat er bekend is over de potentiële ammoniakemissiereductie en de benodigde investeringen en economische effecten van deze maatregelen.
3. Breng in beeld voor een aantal onderscheidende bedrijfstypen welke combinatie van maatregelen passend is
4. Breng in beeld en wat de integrale effecten van deze maatregelen bij elkaar zijn op ammoniakemissie en op het economisch resultaat.
5. Geef vervolgens op basis van het resultaat van de doorrekening van de bedrijfstypen een inschatting van de mogelijke emissiereductie en de bijbehorende economische effecten op sectorniveau.
6. Breng kwalitatief in beeld wat mogelijke neveneffecten kunnen zijn op andere duurzaamheidsthema's.
7. Geef een kwalitatieve beschouwing op mogelijke en noodzakelijke sturing naar implementatie van de betreffende maatregelen.

De opdrachtgever wil het resultaat van deze analyse gebruiken om de eigen visie verder in te vullen, het eigen beleid verder te ontwikkelen en de dialoog met anderen aan te gaan over een realistisch en perspectiefvol scenario voor de melkveehouderij.

1.4 Afbakening van het onderzoek

1. Dit onderzoek heeft als vraagstelling welke emissiereductie kan worden verwacht van een pakket van maatregelen dat in overleg met de opdrachtgever is samengesteld. Hierbij wordt gekeken naar de verwachte emissiereductie in 2030 bij behoud van de huidige voorziene productieruimte voor de melkveehouderij, uitgedrukt in fosfaatrechten. Nadrukkelijk verzoek van de opdrachtgever is om hierbij rekening te houden met de verwachte ontwikkeling van bedrijven (een deel van de bedrijven zal stoppen, de blijvende bedrijven zullen in meer of mindere mate groeien). Als uitgangspunt is gehanteerd dat fosfaatrechten in de periode tot en met 2030 worden 'volgemolken' en dat er een beperkte daling van het aantal fosfaatrechten zal zijn als gevolg van afoming en aangekondigde opkoopregelingen (conform basisscenario Beldman et al., 2020).
2. Dit onderzoek neemt de noodzaak tot een generieke emissiereductie om doelen uit de stikstofwet te realiseren als vertrekpunt. Er is geen onderzoek gedaan naar de onderbouwing van deze noodzaak en/of de verwachte bijdrage van deze generieke emissiereductie op het halen van de doelen uit de Stikstofwet (aandeel van natuurgebieden onder de kritische depositiewaarde).
3. Dit onderzoek gaat niet in op ruimtelijke verdeling van ammoniakemissie binnen Nederland. De gehanteerde regio-indeling is vooral bedoeld om een werkbaar onderscheid te creëren in melkveebedrijven die verschillen in bouwplan en rantsoensamenstelling, aansluitend bij de methode die wordt gehanteerd in de nationale monitoring.
4. Er wordt alleen een begin- en eindsituatie in beeld gebracht en geen verloop in de tijd gemodelleerd. Als basisjaar (uitgangssituatie) is 2018 gehanteerd. Dit jaar is gekozen omdat dit het meest recente jaar is waar voor alle relevante gegevensbronnen de benodigde informatie voorhanden was. De eindsituatie heeft betrekking op 2030. Dit jaar is gekozen omdat het in veel beleidsstukken terugkomt als een belangrijk ijkjaar voor evaluatie van doelen van de stikstofwet.
5. Dit onderzoek neemt bestaande modellen en literatuur en huidige bewezen (of in onderzoek zijnde) maatregelen als uitgangspunt. Er wordt gerekend met gemiddelde te verwachten effecten zoals in de literatuur beschreven ten tijde van het onderzoek. Onzekerheid rondom effecten van maatregelen zijn niet nader beschouwd omdat dit niet binnen de doorlooptijd van het onderzoek paste. Onderzoek naar emissies van specifieke systemen (zowel bij stallen als bij toediening) laten zien dat er behoorlijk grote bandbreedtes zijn in emissies per systeem. Deze verschillen zijn voor een deel afhankelijk van bijvoorbeeld het management van het systeem, maar voor een deel ook

inherent aan de variatie in natuurlijke omstandigheden (denk bijvoorbeeld aan het weer of de exacte grondsoort) waar processen in de landbouw altijd van afhankelijk zijn en moeilijk volledig te beheersen zijn.

6. Er is in dit onderzoek geen gevoeligheidsanalyse uitgevoerd waardoor mogelijke bandbreedtes van effecten niet in beeld worden gebracht. Binnen de beschikbare capaciteit en doorlooptijd behoorde een gevoeligheidsanalyse niet tot de mogelijkheden.
7. In dit onderzoek wordt niet nader ingegaan op de benodigde borging van maatregelen. Om maatregelen effectief in te kunnen zetten, is het van belang dat toepassing ervan kan worden geborgd. De melkveehouder moet op een eenduidige manier kunnen aantonen dat hij de maatregel op een goede manier heeft toegepast en/of dat dit ook daadwerkelijk leidt tot een reductie van de ammoniakemissie. Rondom borging van maatregelen en/of prestaties spelen vele vraagstukken. De borging van maatregelen is bijvoorbeeld van belang als de maatregel een rol speelt in de vergunningverlening. Deze borging is eenvoudiger bij 'harde' maatregelen zoals stalaanpassingen dan bij managementmaatregelen omdat de techniek kan worden geregistreerd. Echter, ook bij stalaanpassingen geldt dat de bedrijfsvoering en de toepassing in de praktijk een rol spelen in de uiteindelijke ammoniakemissie. Voor managementmaatregelen is de borging over het algemeen moeilijker omdat veel data en modelmatige berekeningen nodig zijn om de effecten te monitoren. Inmiddels zijn er ook ontwikkelingen waarbij op bedrijven real time ammoniakemissies worden gemeten in stallen, wat op termijn misschien mogelijkheden biedt. De Kringloopwijzer biedt mogelijkheden om te sturen op resultaatindicatoren op het gebied van NH₃-emissie van individuele bedrijven.
8. In dit onderzoek wordt ook geen aandacht besteed aan de vraag of effecten van maatregelen ook zichtbaar (gemaakt) kunnen worden in de monitoring die als basis dient voor de beleidsevaluatie (Emissieregistratie). Ook hier geldt dat dit met name voor een deel van de managementmaatregelen een knelpunt kan vormen in de toekomst als deze maatregelen in de gehanteerde databronnen onvoldoende gerepresenteerd zijn.

2 Aanpak en uitgangspunten

2.1 Algemene aanpak

Deze studie is door Wageningen University & Research uitgevoerd en kende een korte doorlooptijd van in totaal 3 maanden.

De onderzoeksvragen zijn weergegeven in paragraaf 1.3.

Het onderzoek kende drie stappen:

1. Inventarisatie bestaande kennis en concreet maken maatregelpakketten
2. Doorrekenen van 8 representatieve bedrijven en opschalen effecten naar sectorniveau
3. Rapportage.

De inventarisatie van bestaande kennis, de uitvoering van de berekeningen en de verslaglegging van het onderzoek in dit rapport zijn zelfstandig en onafhankelijk uitgevoerd door het projectteam van Wageningen University & Research. De uitgangspunten van de doorrekeningen zijn in overleg met de opdrachtgever opgesteld. Hiervoor zijn drie bijeenkomsten georganiseerd waarin vertegenwoordigers van de opdrachtgevers in gezamenlijkheid de uitgangspunten van het onderzoek door te nemen en vast te stellen. De opgehaalde input is steeds door de onderzoekers van Wageningen University & Research vertaald in uitgangspunten voor de doorrekeningen. Daarnaast heeft wekelijks overleg plaatsgevonden met een kleine delegatie (3-6 personen) vertegenwoordigers van de opdrachtgever om de voortgang van het onderzoek te bespreken en uitgangspunten vast te stellen.

Stap 1: Inventariseren van bestaande kennis en concreet maken van maatregelpakketten

In deze stap zijn onderzoeksvragen 1 (Welke maatregelen zijn er?), 2 (Wat is bekend over reductiepotentieel en economische effecten?) en 3 (Wat zijn passende combinaties van maatregelen?) beantwoord. De resultaten van deze stap zijn samengevat in 5 overzichtsdOCUMENTEN welke als bijlagen aan dit rapport zijn toegevoegd (Bijlage 1-5) en waar passend in het rapport naar wordt verwezen. Het vaststellen van de 8 te onderscheiden bedrijfstypen, de uitgangssituatie van de door te rekenen bedrijven en de door te rekenen maatregelpakketten, is in samenspraak met de opdrachtgever gebeurd zoals hierboven beschreven. De hierbij gehanteerde uitgangspunten worden beschreven in paragraaf 2.3.

Stap 2: Doorrekenen van 8 representatieve bedrijven en opschalen effecten naar sectorniveau

In deze stap zijn onderzoeksvragen 4 (reductiepotentieel en economische effecten op bedrijfsniveau) en 5 (opschalen naar sectorniveau) beantwoord. Deze stap is zelfstandig door de onderzoekers uitgevoerd. Conceptresultaten zijn gepresenteerd aan de opdrachtgever. De gehanteerde modellen, gegevensbronnen en uitgangspunten zijn beschreven in paragraaf 2.2.

Stap 3: Rapportage

Ten slotte zijn de uitgangspunten en resultaten van de voorgaande stappen vastgelegd in dit onderzoeksrapport. Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten van stap 2 (doorrekening individuele bedrijven en opschaling naar sectorniveau). In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op vragen 6 (effecten andere duurzaamheidsthema's) en 7 (benodigde en mogelijke sturing) door middel van een kwalitatieve beschouwing. Een conceptversie van het rapport is gepresenteerd aan de opdrachtgever.

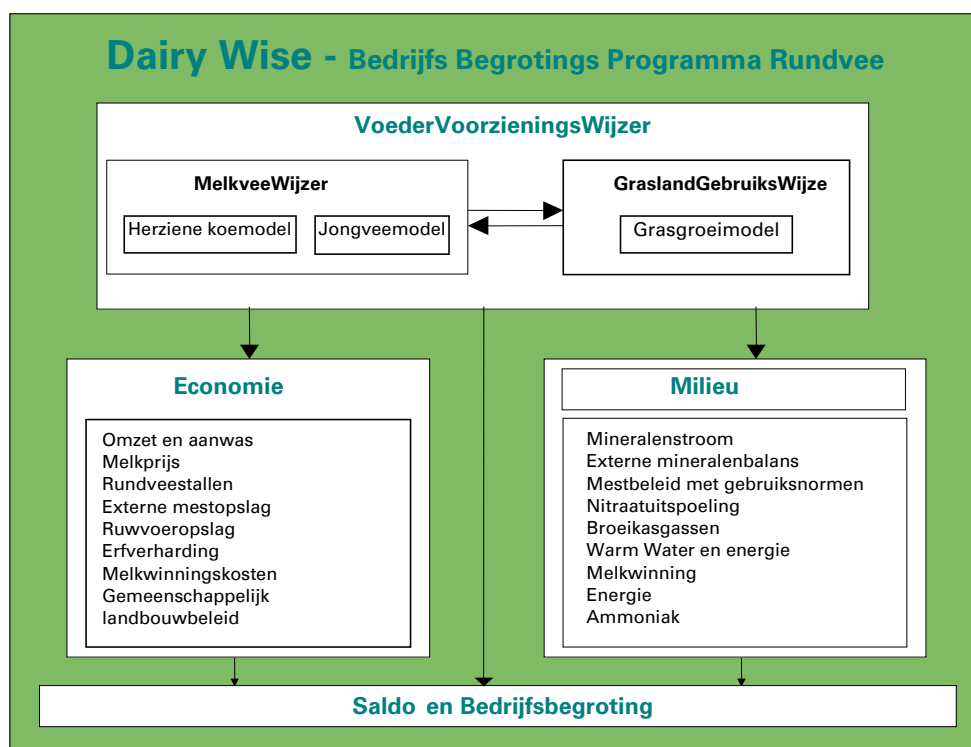
2.2 Modellen en gegevensbronnen

2.2.1 Integrale doorrekening melkveebedrijven

Dairy Wise als basis

De doorrekening van de melkveebedrijven is in deze studie uitgevoerd met Dairy Wise, in het Nederlands ook wel BBPR genoemd (BedrijfsBegrotingsProgramma voor de Rundveehouderij). Dit model is ontwikkeld door WUR, onderdeel Animal Sciences Groep (ASG). Rekening houdend met specifieke bedrijfsomstandigheden, berekent Dairy Wise technische, milieutechnische en bedrijfseconomische kengetallen (Van Alem en Van Scheppingen, 1993; Schils et al., 2007). Uitgangspunt bij berekeningen met Dairy Wise is steeds de huidige landbouwkundige advisering bij onder meer de voeding en bemesting. Vergelijking van resultaten van de huidige bedrijfsvoering met kengetallen uit Dairy Wise geeft inzicht in de rentabiliteit van het bedrijf en de doelmatigheid op technisch en milieutechnisch gebied. Door alternatieven voor de huidige bedrijfsvoering door te rekenen is het mogelijk om effecten van veranderingen in de bedrijfsvoering te bepalen.

Dairy Wise is opgebouwd uit verschillende modules. De opzet van Dairy Wise is in Figuur 2.1 weergegeven. De voeropname en melkproductie zijn berekend met het koemodel (Zom, 2002). Als de voeropname van de veestapel bepaald is, kan ook de opname van energie (VEM) en eiwit (DVE) worden berekend. Om de totale DVE- en VEM-behoefte van de veestapel te dekken, maakt Dairy Wise gebruik van 3 verschillende krachtvoer soorten. Voor deze studie zijn de VEM-gehalten van het krachtvoer afgeleid van het NEMA-rantsoen van de verschillende typen melkveebedrijven in 2018. Ook het RE-gehalte is hiervan afgeleid en wordt in het rekenprogramma bepaald door een combinatie van DVE- en OEB-gehalte. Aan de hand van de voeding berekent het model ook de mestsamenstelling. De melkprijs, vee prijzen en overige prijzen zijn gebaseerd op het prijsniveau van 2020 (KWIN-Veehouderij, 2020-2021).



Figuur 2.1 Overzicht opbouw Dairy Wise (BBPR) en onderlinge samenhang met andere onderdelen

Rekenwijze ammoniakemissie

De ammoniakemissie in Dairy Wise wordt berekend volgens de rekenregels van de Kringloopwijzer (Van Dijk et al., 2020). In de Kringloopwijzer wordt voor de berekening van de ammoniakemissie

aangesloten bij het NEMA model (Lagerwerf et al., 2019). De NEMA-methodiek inventariseert de weg die de N in mest aflegt, achtereenvolgens via de volgende stappen: uitscheiding door de veestapel, huisvesting (stalvloer en mestopslag onder de stal), opslag buiten de stal en mestaanwending. Hierbij speelt het aandeel ammoniakale stikstof in de mest (hoeveelheid TAN (totaal ammoniakaal stikstof)) een belangrijke rol. Dairy Wise berekent de hoeveelheid TAN afhankelijk van het rantsoen, met bijbehorende gehalten van eiwit en verteringscoëfficiënten van het ruwe eiwit van de voedermiddelen. Dit gaat op dezelfde wijze als met de KringloopWijzer. Bij iedere stap wordt via emissiefactoren (EF) berekend hoeveel TAN als ammoniak ($\text{NH}_3\text{-N}$) en overige gasvormige N-verbindingen vervluchtigt. De EF's zijn gebaseerd op de resultaten van wetenschappelijk onderzoek en sluiten waar mogelijk aan bij bestaande Nederlandse wet- en regelgeving. Zo zijn de EF's voor de stal (vloer en opslag) gebaseerd op de NH_3 -emissiemetingen die ten grondslag liggen aan de Regeling ammoniak en Veehouderij (RAV).⁵

Rekenwijze economische effecten

De berekening van de economische effecten is gesplitst in twee afzonderlijke berekeningen:

1. Het effect van de investeringen van de maatregelen.
2. Het effect van de maatregelen op saldo minus loonwerk en overige variabele kosten.

Effect van de investeringen van de maatregelen

De extra investeringen en kosten die samenhangen met de maatregelen op het gebied van stallen, wateropslag en grond zijn separaat berekend. Belangrijk is dat het hier om extra investeringen gaat. De investeringen die nodig zijn voor de groei zoals die in het basisscenario van Beldman et al. (2020) was opgenomen, zijn in dit onderzoek niet opnieuw berekend. Dit betekent dat de voor de groei benodigde investeringen in fosfaatrechten, extra grond, staluitbreiding en de reguliere vervangingsinvesteringen niet in beeld worden gebracht. In het genoemde basisscenario wordt het reguliere investeringsritme aangehouden en zijn niet specifiek kosten voor investeringen in emissiearme stalsystemen opgenomen. Voor de bedrijven in Noord-Brabant is in het basisscenario met extra investeringen rekening gehouden omdat de bedrijven daar op basis van provinciaal beleid versneld moeten investeren.

De investeringen betreffen investeringen in het emissiearm maken van de stallen, in wateropslag (waardoor verdunning van mest mogelijk wordt in gebieden zonder oppervlaktewater) en voor de grond die extra in gebruik wordt genomen ten opzichte van het genoemde basisscenario.

Investerings in het emissiearm maken van de stal

De benodigde investeringen voor het emissiearm (emissiefactor 8,6 kg NH_3 per dierplaats of lager) maken van stallen hangen van een aantal factoren af:

1. Is er sprake van uitbreiding, nieuwbouw (ofwel vervanging van de bestaande stal) of aanpassing van de bestaande stal?
 - Bij uitbreiding wordt er sowieso geïnvesteerd in een nieuwe vloer. Alleen de *extra benodigde investering* voor emissiearm worden meegenomen voor de groei die het bedrijf tussen 2018 en 2030 doormaakt.
 - Bij nieuwbouw wordt er sowieso geïnvesteerd in een nieuwe vloer. Alleen de *extra benodigde investering* voor emissiearm worden meegenomen. Zowel voor reguliere als emissiearme stallen is een inschatting gemaakt van welk percentage van de blijvers tot 2030 nieuw gaat bouwen. Voor het overige deel geldt dat er sprake is van aanpassing van de stal.
 - Is er sprake van aanpassing van de bestaande stal dan wordt de *volledige investering* voor de vervangende vloer meegenomen. Economisch wordt een vloer in 20 jaar afgeschreven, een schuif in 10 jaar. In de praktijk gaan vloeren duidelijk langer mee dan 20 jaar. De vervanging van de bestaande vloer binnen 10 jaar valt voor het grootste deel van de bedrijven buiten het reguliere investeringsritme; dit is de reden om hier de volledige investering mee te nemen en niet alleen de meerkosten van een reguliere vervanging.
2. De emissiefactor in de uitgangssituatie. Een deel van de huidige emissiearme stallen heeft al een emissiefactor van 8,6 kg NH_3 per dierplaats of lager. Deze stallen hoeven niet te worden aangepast.
3. De keuze van emissiearme techniek(en): er zijn diverse opties voor emissiearme stalsystemen met een emissiefactor van 8,6 kg NH_3 per dierplaats of lager.

⁵ http://wetten.overheid.nl/BWBR0013629/geldigheidsdatum_09-12-2013

De investeringen en de daarvan afgeleide kosten voor het emissiearm maken van de stal zijn gebaseerd op een set van uitgangspunten ten aanzien van bovenstaande factoren. Als eerste stap is een inschatting gemaakt voor het aandeel bedrijven dat in de periode tot 2030 nieuw gaat bouwen en het resterende aandeel dat de bestaande vloer aan gaat passen. Deze aandelen zijn met name afhankelijk van de gemiddelde leeftijd van de stallen. Dit is afzonderlijke gedaan voor de in de uitgangssituatie reguliere stallen (toegepast op 7 van de 8 bedrijven) en voor emissiearme stallen (toegepast op het bedrijf ZO-Groot-Int.). Vervolgens zijn voor beide situaties de benodigde investeringen per dierplaats berekend. Hierbij is de toepassing van een mix van emissiearme technieken verondersteld. Deze investeringen betreffen uitsluitend de meerkosten van het toepassen van een emissiearm systeem in geval van nieuwbouw en de totale benodigde investering in geval van aanpassing van het vloersysteem. Bij de stal die in de uitgangssituatie emissiearm is, worden de investeringskosten mede gebaseerd op het feit dat een meerderheid van de stallen in de uitgangssituatie al voldoet aan de emissiefactor van 8,6 kg NH₃ per dierplaats. Dit deel van de bedrijven hoeft dus helemaal niet te investeren. In stap 2 wordt de totale investering van het bedrijf berekend op basis van de genoemde investeringen per dierplaats en het aantal dieren. In deze berekening wordt voor het deel dat het bedrijf groeit alleen gerekend met de meerkosten van toepassen van een emissiearm systeem.

De jaarkosten van de investeringen worden berekend op basis van rente, afschrijving en onderhoud. De rente is 3,5%. De afschrijving en onderhoud verschilt op basis van de onderliggende emissiearme technieken die worden toegepast

Investerings in wateropslag

De investeringen in wateropslag zijn berekend op basis van een vast bedrag per m³ opslag en de berekende benodigde omvang van de opslag. De jaarkosten van de investering worden berekend op basis van rente, afschrijving en onderhoud.

Investerings in extra grond

De door te rekenen bedrijven verwerven extra grond ten opzichte van het genoemde basisscenario. De aannahme is gedaan dat 1/3 van deze grond wordt gekocht, 1/3 gepacht en 1/3 via een buurtcontract of iets dergelijks in gebruik wordt genomen. De prijzen voor aankoop en pacht zijn overgenomen uit de genoemde studie Beldman et al. (2020).

Meer informatie over de berekeningswijze voor investeringen in stallen en wateropslag is te vinden in paragraaf 2.3.2 en Bijlage 6.

Effect op saldo minus loonwerk en overige variabele kosten

Deze economische effecten zijn berekend met Dairy Wise en worden uitgedrukt in saldo minus loonwerk en overige variabele kosten. De overige variabele kosten bestaan uit kosten voor water, energie, brandstof, kuilplastic en zelfstandige materialen zoals bijvoorbeeld reinigingsmiddelen. De opbrengstprijzen en tarieven die zijn gehanteerd, zijn afkomstig uit de KWIN Veehouderij 2020-2021 en zijn samengevat in Bijlage 6. Er is dus gerekend met vaste prijzen. Ook is gerekend met een vaste melkprijs die gebaseerd is op de KWIN-cijfers waarbij het uitgangspunt is dat bij weiden een weidepremie wordt uitgekeerd van € 1,50 per 100 kg melk. Voor de kosten van mestuitrijden is gebruikgemaakt van expertkennis van PPP Agro advies. De achtergrondinformatie van de kosten voor mest uitrijden is ook weergegeven in Bijlage 6. Het uiteindelijke effect van de maatregelen op het genoemde saldo is een combinatie van het effect van groei van het bedrijf én van het doorgerekende maatregelpakket met bijvoorbeeld de extra uitrijkosten voor het toedienen van de verdunde drijfmest.

2.2.2 Opschaling naar sectorniveau

Om tot een goede opschaling naar sectorniveau te komen zijn een aantal gegevensbronnen en uitgangspunten gebruikt. De belangrijkste gegevensbronnen en uitgangspunten zijn:

1. Om een goede vertaalslag te kunnen maken van de 8 doorgerekende bedrijven (die elk een van de onderscheiden bedrijfstypen vertegenwoordigen) naar nationale beleidsdoelen, is de uitgangssituatie van de bedrijven zodanig gekozen dat de emissie op sectorniveau in de uitgangssituatie (2018) zo goed mogelijk overeenkomt met de gerealiseerde emissie in 2018 zoals

gerapporteerd door de Emissieregistratie (zie ook Van Bruggen et al., 2020). In deze nationale registratie wordt de ammoniakemissie berekend met het NEMA-model (Lagerwerf et al., 2019). In paragraaf 2.3.1 wordt dit verder toegelicht.

- Om te komen tot 8 verschillende bedrijfstypes zijn drie criteria gebruikt: regio, omvang en intensiteit. In het NEMA-model wordt voor de melkveehouderij onderscheid gemaakt in twee regio's: Noordwest (NW) en Zuidoost (ZO). NW bestaat uit de provincies Groningen, Friesland, Noord-Holland, Zuid-Holland en Utrecht, ZO bestaat uit de overige provincies. Een belangrijk verschil is dat in NW meer klei en veen voorkomt en daardoor ook een rantsoen met meer gras en minder mais. Deze regio-indeling is als basis gebruikt voor onderscheid in bedrijfstypes. Onderscheid in bedrijfsomvang is gemaakt omdat grotere bedrijven over het algemeen een grotere investeringsruimte en een beter opvolgingsperspectief hebben. Tot slot is ook gekeken naar intensiteit omdat verschil in intensiteit leidt tot verschillen in sturingsmogelijkheden in rantsoen en weidegang.
- Alle bedrijven met minimaal 10 melkkoeien in de Landbouwtelling van 2018 zijn ingedeeld naar acht typen op basis van bovengenoemde criteria. De klassegrenzen zijn daarbij zodanig gekozen dat elke groep minimaal 5% en maximaal 25% van zowel de bedrijven als de koeien omvat. Voor omvang is als klassegrens 100 koeien gehanteerd: bedrijven met minder dan 100 koeien zijn ingedeeld bij klein, met meer dan 100 koeien bij groot. Voor intensiteit ligt de klassegrens in NW op 1,8 melkkoeien per hectare en voor ZO op 2,0 melkkoeien per hectare. Een gelijke klassegrens op intensiteit tussen de regio's was niet mogelijk omdat daarmee niet kon worden voldaan aan de eis van minimaal 5% en maximaal 25% van koeien en bedrijven. Tabel 2.1 geeft de resultaten van deze indeling weer.
- Informatie van melkveebedrijven uit het Bedrijveninformatienet is gebruikt om inzicht te verkrijgen in de verschillen in technische kengetallen die in de Landbouwtelling niet beschikbaar zijn, zoals rantsoensamenstelling en melkproductie per koe, tussen de acht typen voor het jaar 2018. De Informatienet-melkveebedrijven zijn hiertoe ook ingedeeld op basis van de bij de punt 2 en 3 genoemde criteria en klassegrenzen.
- De biologische melkveebedrijven zijn niet als afzonderlijke groep behandeld. Deze bedrijven vertegenwoordigen ongeveer 3% van de bedrijven en 2,5% van de koeien. Hoewel deze bedrijven op een aantal onderdelen een voor NH₃-emissie afwijkende bedrijfsvoering hebben, is uit praktische overwegingen geen afzonderlijke aandacht aan deze groep besteed.

Tabel 2.1 Aantal en aandeel bedrijven, melkkoeien en fosfaatrechten in Nederland per bedrijfstype (bron: CBS Landbouwtelling) in de uitgangssituatie (2018)

		NW Klein Ext.	NW Klein Int.	NW Groot Ext.	NW Groot Int.	ZO Klein Ext.	ZO Klein Int.	ZO Groot Ext.	ZO Groot Int.	Totaal
Bedrijven ¹	Aantal	3,068	673	1.131	1.599	4.430	1.426	1.848	1.812	15.987
	Aandeel (%)	19%	4%	7%	10%	28%	9%	12%	11%	100%
Melkkoeien ²	Aantal (*1.000)	155	94	166	254	235	145	180	361	1.591
	Aandeel (%)	10%	6%	10%	16%	15%	9%	11%	23%	100%
Hectares ³	Aantal (*1.000)	110	46	109	119	157	59	109	131	840
	Aandeel (%)	13%	6%	13%	14%	19%	7%	13%	16%	100%
Benodigde fosfaat- rechten ⁴	Aantal (miljoen kg)	8,0	4,8	9,1	13,3	12,8	7,8	10,0	19,7	85,5
	Aandeel (%)	9%	6%	11%	16%	15%	9%	12%	23%	100%

1) Totaal aantal bedrijven met minimaal 10 melkkoeien in de uitgangssituatie in het basisscenario in Beldman et al. (2020).

2) Totaal aantal melkkoeien in de Landbouwtelling op 1 april 2018 op bedrijven met minimaal 10 melkkoeien.

3) Totaal areaal voedergewassen in de Landbouwtelling op 15 mei 2018 op bedrijven met minimaal 10 melkkoeien.

4) Berekend op basis van de forfaitaire excretie van het op 1 april 2018 aanwezige melkvee (melkkoeien + jongvee) op bedrijven met melkkoeien. Jongvee bij derden is hierin meegenomen. Om de forfaitaire excretie te berekenen zijn de voor 2018 geldende excretietabellen (RVO) gehanteerd en de gemiddelde melkproductie per koe van het betreffende bedrijfstype uit het Bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research. Er wordt hierbij van uitgegaan dat 1,14% van de aanwezige fosfaatrechten niet wordt benut.

Voor elk van de 8 onderscheiden bedrijfstypes in Tabel 2.1 is vervolgens een door te rekenen bedrijf samengesteld dat de betreffende groep vertegenwoordigd. Op continue kenmerken zoals

bedrijfsomvang, intensiteit en aandeel snijmais in het bouwplan is daarbij het door te rekenen bedrijf gelijkgesteld aan het gemiddelde van de betreffende groep. Op kenmerken die meer binair van aard zijn zoals grondsoort, wel/geen weidegang of stalsysteem moesten keuzes worden gemaakt welke kenmerken aan het door te rekenen bedrijf toe te kennen. Hierbij is steeds gepoogd om met het totaal van de 8 door te rekenen bedrijven zo goed mogelijk de gehele populatie te weerspiegelen. Ter illustratie: in 2018 paste 25% van de bedrijven geen weidegang volgens de definitie Convenant Weidegang (120/6 of 720/120) voor melkkoeien toe (Doornewaard et al., 2020). Voor de hele populatie is hieruit de voorwaarde geformuleerd dat 2 van de 8 bedrijven geen weidegang voor melkkoeien toepasten. In de praktijk zijn in alle 8 groepen bedrijven die de melkkoeien wel en niet weiden. Er moest een pragmatische keuze gemaakt worden welke 2 bedrijven geen weidegang toepasten. Hierbij is uiteraard gekeken naar de groepen met het laagste aandeel weiders.

Door bovenstaande werkwijze zijn de door te rekenen bedrijven zoveel mogelijk representatief voor het gemiddelde bedrijf in de betreffende groep, maar niet volledig. In paragraaf 2.3.1 wordt in meer detail ingegaan op de uitgangssituatie van de 8 doorgerekende bedrijven.

Opschaling vanuit de 8 doorgerekende bedrijven naar een sectortotaal voor de uitgangssituatie (2018) is gedaan door de situatie van elk bedrijf te vermenigvuldigen met het aantal koeien en hectares van de groep zoals weergegeven in tabel 2.1. Voor opschaling vanuit de 8 doorgerekende bedrijven naar een sectortotaal voor de eindsituatie (2030) is gebruik gemaakt van het basisscenario in een recent onderzoek van Wageningen Economic Research (Beldman et al., 2020) waarin een prognose van de ontwikkeling van de Nederlandse melkveehouderij is gemaakt bij vaststaand en voorgenomen beleid en voortzetting van gedrag uit het verleden. Dit wordt nader toegelicht in paragraaf 2.3.3.

2.2.3 Gehanteerde resultaatindicatoren

Om de effecten van de doorgerekende maatregelpakketten op ammoniakemissies te beschrijven, wordt in dit onderzoek gebruikgemaakt van onderstaande indicatoren. Voor elk van de indicatoren wordt steeds de uitgangssituatie (2018) vergeleken met de eindsituatie (2030). Ook wordt steeds de procentuele toe- of afname ten opzichte van de beginsituatie weergegeven.

Ammoniak

Op het gebied van ammoniakemissie worden de volgende resultaatindicatoren gehanteerd:

A. Emissie bedrijf (kg NH₃ per bedrijf per jaar)

Dit betreft de totale NH₃-emissie op het melkveebedrijf, zowel uit stallen en mestopslagen als op het land. De emissie op het land bestaat uit emissie als gevolg van toediening van dierlijke mest, toediening van kunstmest, beweiding, gewassen en gewasresten (zie Bijlage 1 voor meer toelichting). Eventuele emissies uit mest van diersoorten anders dan melkkoeien en bijbehorend jongvee op het bedrijf zijn buiten beschouwing gelaten. Dit getal geeft inzicht in de ontwikkeling van de totale emissie van de bedrijven in de onderzoeksperiode, inclusief het effect van groei in aantal koeien.

B. Emissie uit stal en opslag bedrijf per melkkoe (kg NH₃ per melkkoe per jaar)

Dit betreft alle NH₃-emissie uit stallen en mestopslagen van melkkoeien en bijbehorend jongvee dat op het eigen bedrijf wordt opgefokt. Dit getal wordt uitgedrukt per melkkoe om een objectieve vergelijking van uiteenlopende bedrijven op dit onderdeel mogelijk te maken.

C. Veldemissie bedrijf per hectare (kg NH₃ per hectare per jaar)

Dit betreft alle NH₃-emissies die plaatsvinden op het land dat in beheer (eigendom of pacht) is van het melkveebedrijf. Dit getal wordt uitgedrukt per hectare om een objectieve vergelijking van uiteenlopende bedrijven op dit onderdeel mogelijk te maken.

De tellers van B en C tellen op tot A.

D. Bijdrage bedrijf aan sectoremmissie (kg NH₃ per fosfaatrecht)

Bij de bedrijfsemissie (A) wordt een schatting van de totale NH₃-emissie uit stallen en mestopslagen van jongvee (bestemd voor de melkveehouderij) dat op andere bedrijven wordt opgefokt en de NH₃-

emissie als gevolg van toediening van (netto)⁶ afgevoerde melkveemest op andere bedrijven (dit kunnen zowel melkveebedrijven als andere landbouwbedrijven zijn) opgeteld. Deze bijtellingen van emissies zijn gedaan om een goede vergelijking te kunnen maken met de totale sectoremissie zoals afgeleid uit de nationale monitoring (zie Bijlage 1). Dit getal wordt uitgedrukt per kg fosfaatrecht om een objectieve vergelijking van uiteenlopende bedrijven mogelijk te maken. Er is gekozen voor uitdrukking per kg fosfaatrecht omdat het aantal fosfaatrechten de totale productieruimte begrensd in de huidige beleidscontext.

E. Emissie op sectorniveau (miljoen kg NH₃ per jaar)

Totale sectoremissie in miljoen kg NH₃. Dit betreft de optelling van A en D voor alle bedrijven met melkkoeien in Nederland. Berekend door E te vermenigvuldigen met het totaal aantal fosfaatrechten in de betreffende groep bedrijven.

Economie

Op het gebied van economie worden de volgende resultaatindicatoren gehanteerd:

A. Benodigde investeringen (euro per bedrijf)

De investeringen voor de groei van de door te rekenen bedrijven zoals in het basisscenario worden niet meegenomen. Het gaat om de investeringen voor het emissiearm maken van de stal (de meerkosten voor emissiearm bij uitbreiding en nieuwbouw en de volledige investering bij het vervangen van een bestaande vloer) én de investering in wateropslag voor het mogelijk maken van het verdund uitrijden van mest én de investering in extra grond ten opzichte van het basisscenario.

B. Jaarkosten investeringen (euro per bedrijf en per 100 kg melk)

De investeringen onder A worden op basis van rente, afschrijving en onderhoud vertaald naar jaarkosten. Voor grond wordt de (grond)rente en de kosten voor pacht en buurtcontracten berekend. Het totaaleffect wordt vervolgens berekend door de jaarkosten van de afzonderlijke investeringen van op te tellen tot bedrijfsniveau. De jaarkosten van de investeringen worden uitgedrukt in euro's per bedrijf en ook per 100 kg melk door ze te delen door de geproduceerde kilogrammen melk.

C. Effect op opbrengsten minus variabele kosten (euro per 100 kg melk)

De effecten van de ontwikkeling van het bedrijf én van de ammoniakmaatregelen worden berekend door het saldo per 100 kg melk van 2030 te vergelijken met het saldo van 2018. Dit saldo per 100 kg melk wordt berekend op basis van het saldo opbrengsten minus variabele kosten (opbrengsten melk, omzet en aanwas, verkoop voer, bedrijfstoelag minus variabele kosten voor voer, vee en gewas) minus de overige variabele kosten: kosten voor loonwerk, brandstof en plastic, water en energie en mestafvoer.

D. Totaal benodigde investeringen en bijbehorende jaarkosten op sectorniveau (miljoen euro)

Totaal benodigde investeringen en jaarkosten berekend op basis van A vermenigvuldigd met het aantal bedrijven per bedrijfstype

E. Gemiddeld totaaleffect (jaarkosten benodigde investeringen en effect op saldo) voor de sector (euro per 100 kg melk)

Gemiddeld totaaleffect per bedrijf per 100 kg melk. Berekend door optelling van B (per 100 kg melk) en C te vermenigvuldigen met de hoeveelheid geproduceerde melk per bedrijfstype.

2.3 Uitgangspunten doorrekening

2.3.1 Uitgangssituatie bedrijven

Tabel 2.2 beschrijft de uitgangssituatie (2018) van de 8 doorerekende bedrijven. Bij het vaststellen van deze uitgangssituatie zijn de volgende gegevensbronnen en uitgangspunten gehanteerd:

⁶ Aangevoerde mest zorgt voor negatieve emissie in deze berekening.

1. Het aantal koeien, de jongveebezetting en het aantal koeien per hectare is gebaseerd op het gemiddelde van het betreffende type in de Landbouwtelling 2018. Het aantal koeien is voor de herkenbaarheid afgerond op 5-tallen.
2. Grondsoort: grond op melkveebedrijven in de regio NW bestaat voor 44% uit klei, 27% uit veen en 29% zand, de regio ZO voor 78% uit zand, 17% uit klei en 5% veen. Voor Nederland als geheel is de verdeling 60% zand, 27% klei en 13% veen (bron: Bedrijveninformatienet). Om een goede vertegenwoordiging op sectorniveau te realiseren is de praktische keuze gemaakt dat in NW 3 van de 4 bedrijven op kleigrond liggen en 1 op veengrond en dat in ZO alle 4 de door te rekenen bedrijven op zandgrond liggen.
3. De melkproductie per koe is gebaseerd op het gemiddelde van de betreffende groep in het Bedrijveninformatienet, afgerond op 250-tallen. De melkproductie per hectare is afgeleid van deze melkproductie en het aantal koeien per hectare.
4. Stalsysteem: in 2018 was 17% van de stallen in Nederland emissie-arm met een gemiddelde emissiefactor van 9.18 kg NH₃ per dierplaats per jaar (bron: Landbouwtelling 2018). Hieruit is afgeleid dat één van de 8 door te rekenen bedrijven een emissiearme stal met de genoemde referentiefactor moeten hebben. Deze is toegewezen aan ZO-Groot-Int. omdat in deze groep het aandeel emissiearme stallen het hoogst was (25%). Door deze groep te kiezen wordt het aantal koeien in de sector dat in een emissiearme stal is gehuisvest het best benaderd. Overigens komen in de praktijk in elke groep emissiearme stallen voor.
5. Weidegang melkkoeien: in 2018 paste 25% van de bedrijven geen weidegang volgens definitie Convenant Weidegang (120/6 of 720/120) voor melkkoeien toe (Doornewaard et al., 2020). Voor de hele populatie is hieruit de voorwaarde geformuleerd dat 2 van de 8 door te rekenen bedrijven geen weidegang voor melkkoeien toepasten. Deze zijn toegewezen aan ZO-Groot-Int. en ZO-Groot-Ext. De redenen hiervoor zijn als volgt. Bij de groep ZO-Groot-Int. kwam overduidelijk de minste weidegang voor (53% van de melkkoeien). Daarna volgden drie groepen bedrijven tussen de 70% en 73% weidegang van de melkkoeien: NW-Groot-Int., ZO-Klein-Int. en ZO-Groot-Ext. Omdat het verschil tussen deze drie bedrijfstypen in weidegang van de melkkoeien zo klein was, is de keuze voorgelegd aan de klankbordgroep. De keuze is hierbij gevallen op ZO-Groot-Ext. Overigens komen in de praktijk in elke groep bedrijven voor die de melkkoeien niet weiden. Het aantal uren weidegang is gebaseerd op data uit de Landbouwtelling.
6. Weidegang van pinken en kalveren is gebaseerd op data uit de Landbouwtelling.
7. Kunstmestgift per ha grasland is gebaseerd op het gemiddelde van de betreffende groep in het Bedrijveninformatienet.
8. Dierlijke mestgift per bedrijf is gebaseerd op het gemiddelde van de betreffende groep in het Bedrijveninformatienet.
9. Aanwendingstechniek grasland is zo gekozen dat voor het geheel de verdeling van methoden in NEMA (Van Bruggen et al., 2018), zo goed mogelijk is benaderd. Verdunning was in 2018 nog niet verplicht en is daarom niet ingerekend.
10. Rantsoen: als uitgangspunt is gehanteerd dat het gemiddelde rantsoen van de 4 bedrijven per regio overeenkomt met het rantsoen van die regio in 2018 zoals gerapporteerd door Van Bruggen et al. (2020). Dit geldt zowel voor de rantsoensamenstelling (aandeel in de droge stof), de krachtvoergift per koe als de RE-gehalten van de voedermiddelen. De verschillen tussen de bedrijven binnen de regio zijn gebaseerd op gegevens uit het Bedrijveninformatienet. Hierbij zijn de relatieve verschillen tussen verschillende groepen in het Informatienet gebruikt.

Tabel 2.2 Beschrijving van de uitgangssituatie (2018) van de doorgerekende melkveebedrijven

		NW Klein Ext.	NW Klein Int.	NW Groot Ext.	NW Groot Int.	ZO Klein Ext.	ZO Klein Int.	ZO Groot Ext.	ZO Groot Int.
Bedrijfsopzet	Grondsoort	veen 5% klei	klei	klei	klei	zand	zand	zand	zand
	Aantal koeien (#)	60	70	145	170	60	70	135	160
	Stalsysteem	ligbox A.1.100	ligbox A.1.100	ligbox A.1.100	ligbox A.1.100	ligbox A.1.100	ligbox A.1.100	ligbox A.1.100	RAV EF 9,18
Productiviteit	Melk per koe (kg)	7.750	8.500	9.000	8.750	8.500	9.000	9.000	9.250
	Jongvee per 10 koeien (#)	6,2	4,6	6,1	4,9	6,7	5,4	6,3	5,3
Intensiteit	Koeien per ha (#)	1,4	2,1	1,5	2,2	1,5	2,5	1,7	2,8
	Melk per ha (kg)	11.000	17.500	13.750	19.000	13.000	22.500	15.250	26.250
Weidegang	Weide-uren melkkoeien	2.550	1.550	1.375	1.050	1.450	1.175	0	0
	Weidegang pinken	ja	ja	ja	nee	ja	nee	ja	nee
	Weidegang kalveren	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
Bemesting	Kunstmest grasland (kg N/ha)	95	150	125	150	125	140	140	160
	Dierlijke mest bedrijf (kg N/ha)	240	250	245	250	230	230	230	230
	Aanwendingsstechniek grasland	Sleep- voet	Sleuf- kouter	Zode- bem.	Sleuf- kouter	Zode- bem.	Zode- bem.	Zode- bem.	Zode- bem.
	Verdunning (mest : water, 2:1)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Rantsoen	Krachtvoer per koe (kg/jaar)	2.275	2.400	2.850	2.800	2.450	2.650	2.550	3.000
veestapel	RE-gehalte ¹ (g/kg ds)	181	177	180	176	165	156	162	163
	Aandeel vers gras (%)	28%	20%	18%	10%	20%	11%	5%	0%
	Aandeel graskuil (%)	40%	45%	44%	49%	31%	29%	45%	40%
	Aandeel snijmais (%)	7%	9%	9%	11%	23%	32%	24%	29%
	Aandeel kv. en bijpr. ² (%)	25%	26%	29%	30%	26%	28%	26%	32%

1) RE = Ruw Eiwit.

2) Kv en Bijpr. = Krachtvoer en bijproducten.

2.3.2 Doorgerekende maatregelpakketten

Tabel 2.3 beschrijft de maatregelpakketten zoals doorgerekend voor de 8 melkveebedrijven.

Tabel 2.3 Doorgerekende maatregelen per bedrijfstype

		NW Klein Ext.	NW Klein Int.	NW Groot Ext.	NW Groot Int.	ZO Klein Ext.	ZO Klein Int.	ZO Groot Ext.	ZO Groot Int.
Stalsysteem	Aanpassing stalsysteem	RAV:13 ->8,6 ¹	RAV:13 ->8,6	RAV:13 ->8,6	RAV:13 ->8,6	RAV:13 ->8,6	RAV:13 ->8,6	RAV:13 ->8,6	RAV:9.2 ->8,6 ²
Bouwplan	Aandeel snijmais	5% (+0%) ⁶	10% (+7%)	15% (+5%)	20% (+9%)	20% (+4%)	20% (+4%)	20% (+2%)	20% (+2%)
Weidegang	Weide-uren melkkoeien	2.512 (-1%) ³	1.458 (-5%)	1.716 (+25%)	1.032 (-1%)	2.070 (+44%)	1.305 (+11%)	797 (van 0) ⁴	0 (+0%)
	Weidegang jongvee ⁵	PI + KA	PI	PI	-	PI	-	PI	-
Bemesting	Verandering kunstmestgift grasland (%)	-3%	+3%	-5%	+2%	-7%	+2%	-18% ¹⁰	-1%
	Plaatsing dierlijke mest bedrijf (kg N/ha) ¹¹	234 (-3%)	250 (-0%)	250 (+1%)	250 (+0%)	230 (-0%)	230 (-0%)	230 (+3%)	230 (+0%)
	Aanwendingstechniek grasland ^{8,9}	Blijft 100% sleepv.	50% zobem.- i.p.v. sleufk	Blijft 100% zobem.	50% zobem.- i.p.v. sleufk	Blijft 100% zobem	Blijft 100% zobem	Blijft 100% zobem	Blijft 100% zobem
	Verdunning ⁷ (mest : water, 2:1), aandeel grasland	100%	100%	100%	100%	75%	75%	75%	75%
Rantsoen veestapel	Aandeel snijmais (%)	7% (+0%) ¹⁴	19% (+10%)	17% (+8%)	22% (+11%)	29% (+6%)	38% (+6%)	24% (+0%)	29% (+0%)
	RE mengvoer (g/kg)	130 (-23%) ¹⁵	167 (-3%)	159 (-6%)	176 (+1%)	195 (+4%)	211 (+6%)	180 (-1%)	180 (-6%)
	RE eigen graskuil (g/kg ds) ¹³	178 (+2%)	183 (+1%)	187 (+0%)	191 (+2%)	175 (-2%)	182 (+2%)	180 (-4%)	202 (+2%)
	RE rantsoen (g/kg ds)	171 (-6%) ¹²	165 (-7%)	168 (-7%)	165 (-6%)	160 (-3%)	155 (-1%)	160 (-1%)	158 (-3%)

1) Emissiearme stal voor de koeien, waarbij de standaardemissie van 13 kg NH₃ per dierplaats (RAV-benadering) is verlaagd naar 8,6 kg NH₃ per dierplaats. Dit betekent 9,46% emissie van de TAN in de mest in plaats van 14,3%.

2) Emissiearme stal voor de koeien, waarbij de emissie van 9.18 kg NH₃ per dierplaats (RAV-benadering) is verlaagd naar 8,6 kg NH₃ per dierplaats. Dit betekent 9.46% emissie van de TAN in de mest in plaats van 10,1%.

3) Uren weidegang melkkoeien in situatie 2030, tussen haakjes verandering ten opzichte van de situatie in 2018.

4) Dit bedrijf had de koeien op stal in de situatie 2018.

5) Weidegang van het jongvee is niet gewijzigd ten opzichte van de situatie van 2018: PI = weiden pinken; KA = weiden kalveren.

6) Aandeel mais in het bouwplan in situatie 2030, tussen haakjes verandering ten opzichte van de situatie in 2018.

7) In 2018 werd nog geen mest verdund uitgereden, in 2030 wordt op alle bedrijven (een deel van) de mest verdund uitgereden.

8) sleufk = sleufkouter; in 2018 werd alle drijfmest op grasland met de sleufkouterstechniek uitgereden, in 2030 betreft dit de helft van de drijfmest.

9) zobem = zodebemester.

10) Vrij grote daling van kunstmestgift, want het bedrijf gaat van opstallen naar weiden. Daardoor daalt de plaatsingsruimte voor kunstmest.

11) plaatsing dierlijke mest (kg N/ha), met tussen haakjes de procentuele verandering in 2030 ten opzichte van de situatie in 2018.

12) RE-totaal in het rantsoen in de situatie van 2030, tussen haakjes de verandering ten opzichte van de situatie in 2018.

13) RE-gehalte eigen geogste graskuil (g/kg ds), tussen haakjes de verandering ten opzichte van de situatie in 2018.

14) Aandeel snijmais in het totale rantsoen (%), tussen haakjes de verandering in procentpunten ten opzichte van de situatie in 2018.

15) RE-gehalte in het mengvoer (g/kg) in de situatie van 2030, tussen haakjes de verandering ten opzichte van de situatie in 2018.

Hieronder volgt een nadere onderbouwing van deze maatregelpakketten per onderdeel.

2.3.2.1 Aanpassingen stallen (stalmaatregelen)

Bijslage 3 geeft een overzicht van mogelijke stalaanpassingen om NH₃-emissie te verlagen en de daarvan uit literatuur bekende effecten. Hieronder is uitgewerkt hoe deze maatregelen zijn verwerkt in de doorrekening. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat ieder bedrijf in de eindsituatie een

emissiearm stalsysteem heeft gerealiseerd met een emissiefactor die voldoet aan de huidige grens van 8,6 kg NH₃ per dierplaats. Hierbij wordt verondersteld dat er een mix van nieuwbouw en aanpassing van bestaande stallen zal plaatsvinden en ook een mix van verschillende technieken (zowel bestaande en goedgekeurde als nog te ontwikkelen systemen) zal worden toegepast om tot die emissiearme huisvesting te komen. De gehanteerde kosten per dierplaats voor deze mix van technieken zijn weergegeven in tabel 2.4.

In hoofdstuk 2.2.1 zijn de factoren benoemd waar rekening mee gehouden wordt in de berekening van de investeringskosten. Zowel voor de in de uitgangssituatie reguliere stallen als de emissiearme stallen is een inschatting gemaakt van het aandeel van de blijvers dat vervangende nieuwbouw toepast tot 2030 en welk deel de bestaande vloer aanpast.

Reguliere stallen

Emissiearme technieken

Bij nieuwbouw wordt als uitgangspunt gehanteerd dat op 50% van de dierplaatsen een nog te ontwikkelen integraal emissiearme techniek zal worden toegepast (Zie Bijlage 3: maatregel 9 (frequent restloos verwijderen), 10 (scheiden bij de bron), 11 (scheiden en strippen dunne fractie), 12 (afzuiging en reiniging kelderlucht) en dat voor de andere 50% van de dierplaatsen een bestaande emissiearme vloer wordt gekozen (maatregel 6 en 7).

Bij aanpassen van bestaande stallen is de volgende mix van systemen uit Bijlage 3 verondersteld: 25% van de dierplaatsen maatregel 1 (bestaand systeem, schuif + 1 techniek), 25% maatregel 2 (bestaand systeem, schuif + 2 technieken), 25% maatregel 3 (nieuwe techniek, spoelen en verdunnen) een 25% maatregel 4 (nieuwe techniek, mest restloos verwijderen).

Aandeel nieuwbouw of aanpassing

Bij de reguliere stallen blijkt uit RVO-gegevens dat in de uitgangssituatie 54% ouder is dan 25 jaar. Bij de veronderstelling dat 2/3 van de stoppers in de categorie met stallen van 25 jaar ouder zit en 1/3 in de categorie met stallen jonger dan 25 jaar, is het aandeel stallen van de blijvers dat ouder is dan 25 jaar in de uitgangssituatie circa 46%. Deze stallen zijn aan het eind van de onderzoeksperiode dus ouder dan 37 jaar. Verondersteld is dat een belangrijk deel van deze stallen van de blijvers zal worden vervangen door nieuwbouw gedurende de onderzoeksperiode (35%). Voor de overige 65% van de reguliere stallen wordt uitgegaan van aanpassing van de bestaande stal. Bij aanpassing van de bestaande stal wordt met de volledige investering gerekend, dus niet alleen met de meerkosten. De volledige investering ligt € 350 per dierplaats hoger dan de meerkosten uit Bijlage 3.

De uiteindelijk extra benodigde investering per dierplaats is vervolgens gebaseerd op de verhouding aanpassing van bestaande stallen en nieuwbouw. De jaarkosten van de investering zijn berekend op basis van afschrijving, rente en onderhoud. Afschrijving en onderhoud verschillen per techniek.

Huidige emissiearme stallen

Aandeel stallen met emissiefactor 8,6 of lager

Uit RVO-gegevens blijkt dat 68% van de bestaande emissiearme stallen in 2018 een emissiefactor had van 8,6 kg NH₃ per dierplaats of lager. Dit betreft zowel relatief nieuwe stallen als ook stallen van meer dan 25 jaar oud (grupstallen). De inschatting is gemaakt dat 60% van de blijvers geen aanpassing in de stal door hoeft te voeren omdat de emissiefactor in de huidige situatie al lager is dan 8,6 kg NH₃ per dierplaats.

Emissiearme technieken

Bij nieuwbouw is, gelijk aan de reguliere stallen, als uitgangspunt gehanteerd dat op 50% van de dierplaatsen een nog te ontwikkelen integraal emissiearme techniek zal worden toegepast (zie Bijlage 3: maatregel 9 (frequent restloos verwijderen), 10 (scheiden bij de bron), 11 (scheiden en strippen dunne fractie), 12 (afzuiging en reiniging kelderlucht) en dat voor de andere 50% van de dierplaatsen een bestaande emissiearme vloer wordt gekozen (maatregel 6 en 7).

Bij aanpassen van bestaande stallen is de volgende mix van systemen uit Bijlage 3 verondersteld: 50% van de dierplaatsen maatregel 1 (bestaand systeem, schuif + 1 techniek) en 50% maatregel 3 (nieuwe techniek, spoelen en verdunnen).

Aandeel nieuwbouw of aanpassing

Bij de emissiearme stallen blijkt uit RVO-gegevens dat in de uitgangssituatie 63% jonger is dan 10 jaar. Bij een veronderstelde levensduur van stallen van ongeveer 35 jaar hoeven deze stallen in de onderzoeksperiode nauwelijks te worden vervangen als er van uit wordt gegaan dat een groot deel van de stoppers bij de groep bedrijven met stallen van ouder dan 25 jaar zit.

Zoals hiervoor is aangegeven is de inschatting gemaakt dat 60% van de blijvers met in de uitgangssituatie een emissiearme stal nu al voldoet aan een emissiefactor van 8,6 NH₃ per dierplaats. Voor de resterende 40% wordt verondersteld dat voor het grootste deel (35% van de stallen) voor aanpassing van de bestaande stal wordt gekozen en het resterende deel (5% van de stallen) een nieuwe stal bouwt (bijvoorbeeld in combinatie met een uitbreiding van een bedrijf betreft of uit het oogpunt van methaan of dierenwelzijn).

Tabel 2.4 Overzicht van veronderstelde mix van aanpassingen in stallen

Uitgangs-situatie	Aanpassing	Aandeel	Veronderstelde mix technieken	Gemiddelde investering per dierplaats
Reguliere stal	Geen aanpassing	0%	n.v.t.	0
	Bouwt nieuwe stal	35%	50% bestaande emissiearme vloer 50% nog te ontwikkelen integraal emissiearme techniek	356 ¹⁾
	Past bestaande stal aan	65%	50% bestaande emissiearme vloer 25% spoelen en verdunnen 25% nog te ontwikkelen integraal emissiearme techniek	853 ²⁾
Emissiearme stal	Geen aanpassing	60%	n.v.t.	0
	Bouwt nieuwe stal	5%	50% bestaande emissiearme vloer 50% nog te ontwikkelen integraal emissiearme techniek	356 ¹⁾
	Past bestaande stal aan	35%	50% bestaande emissiearme vloer 50% spoelen en verdunnen	515 ²⁾

1) Meerkosten investering (€) voor emissiearm per dierplaats.

2) Totale investering (€) vervanging vloer per dierplaats.

2.3.2.2 Aanpassingen bedrijfsvoering (managementmaatregelen)

Bijlage 4 geeft een overzicht van mogelijke aanpassingen in de bedrijfsvoering om NH₃-emissie te verlagen en de daarvan uit literatuur bekende effecten. Hieronder is uitgewerkt hoe deze maatregelen zijn verwerkt in de doorrekening. In Bijlage 6 is een detailoverzicht van technische kengetallen opgenomen.

Rantsoenen

De hoeveelheid eiwit in het rantsoen heeft invloed op de excretie van stikstof in de mest en daarmee ook hoogte van de ammoniakemissie op stal, in de opslag, in de wei en tijdens het mest uitrijden. Het ruw-eiwitgehalte (RE-gehalte) van het rantsoen wordt als indicator voor de hoeveelheid eiwit in het rantsoen gehanteerd. Verlagen van het RE-gehalte in het rantsoen leidt tot een lagere ammoniakemissie. In deze studie is het RE-gehalte van het totale rantsoen voor de 2030-situaties op verschillende manieren verlaagd. Een belangrijke maatregel is meer mais voeren, omdat mais een lager RE-gehalte heeft dan grasproducten en krachtvoer. Bovendien bevat mais vrij veel energie (VEM). Op 5 bedrijven neemt het aandeel mais in het rantsoen toe, op het veenbedrijf en de grote zandbedrijven blijft het aandeel mais gelijk. Ook zijn de RE-gehalten van krachtvoer op een aantal bedrijven verlaagd, met name op het kleine extensieve bedrijf op veengrond is het RE-gehalte van krachtvoer fors verlaagd (23%), op de andere bedrijven is de verandering van de krachtvoersamenstelling minder groot. Op beide kleine bedrijven op zandgrond is het RE-gehalte van krachtvoer zelfs toegenomen (met 4-6%). Deze bedrijven zijn in 2030 meer snijmais gaan voeren en

voerden in 2018 al krachtvoer met een laag RE-gehalte. Het RE-gehalte van graskuil is op de meeste bedrijven niet veel gewijzigd, wel is het aandeel graskuil op veel bedrijven lager geworden, dat bijdraagt aan een lager RE-gehalte van het rantsoen.

Weidegang

Omdat ammoniakemissie vooral plaatsvindt waar urine en feces samen zijn gekomen, is meer weidegang van de veestapel een maatregel om de ammoniakemissie te verminderen. Want hierdoor komt er meer feces en urine gescheiden in de wei terecht. Bovendien is er bij meer weidegang minder mest in de stal, waardoor er minder ammoniakemissie in de stal is en waardoor er minder mest uitgereden hoeft te worden. Dit leidt ook tot minder emissie.

Op de bedrijven in 2030 is de beweiding van het jongvee niet aangepast, maar er zijn wel een aantal bedrijven die de koeien meer uren gaan weiden. Het grote extensieve bedrijf op kleigrond, het kleine extensieve bedrijf op zandgrond en het kleine intensieve bedrijf op zandgrond gaan de koeien meer uren weiden. Het grote extensieve bedrijf op zandgrond stapt over van 100% op stal in 2018 naar beperkt weiden in 2030 (wat boven de grens van weidepremie van 720 uur). De overige bedrijven gaan niet meer uren weiden of weiden zelfs iets minder uren dan in 2018, want door de intensivering is de beweiding moeilijker rond te zetten. Naast het emissievoordeel bij meer mest in de wei heeft meer weidegang ook een effect op het rantsoen. Omdat bij meer weiden de grasopbrengst lager is neemt het aandeel graskuil in het rantsoen af en moet er bij tekort meer ruwvoer worden aangekocht. Als dit in de vorm van snijmais gebeurt, daalt het RE-gehalte in het rantsoen. Anderzijds heeft weidegras in het algemeen ook een hoger RE-gehalte dan graskuil. Dus meer uren weiden kan ook verhogend werken op het RE-gehalte in het rantsoen.

Bemesting en bouwplan

Zoals in de vorige paragraaf vermeld, speelt aandeel mais in het rantsoen een belangrijke rol om de ammoniakemissie te verlagen. Ook speelt minder graskuil voeren hierbij een rol. Om meer mais in het rantsoen te krijgen is op de meeste bedrijven het aandeel maisland in het bouwplan verhoogd en het aandeel grasland verlaagd. Op alle bedrijven is het aandeel mais verhoogd, behalve op het bedrijf NW-Klein-Ext., want dat bedrijf heeft vooral veengrond. En op veengrond is het lastig om mais te telen. Naast het rantsoeneffect leidt meer mais in het bouwplan ook tot meer mest op bouwland. Omdat mestinjectie, met slechts 2% van de ammoniakale stikstof versus 19% bij zodebemesten, een lagere ammoniakemissie heeft dan de uitrijmethoden op grasland, verlaagt meer mais telen ook de emissie van ammoniak bij uitrijden.

Naast meer mais telen kan het RE-gehalte in het rantsoen en de hoeveelheid graskuil in het rantsoen worden verlaagd door minder stikstofkunstmest te gebruiken. Op een aantal bedrijven vindt dit in 2030 beperkt plaats. Alleen op het grote extensieve zandbedrijf (ZO-Groot-Ext.), dat overstapt van volledig opstallen naar overdag weiden, daalt de kunstmestgift aanzienlijk (18%) omdat weidesneden bij eenzelfde stikstofregime minder zwaar worden bemest dan maaissen en de gebruiksruimte voor stikstof bij weiden afneemt ten opzichte van de gebruiksruimte voor stikstof bij alleen maaien.

Minder dierlijke mest uitrijden is ook een mogelijkheid om de toedieningsemissie van ammoniak te beperken. Door de intensivering vindt dit op de bedrijven nauwelijks plaats. Immers de meeste bedrijven voeren mest af en beperking van de excretie door een lager RE-gehalte in het rantsoen leidt wel tot minder mestafvoer, maar niet tot minder mestplaatsing. Alleen op het kleine extensieve veenbedrijf, zonder mestafvoer, leidt minder stikstof in de mest tot minder ammoniakemissie bij mesttoedienen.

Omdat een groot deel van de ammoniakemissie plaatsvindt tijdens het uitrijden van dierlijke mest op grasland leidt verandering van de manier van mesttoedienen tot een lagere emissie. Bij meer mais in het bouwplan wordt meer mest op mais uitgereden. Dit leidt bij injectie tot een lage emissie. Op de intensieve bedrijven op kleigrond wordt 100% toedienen van drijfmest met de sleufkouter op grasland in 2018 vervangen door 50% sleufkouter en 50% zodebemesten. Zodebemesten heeft een 6% lagere ammoniakemissie dan toepassen van de sleufkouter. Op alle bedrijven wordt de mest verdund met 50% water bij toedienen van de drijfmest op grasland. Dit verlaagt de ammoniakemissie fors. Op het veenbedrijf (NW-Klein-Ext.) wordt in 2030 100% van de dierlijke mest op grasland verdund zodat de

emissie bij sleepvoeten daalt naar 19% van de ammoniakale stikstof (was onverdund in 2018 nog 31%). Op de andere kleibedrijven in Noordwest wordt alle dierlijke mest op grasland in 2030 ook 50% verdund met water uitgereden. Op zandgrond in Zuidoost wordt in 2030 75% van de dierlijke mest op grasland verdund (50% verdunning) uitgereden met de zodebemester. De ammoniakemissie daalt daarbij gemiddeld over alle toegediende mest op grasland van 19% van de ammoniakale stikstof in 2018 naar 16,2% in 2030.

2.3.2.3 Structuurversterking/grondgebondenheid (structuurmaatregelen)

Versterking van de structuur van de melkveehouderij wordt door de opdrachtgever gezien als een belangrijke randvoorwaarde om emissiereductie via de andere sporen te bereiken. Versterking van de structuur kan leiden tot een betere uitgangssituatie om duurzaamheidsprestaties te verbeteren. Zo bieden grondgebondenheid en een betere verkaveling de ondernemer meer mogelijkheden voor weidegang. Een betere verkaveling leidt bovendien tot lagere bewerkingskosten. Het maakt ook bijvoorbeeld bemesten met sleepslang en toevoeging van water beter mogelijk. Voor een deel van de bedrijven geeft meer grondgebondenheid ook ruimte voor natuurbeheer op een deel van het bedrijf: een extensievere bedrijfsvoering op deze bedrijven kan bijdragen aan het verlagen van emissies per hectare.

Bijlage 5 geeft een overzicht van mogelijke effecten van structuurversterking in relatie tot verlaging van NH₃-emissie en de daarvan uit literatuur bekende effecten. Hieronder is uitgewerkt hoe deze maatregelen zijn verwerkt in de doorrekening.

Meer grondgebondenheid is in de doorrekening meegenomen door te veronderstellen dat er geen toename zal plaatsvinden in de veebezetting per hectare op de door te rekenen bedrijven. In het basisscenario van het onderzoek naar de melkveehouderij in 2030 (Beldman et al., 2020) was er een lichte intensivering in de veebezetting uitgedrukt in melkkoeien per ha. Van de extra grond die in deze ammoniak studie in gebruik wordt genomen ten opzichte van het genoemde basisscenario is 1/3 in eigendom, 1/3 in pacht en 1/3 in de vorm van een buurtcontract of iets dergelijks in gebruik. Dit wordt verder uitgewerkt in paragraaf 2.3.3.

Andere aspecten van structuurversterking konden in de doorrekening niet worden meegenomen.

2.3.3 Ontwikkeling van bedrijven en opschaling

Deze paragraaf beschrijft de uitgangspunten die zijn gehanteerd ten aanzien van de ontwikkeling van de 8 doorgerekende bedrijven en de opschaling. Deze uitgangspunten worden samengevat in tabel 2.5 en tabel 2.6.

Een belangrijk vertrekpunt van deze studie is om zo goed mogelijk rekening te houden met verwachte 'autonome' ontwikkeling van melkveebedrijven. Ieder jaar stopt een deel van de melkveebedrijven en wordt de vrijkomende productieruimte overgenomen door de resterende bedrijven. Deze trend van schaalvergroting is een proces dat al decennialang voorkomt in de melkveehouderij. Schaalvergroting is een gevolg van stijgende arbeidsproductiviteit en van de economische noodzaak om stijgende kosten te compenseren bij globaal gelijke opbrengsten. Ook is er al decennia een toenemende melkproductie per koe. Om met deze ontwikkelingen zo goed mogelijk rekening te houden, zijn uitgangspunten en resultaten van het basisscenario in Beldman et al. (2020) overgenomen:

1. Voor de toename van melk per koe wordt hetzelfde uitgangspunt gehanteerd: er wordt uitgegaan van een autonome stijging van de melkproductie per koe van 90 kg per jaar. Dit komt overeen met de trend uit het verleden.⁷
2. Het aandeel bedrijven dat in 2030 is gestopt, is afgeleid van de resultaten van het basisscenario in Beldman et al. (2020). Dit aandeel stoppers is een gecombineerd effect van de opvolgingssituatie (leeftijd ondernemer en aanwezigheid opvolger) van de bedrijven en het gemodelleerde economische continuïteitsperspectief (gebaseerd op de kasstroom). Per bedrijfstype is dit verwachte aandeel stoppers gebruikt om een inschatting te maken van het aantal bedrijven dat in

⁷ Hierbij is onder andere gekeken naar data uit het Bedrijveninformatienet. Daarbij is gekeken naar de ontwikkeling van de melkproductie per koe van bedrijven die zowel in 2018 als in 2011 deelnamen aan het Bedrijveninformatienet. Cijfers van CRV komen ook op 90 kg per jaar uit.

2030 'autonoom' resteert (bij voortzetting vaststaand en ingezet beleid en (investerings)gedrag uit het verleden (zie tabel 2.5). Dit verwacht percentage stoppers staat dus los van de in dit onderzoek doorgerekende pakket van maatregelen. Het effect van de extra maatregelen op het aandeel stoppers is niet onderzocht.

3. De gemiddelde toename in aantal melkkoeien op de door te rekenen bedrijven, is eveneens afgeleid van resultaten van het basisscenario in Beldman et al. (2020). Uitgangspunt hierbij is dat die bedrijven die financiële ruimte hebben om te groeien in koeien (inclusief alle investeringen die voor deze groei nodig zijn), deze ruimte ook benutten. Bedrijven die kunnen groeien, nemen de beschikbare fosfaatrechten van de gestopte bedrijven over. Het aantal beschikbare fosfaatrechten in de eindsituatie (2030) is er hierbij op gebaseerd dat dit door afroming eerst daalt tot 84,9 miljoen kg en dat daarna door opkoopregelingen nog eens 2,0 miljoen kg fosfaatrechten worden doorgehaald (zie tabel 2.6). Per bedrijfstype is de gemiddelde verwachte groei in aantal koeien per bedrijf gebruikt om een inschatting te maken van de groei van de 8 door te rekenen bedrijven.
4. Ten aanzien van de toename in hectares wordt in deze studie afgeweken van het basisscenario in Beldman et al. (2020). In de eerdere studie was het vertrekpunt dat 50% van het extra benodigde voer (ruwvoer en krachtvoer)⁸ voor extra koeien zelf geteeld moest kunnen worden. Hierdoor nam de veebezetting per hectare toe. In deze studie is het uitgangspunt van de opdrachtgever dat, als gevolg van maatregelen op het gebied van structuurversterking, er geen toename zal plaatsvinden in de veebezetting per hectare op de door te rekenen bedrijven. Van de extra grond die in gebruik wordt genomen ten opzichte van de uitgangssituatie wordt verondersteld dat 1/3 in eigendom wordt betrokken, 1/3 in pacht en 1/3 in de vorm van een buurtcontract of iets dergelijks. Voor buurtcontracten wordt gerekend met pachtprizen. Zie voor uitgangspunten rondom grond- en pachtprizen Bijlage 6.

Om de resultaten van de 8 doorgerekende melkveebedrijven te vertalen naar sectorniveau in de eindsituatie (2030) zijn ze vermenigvuldigd met de aantallen bedrijven, melkkoeien en hectares voor het betreffende bedrijfstype in tabel 2.6.

Tabel 2.5 *Uitgangspunten ontwikkeling bedrijfstypen tussen 2018 en 2030 (bron: basisscenario uit Beldman et al., 2020)*

	NW Klein Ext.	NW Klein Int.	NW Groot Ext.	NW Groot Int.	ZO Klein Ext.	ZO Klein Int.	ZO Groot Ext.	ZO Groot Int.	Totaal
Totaal aantal bedrijven in 2018	3.068	673	1.131	1.599	4.430	1.426	1.848	1.812	15.987
<u>waarvan:</u>									
Aandeel >51jr. zonder opvolger (%) ¹	32%	23%	12%	11%	32%	24%	11%	11%	23%
Prognose aandeel gestopt in 2030 (%)	55%	27%	19%	20%	40%	30%	18%	21%	33%
Aantal bedrijven in 2030:	1.389	490	911	1.280	2.647	1.005	1.507	1.430	10.659
<u>Ontwikkeling blijvende bedrijven (zoals gehanteerd voor de 8 doorgerekende bedrijven):</u>									
Toename koeien (#/bedrijf)	+20	+12	+29	+48	+17	+15	+37	+50	+27,3
Toename hectares (#/bedrijf)	+10	+6	+15	+22	+9	+7	+18	+22	+13,0
Toename productiviteit (kg melk/koe)	+1.080	+1.080	+1.080	+1.080	+1.080	+1.080	+1.080	+1.080	+1.080

1) Gebaseerd op meest recente Landbouwtellingsdata die in 2020 beschikbaar was (en betrekking hadden op 2016).

⁸ Dit komt overeen met 73% van het ruwvoer.

Tabel 2.6 Aantal en aandeel bedrijven, melkkoeien en benodigde fosfaatrechten in Nederland per bedrijfstype in de eindsituatie (2030), gebruikt voor opschaling (bron: basisscenario uit Beldman et al., 2020)

		NW Klein Ext.	NW Klein Int.	NW Groot Ext.	NW Groot Int.	ZO Klein Ext.	ZO Klein Int.	ZO Groot Ext.	ZO Groot Int.	Totaal
Bedrijven ¹	Aantal	1.389	490	911	1.280	2.647	1.005	1.507	1.430	10.659
	Aandeel (%)	13%	5%	9%	12%	25%	9%	14%	13%	100%
Melkkoeien ²	Aantal (*1.000)	132	43	148	274	231	96	261	295	1.480
	Aandeel (%)	9%	3%	10%	18%	16%	6%	18%	20%	100%
Hectares ³	Aantal (*1.000)	85	21	93	126	142	40	148	110	765
	Aandeel (%)	11%	3%	12%	16%	19%	5%	19%	14%	100%
Benodigde fosfaat- rechten ⁴	Aantal (miljoen kg)	7,1	2,3	8,2	15,2	12,9	5,3	14,7	17,1	82,9
	Aandeel (%)	9%	3%	10%	18%	16%	6%	18%	21%	100%

1) Prognose van totaal aantal bedrijven met minimaal 10 melkkoeien in het basisscenario van Beldman et al. (2020) per bedrijfstype. De klassegrenzen zijn gebaseerd op de situatie in de uitgangssituatie (2018). Omdat bedrijven in de loop van de tijd gegroeid zijn in aantal koeien en grond (zie tabel 2.5), vallen ze in de eindsituatie niet meer binnen die klassegrenzen.

2) Prognose van totaal aantal melkkoeien op bedrijven met minimaal 10 melkkoeien in het basisscenario van Beldman et al. (2020) per bedrijfstype.

3) Prognose van totaal aantal hectares voedergras in beheer (eigendom en pacht) van melkveebedrijven met minimaal 10 melkkoeien. Berekend door het totaal aantal koeien per bedrijfstype (zie 2) te delen door de gemiddelde intensiteit van het doorgerekende bedrijf (uitgedrukt in het aantal melkkoeien per hectare) (die in 2030 gelijk is verondersteld aan 2018).

4) Berekend op basis van de forfaitaire excretie van het in 2030 aanwezige melkvee (melkkoeien + jongvee) op bedrijven met melkkoeien. Jongvee bij derden is hierin meegenomen. Om de forfaitaire excretie te berekenen zijn de in de periode 2019 t/m 2021 geldende excretietabellen (RVO) gehanteerd en de gemiddelde melkproductie per koe van het betreffende bedrijfstype uit tabel 2.7. Er is hierbij van uitgegaan dat 1,5% van de fosfaatrechten niet wordt benut.

2.3.4 Situatie doorgerkende bedrijven in 2030

De hierboven beschreven uitgangspunten leiden tot de eindsituatie (2030) voor de 8 doorgerkende bedrijven zoals beschreven in tabel 2.7.

Tabel 2.7 Beschrijving van de eindsituatie (2030) van de 8 doorgerkende melkveebedrijven

		NW Klein Ext.	NW Klein Int.	NW Groot Ext.	NW Groot Int.	ZO Klein Ext.	ZO Klein Int.	ZO Groot Ext.	ZO Groot Int.
Bedrijfsopzet	Grondsoort	veen	klei	klei	klei	zand	zand	zand	zand
		5% klei							
	Aantal koeien (#)	89	82	174	218	82	85	172	210
	Stalsysteem	RAV EF	RAV EF	RAV EF	RAV EF	RAV EF	RAV EF	RAV EF	RAV EF
		8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
Productiviteit	Melk per koe (kg)	8.830	9.580	10.080	9.830	9.580	10.080	10.080	10.330
	Jongvee per 10 koeien (#)	6,2	4,6	6,1	4,9	6,7	5,4	6,3	5,3
Intensiteit	Koeien per ha (#)	1,6	2,1	1,6	2,2	1,6	2,4	1,8	2,7
	Melk per ha (kg)	13.700	19.600	16.000	21.400	15.600	24.500	17.800	27.700
Weidegang	Weide-uren melkkoeien	2.500	1.450	1.725	1.025	2.075	1.300	800	0
	Weidegang pinken	ja	ja	ja	nee	ja	nee	ja	nee
	Weidegang kalveren	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
Bemesting	Kunstmest grasland (kg N/ha)	90	155	120	150	120	145	115	155
	Dierlijke mest bedrijf (kg N/ha)	235	250	250	250	230	230	230	230
	Aanwendingstechniek grasland	Sleep-voet	1/2 zode-bem.	Zode-bem.	1/2 zode-bem.	zode-bem.	zode-bem.	zode-bem.	zode-bem.
			1/2 sleuf-kouter		1/2 sleuf-kouter				
	Verdunning (mest:water, 2:1), aandeel grasland	100%	100%	100%	100%	75%	75%	75%	75%
Rantsoen veestapel	Krachtvoer per koe (kg/jaar)	2.800	2.900	3.200	3.225	2.800	3.125	3.025	3.325
	RE-gehalte ¹ (g/kg ds)	171	165	168	165	160	155	160	158
	Aandeel vers gras (%)	26%	17%	18%	10%	22%	11%	13%	0%
	Aandeel graskuil (%)	39%	34%	34%	35%	22%	19%	34%	38%
	Aandeel snijmais (%)	7%	19%	17%	22%	29%	38%	24%	29%
	Aandeel kv. en bijpr. ² (%)	28%	30%	31%	33%	28%	31%	29%	33%

1) RE = Ruw Eiwit.

2) Kv en bijpr. = Krachtvoer en bijproducten.

3 Resultaten

3.1 Veranderingen op sectorniveau door het maatregelpakket

Tabel 3.1 geeft weer hoe de omvang van de sector en de gemiddelde bedrijfsopzet en bedrijfsvoering op sectorniveau zou veranderen als gevolg van de in hoofdstuk beschreven uitgangspunten.

Tabel 3.1 *Vergelijking van structuur sector en gemiddelde bedrijfsopzet en bedrijfsvoering op sectorniveau in de beginsituatie (2018) en eindsituatie (2030)*

		Beginsituatie (2018) ¹	Eindsituatie (2030)	Vershil (2030- 2018)
Structuur sector	Aantal bedrijven met melkkoeien	15.987 ^a	10.659	-5.328
	Aantal koeien (*1.000 stuks)	1.591 ^b	1.480	-111
	Aantal hectares (*1.000) ²	840 ^b	765	-75
	Aantal fosfaatrechten (miljoen kg)	85,5 ^c	82,9	-2,6
	Melkproductie (miljard kg)	13,95 ^d	14,62	+0,67
Bedrijfsopzet	Aantal koeien (#)	100 ^e	139	+39
	Stalsysteem (% dierplaatsen emissie-arm) ³	20% ^f	100%	+77
Productiviteit	Melk per koe (kg)	8.769 ^g	9.880	+1.111
	Jongvee per 10 koeien (#) ⁴	6,4 ^b	5,8	-0,6
Intensiteit	Koeien per ha (#)	1,89 ^h	1,94	+0,04
	Melk per ha (kg)	16.608 ⁱ	19.118	+2.510
Weidegang	Weidegang melkkoeien (gem. # uren/koe)	1.056 ^b	1.177	+121
	Weidegang pinken (% bedrijven)	62% ^b	65%	+3
	Weidegang kalveren (% bedrijven)	39% ^b	13%	-26
Bemesting	Kunstmest grasland (kg N/ha)	134 ^j	128	-6
	Dierlijke mest bedrijf (kg N/ha)	237 ^j	237	0
	Aanwendingstechniek grasland			
	1. Sleepvoet	12% ^j	10%	-2
	2. Sleufkouter	18% ^j	10%	-8
	3. Zodebemester	69% ^j	80%	+11
Rantsoen veestapel	Verdunning mest op grasland ⁵	0% ^j	100% op klei en vee, 75% op zand	
	Krachtvoer per koe (kg/jaar)	2.677 ^j	3.080	+403
	RE gehalte (g/kg ds)	169 ^j	162	-7
	Aandeel vers gras (%)	12% ^j	13%	+1
	Aandeel graskuil (%)	40% ^j	33%	-8
	Aandeel snijmais (%)	20% ^j	24%	+4
	Aandeel kv. en bijpr. (%)	28% ^j	31%	+2

a) Beldman et al. (2020); b) Landbouwtelling (LBT); c) Rijksoverheid 2020b; d) Is aantal koeien (LBT) x gemiddelde melkproductie per koe (Bedrijveninformatienet); e) Is aantal koeien (LBT)/aantal bedrijven (Beldman et al., 2020); f) Op basis van Vonk et al. (2020);

g) Bedrijveninformatienet; h) Is aantal koeien (LBT)/aantal hectares voedergras (LBT); i) Is melkproductie (zie 1^d)/aantal hectares voedergras (LBT); j) Gebaseerd op uitgangssituatie 8 doorgerekende melkveebedrijven.

2) In direct beheer (eigendom of pacht) van melkveebedrijven.

3) In uitgangssituatie (2018) gemiddelde Emissiefactor van 9.18 NH₃ per dierplaats verondersteld, in eindsituatie gemiddeld 8,6 NH₃ per dierplaats.

4) Inclusief jongvee bij derden.

5) Mest 50% verdund met water, verhouding mest:water = 2:1.

Als het beschreven maatregelenpakket wordt doorgevoerd door alle melkveebedrijven, in combinatie met de veronderstelde bedrijfsontwikkeling, zou de melkveesector als geheel hierdoor als volgt ontwikkelen:

1. Het aantal bedrijven daalt met 33% ten opzichte van 2018 naar 10,659 en de gemiddelde omvang van bedrijven stijgt van 100 melkkoeien naar 139 melkkoeien. Dit is conform het basisscenario in Beldman et al. (2020). De gemiddelde melkproductie per koe stijgt naar 9,880 kg per koe per jaar.
2. Het totaal aantal koeien neemt af tot 1,48 miljoen in 2030 (-7%) en het aantal stuks jongvee daalt met bijna 15% tot 858.000. Dit wordt enerzijds veroorzaakt doordat er minder fosfaatrechten beschikbaar zijn door afoming en opkoopregelingen (82,9 miljoen kg in plaats van 85,5 miljoen kg) en anderzijds doordat er bij een hogere melkproductie per koe minder melkkoeien per fosfaatrecht kunnen worden gehouden. Het melkvolume neemt toe met 0,67 miljard. Dit komt omdat bij toenemende productie per koe meer melk per fosfaatrecht kan worden geproduceerd. De jongveebezetting daalt van 6,2 naar 5,8 stuks (inclusief jongvee bij derden).
3. Het totaal aantal hectares in direct beheer (eigendom of pacht) van melkveebedrijven neemt af. De blijvende bedrijven blijven weliswaar ongeveer gelijk in aantal koeien per hectare (van 1,89 naar 1,94 koeien per hectare) maar het totaal aantal koeien neemt af en de stoppende bedrijven waren in de uitgangssituatie gemiddeld extensiever dan de blijvende bedrijven. Dit zegt overigens niets over de mate waarin melkveebedrijven in staat zijn om ruwvoer uit de buurt te halen.
4. Het aandeel emissiearme stallen (<8,6 kg NH₃ per dierplaats) stijgt naar 100%. Dit is een uitgangspunt in het veronderstelde maatregelenpakket.
5. Het gemiddeld aantal uren weidegang per melkkoe stijgt met ruim 11% ondanks het feit dat bij de stoppende bedrijven relatief veel weidegang werd toegepast. Het gemiddeld aantal uur weidegang per melkkoe op de doorgerekende bedrijven stijgt met meer dan 20%. Het aandeel bedrijven dat weidegang toepast bij de pinken blijft ten opzichte van de Landbouwtelling vrijwel gelijk ondanks het grote aandeel weidegang bij de stoppers. Weidegang bij de kalveren neemt wel af ten opzichte van de Landbouwtelling 2018. Hier is de uitgangssituatie voor de doorgerekende bedrijven misschien wat te laag ingeschat (het te verwachten effect op de emissie is klein omdat het over een klein aandeel van de totale TAN excretie gaat). Door de toename van het aantal uren weidegang voor melkkoeien neemt de hoeveelheid uitgereden mest af.
6. Het bemestingsniveau in dierlijke mest wijzigt vrijwel niet ten opzichte van 2018. De gemiddelde kunstmestgift op grasland daalt met 6 kg N per hectare licht. Hier moet worden bij vermeld dat de kunstmestgift in 2018 wat lager was dan de langjarige trend (Lukács et al., 2020) vanwege de droge omstandigheden. De dierlijke mestgift verandert niet omdat wordt verondersteld dat derogatie in de huidige vorm blijft bestaan en de gebruiksruimte wordt opgevuld.
7. Bij mestaanwending op grasland vindt een verschuiving plaats van toepassing met de sleufkouter naar zodebemester en het merendeel van de drijfmest wordt verdund met water uitgereden.
8. In de rantsoenen neemt het aandeel graskuil af ten faveure van snijmais, vers gras en krachtvoer. Het gemiddelde RE-gehalte van het rantsoen van de hele veestapel daalt van 169 gram per kg ds in 2018 naar 162 gram per kg ds. Voor voldoende energievoorziening bij de hogere melkproductie per koe, neemt de totale voeropname per koe gemiddeld circa 11% toe, waarvan circa 45% krachtvoer is.

3.2 Ontwikkeling ammoniakemissie

3.2.1 Ammoniakemissie 8 doorgerekende bedrijven

Tabel 3.2 geeft weer hoe de ammoniakemissie op de doorgerekende bedrijven verandert door het maatregelpakket (in combinatie met de veronderstelde groei). De effecten van het maatregelpakket en de groei kunnen voor individuele bedrijven niet los van elkaar worden beschouwd omdat ze als 1 maatregelpakket zijn doorgerekend.

Tabel 3.2 Resultaten ammoniakemissie 8 doorgerekende melkveebedrijven

	NW Klein Ext.	NW Klein Int.	NW Groot Ext.	NW Groot Int.	ZO Klein Ext.	ZO Klein Int.	ZO Groot Ext.	ZO Groot Int.
<u>A. Totale emissie bedrijf (kg NH₃ bedrijf):</u>								
Beginsituatie (2018)	2.677	2.454	5.450	6.016	1.840	1.689	4.119	3.653
Eindsituatie (2030)	2.690	1.867	4.624	5.029	1.898	1.661	3.930	4.380
Vershil (2030-2018) (%)	+0%	-24%	-15%	-16%	+3%	-2%	-5%	+20%
<u>B. Stal en opslagemissie bedrijf per melkkoe (kg NH₃)¹</u>								
Beginsituatie (2018)	15,8	15,8	17,3	17,2	14,0	13,7	14,9	12,3
Eindsituatie (2030)	10,9	10,3	11,6	11,4	10,1	10,3	10,5	11,4
Vershil (2030-2018) (%)	-31%	-35%	-33%	-34%	-28%	-25%	-29%	-7%
<u>C. Veldemissie bedrijf per hectare (kg NH₃)¹</u>								
Beginsituatie (2018)	41,0	39,7	30,9	39,6	25,5	26,0	26,4	30,0
Eindsituatie (2030)	30,1	25,5	23,8	25,4	21,3	22,4	21,7	25,3
Vershil (2030-2018) (%)	-27%	-36%	-23%	-36%	-16%	-14%	-18%	-16%
<u>D. Bijdrage aan sectoremmissie per fosfaatrecht (kg NH₃)²</u>								
Beginsituatie (2018)	0,90	0,80	0,71	0,81	0,58	0,58	0,61	0,60
Eindsituatie (2030)	0,57	0,51	0,50	0,52	0,44	0,47	0,46	0,52
Vershil (2030-2018) (%)	-36%	-36%	-31%	-35%	-24%	-19%	-24%	-14%

1) Uitkomsten van bedrijfsberekeningen met BBPR. De absolute emissies in onderdelen B en C tellen op tot A.

2) Bedrijfsemmissie zoals gerapporteerd onder A, aangevuld met een bijschatting van emissie uit mesttoediening van afgevoerde drijfmest (gecorrigeerd voor aangevoerde mest) en uit stal en opslag van jongvee bij derden, gedeeld door aantal benodigde fosfaatrechten van het bedrijf. Dit getal geeft inzicht in de bijdrage van dit bedrijf aan het sectortotaal (zie tabel 3.3 en Bijlage 1). Bron bijschatting: aanvullende berekeningen op basis van Vonk et al (2020).

De tabel laat eerst zien (indicator A) dat er op 5 van de 8 doorgerekende bedrijven een afname is van de absolute ammoniakemissie en op 3 een toename. De toename wordt veroorzaakt door de groei van de bedrijven in aantal koeien (zie tabel 2.5 voor de veronderstelde groei per bedrijfstype, afgeleid van basisscenario in Beldman et al. (2020)), de afname door de ammoniak-reducerende maatregelen. De balans tussen die twee slaat verschillend door.

Door de combinatie van de emissiearme stal, aanpassing van de rantsoenen en meer weidegang neemt de emissie per melkkoe (indicator B) op alle doorgerekende bedrijven af, variërend van 7-35%. Dit ondanks een toegenomen voeropname (en mestproductie) om de hoge melkproductie mogelijk te maken. Op het bedrijf met een emissiearme stal in de uitgangssituatie is de behaalde winst aanzienlijk lager dan op de andere bedrijven omdat hier in de uitgangssituatie al een lagere emissie per dier wordt gerealiseerd. In de eindsituatie (10,1-11,6 kg NH₃ per melkkoe) zijn de verschillen tussen bedrijven kleiner dan in de beginsituatie (12,3-17,3 kg NH₃ per melkkoe).

Ook de veldemissie per hectare (indicator C) neemt voor alle bedrijven af, variërend van 14-36%. Deze daling wordt uiteraard veroorzaakt door het verdund uitrijden en de andere keuze van aanwendingstechnieken (meer zodebemesten) maar ook het verlagen van de RE-gehalten van

rantsoenen en het toepassen van meer weidegang spelen hierin mee omdat die ervoor zorgen dat er minder TAN wordt uitgereden. Daarnaast speelt op sommige bedrijven het toegenomen aandeel bouwland mee, dan wordt meer mest via injectie (lagere emissiefactor) toegediend. Op de bedrijven waar sprake is van zowel andere aanwendingstechnieken als verdund uitrijden is de behaalde winst het grootst. In de eindsituatie varieert de veldemissie tussen de 21,3 en 30,1 kg NH₃ per hectare waar dit in de beginsituatie nog tussen de 25,5 en 41,0 lag.

Indicator D geeft aan hoe het totaal van emissies (dus inclusief de geschatte emissie buiten het bedrijf) zich ontwikkelt. Dit getal wordt uitgedrukt per fosfaatrecht omdat het totaal aantal fosfaatrechten de productieruimte voor de melkveehouderijsector begrenst. Op alle doorgerekende bedrijven is door het doorgerekende maatregelpakket sprake van een afname van de emissie per fosfaatrecht, variërend van 14% tot 36%. In de eindsituatie varieert de emissie per fosfaatrecht tussen de 0,44 en 0,58 kg NH₃.

3.2.2 Ammoniakemissie gehele sector

Resultaten op sectorniveau

Tabel 3.3 geeft weer hoe de ammoniakemissie op sectorniveau verandert door het maatregelpakket (in combinatie met de veronderstelde groei) en de gehanteerde opschaling. De methode van opschaling wordt toegelicht in paragraaf 2.3.3. in het kort komt het erop neer dat de stal en opslagemissie per melkkoe uit tabel 3.1 wordt vermenigvuldigd met het totaal aantal koeien in 2030 in de betreffende groep (zie tabel 2.6), de veldemissie per hectare met het totaal aantal hectares in de groep (zie tabel 2.6) en de totale emissie per fosfaatrecht met het totaal aantal fosfaatrechten in de groep (zie tabel 2.6).

Tabel 3.3 Ammoniakemissie op sectorniveau in beginsituatie (2018) en eindsituatie (2030)

	Beginsituatie (2018)	Eindsituatie (2030)	Vershil (2030-2018) (%)
B. Stal en opslagemissie bedrijf per melkkoe (kg NH ₃) ¹	14,8	10,9	-26%
C. Veldemissie bedrijf per hectare (kg NH ₃) ¹	31,9	24,1	-24%
E. Totale emissie per fosfaatrecht (kg NH ₃) ²	0,65	0,49	-25%
F. Totale emissie melkveesector (miljoen kg NH₃)²	55,7	40,4	-28%

1) Uitkomsten van bedrijfsberekeningen met Dairy Wise, opgeschaald naar sectorniveau zoals toegelicht in paragraaf 2.3.3.

2) Opgeschaalde bedrijfsberekeningen van Dairy Wise, aangevuld met een inschatting van toedieningsemmissie van afgevoerde mest en stal en opslagemissie van jongvee bij derden zodat vergelijking met sectortotaal (zie Bijlage 1) mogelijk wordt.

Tabel 3.3 laat zien dat in de eindsituatie (2030):

1. De NH₃-emissie uit stallen en mestopslagen per koe (op het melkveebedrijf) op sectorniveau met 26% is gedaald ten opzichte van de beginsituatie (2018). De toepassing van emissiearme stallen op alle bedrijven is hiervoor de belangrijkste verklaring maar ook het lagere RE-gehalte van het rantsoen en het toepassen van meer weidegang spelen hierin een rol.
2. De veldemissie per hectare (exclusief afgevoerde mest) op sectorniveau met 24% is gedaald ten opzichte van de beginsituatie (2018). Het verdunnen van mest en aanpassen van de aanwendingstechniek (meer zodebemesting) zijn hiervoor de belangrijkste verklaringen maar ook het lagere RE-gehalte van het rantsoen, het toepassen van meer weidegang en een iets groter aandeel bouwland spelen hierin een rol.
3. De totale sectoremissie per fosfaatrecht (dus inclusief jongvee bij derden en emissie bij toedienen van afgevoerde mest) is op sectorniveau met 25% gedaald. Dit is een samengesteld effect van bovengenoemde effecten en een beperkte toename van de emissie buiten het bedrijf.
4. De totale emissie van de melkveesector met 28% is gedaald ten opzichte van de beginsituatie (2018). Dat dit percentage hoger ligt dan de andere drie komt doordat er naast een daling van de emissies per dier en per hectare ook sprake is van een daling van het aantal fosfaatrechten van 3% (zie tabel 3.1 en de verdere toelichting daaronder). In combinatie met de veronderstelde productiviteitsstijging zorgt deze daling voor een afname in het aantal melkkoeien van 7% ten opzichte van 2018. Het aantal stuks jongvee daalt met bijna 15% (incl. jongvee bij derden).

Bovenstaande dalingen moeten worden gezien als onderbouwde indicaties van de emissiereductie die mogelijk is bij sector-brede toepassing van het voorgestelde maatregelpakket. Hierbij moet in acht worden genomen dat er veel onzekerheden en bandbreedtes zijn rondom de toegepaste emissiefactoren waardoor deze effecten in werkelijkheid anders kunnen uitvallen.

3.2.3 Nadere toelichting op ammoniak resultaten

Effect op N-excretie

De basis voor de ammoniakemissie uit de mest is de hoeveelheid stikstof die in het voer zit en vervolgens in de urine en feces (de drijfmest) terecht komt. Dit heeft ook een relatie met de netto stikstofexcretie. Dit is de hoeveelheid stikstof die in de mest achterblijft na de stalemissie en zonder vervoederingsverliezen. Van de acht doorgerekende bedrijven is een ruwe analyse gemaakt hoe de netto-excretie per ton melk verandert van 2018 naar 2030. Gemiddeld genomen over alle bedrijfstypen heen blijkt de netto-excretie per ton melk met circa 13% te dalen. Deze daling varieert tussen de verschillende bedrijfstypen van circa 9% tot circa 18%. De lagere excretie per ton melk is door verschillende factoren te verklaren. Het betreft minder RE in het rantsoen, meer energie (VEM) in het rantsoen, een hogere melkproductie per koe en minder jongvee per ton melkproductie. Ook per aangeklede melkkoe (dus inclusief jongvee) daalt de excretie, gemiddeld met 2,7%. De verandering van de excretie per aangeklede koe varieert van -8% naar + 2%. Dit wordt veroorzaakt door een combinatie van de hiervoor genoemde oorzaken.

Zonder emissiearme stal

Uitgangspunt van het maatregelpakket is dat in 2030 alle bedrijfstypen een emissiearme stal hebben. Het effect van de emissiearme stal is in de huidige berekeningen niet zonder meer te isoleren van de andere maatregelen omdat de maatregelen niet afzonderlijk zijn doorgerekend maar als een totaalpakket. Wel is een ruwe inschatting te maken van het effect van het pakket zonder stalaanpassingen. Ook zonder emissiearme stal, neemt de stal en opslag emissie af omdat het ruw-eiwitgehalte van het rantsoen wel daalt en de bedrijven zijn meer gaan weiden. De mate waarin de emissiearme stal bijdraagt aan het reductiepercentage van de stal en opslagemissie hangt af van de mate van toename van de weidegang en afname van eiwit in de voeding. Op het bedrijf NW-Groot-Ext. is het effect van de andere maatregelen vrij groot, zodat de bijdrage van de emissiearme stal kleiner is (circa 40-60% van de reductie van de stalemissie). Bij het bedrijf ZO-Klein-Int. is de verandering in weidegang beperkt en de daling van RE in het rantsoen ook beperkt. Bij dit bedrijf is de bijdrage van de emissiearme stal aan het reductiepercentage van de stal en opslagemissie vrij groot (circa 85-95%). Deze uiterste situaties leiden tot een ruwe inschatting dat 55% tot 80% van de emissiereductie in de stal toe te schrijven is aan de emissiearme stal. Dus helemaal niet rekenen met een emissiearme stal, zou inhouden dat de emissiereductie vanuit de stal dan 55% tot 80% minder zal worden. Als dit wordt doorvertaald naar sectorniveau, zou het reductiepercentage van het maatregelpakket zonder stalaanpassingen dalen van de huidige 28% naar 18-21%. Dit betreft een indicatie. Nadere berekeningen zijn nodig om dit preciezer te kunnen inschatten.

Verskil met NEMA 2018

Tabel 3.3 laat ook zien dat de totale emissie van de melkvee sector in 2018 zoals berekend in dit rapport met 55,7 miljoen kg NH₃ lager ligt dan de sectoremissie zoals afgeleid uit de nationale monitoring, te weten 62,3 miljoen kg NH₃ (zie Bijlage 1). Dit verschil is te verklaren door een aantal factoren:

1. In Bijlage 1 is gebruikgemaakt van een ruwe schatting van de bijdrage van de melkveehouderij aan de emissie uit kunstmest, overige organische mest, gewassen en gewasresten, omdat deze niet per sector worden berekend in NEMA 2018. In deze studie zijn deze specifiekere berekend voor de doorgerekende individuele bedrijven.
2. In de nationale monitoring (Van Bruggen et al., 2020) wordt gerekend met een sectorgemiddelde uitgangssituatie op basis van nationale statistieken op sector en regioniveau en niet op basis van individuele bedrijfsgegevens. Hoewel er in dit onderzoek veel aandacht is besteed aan het inrichten van een representatieve uitgangssituatie voor de set van doorgerekende bedrijven (zie ook paragraaf 2.2.2 en 2.3.3), is het technisch niet mogelijk om via opschaling van 8 individuele praktijkbedrijven ook op sectorniveau op exact dezelfde uitgangssituatie uit te komen. Ten aanzien van mogelijke verschillen in uitgangspunten in de basissituatie kan het volgende worden gezegd:
 - a. Het aantal dieren is geen oorzaak van het verschil op sectorniveau omdat dit gelijk is verondersteld.

-
- b. Het veronderstelde aandeel dieren in emissiearme stallen is met 23% in onze studie iets hoger dan de 20% die uit Van Bruggen et al. (2020) kan worden afgeleid.
 - c. Er kan een verschil zitten in bemestingsniveaus voor dierlijke mest en kunstmest maar dit is niet na te gaan omdat NEMA de bemesting niet specificeert naar sectoren.
 - d. De verdeling over de verschillende mestaanwendingstechnieken op grasland (zie tabel 3.1) wijkt iets af van de gerapporteerde verdeling in Van Bruggen et al. (2020): 68% zodebemester in plaats van 64% en 18% sleufkouter in plaats van 22%.
 - e. Het gemiddeld aantal uur weidegang per melkkoe ligt met gemiddeld 969 uur op de doorgerekende bedrijven in de uitgangssituatie wat lager dan het gemiddelde niveau van 1.056 uur per koe dat in NEMA 2018 wordt gerapporteerd. Het betreft het gemiddeld aantal uur per dier, niet per bedrijf.
 - f. Het gemiddelde RE-gehalte van het rantsoen ligt met 169 gram RE vrijwel op het niveau dat kan worden afgeleid van NEMA 2018 (170 gram per kg ds op veestapelniveau). De DS opname lag in NEMA 2018 2% hoger (de VEM-opname 1.8%), waarschijnlijk veroorzaakt door de iets hoger veronderstelde melkproductie per koe. De samenstelling van het rantsoen (op DS basis) komt vrijwel overeen. In NEMA 2018 wordt uitgegaan van 12% uit vers gras, 40% uit graskuil, 20% uit snijmais en 28% uit krachtvoer en bijproducten. In deze studie is het respectievelijk 12%, 42%, 19% en 27%. De samenstelling van krachtvoer verschilt wel: in onze studie uitgegaan van alleen mengvoer en niet van bijproducten (omgerekend dezelfde hoeveelheid DS).
3. De ammoniakemissie in deze studie is berekend volgens de rekenregels van de Kringloopwijzer (Van Dijk et al., 2020). In de Kringloopwijzer wordt voor de berekening van de ammoniakemissie aangesloten bij het NEMA model (Lagerwerf et al., 2019) dat ook als basis wordt gebruikt voor de nationale monitoring. Toch kan er in de toepassing van de rekenregels een aantal verschillen bestaan, bijvoorbeeld omdat de beschikbare data (bijvoorbeeld sectorgemiddelden of individuele bedrijven) het niet altijd toe laten om op dezelfde manier te rekenen en omdat er rekenmodellen continu worden doorontwikkeld. Mogelijke verschillen in de toepassing van de rekenregels zijn:
- a. NEMA 2018 rekent dat 10% van de vervoederingsverliezen ook mineraliseert tot TAN. In voorliggende studie is dat niet het geval.
 - b. In NEMA 2018 vervluchtigt gemiddeld 15% van de TAN in de stal als ammoniak (persoonlijke mededeling Van Bruggen, mede-auteur NEMA). In voorliggende berekeningen is dat gemiddeld genomen over de acht bedrijven 14,4% van de TAN. Dit heeft onder andere te maken met het verschil in aandeel dieren in emissiearme dierplaatsen en het specifieke aantal weidedagen en weide-uren en de acht verschillende situaties.
 - c. In voorliggende studie is het gerekend met vrijwel 100% drijfmest op de 8 doorgerekende melkveebedrijven. In NEMA 2018 wordt ook gerekend met een deel vaste mest. Bijvoorbeeld door potstallen, vrijloopstallen en melkveebedrijven met een deel van het (jong)vee op vaste mest. Dit leidt tot verschillen in de totale ammoniakemissie op sectorniveau.
 - d. NEMA 2018 berekent de verteringscoëfficiënt van Ruw Eiwit (VCRE) van melkkoeien met een Tier 3-methode en in de voorliggende studie is die berekend op basis van de VCRE van de afzonderlijke voedermiddelen. Dit leidt tot een verschil in de TAN-berekening en vervolgens ook bij de berekening van de ammoniakemissie.
 - e. Verder wordt in voorliggende studie niet gerekend met mestverwerking (bijvoorbeeld mestscheiding), NEMA 2018 houdt wel rekening met een deel mestverwerking, dat leidt tot extra ammoniakemissie.
 - f. Verder wordt in voorliggende op bedrijfsniveau berekend welke voedermiddelen specifiek geoogst, en vervolgens ook gevoerd, worden. De voederwaardes (VEM, RE) van deze voedermiddelen op bedrijfsniveau zullen afwijken van de voedermiddelen die op sectorniveau gehanteerd worden. Ook de verteringscoëfficiënten van het RE van de verschillende voedermiddelen op de acht bedrijven zullen verschillen van de verteringscoëfficiënten van de voedermiddelen die op sectorniveau zijn gevoerd. Daarnaast zal de verhouding RE/kVEM van het rantsoen van de gehanteerde 8 bedrijven afwijken van de verhouding RE/kVEM van het rantsoen op sectorniveau. Dit heeft invloed op de TAN in de mest en vervolgens de ammoniakemissie.

Bovenstaande brengt met zich mee dat bij de interpretatie van de resultaten de nadruk moet liggen op de verschillen tussen uitgangssituatie (2018) en eindsituatie (2030) en niet op het absolute niveau van de resultaten.

3.3 Economische effecten

3.3.1 Toelichting op economische effecten

De maatregelpakketten zijn als één geheel doorgerekend. Dit betekent dat geen economische effecten van afzonderlijke maatregelen in beeld kunnen worden gebracht. Het totale economische effect is het resultaat van de ontwikkeling van het bedrijf (groei in aantal koeien, hectares, stijging van de melkproductie per koe), van de investeringen in ammoniak maatregelen (stal en wateropslag) en van de managementmaatregelen.

De benodigde investeringen voor de ontwikkeling van het bedrijf zoals die in het basisscenario van Beldman et al. (2020) plaatsvindt, worden niet afzonderlijk in beeld gebracht. De opzet is om de extra investeringen en de bijbehorende jaarkosten in beeld te brengen die direct gerelateerd zijn aan de ammoniakmaatregelen. Dit zijn de extra benodigde investeringen voor het emissiearm maken van de stal, de investeringen in de wateropslag en de investering van de grond die extra wordt verworven. Daarnaast wordt ook het effect van het totale pakket op het bedrijfssaldo weergegeven.

Bij de investeringen voor het stalsysteem wordt in het geval van uitbreiding en nieuwbouw gerekend met de extra benodigde investering voor het emissiearm maken. De redenering is dat het bij uitbreiding en nieuwbouw sowieso nodig is om te investeren in de stal en dat dus alleen de meerkosten direct te relateren zijn aan de ammoniakmaatregel. Bij aanpassing van bestaande stallen is gerekend met de volledige investering in de vervangende vloer. Op basis van een economische levensduur van een vloer van 20 jaar zou er ook van uitgegaan kunnen worden dat een deel van de bedrijven de vloer in deze periode moet vervangen en om voor deze reguliere vervangingen alleen met meerkosten te rekenen. De praktijk is echter dat vloeren duidelijk langer meegaan dan 20 jaar en dat voor het grootste deel van de bedrijven een vervanging van de bestaande vloer voor 2030 niet aan de orde zou zijn.

De jaarkosten van investeringen worden berekend op basis van rente, afschrijving en onderhoud.

3.3.2 Economische effecten 8 doorgerekende bedrijven

Investeren in stalsystemen

Tabel 3.4 laat per bedrijf de extra benodigde investeringen zien in het stalsysteem. Het is belangrijk om aan te geven dat dit zonder de investeringen is die nodig zijn voor de groei van het bedrijf.

Tabel 3.4 Extra investeringen en bijbehorende jaarkosten (euro per bedrijf) voor een emissiearm stalsysteem met een emissiefactor van 8,6 NH₃ per dierplaats op de 8 doorgerekende melkveebedrijven

	NW Klein Ext.	NW Klein Int.	NW Groot Ext.	NW Groot Int.	ZO Klein Ext.	ZO Klein Int.	ZO Groot Ext.	ZO Groot Int.
Investeringsbedrag	53.819	52.942	111.534	137.078	50.662	54.295	108.352	35.458
Jaarkosten investering ¹	6.325	6.329	13.310	16.277	5.988	6.474	12.873	4.909

1) Gebaseerd op rente, afschrijving en onderhoud.

De totaal benodigde extra investering in stalsysteem varieert van ruim € 35.000 tot ruim € 137.000 per bedrijf. De extra jaarkosten variëren van bijna € 5.000 tot ruim € 16.000 per bedrijf per jaar.

Het bedrijf ZO-Groot-Int. heeft lagere investeringskosten in het stalsysteem omdat de stal in de uitgangssituatie al emissiearm is. Er is nog wel een investering nodig om dat het bedrijf nog niet aan de emissiefactor van 8,6 NH₃ per dierplaats voldoet. Het niveau van de investering komt met name lager uit omdat deze gebaseerd is op het feit dat in de groep die dit bedrijf vertegenwoordigd een deel

van de bedrijven al wel voldoet aan de 8,6 kg. Daarnaast speelt ook mee dat de ingeschatte benodigde investering lager is (zie tabel 2.4).

Investing in wateropslag

Tabel 3.5 laat de extra investeringen en de bijbehorende jaarkosten van de wateropslag zien. Deze investering speelt alleen in de regio Zuidoost. In Bijlage 6 worden de investeringen en de jaarkosten voor de benodigde wateropslag nader toegelicht.

Tabel 3.5 Extra investeringen en bijbehorende jaarkosten (euro per bedrijf) in wateropslag om verdund uitrijden mogelijk te maken op de 8 doorgerkende melkveebedrijven

	NW Klein Ext.	NW Klein Int.	NW Groot Ext.	NW Groot Int.	ZO Klein Ext.	ZO Klein Int.	ZO Groot Ext.	ZO Groot Int.
Investeringsbedragen	0	0	0	0	17.494	8.644	28.725	35.269
Bijbehorende jaarkosten investering	0	0	0	0	1.574	778	2.585	3.174

De investeringen variëren van ongeveer € 8.600 voor het bedrijf klein intensief tot ruim € 35.000 voor het bedrijf groot intensief. De jaarkosten variëren van bijna € 800 tot ruim € 3.000.

Investerings in extra grond

Tabel 3.6 laat de extra investeringen en kosten zien van de extra grond. Het is belangrijk om aan te geven dat het hier niet gaat om de grond die voor de 'reguliere' ontwikkeling wordt verworven. Een van de uitgangspunten van het onderzoek is dat de bedrijven globaal niet intensiveren, uitgedrukt in de melkkoeien per ha. In het basisscenario van het onderzoek naar de melkveehouderij voor 2030 was dit wel het geval. De kosten van deze extra hectares zijn hier in beeld gebracht, waarbij het uitgangspunt is dat 1/3 van deze extra grond wordt gekocht en 1/3 gepacht en 1/3 via een buurtcontract of iets soortgelijks wordt ingevuld. De kosten voor pacht en buurtcontract zijn gelijk verondersteld.

Tabel 3.6 Extra investeringen en bijbehorende jaarkosten (euro per bedrijf) voor het realiseren van meer grond als emissiearme maatregel (ten opzichte van het basisscenario) op de 8 doorgerkende melkveebedrijven

		NW Klein Ext.	NW Klein Int.	NW Groot Ext.	NW Groot Int.	ZO Klein Ext.	ZO Klein Int.	ZO Groot Ext.	ZO Groot Int.
Hectares extra grond		1,6	1,1	3,0	2,7	1,4	0,9	2,7	2,1
Investering ¹	Investering extra grond	28.206	19.547	53.977	48.994	27.063	18.575	52.121	41.780
Bijbehorende jaarkosten	Jaarkosten investering	564	391	1.080	980	541	372	1.042	836
	Pacht extra grond	731	507	1.399	1.270	643	441	1.238	993
	Totaal	1.295	898	2.479	2.250	1.184	813	2.281	1.828

1) Dit betreft extra grond ten opzichte van het basisscenario 2030 (Beldman et al., 2020), Uitgangspunt is dat van deze extra grond 1/3 deel wordt gekocht, 1/3 deel wordt gepacht en 1/3^e deel via een buurtcontract of iets soortgelijks wordt ingevuld.

De investeringen voor deze extra grond variëren tussen € 18.500 en bijna € 54.000 en de jaarkosten variëren van ruim € 800 tot bijna € 2.500 per bedrijf.

Effect op economisch resultaat bedrijven

Tabel 3.7 laat de totale jaarkosten zien van de investeringen in stal, verdund uitrijden van mest en grond. Deze tabel is een combinatie van de voorgaande tabellen. De extra jaarkosten variëren van ruim € 7.200 tot circa € 18.500. Door de groei van de bedrijven neemt overigens het totale saldo op bedrijfsniveau wel toe, voor deze groei zijn ook investeringen nodig. Deze investeringen zijn in dit onderzoek niet in beeld gebracht.

Tabel 3.7 Totale jaarkosten van investeringen in stal, water en grond van het doorgerekend maatregelenpakket voor vermindering ammoniakemissie van de 8 doorgerekende melkveebedrijven. Weergegeven is het verschil tussen beginsituatie (2018) en eindsituatie (2030).

	NW Klein Ext.	NW Klein Int.	NW Groot Ext.	NW Groot Int.	ZO Klein Ext.	ZO Klein Int.	ZO Groot Ext.	ZO Groot Int.
<u>Samenvatting jaarkosten (zie voorgaande tabellen) in euro per bedrijf (verschil 2030-2018):</u>								
Jaarkosten investeringen	7.620	7.227	15.789	18.527	8.747	8.064	17.739	9.911
<u>Effect op economisch resultaat in euro per 100 kg melk (verschil 2030-2018):</u>								
Effect op saldo bedrijf ¹	-1,11	-0,96	-0,89	-0,71	-0,83	-0,63	+2,35	-0,24
Jaarkosten investeringen	-0,97	-0,92	-0,90	-0,86	-1,11	-0,94	-1,02	-0,46
Totaaleffect	-2,08	-1,88	-1,79	-1,58	-1,95	-1,57	1,33	-0,70

1) Saldo: variabele opbrengsten minus variabele kosten inclusief loonwerk, brandstof, water en energie en mestafvoer.

In tabel 3.7 zijn de effecten ook per 100 kg melk weergegeven. In de eerste regel is het effect op het saldo (variabele opbrengsten minus variabele kosten) weergegeven, dit is het verschil in het saldo per 100 kg melk in de uitgangssituatie (2018) en de eindsituatie (2030). Dit verschil is het effect op het saldo van de combinatie van bedrijfsontwikkeling en ammoniakmaatregelen, waaronder de extra uitrijkosten voor het toedienen van de verdunde drijfmest. Dat dit saldo voor bijna alle bedrijven lager is komt mede doordat de melkproductie per hectare in deze periode stijgt. Dat gaat door relatief grotere voeraankopen gepaard met hogere variabele kosten en daarmee een lager saldo per 100 kg melk (maar door het grotere aantal liters op bedrijfsniveau wel een plus).

Het bedrijf Zuid Oost Extensief groot is hier de uitzondering. Het bedrijf gaat weiden in 2030 en ontvangt daarvoor € 1,50 weidepremie. Uitgangspunt is dat de stijging van de melkproductie per koe bij dit bedrijf (dat gaat weiden) even groot is als bij de andere bedrijven, die niet van systeem veranderen. Ook de gehalten van vet en eiwit veranderen niet. Dit betekent dat de melkopbrengsten en de hoeveelheid melk niet veranderen door het beweidingssysteem, los van de weidepremie. De beleving in de praktijk is vaak dat de gehalten en de melkproductie anders zijn bij opstallen en weidegang en een negatieve invloed hebben op de kosten en opbrengsten per kg melk. Dat is bij voorliggende berekeningen niet verondersteld. Daar komt bij dat de situatie ZO-Groot-Ext. in 2018 een fors nadeel heeft om een goed saldo te halen, door de gekozen uitgangssituatie. Want bij de lage intensiteit ligt weidegang voor de hand (voldoende hectares grasland) en veroorzaakt summerfeeding veel voederwinningkosten. Bovendien was de randvoorwaarde voor dit bedrijf om een rantsoen te voeren dat past bij de aandelen volgens NEMA. Dit betekent verkoop van graskuil en aankoop van maaskuil. Dus ondanks de hoge kVEM-productie per ha, kon dit bedrijf daar niet optimaal van profiteren. In 2030 daalt de kVEM-productie (11%), maar is de bedrijfssituatie (met weidegang) en het rantsoen meer in balans. In de situatie van 2018 zal het bedrijf met summerfeeding in de praktijk mogelijk efficiënter met kosten omgaan door meer werk zelf te doen en/of door onderhandelen de loonwerktarieven te verlagen. Hierdoor zou het saldooverschil ten opzichte van 2030 circa 10-25% lager uit kunnen vallen.

3.3.3 Economische effecten gehele sector

Investerings op sectorniveau

Tabel 3.8 laat de gemiddelde en totale investeringen in het stalsysteem en de wateropslag op sectorniveau zien. Tabel 3.9 doet hetzelfde voor de extra investeringen in grond.

Tabel 3.8 Extra investeringen en bijbehorende jaarkosten gemiddeld per bedrijf en totaal op sectorniveau voor aanpassingen aan het stalsysteem (meerkosten ten opzichte van regulier) en in wateropslag om verdund uitrijden mogelijk te maken op de 8 doorgerekende melkveebedrijven

		Gemiddeld (€ per bedrijf)	Sector totaal (miljoen €)
Investeringsbedragen	Stalsysteem	73.217	780
	Wateropslag	13.952	149
	Totaal	87.169	929
Bijbehorende jaarkosten	Stalsysteem	8.783	94
	Wateropslag	1.256	13
	Totaal	10.039	107

Tabel 3.9 Extra investeringen en bijbehorende jaarkosten gemiddeld per bedrijf en totaal op sectorniveau) voor het realiseren van meer grond (ten opzichte van het basisscenario) op de 8 doorgerekende melkveebedrijven

		Gemiddeld (€ per bedrijf)	Sector totaal (miljoen €)
Investering	Investering extra grond	36.517	389
Bijbehorende jaarkosten	Jaarkosten investering	730	8
	Pacht extra grond	900	10
	Totaal	1.631	17

De gemiddelde investering in het stalsysteem is circa € 73.000; op sectorniveau resulteert dit in een bedrag van € 780 miljoen. De benodigde investering in wateropslag is in totaal € 149 miljoen. De bijbehorende jaarkosten van de investeringen in het stalsysteem zijn op sectorniveau 94 miljoen. De jaarkosten op sectorniveau voor de investering in wateropslag zijn € 13 miljoen. Het totaalbedrag van investeringen in extra grond is € 389 miljoen, de bijbehorende jaarkosten van de extra grond bedragen op sectorniveau € 17 miljoen (tabel 3.9).

Totaaleffect bedrijfseconomische resultaten op sectorniveau

Tabel 3.10 vat het gemiddelde resultaat per melkveebedrijf samen.

Tabel 3.10 Effect van het maatregelenpakket op economische resultaten voor het gemiddelde melkveebedrijf als verschil tussen beginsituatie (2018) en eindsituatie (2030) berekend per 100 kg melk

	Gemiddeld effect
<u>Euro per 100 kg melk (verschil 2030-2018):</u>	
Effect op saldo per 100 kg melk ¹⁾	-0,32
Jaarkosten investering stallen	-0,54
Jaarkosten investering wateropslag	-0,09
Jaarkosten extra grond	-0,12
Totaal effect	-1,07

1) Dit is een gecombineerd effect van de ontwikkeling van het bedrijf en het effect van de ammoniakmaatregelen op de variabele kosten en opbrengsten inclusief loonwerk, brandstof, water en energie en mestafvoer.

Het gemiddelde inkomen per melkveebedrijf lag in de laatste 5 jaar gemiddeld op een niveau van ongeveer € 65.000.⁹ De jaarkosten van de investeringen in stal en verdund uitrijden liggen op ruim € 10.000 per jaar, dit is ongeveer 15% van het gemiddelde inkomen. Als de jaarkosten van de grond ook worden meegenomen, dan gaat het om een bedrag van € 11.670. Dit is bijna 18% van het gemiddelde inkomen.

Het gemiddelde effect op het saldo per 100 kg melk is licht negatief. Dit komt vooral door de hogere melkproductie per hectare in de eindsituatie waardoor de voerkosten per kg melk toenemen niet zozeer door de ammoniak reducerende maatregelen. Inclusief de bovengenoemde jaarkosten bedraagt het totaaleffect -1,07 euro per 100 kg melk. Gerelateerd aan het gemiddelde saldo (zonder de vaste kosten) over 2020 van ongeveer 20 eurocent per kg melk is dit ruim 5%. Omdat na aftrek van de vaste kosten de uiteindelijke marges per kg melk gemiddeld klein zijn, is dit een substantieel effect voor veel bedrijven.

⁹ Bron: <https://www.agrimatie.nl/binternet.aspx>

4 Discussie

4.1 Beschouwing van het doorgerekende maatregelpakket

4.1.1 Algemeen beeld maatregelpakket

Het in dit onderzoek doorgerekende integrale maatregelpakket bestaat uit verschillende onderdelen. De structuurmaatregelen (gericht op een betere verkaveling en grondpositie voor de melkveehouderij) zijn vooral randvoorwaardelijk voor de managementmaatregelen. De betere verkaveling moet bij voorbeeld (meer) weidegang mogelijk maken en speelt ook een rol in het beter mogelijk maken van verdund mest uitrijden of in ieder geval om de kosten te beperken.

Het pakket kan worden beschouwd als een aan de ene kant realistisch maar tegelijkertijd ook ambitieus. Het realistische zit in het niveau van de maatregelen en de aansluiting bij de huidige praktijk. Een rantsoen met gemiddeld 162 gram ruw eiwit op veestapelniveau (inclusief jongvee) is in recente jaren al gemiddeld gerealiseerd (Evers en Hilhorst, 2020). Technisch is het verdund uitrijden van drijfmest bijvoorbeeld ook goed uitvoerbaar. De gemiddelde emissieniveaus per koe en per hectare van de doorgerekende bedrijven in de eindsituatie worden door een aantal gangbare praktijkbedrijven nu ook al gehaald. Het ambitieuze van het doorgerekende maatregelpakket zit in het op grote schaal (in deze studie gaan we uit van 100% van de blijvende melkveebedrijven) daadwerkelijk uitvoeren (op de juiste wijze implementeren) van deze maatregelen. Het is overigens niet zo het de enige route is dat alle melkveehouders de doorgerekende maatregelpakketten van het voor hen betreffende bedrijfstype moeten gaan kopiëren om tot deze reductie te komen. Zeker niet, het zijn geen blauwdrukken. Er zijn diverse combinaties van maatregelen mogelijk om tot verlaging van ammoniakemissie te komen. Het vertrekpunt van dit maatregelenpakket is wel dat elk bedrijf iets zal moeten doen op meerdere vlakken.

De omvang en het tempo van de benodigde investeringen in de stalaanpassingen zijn ambitieus te noemen. Vooral het feit dat de aanpassingen in een relatief korte periode moeten worden gedaan zorgt er voor dat deze niet in het reguliere investeringsritme mee kunnen lopen. De omvang van de investeringen en de bijbehorende jaarkosten zijn substantieel. Als dat wordt gecombineerd met de gemiddeld vrij lage huidige marges die naar verwachting ook in de toekomst niet ruimer zullen zijn in de melkveehouderij, dan betekent dit dat in ieder geval een deel van de melkveehouders dit soort investeringen niet op eigen kracht zal kunnen realiseren.

Er zijn nog veel hobbels te nemen om tot de veronderstelde brede implementatie te komen.

4.1.2 Vraagstukken rondom de afzonderlijke maatregelen

Stallen

Er is discussie rond de daadwerkelijke emissiereductie van stallen. Recent onderzoek laat zien dat de emissiereductie van melkveestallen mogelijk lager is dan verondersteld op basis van de emissiefactoren uit de RAV-lijst (Van Bruggen en Geertjes, 2019). Er vindt nader onderzoek plaats naar de oorzaken. Een mogelijk oorzaak is dat in de praktijk anders met het gebruik van de emissiearme stal wordt omgegaan dan bedoeld is of in ieder geval anders dan tijdens de metingen die ten grondslag liggen aan de RAV-lijst en de BWL-beschrijvingen. Het is duidelijk dat het cruciaal is dat de aangenomen emissiereductie ook daadwerkelijk wordt gerealiseerd. Dit was ook een belangrijke reden om in dit onderzoek uit te gaan van een gemiddelde emissiefactor van 8,6 NH₃ per dierplaats en niet te kiezen voor systemen met lagere emissiefactoren. Zeker in relatie tot de benodigde investeringen is het cruciaal dat de veronderstelde emissiereductie ook daadwerkelijk wordt gerealiseerd. Anders kan de situatie ontstaan dat er flink is geïnvesteerd op basis van aangenomen emissiefactoren die vervolgens in de praktijk niet wordt gerealiseerd. Voor de individuele

melkveehouder kan dit eventueel gevolgen hebben voor zijn vergunning en op sectorniveau wordt de gewenste reductie niet bereikt en kan achteraf de conclusie worden getrokken dat het geld beter in andere maatregelen had kunnen worden geïnvesteerd.

Er wordt momenteel veel onderzoek verricht naar nieuwe werkwijzen en uitvoering van emissiearme stallen. Dit vergroot de keuzemogelijkheden voor de melkveehouders en biedt toekomstperspectief voor robuuste emissiearme systemen in de melkveehouderij. Melkveehouders kunnen dan beter kiezen welk systeem bij hen past. Zie Bijlage 3 voor meer informatie over in ontwikkeling zijnde emissiearme stalsystemen.

Verdund uitrijden

Mest verdund uitrijden met water verlaagt de ammoniakemissie. Een belangrijke voorwaarde is dat er voldoende water is. Op veel bedrijven is vaak niet direct toegang tot oppervlaktewater. Dan moet dit op een andere manier georganiseerd worden. Dat is niet vanzelfsprekend en gaat niet eenvoudig. Hiervoor worden extra kosten gemaakt. Bijvoorbeeld voor wateropslag of gebruik van grondwater. Een ander aspect betreft de zekerheid of de mest in voldoende mate verdund wordt, voor de gewenste emissiereductie. Momenteel is de borging van de juiste hoeveelheid water nog niet uitontwikkeld. Hier moeten nog extra stappen gezet worden, met mogelijk ook extra kosten tot gevolg.

Weidegang

De laatste jaren is het aandeel bedrijven dat weidegang toepast licht gestegen. In de jaren daarvoor was de trend gedurende lange tijd dalend. Het heeft een behoorlijke inspanning gevraagd om deze trend te keren. Daarnaast is het zo dat het aandeel bedrijven met weidegang (zowel voor melkkoeien als jongvee) naar verwachting onder de stoppers hoger is dan voor de blijvers. Dit betekent dat er sowieso al een inspanning nodig is om de weidegang op het zelfde niveau te houden en dus nog aan aanvullende inspanning om het te laten stijgen.

Eiwitarm voeren

Binnen het huidige systeem van fosfaatrechten streven veel melkveehouders naar het realiseren van een maximale melkproductie binnen de beschikbare rechten. Een hoge melkproductie per koe is hierbij één van de aspecten waar op kan worden gestuurd. Vanwege het belang van deze hoge melkproductie per koe zijn melkveehouders in de huidige praktijk mogelijk minder snel geneigd om de grenzen op te zoeken voor wat betreft eiwitarme voeding dan in het quotum tijdperk. Een belangrijk beeld in de praktijk is waarschijnlijk toch dat het verlagen van het eiwitgehalte van het rantsoen een risicofactor is voor het realiseren van hoge producties per koe.

4.1.3 Verdergaande emissiereductie is technisch mogelijk

Verdergaande emissiereductie per koe en per hectare dan voorgesteld in dit maatregelenpakket is voor individuele bedrijven, zeker niet ondenkbaar. Dit is ook niet onlogisch omdat er in de opdracht voor gekozen is om vanuit een realistisch pakket van maatregelen voor de hele sector te denken.

Aansluitend bij de huidige doorgerekende maatregelen is het – technisch – mogelijk om verder terug te gaan in het ruw-eiwitniveau van het rantsoen, met behoud van melkproductie. In eerdere jaren heeft de sector gemiddeld ook al onder de 160 gezeten. Theoretisch en praktisch kan het nog wel lager. Dit gaat echter niet vanzelf en vergt wel extra inspanningen en goed management. Maar dat geldt ook voor het verhogen van de melkproductie per koe, zoals aangenomen in voorliggende studie. Dit vergt ook goed management. De Nederlandse melkveehouder laat in dit opzicht zien dat er eigenlijk continu verbetering wordt gerealiseerd.

Een andere optie zijn stallen met lagere emissiefactoren (kg NH₃ per dierplaats). Er is nu een aantal technieken voorhanden met lagere emissiefactoren en recent is ook een aantal technieken in onderzoek genomen waarvan de eerste verkennende onderzoeken aangeven dat hiermee ook lage emissies te realiseren zijn. Uiteraard is belangrijk dat deze lagere emissies ook in de praktijk kunnen worden gerealiseerd en geborgd.

Ook andere bedrijfssystemen, met name met een lagere stikstofinput en/of met een lagere melkproductie per koe kunnen bijdragen aan een lagere ammoniak emissie. Dit leidt dan op sectorniveau wel tot een lagere productie en minder melkopbrengsten van de melkveehouder. Als voorbeeld de biologische bedrijfsvoering: biologische bedrijven hebben een duidelijk lagere emissie uit stal en mestopslag. Ook de ammoniakemissie bij mesttoediening en beweiding ligt op biologische bedrijven lager per hectare (zie Bijlage 2).

Ook het verminderen van de dierlijke mestgift (bijvoorbeeld via verlagen van de gebruiksnormen dierlijke mest) zou kunnen leiden tot lagere NH₃-emissies uit toegediende mest. Deze maatregel zou wel inhouden dat bij de huidige dieraantallen meer mest moet worden geëxporteerd en/of verwerkt. Het totaaleffect van een dergelijke maatregel op de nationale emissie en de kosten hangt heel erg af van de invulling van het beleid, ontwikkelingen in de mestmarkt (onder andere mestacceptatie van/door andere sectoren en ontwikkelingen in mestverwerking).

4.2 Discussie bij de economische effecten

Gerekend met huidige prijspeilen

In dit onderzoek is gerekend met huidige prijsniveaus. Voor de grond- en pachtprizen is met dezelfde prijsniveaus gerekend als in het uitgangsjaar van het basisscenario van Beldman et al. (2020). In dit onderzoek is geen rekening gehouden met inflatie, niet voor de variabele kosten en opbrengsten en ook niet voor de benodigde investeringen in stallen, wateropslag en grond. In de praktijk zal er wel sprake zijn van inflatie en zullen prijzen stijgen. Dit betekent dat de daadwerkelijke investeringen gemiddeld over de gehele periode hoger zullen liggen dan nu is weergegeven.

Niveau van de investeringen

In dit onderzoek is gerekend met een mix van technieken, de verschillen in de benodigde investeringen voor de verschillende technieken zijn groot. Als in de praktijk blijkt dat de goedkope systemen die deel uitmaken van deze mix goed werken, dan vallen de investeringen en de jaarkosten lager uit. Andersom geldt natuurlijk ook. Als alleen de dure systemen goed blijken te werken dan komen de investeringen en jaarkosten hoger uit. In dit onderzoek is geen gevoeligheidsanalyse voor dit soort effecten uitgevoerd. Het is nuttig om dit alsnog te doen en daarbij bijvoorbeeld ook rekening te houden met inflatie. De investeringen in het stalsysteem die per doorgerekend bedrijf in het rapport zijn opgenomen zijn een mix van investering bij uitbreiding, nieuwbouw en vervanging van bestaande vloeren. In praktijk heeft een ondernemer maar met één situatie te maken; dit betekent dat in dit opzicht de in dit onderzoek berekende investeringsbedragen niet herkenbaar zijn voor die betreffende situatie. Bovendien heeft een ondernemer bij uitbreiding niet alleen te maken met de investering in het emissiearm maken van de stal maar met de gehele investering van de uitbreiding. En dan gaat het over hele andere bedragen.

De investeringen passen niet in het reguliere investeringsritme in de praktijk

Bij de uitgangspunten voor de berekening van de kosten van aanpassing van bestaande stallen is al aangegeven dat deze investeringen niet passen in het reguliere investeringsritme. Als een dergelijke investering verplicht wordt waardoor bedrijven buiten het reguliere investeringsritme moeten investeren is de kans groot dat er bedrijven zijn die vervroegd gaan stoppen

Geen rekening gehouden met extra kosten voor methaanreductie

Behalve NH₃ zijn er ook andere emissies vanuit de mest in melkveestallen. Met name het reduceren van methaanemissies uit mest is ook een belangrijke toekomstige opgave voor de melkveehouderij. Alle onderstaande aanpassingen hebben in principe ook effecten op de methaanemissie. Een analyse naar het potentiële effect op de methaanemissie per maatregel kon in het korte tijdsbestek van dit project niet worden gemaakt. Verschillende van onderstaande maatregelen (bijvoorbeeld aanzuren en technieken waarbij mest snel uit de stal wordt verwijderd naar de opslag) zorgen voor een reductie van methaanemissie uit de stal. Dit wil niet zeggen dat bij toepassing van deze systemen de methaanemissie uit mest op het bedrijf ook automatisch vermindert. Hiervoor dient in de opslag ook een techniek te worden toegepast die de emissie reduceert. Ook hiervoor zijn systemen en technieken

in ontwikkeling maar die zijn in dit document niet verder behandeld. Die aanvullende technieken zullen ook kosten met zich mee brengen die we hier niet in beeld hebben gebracht.

4.3 Mogelijke effecten andere duurzaamheidsthema's

Hieronder een beknopte kwalitatieve beschouwing van mogelijke effecten van het doorgerekende pakket van maatregelen op andere duurzaamheidsthema's. De effecten zijn beschreven in de vorm van hypothesen, niet onderbouwd met literatuuronderzoek. De lijst is ook niet uitputtend.

Klimaat en energie

- Meer snijmais voeren levert waarschijnlijk ook reductie van methaanemissie uit pens- en darmfermentatie.
- Meer snijmais kan leiden tot een afname van bodem organische stof ten opzichte van grasland. Dit is afhankelijk van hoe de teelt daadwerkelijk wordt ingevuld.
- Meer snijmais levert een hogere drogestofproductie dan gras waardoor benodigde hoeveelheid land daalt of minder voer aangekocht hoeft te worden.
- Investeren in technieken die ammoniakemissie reduceren uit stallen en mestopslagen kan samen gaan met het reduceren van methaanemissie uit stal en mestopslag. Dit is echter geen vanzelfsprekendheid (zie ook Bijlage 3).
- Minder eiwit in krachtvoer levert mogelijk minder emissie in de aanvoerketen maar dit is erg afhankelijk van grondstofsamenstelling.
- Mogelijk neemt het energiegebruik toe door van emissiearme stallen, vaker schuiven, mest afvoer en dergelijke. Het effect op broeikasgasemissies is waarschijnlijk klein omdat dit op een melkveebedrijf in belangrijke mate niet zozeer door het elektriciteitsverbruik maar met name door methaan wordt bepaald.
- Meer weidegang betekent ook minder fossiel energiegebruik op het bedrijf omdat er minder aan voederwinning gedaan hoeft te worden.

Diergezondheid en dierenwelzijn

- In algemene zin zijn niet echt effecten van de maatregelen op diergezondheid en dierenwelzijn te verwachten van het maatregelenpakket. Belangrijk hierbij is wel dat de toe te passen emissiearme technieken niet ten koste gaan van het dierenwelzijn. De vloeren moeten bij voorbeeld goed beloopbaar zijn.
- Bij goed voermanagement hoeft een lager eiwitniveau in het rantsoen niet tot problemen te leiden.
- Meer weidegang biedt de mogelijkheid tot natuurlijk gedrag.

Weidegang

- Meer weidegang is gunstig voor het realiseren van het sectordoel om weidegang te behouden.
- Meer weidegang geeft wel risico op nitraatuitspoeling.
- Weidegang geeft meer schommelingen in rantsoen, dit maakt het lastiger om een hoge melkproductie te realiseren waarmee het risico van verlies van efficiënte aanwezig is. Het effect van weidegang staat of valt met vakmanschap.

Biodiversiteit en milieu

- Meer snijmais geeft meer risico op verminderde bodemkwaliteit.
- Meer snijmais is minder grasland, wat betekent dit voor de graslanddiversiteit?
- Gaat meer graslanddiversiteit samen met een hogere melkproductie per koe?
- Het effect van het maatregelenpakket op uit- en afspoeling valt moeilijk in te schatten. De bemestingsniveaus blijven op hooflijnen hetzelfde, effect op overschotten zijn niet in beeld gebracht.
- Is de landschappelijke waarde van mais lager dan van gras? Akkerranden zijn wel mogelijk.
- Meer snijmais kan een voordeel zijn bij droogte. Het gewas vergt minder water dan gras.
- Meer snijmais is een risico voor de nitraatuitspoeling.

Grondgebondenheid en circulariteit

- Eiwit van eigen land wordt door de sector gehanteerd als maat voor grondgebondenheid. Meer snijmais is mogelijk strijdig. Maar minder eiwit voeren is juist weer gunstig voor het aandeel eiwit van eigen land.
- Meer grond onder de melkveebedrijven en structuurversterking dragen positief bij aan grondgebondenheidsdoelen.
- Minder eiwit uit krachtvoer vermindert afhankelijkheid van eiwit van buiten de EU (met name soja).
- Minder N in mest verhoogt plaatsingsruimte van mest (in kuubs).

Samengevat kan worden gesteld dat de te verwachten positieve effecten van het maatregelpakket ten opzichte van het basisscenario niet heel groot zijn, ook omdat het maatregelpakket niet uitgaat van systeemveranderingen. Tegelijkertijd sluit het doorgerekende maatregelpakket verdere verbetering op deze thema's ook niet uit. Belangrijke aspecten zijn dat 1) bij de aanpassingen van stallen oog is voor het reduceren van andere emissies (met name methaan) en dierenwelzijn en dat 2) extra teelt van snijmais niet ten koste gaat van waterkwaliteit, biodiversiteit, bodemkwaliteit en het gebruik van de hoeveelheid eiwit van eigen land (of uit de buurt).

4.4 Mogelijke en benodigde sturing

Algemeen zijn er verschillende mogelijkheden om sturing te organiseren op aanpassingen in de bedrijfsvoering. Het RESET-model (Lam et al., 2016) onderscheidt de volgende 5 'knoppen':

- *R (Regels)*: via wet- en regelgeving of leveringsvoorwaarden kunnen concrete eisen worden gesteld.
- *E (Educatie)*: kennis en inzicht kunnen leiden tot een intrinsieke motivatie om wijzigingen in het bedrijf of de bedrijfsvoering door te voeren.
- *S (Sociale druk)*: goede voorbeelden uit de omgeving worden nagevolgd (peer-pressure), ook erfbetreders hebben invloed op de keuzen die ondernemers maken.
- *E (Economie)*: economische prikkels zijn van invloed. De weidepremie is een duidelijk voorbeeld van een economische prikkel.
- *T (Tools)*: het eenvoudig maken van de implementatie of uitvoering van het gewenste gedrag. Collectieve projecten rond zonnepanelen zijn hier een goed voorbeeld van. Alles wordt collectief uitgezocht en voorbereid. De melkveehouder zelf hoeft eigenlijk alleen maar een handtekening te zetten.

Mogelijke elementen die specifiek voor de implementatie van maatregelen voor minder ammoniakemissie kunnen helpen:

Laaghangend fruit kan geld opleveren

Minder ammoniakemissie hoeft niet altijd geld te kosten. Maatregelen die de benutting van stikstof verhogen en niet gepaard gaan met investeringen kunnen de kosten ook reduceren. Hierbij valt te denken aan maatregelen als meer weidegang en minder eiwit voeren. Hierdoor kunnen voer- en voederwinningskosten bespaard worden. Afhankelijk van de situatie, kan verdund uitrijden van de mest ook kosten besparen of benutting verbeteren.

Subsidie, financiële tegemoetkoming rond investeringen

Uit de analyse wordt duidelijk dat de jaarkosten van de uit te voeren investeringen een grote impact hebben op het bedrijfsresultaat. Als hier een subsidie wordt ingezet dan dalen de jaarkosten. Zonder subsidie zullen veel melkveebedrijven niet in staat zijn om de benodigde investering te doen en derhalve eerder stoppen. Dit versnelt de schaalvergroting.

Ontwikkeling kennis en vaardigheden, aanbieden van concrete handvatten of tools en het veranderen van de norm

In algemene zin geldt dat kennis en vaardigheden nodig zijn om de managementmaatregelen goed toe te kunnen passen. Ook de mening en kennis van de adviseurs van de melkveehouder zijn van invloed. De sectorale aanpak rond weidegang heeft laten zien dat met een combinatie van stimulansen (economisch, concrete beweidingconcepten, kennis en begeleiding aanbieden) heeft geleid tot een trendbreuk. De dalende lijn in weidegang is omgezet in een stijgende lijn. Door ook de erfbetreders hierin te betrekken denkt ook de omgeving van de melkveehouder in dezelfde richting en verschuift de

norm binnen de sector. Een soortgelijke benadering is denkbaar voor het minder voeren van eiwit: werken met pilotprojecten met melkveehouders waarin samen met erfbetreders wordt gekeken naar wat in de praktijk haalbaar is en hier weer concrete handvatten en concepten uithalen voor de brede groep. Het onderwijs kan een belangrijke rol vervullen door voor het juiste kennisniveau van toekomstige melkveehouders en adviseurs te zorgen.

Specifieke stimulansen of beloning

Eiwitarme voeding blijft een heel belangrijk spoor maar er lijken op dit moment te weinig incentives om N in rantsoen te beperken. Een specifieke stimulans of beloning kan hier een bijdrage aan leveren. Dit zou bij voorbeeld kunnen op basis van indicatoren uit de kringloopwijzer als de stal- en opslagemissie per koe en de veldemissie per hectare. Hierbij is het wel van belang dat de beloning vanuit een integraal perspectief gebeurt, zodat het niet ten koste gaat van andere duurzaamheidsdoelstellingen. Andere beloningen zijn ook denkbaar bij voorbeeld door goed presterende bedrijven eerder toegang te geven tot extra grond of betere financieringsvoorwaarden.

Emissiearme stallen: betrouwbare systemen en doorontwikkelen.

Het is belangrijk dat er een betrouwbaar systeem komt voor de effectbepaling van emissiearme stallen. Het is niet gewenst dat op korte termijn flink wordt geïnvesteerd in emissiearme huisvesting en dat vervolgens over enkele jaren blijkt dat de systemen niet effectief zijn. De huidige discussie over het effect van emissiearme stallen geeft onzekerheid bij ondernemers en zal een rem op de investering in dit soort stallen zijn.

Regels

Het verplichten van maatregelen of het stellen van eisen aan stallen voor maximale emissie zijn ook sturingsmogelijkheden. Dit kan op verschillende manieren zoals bij voorbeeld via

- Verordeningen vanuit EU
- Nationale wet- regelgeving
- AVV (Algemeen Verbindend Verklaring vanuit brancheorganisaties)
- Private partijen afspraken mededingingskader

5 Conclusies

In dit onderzoek is doorgerekend wat het gecombineerde effect kan zijn van de verwachte ontwikkeling van de Nederlandse melkveesector bij voortzetting van huidig beleid (zie basisscenario in Beldman et al., 2020) en een integraal pakket van maatregelen om ammoniakemissie te reduceren. Met de daarbij ten tijde van het onderzoek bekende effectiviteit. Er wordt rekening gehouden met een verwacht aandeel stoppers en groei van blijvende bedrijven. Effecten op ammoniakemissie en het economisch resultaat zijn berekend. De benodigde investeringen voor de blijvende bedrijven zijn concreet gemaakt. Bij ammoniakemissie gaat het steeds om de reductie in 2030 ten opzichte van basisjaar 2018 en bij de investeringen betreft het de meerkosten ten opzichte van het hierboven genoemde basisscenario. Effecten op andere duurzaamheidsthema's zijn beknopt kwalitatief beschouwd.

Het doorgerekende maatregelpakket is vastgesteld in overleg met de opdrachtgever en is een concretisering van een door de opdrachtgever opgestelde investeringsagenda. Binnen de beschikbare onderzoekscapaciteit en doorlooptijd konden niet alle elementen van de voorgestelde investeringsagenda concreet gekwantificeerd worden (dit geldt met name voor de investeringslijn structuurmaatregelen). Dit onderzoek mag daarom niet worden geïnterpreteerd als een volledige integrale doorrekening van de genoemde investeringsagenda.

In dit onderzoek worden resultaten van 8 individuele bedrijfscasussen opgeschaald naar sectorniveau. De 8 bedrijfssituaties zijn dusdanig opgesteld dat ze representatief zijn voor het gemiddelde bedrijf in de groep (regio-omvang-intensiteit) die ze vertegenwoordigen en gezamenlijk ook een representatief beeld geven van de melkveehouderij in de beginsituatie (2018). Door te werken met deze bedrijfscasussen ontstaat een beter zicht op de concrete toe te passen maatregelen op bedrijfsniveau en konden verschillen tussen bedrijven op hoofdlijnen worden meegenomen. Deze doorrekening biedt echter geen volledig overzicht over het scala aan mogelijkheden die individuele melkveehouders hebben om ammoniakemissie te reduceren. Elk van de 8 doorgerekende bedrijven vertegenwoordigt in werkelijkheid een grote groep bedrijven (variërend van 673 tot 4.430 in de beginsituatie) waar binnen ook weer een grote variatie zal bestaan in effectiviteit en toepasselijkheid van verschillende maatregelen. De gekozen managementmaatregelen per bedrijfstype zijn daarmee geen blauwdruk of voorgeschreven route die bedrijven in een bepaalde groep moeten nemen.

De ingeschatte investeringsbedragen per doorgerekend bedrijf zijn gebaseerd op een mix van nieuwbouw, uitbreiding en vervanging van bestaande vloeren. Dit maakt dat de investeringsbedragen niet passen bij de specifieke situatie van één ondernemer, maar wel van de groep achterliggende bedrijven.

Uit dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. De in dit onderzoek berekende reductie van NH_3 -emissie uit de melkveehouderij in 2030 ten opzichte van 2018 bedraagt 28%. Deze reductie is een gecombineerd effect van de verwachte ontwikkeling van de melkveesector bij voortzetting van bestaand beleid en toepassing van een integraal pakket van emissiereducerende maatregelen op het gebied van stallen, bedrijfsvoering en structuurversterking op alle melkveebedrijven, gedifferentieerd naar bedrijfstypes. De genoemde emissiereductie betreft een gemiddeld te verwachten effect op basis van modelberekeningen voor 8 uiteenlopende, representatieve bedrijfssituaties: onzekerheid rondom effecten van maatregelen is niet nader beschouwd.
2. De stal en opslagemissie per koe (-26%) en de veldemissie per hectare (-24%) nemen in gelijke mate af. Per fosfaatrecht daalt de totale berekende NH_3 -emissie met 25%. De daling van de absolute emissie (-28%) is groter omdat er rekening is gehouden met een beperkte daling (van 85,5 naar 82,9 miljoen kg) van het aantal fosfaatrechten door afroeping en aangekondigde opkoopregelingen. Het aantal melkkoeien daalt daardoor met bijna 7% naar 1,48 miljoen en het aantal stuks jongvee met bijna 15% tot 858.000 (inclusief jongvee bij derden). De verwachte

sectorontwikkeling is gebaseerd op het basisscenario in een eerder onderzoek (Beldman et al., 2020).

3. Het doorgerekende pakket bevat maatregelen op het gebied van stallen (alle in 2030 aanwezige bedrijven hebben emissiearme stallen voor melkkoeien met een referentiefactor van 8,6 kg NH₃ per koe), weidegang (het gemiddeld aantal uren weidegang per koe per jaar op sectorniveau neemt toe van 1.056 naar 1.177 uur), bemesting (toename van aandeel zodebemesting en toepassing van verdunning met 50% water op 100% van het grasland op klei en veen en 75% van het grasland op zandgrond), voeding (het ruw-eiwitgehalte van de rantsoenen op veestapelniveau (incl. jongvee) daalt van gemiddeld 169 gram per kg ds naar 162 gram per kg ds) en bouwplan (aandeel mais neemt toe). Verlaging van het RE-gehalte van het rantsoen vindt plaats via optimalisatie binnen het bedrijfssysteem. Dit kan zijn via verhogen van het aandeel snijmais, het verlagen van het eiwitgehalte van krachtvoer of via het verlagen van de bemesting op grasland of combinaties daarvan.
4. De berekende benodigde investeringsbedragen voor het emissiearm maken van stallen en creëren van voldoende wateropslag om verdund mest te kunnen uitrijden, bedragen gemiddeld 87.169 euro per bedrijf, waarvan het merendeel (84%) voor emissiearme stallen. Opgeteld voor de hele sector gaat het om 929 miljoen euro. De gemiddelde extra jaarkosten van deze investeringen in stallen en wateropslag zijn 10.039 euro. Daarnaast wordt er nog extra in grond geïnvesteerd, gemiddeld is dit 36.517 euro. Op sectorniveau wordt er 389 miljoen euro extra in grond geïnvesteerd. In combinatie met extra grond in gebruik via pacht en buurtcontract resulteert dit in 1.631 euro extra jaarkosten (rente en pacht). In zijn totaliteit bedraagt de extra investering voor ammoniakmaatregelen in stallen, wateropslag en grond 1,3 miljard euro. De totale extra jaarkosten van de investering in stallen en mestopslag én van de extra grond bedragen 11.670 euro per bedrijf. Gerelateerd aan het gemiddeld inkomen per melkveebedrijf van de laatste vijf jaar van gemiddeld ongeveer 65.000 zijn dit substantiële bedragen.
5. Het berekende effect op het saldo (variabele opbrengsten minus variabele kosten) per 100 kg melk is een gecombineerd effect van de groei van bedrijven en het toegepaste maatregelenpakket, waaronder de extra uitrijkosten voor het toedienen van de verdunde drijfmest. Door de groei van de bedrijven neemt het saldo per bedrijf toe maar per kg melk juist wat af omdat er meer melk per hectare wordt geproduceerd en daardoor de voerkosten per kg melk omhoog gaan. Het totaaleffect van bedrijfsgroei en de ammoniakmaatregelen op het saldo (variabele opbrengsten minus variabele kosten) per 100 kg melk is gemiddeld licht negatief (-0,32 euro). Inclusief de jaarkosten voor bovengenoemde investeringen en extra grond is het totaaleffect op het economisch resultaat -1,07 euro per 100 kg melk. Gerelateerd aan het gemiddelde saldo (zonder de vaste kosten) over 2020 van ongeveer 20 euro per 100 kg melk is dit ruim 5%. Omdat na aftrek van de vaste kosten de uiteindelijke marges per kg melk gemiddeld klein zijn, is dit een substantieel effect voor veel bedrijven.
6. Het doorgerekende maatregelenpakket is technisch niet het maximaal haalbare voor individuele bedrijven. Met name op het gebied van voeding laten onderzoeken en praktijkbedrijven zien dat verdere verlaging van de N excretie (de basis voor ammoniakemissie) goed mogelijk is, ook met behoud van melkproductie. Ook zijn er stalsystemen die in onderzoek verdergaande reductie laten zien dan de waarden waarmee is gerekend. Verder kan de emissie bij toediening van organische mest mogelijk ook verder omlaag door meer mest te verdunnen, intensiever te verdunnen of via nieuwe technieken. Ook het verlagen van het bemestingsniveau (vooral organische mest) kan zorgen voor een verdere verlaging van de emissie. Uiteraard kan dit dan gepaard gaan met teruglopende gewasopbrengsten met daar uit volgend verschillende mogelijke effecten op bedrijfs- en sectorresultaten.
7. Op het gebied van implementatie (aantal bedrijven dat de maatregelen toepast) lijkt het doorgerekende pakket wel ambitieus. Uitgangspunt is dat alle bedrijven die in 2030 actief zijn op het gebied van stallen en/of bedrijfsvoering, maatregelen hebben getroffen om de ammoniakemissie te verminderen. Op het gebied van stallen en mestverdunning in gebieden zonder oppervlaktewater zal dit alleen haalbaar zijn als er duidelijke nationale beleidskaders en stimulering wordt georganiseerd. De berekende investeringsbedragen en jaarkosten zullen voor een aanzienlijk aantal bedrijven zonder stimuleringsregeling niet zijn op te brengen. Voor de managementmaatregelen is het essentieel dat bedrijven de ruimte krijgen en gestimuleerd worden om de eigen bedrijfssituatie te optimaliseren.

-
8. Het doorgerekende maatregelpakket is gericht op het verlagen van ammoniakemissie. Effecten op andere duurzaamheidsthema's zijn wel in ogenschouw genomen bij het opstellen van het maatregelpakket maar niet kwantitatief doorgerekend. Het maatregelpakket gaat uit van meer weidegang en grondgebondenheid. Zowel het aandeel koeien als bedrijven met weidegang neemt toe ten opzichte van de beginsituatie en het basisscenario in Beldman et al. (2020). Het aantal koeien per hectare op bedrijfsniveau stijgt iets ten opzichte van de beginsituatie (2018) maar minder dan in het basisscenario 2030. Op de thema's klimaat, dierenwelzijn en biodiversiteit zijn de te verwachten effecten van het maatregelpakket ten opzichte van het basisscenario niet heel groot. Tegelijkertijd sluit het doorgerekende maatregelpakket verdere verbetering op deze thema's ook niet uit. Belangrijke aspecten zijn dat 1) bij de aanpassingen van stallen oog is voor het reduceren van andere emissies (met name methaan) en dierenwelzijn en dat 2) extra teelt van snijmais niet ten koste gaat van waterkwaliteit, biodiversiteit, bodemkwaliteit en het gebruik van de hoeveelheid eiwit van eigen land (of uit de buurt).

Literatuur en websites

- <https://www.agrimatie.nl/binternet.aspx>
- Agrimatie
- <https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2263&indicatorID=2068>
- <https://www.agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?themaID=2272&indicatorID=2046&subpubID=2232§orID=2245>
- Alem, G.A.A. van en A.T.J. van Scheppingen, 1993. The development of a farm budgeting program for dairy farm. Proceedings XXV CIOSTA-CIGR v congress, P. 326-331. PR Lelystad Beldman, A., J. Reijs, C. Daatselaar en G. Doornewaard, 2020, [De Nederlandse melkveehouderij in 2030: verkenning van mogelijke ontwikkelingen op basis van economische modellering](#), Wageningen: Wageningen Economic Research. 83 p. (Rapport / Wageningen Economic Research; no. 2020-090)
- Born, van den et al. (2020), Analyse stikstof-bronmaatregelen, Analyse op verzoek van het kabinet van zestien maatregelen om de uitstoot van stikstofoxiden en ammoniak in Nederland te beperken, Den Haag: PBL-publicatienummer: 4073.
- Both, M., T. Vogelzang en H. Prins, [Focus op integrale gebiedsontwikkeling. Verkavelingsanalyse Provincie Utrecht](#). 2017, Kadaster
- Boonstra F.G. et al., 2019. [Evaluatie programma landbouwstructuurversterking Overijssel](#) WENR rapport 2941
- Bruggen, C. van en K. Geertjes (2019), [Stikstofverlies uit opgeslagen mest – Stikstofverlies berekend uit het verschil in verhouding tussen stikstof en fosfaat bij excretie en bij mestafvoer](#). Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen/Bonaire
- Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, G.L. Velthof en J. Vonk (2020). *Emissies naar lucht uit de landbouw, 1990-2018. Berekeningen met het model NEMA*. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT-technical report 178.
- Bussink, D.W. et al., 2012. Biologisch aanzuren van mest kansrijk voor melkveebedrijven. Rapport 1422.N.11, Wageningen, NMI.
- Bussink, D.W. et al., 2014. Reducing NH₃ emissions from cattle slurry by (biological) acidification: experimental proof and practical feasibility. NMI Report 1422.N.12. Wageningen
- CDM-advies 'Effecten van verdunning van mest bij mestaanwending op zandgrond'
- CDM-advies: 'Milieueffecten bij geen derogatie van de Nitraatrichtlijn' 12-2-2020
- Commissie Deskundigen Meststoffenwet, 2014. Advies 'Bemesting met zwavelhoudende meststoffen' <https://edepot.wur.nl/342461>
- Commissie grondgebondenheid: [Grondgebondenheid als basis voor een toekomstbestendige melkveehouderij](#)
- Dooren, H.J., 2021. Spoelen kent fors reducerend effect op ammoniakemissie (nieuwsbericht Verantwoorde Veehouderij).
- Doornewaard G.J., M.W. Hoogeveen, J.H. Jager, J.W. Reijs en A.C.G. Beldman, 2020. Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen; Prestaties 2019 in perspectief. Wageningen, Wageningen Economic Research, Rapport 2020-120. 210 blz.; 24 fig.; 24 tab.; 96 ref.
- Dijk, W. van, J. de Boer, M.H.A. de Haan, P. Mostert, J. Oenema en J. Verloop, Rekenregels van de KringloopWijzer 2020: Achtergronden van BEX, BEA, BEN, BEP en BEC: actualisatie van de 2019-versie, 2020, Wageningen: Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business Unit Agrosystems Research. 151 p. (Rapport / Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosystems Research; no. WPR-1023)
- Emissieregistratie: http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/content/news.nl.aspx#newsitem_123
- Evers, A., M. de Haan, G. Migchels, L. Joosten en M. van Leeuwen, [Effecten van ammoniak reducerende maatregelen in bedrijfsverband: Scenariostudie voor proeftuin Natura 2000 in veenweidegebied](#), 2019, Wageningen, Wageningen Livestock Research 32 p. (Wageningen Livestock Research rapport; no. 1161)
- Evers, A.G., M.H.A. de Haan, I. Vermeij en H.A. van Schooten, [Economische gevolgen ammoniakemissie reducerende maatregelen: scenariostudie van praktijkbedrijven in Overijssel](#), 2015, Wageningen: Wageningen UR Livestock Research. 51 p. (Rapport; no. 918)

- Evers, A.G. en G. Hilhorst, 2020. Koeien en Kansen ondernemers sturen op minder eiwit in het rantsoen: <https://www.koeienenkansen.nl/nl/koeien-kansen-1/show/Koeien-Kansen-ondernemers-sturen-op-minder-eiwit-in-rantsoen.htm>
- Groenestein, K., P. Bikker, C. van Bruggen, H. Ellen, J. van Harn, J. Huijsmans, N. Ogink, L. Šebek, en I. Vermeij, 2017. PAS Aanvullende reservemaatregelen Landbouw: uitwerking van een Quick scan. Wageningen Livestock Research, Rapport 1145.
- Groenestein, K., N. Ogink, H. Ellen, L. Šebek, C. van Bruggen, J. Huijsmans en I. Vermeij, 2019. PAS Update aanvullende reservemaatregelen Landbouw. Wageningen Livestock Research, Rapport 1214.
- Hoeksma, P., A. Hol, R. Verheijen en N. Verdoes, 2016. Indampen van dunne mestfracties in combinatie met een luchtwasser; Wageningen Livestock Research, Rapport 1014.
- Hoving, I.E., G. Holshof, G. Migchels, M.A. van der Gaag en M. Plomp, [Reductie ammoniakemissie bij maximalisatie weidegang op biologische melkveebedrijven](#) 2014, Wageningen: Wageningen UR Livestock Research. (Rapport / Wageningen UR Livestock Research; no. 792)
- Hoving, I.E., G.J. Holshof, A.G. Evers en M.H.A. de Haan, 2015. Ammoniakemissie en weidegang melkvee; Verkenning weidegang als ammoniak reducerende maatregel. Lelystad, Wageningen UR (University & Research Centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 856. 45 blz.
- Huijsmans, J.F.M. en Schils, R. L. M. (2009), Ammonia and nitrous oxide emissions following field-application of manure: state of the art measurements in the Netherlands. Proceedings International Fertiliser Society, no. 655. International Fertiliser Society. 36 p.
- Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol en H.A. van Schooten, 2015. Toediening van aangezuurde mest met een sleepvoetenmachine op grasland. Ammoniakemissie en gewasopbrengst. Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Agrosysteemkunde. Rapport 629.
- Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol, H.A. van Schooten en B.R. Verwijs, 2017, Ammoniakemissie bij met water verdunde mest toegediend met een sleepvoetenmachine op grasland: resultaten 2016-2017 Lelystad: Wageningen Plant Research. 34 p. (Rapport / Wageningen Plant Research; no. WPR-754.
- Huijsmans, J. F. M., Vermeulen, G. D., Hol, J. M. G., & Goedhart, P. W. (2018). A model for estimating seasonal trends of ammonia emission from cattle manure applied to grassland in the Netherlands. *Atmospheric Environment*, 173, 231-238. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.10.050>
- Ipema, A.H., D. Goense en J.F.M. Huijsmans, 2015. Anticiperen op het weer om emissie arm mest uit te rijden; Low emission manure application by anticipating on the weather. Lelystad, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 862. 33 blz.
- KWIN-Veehouderij, 2020-2021. Klaas Blanken, Fridtjof de Buissonje, Aart Evers, Wijbrand Ouweltjes, Jan Verkaik, Izak Vermeij, Harm Wemmenhove, september 2020. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2020-2021. Handboek 43. Livestock Research Wageningen UR. Wageningen.
- Lam, T.J.G.M., J. Jansen en R.J. Wessels, The Reset Mindset model applied on decreasing antibiotic usage in dairy cattle in the Netherlands. *Irish Veterinary Journal* (2917) 70.5 DOI 10.1186/s13620-017-0085-x
- Lagerwerf, L.A., A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof en J. Vonk (2019). Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, NMVOC, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA) – update 2019. Wageningen, The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment. WOt-technical report 148. 215 p.; 6 Figs; 45 Tabs; 108 Refs; 12 Annexes.
- Lukács, S., P.W. Blokland, R. van Duijnen, D. Fraters, G.J. Doornewaard en C.H.G. Daatselaar, 2020. Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie in 2018. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, RIVM-rapport 2020-0096.
- Melse, R.W., D.A.J. Starmans en N.W.M. Ogink, 2015. Aanzuursystemen voor rundveedrijfmest in stallen, Wageningen, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 898, 17 blz.
- Migchels, G., L. Joosten, M. van Leeuwen, R. Ferwerda en W. Houwers, 2019. Borgen van maatregelen om ammoniakemissie te reduceren. Wageningen Livestock Research, Rapport 1196.
- Migchels, G. en C. van Dijk, 2019. Rapportage Adviezen aan beleidsmakers. Wageningen Livestock Research, Rapport 1201.

-
- Mosquera, J., J.M.G. Hol, J.W.H. Huis in 't Veld, H.J.C. van Dooren en N.W.M. Ogink, 2016. Onderzoek naar het effect van ACNV op de ammoniakemissie bij melkveestallen. Wageningen Livestock Research, Rapport 982
 - Mosquera, J., A.J.A. Aarnink, H. Ellen, H.J.C. van Dooren, R.A. van Emous, J. van Harn en N.W.M. Ogink, 2017. Overzicht van maatregelen om de ammoniakemissie uit de veehouderij te beperken. Geactualiseerde versie 2017. Wageningen, Wageningen Livestock Research, Livestock Research Rapport 645.
 - Pol, A. van den, P.W. Blokland, T.J.A. Gies, M.H.A. de Haan, G. Holshof, H.S.D. Naeff en A.P. Philipsen, [Beweidbare oppervlakte en weidegang op melkveebedrijven in Nederland](#), 2015, Wageningen: Wageningen UR Livestock Research. 57 p. (Livestock Research rapport; no. 917).
 - RAV, http://wetten.overheid.nl/BWBR0013629/geldigheidsdatum_09-12-2013).
 - Rijksoverheid, 2020. [Kabinetsreactie op het eindadvies 'Niet alles kan overal' van het adviescollege stikstofproblematiek, 13 oktober 2020](#).
 - Rijksoverheid 2020b. kamerbrief 18 mei 2020 DGA-PAV / 20018773
 - Schils, R.L.M., M.H.A. de Haan, J.G.A. Hemmer, A. van den Pol-van Dasselaar, J.A. de Boer, A.G. Evers, G. Holshof, J.C. van Middelkoop en R.L.G. Zom, 2007. Dairy Wise, a whole farm model. J. Dairy Sci. 90:5334–5346 Subsidiemodules brongerichte verduurzaming stal- en managementmaatregelen (Sbv).
 - Staatscourant 2020, 27006.
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.01.006>
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.01.011>
 - VERA Verification Statement I JH Forsuring NH4+, 2016
 - Verloop, K., T. Verhoeff, O. Oenema, I. Hoving, B. Meerkerk, J. Huijsmans, G. Migchels, M. de Haan en N. van Eekeren, [Minder ammoniakemissie uit de melkveehouderij in het veenweidegebied: 25% reductie een haalbaar doel](#) 2018, Wageningen: Wageningen Livestock Research. 31 p. (Wageningen Livestock Research rapport; no. 1129)
 - Vegte, van der, Z. '[Minder jongvee, minder ammoniakemissie](#)', Nieuwsbrief Natura2000.
 - Vonk, J., E.J.M.M. Arets, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, M.J. Schelhaas, T. van der Zee en G.L. Velthof, 2020. Referentieraming van emissies naar de lucht uit landbouw en landgebruik tot 2030, met doorkijk naar 2035. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2020. Wageningen Livestock Research, Rapport 1278. Zom, R.L.G., september 2002, Voorspelling voeropname met Koemodel 2002, PraktijkRapportRundvee 11, Praktijkonderzoek Veehouderij Lelystad.

Bijlage 1 Uitgangssituatie



Foto: Fred van Welie

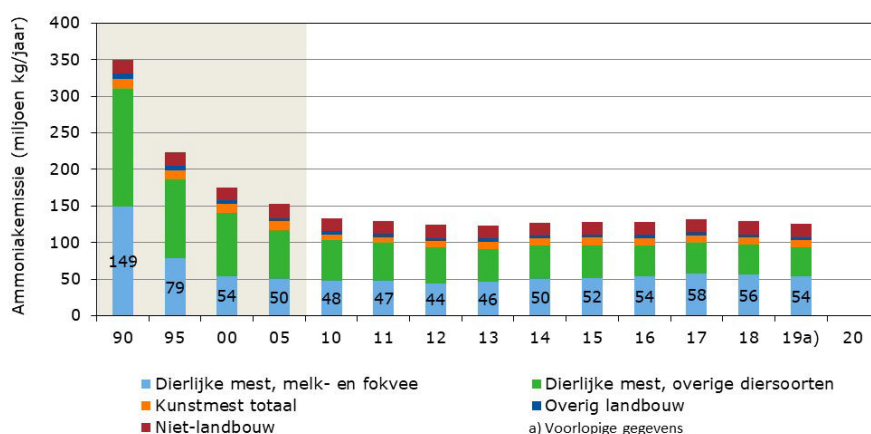
NH₃-emissies melkveehouderij

Inzicht in de bijdrage van verschillende bronnen en verwachte ontwikkeling tussen 2018 en 2030

Inleiding

Dit document is opgesteld door Wageningen University & Research in opdracht van LTO Nederland, Rabobank en NZO en geeft inzicht in de NH₃-emissie uit de melkveehouderij. De gerealiseerde emissie in 2018 zoals gerapporteerd door de Emissieregistratie wordt vergeleken met de prognose van de emissie in 2030 bij vastgesteld beleid (op basis van de zogenaamde referentieraming (Vonk et al., 2020)). Zowel de realisatie als de prognose zijn berekend met het NEMA-model (Lagerwerf et al., 2019). Hiermee geeft dit document inzicht in het belang van verschillende emissiebronnen (bijvoorbeeld uit stallen en mestopslagen en als gevolg van toediening van dierlijke mest) en de verwachte ontwikkeling hierin als er geen aanvullende beleidsmaatregelen worden genomen. Dit inzicht is van belang om de afstand tot realisatie van toekomstige doelen te kunnen interpreteren. Ook is het belangrijke basisinformatie om emissie-reducerende maatregelen te prioriteren.

Ontwikkeling NH₃-emissie landbouw en bijdrage melkveehouderij



Figuur 1 Ontwikkeling van NH₃-emissie uit de Nederlandse landbouw in 1990-2019, inclusief (in blauw) bijdrage van dierlijke mest uit de melkveehouderij hierin

Bron: Doornewaard et al. (2020), bewerking door Wageningen Economic Research.

Figuur 1 laat zien dat de berekende NH₃-emissies uit de landbouw vanaf 1990 fors zijn gedaald. De melkveehouderij heeft altijd een belangrijk aandeel in de NH₃-emissie uit de landbouw gehad. In de jaren 1990-2012 is de ammoniakemissie vanuit de melkveehouderij flink gedaald door wijzigingen in de wetgeving (onder andere de introductie van emissiearme aanwending, mestopslag, MINAS en het gebruiksnormenstelsel) bij een gelijkblijvend productievolume. Na 2012 vond een stijging plaats, onder andere veroorzaakt door het toegenomen aantal koeien na afschaffen van het quotum. Vanaf 2017 is de ammoniakemissie vanuit de melkveehouderij weer dalende, onder andere door de invoering van het fosfaatrechtenstelsel.

In 2018 was 57% van de NH₃-emissie uit dierlijke mest afkomstig van mest van de melkveestapel. Naast deze emissies uit dierlijke mest vinden er ook NH₃-emissies plaats bij toediening van kunstmest en via gewassen en gewasresten (NH₃-emissie van staande gewassen en gewasresten die op het land achterblijven en aan de lucht worden blootgesteld). Ook hierin heeft de melkveehouderij een aandeel maar deze zijn in de Emissieregistratie niet uitgesplitst naar sectoren en daarom in bovenstaande figuur niet uitgesplitst zichtbaar voor de melkveehouderij. In tabel 1 is wel een indicatie gegeven van het aandeel van de melkveehouderij in deze emissiebronnen.

Bijdrage verschillende bronnen en verwachte ontwikkeling

Tabel 1 Uitsplitsing van gerealiseerde (realisatie 2018) en verwachte (prognose 2030) NH₃-emissie (miljoen kg) uit de melkveehouderij naar verschillende bronnen. N.B.: In de verwachting zijn alleen beleidsmaatregelen meegenomen die in het voorjaar van 2020 waren vastgesteld. Percentages geven het aandeel van de regel in het totaal (laatste regel) weer

Bron:	Realisatie 2018 (miljoen kg)	Prognose 2030 (miljoen kg)
Stallen en mestopslagen a)	26,9 (43%)	24,4 (41%)
Beweiding	1,0 (2%)	1,0 (2%)
Toegediende dierlijke mest b)	27,8 (45%)	27,3 (46%)
Totaal uit dierlijke mest	55,8 (89%)	52,7 (89%)
Indicatie bijdrage kunstmest/overige organische mest c)	4,6 (7%)	4,4 (7%)
Indicatie bijdrage gewassen en gewasresten c)	2,0 (3%)	2,0 (3%)
Totaal	62,3 (100%)	59,1 (100%)

a) inclusief mestbewerking; b) het betreft emissie van alle toegediende melkveemest in Nederland, zowel op melkveebedrijven als op andere gronden; c) deze emissiebronnen worden in de NEMA niet uitgesplitst naar onderliggende sectoren. Om toch tot een inschatting te komen van de bijdrage van de melkveehouderij is verondersteld dat elke hectare landbouwgrond dezelfde emissie kent (geen verdere analyse gedaan van verschillen in kunstmestgiften en kunstmestsoorten). Aan de melkveehouderij is hier het areaal op bedrijven met meer dan 10 melkkoeien toegerekend: dit was 48% van het totale areaal landbouwgrond in Nederland in 2018.

Bron: Vonk et al. (2020), bewerking door Wageningen Economic Research.

Enkele belangrijke uitgangspunten prognose 2030

Voor een goede interpretatie van de prognose van de emissie in 2030 is het van belang om de onderliggende uitgangspunten te kennen. Enkele belangrijke uitgangspunten zijn:

1. Het aantal melkkoeien daalt met 8% ten opzichte van 2018 en het aantal stuks jongvee met 19%. Er wordt uitgegaan van 1,46 miljoen melkkoeien en 819.000 stuks jongvee (inclusief stieren) in 2030. Er is geen rekening gehouden met eventuele opkoopregelingen.
2. Het RE-gehalte van het rantsoen ligt op het niveau zoals dat in de periode 2015-2019 gemiddeld werd gerealiseerd (162 gram RE per kg ds). In 2018 was dit gemiddeld 167 gram RE per kg ds. Er is geen rekening gehouden met eventuele beleidsmaatregelen op het gebied van voeding.
3. De gemiddelde melkproductie per koe per jaar neemt toe van 8.850 kg in 2018 naar 10.240 kg in 2030 en dat de jongveebezetting (aantal stuks jongvee per melkkoe) daalt van 0,64 in 2018 naar 0,56 in 2030 (een belangrijk deel van deze daling is momenteel (2020) reeds gerealiseerd).
4. De combinatie van een wat lager RE-gehalte van het rantsoen (zie sub 3) en een toename van de melkproductie per koe leidt tot een hogere N-opname per dier en daarmee ook een hogere N-excretie per dier (+11% ten opzichte van 2018).
5. Als gevolg van Besluit Emissiearme Huisvesting en provinciale aanscherping, stijgt het aandeel emissiearme dierplaatsen in de melkveehouderij van 23% naar 90% in Noord-Brabant en van

19% naar 40% in de rest van Nederland. De gemiddelde emissiefactoren (kg NH₃ per dierplaats) voor emissiearme systemen liggen in 2030 op 8,80 (opstallen) en 8,09 (bedrijven met weidegang). In 2018 was dat 9,09 (opstallen) en 8,36 (beweiding). Voor niet-emissiearme systemen wordt in beide jaren 13,0 gehanteerd. Er is geen rekening gehouden met de Subsidierегeling brongerichte verduurzaming stallen (Sbv).

6. De derogatie blijft bestaan en de gebruiksnorm dierlijke mest verandert niet. De dierlijke mestgiften per hectare worden min of meer gelijk gehouden aan 2018. Ook qua kunstmest (hoeveelheid en soort) zijn geen grote veranderingen ten opzichte van 2018 verondersteld.
7. Als gevolg van betere naleving van de bestaande regels, stijgt het aandeel mest dat op grasland wordt uitgereden met een zodenbemester (of vergelijkbare techniek zoals verdund uitrijden met sleepvoet) van 64% in 2018 naar 92% in 2030.
8. Mede door de initiatieven in de sector, is de mate van weidegang in 2030 gelijk aan 2018.

Belangrijkste inzichten en conclusies

1. De melkveehouderij heeft een belangrijk aandeel (50-60% afhankelijk van definitie en gekozen jaar) in de NH₃-emissie van de Nederlandse landbouw.
2. Van de emissie uit de melkveehouderij is ongeveer 45% afkomstig van toediening van dierlijke mest op het land, 43% komt uit stallen en mestopslagen, 2% van weidemest. De bijdrage van kunstmest (en overige organische mest) ligt rond de 7% en van gewassen en gewasresten rond de 3%. Voor de laatste twee categorieën betreft het een benadering omdat geen goede uitsplitsing naar de melkveehouderij voorhanden is.
3. Tussen 2018 en 2030 wordt een daling van de emissie door de melkveehouderij verwacht van ruim 5%. Deze daling wordt vooral veroorzaakt door een daling van de aantallen melkkoeien (8%) en jongvee (19%) en een toename van het aandeel emissiearme stallen. De daling in NH₃-emissie is kleiner dan de daling in dieraantallen omdat de N-excretie per dier toeneemt door de toename van de melkproductie per koe.

Referenties

- Doornewaard G.J., M.W. Hoogeveen, J.H. Jager, J.W. Reijs en A.C.G. Beldman, 2020. Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen; Prestaties 2019 in perspectief. Wageningen, Wageningen Economic Research, Rapport 2020-120. 210 blz.; 24 fig.; 24 tab.; 96 ref.
- Emissieregistratie: http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/content/news.nl.aspx#newsitem_123
- Lagerwerf, L.A., A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof en J. Vonk (2019). Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, NMVOC, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA) – update 2019. Wageningen, The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment. WOt-technical report 148. 215 p.; 6 Figs; 45 Tabs; 108 Refs; 12 Annexes.
- Vonk, J., E.J.M.M. Arets, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, M.J. Schelhaas, T. van der Zee en G.L. Velthof, 2020. Referentieraming van emissies naar de lucht uit landbouw en landgebruik tot 2030, met doorkijk naar 2035. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2020. Wageningen Livestock Research, Rapport 1278.

Bijlage 2 Bedrijfstypes



Foto: Eddy Teenstra

Melkveebedrijven ingedeeld naar bedrijfstype

Indeling naar bedrijfstype om NH₃-reducerende maatregelen te kunnen concretiseren en uiteindelijk door te rekenen

Inleiding

Dit document is opgesteld door Wageningen University & Research in opdracht van LTO Nederland, Rabobank en NZO in het kader van een studie naar maatregelen die de ammoniakemissie in de melkveehouderij reduceren. In de Nederlandse praktijk komen grote verschillen in bedrijfsopzet en bedrijfsvoering voor. Deze verschillen worden in dit document beschreven aan de hand van 8 bedrijfstypes. De hier getoonde bedrijfstypen worden in de volgende stap van het onderzoek als basis gebruikt om samenhangende maatregelpakketten per bedrijfstype op te stellen. Deze maatregelpakketten zullen in bedrijfsverband worden doorgerekend op het verwachte effect op ammoniakemissie en economie. Vervolgens worden deze resultaten opgeschaald naar sectorniveau. Voor deze analyse is de Landbouwtelling van CBS als basis gebruikt, aangevuld met informatie uit het Bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research en NEMA-resultaten zoals gerapporteerd in Vonk et al. (2020).

Bedrijfstypen en maatregelen om ammoniak emissie te verlagen

Effectiviteit, kosten en toepasbaarheid van maatregelen die de ammoniakemissie reduceren zijn afhankelijk van de context van het bedrijf. Voor bedrijven op veen geldt bijvoorbeeld dat het aandeel gras in het rantsoen hoog is en dat teelt van snijmais moeilijk in te passen is. Sturing in het rantsoen zal dan dus met name via het krachtvoer en bijproducten plaats moeten vinden. Extra weidegang is voor extensievere bedrijven in deze groep een voor de hand liggende maatregel. Een intensief bedrijf heeft over het algemeen een duidelijk lager aandeel grasproducten in het rantsoen; dit betekent dat sturing in het eiwitgehalte van het rantsoen voor deze groep vooral via krachtvoer, bijproducten en eventueel snijmais plaats kan vinden. Deze bedrijven weiden in de uitgangssituatie minder, maar hebben vaak ook niet of beperkt de mogelijkheid om meer te weiden. Dit betekent dat maatregelen in de stal hier meer voor de hand liggen.

Keuze van indelingscriteria

In de nationale registratie van de ammoniakemissie wordt gebruikgemaakt van het NEMA-model (Lagerwerf et al., 2019). In dit model wordt een onderscheid in twee regio's gemaakt: Noord-West en

Zuid-Oost. Een belangrijk verschil is dat in Noord-West meer klei en veen voorkomt en daardoor ook een rantsoen met meer gras en minder mais. Deze regio-indeling is ook hier als basis gebruikt. Daarnaast is er onderscheid gemaakt in bedrijfsomvang. Grotere bedrijven hebben over het algemeen een grotere investeringsruimte en een beter opvolgingsperspectief. Ten slotte is ook gekeken naar intensiteit. Verschil in intensiteit leidt tot verschillen in sturingsmogelijkheden in rantsoen en in weidegang.

De biologische melkveebedrijven zijn in dit onderzoek niet als afzonderlijke groep behandeld maar meegenomen in de analyse. Deze bedrijven vertegenwoordigen ongeveer 3% van de bedrijven en 2,5% van de koeien. Hoewel biologische bedrijven op een aantal relevante onderdelen een voor NH₃-emissie afwijkende bedrijfsvoering hebben, is uit praktische overwegingen geen afzonderlijke aandacht aan deze groep besteed. Aan het eind van dit document is een korte omschrijving van de verschillen tussen biologische en gangbare melkveebedrijven opgenomen, met name gerelateerd aan ammoniakemissie.

Tabel 1 Gehanteerde grenzen bij indeling in bedrijfstypen

Regio	Omvang (melkkoeien/bedrijf)	Intensiteit (melkkoeien/ha voederoppervlakte)
Noord-West a)	100	1,8
Zuid-Oost b)	100	2,0

a) Provincies Groningen, Friesland, Utrecht, Noord-Holland en Zuid-Holland; b) Provincies Drenthe, Overijssel, Gelderland, Flevoland, Zeeland, Noord-Brabant en Limburg.

Tabel 2 Structuur en vertegenwoordiging van aantal en aandeel bedrijven en melkkoeien

Regio	Type	Bedrijven (#)	Bedrijven (%)	Koeien (# per bedrijf)	Koeien (%)
NW	Klein – ext	2.582	16	61	10
	Klein – int	1.387	8	69	6
	Groot – ext	1.166	7	145	10
	Groot – int	1.515	9	171	16
ZO	Klein – ext	4.003	24	60	15
	Klein – int	2.118	13	70	9
	Groot – ext	1.351	8	136	11
	Groot – int	2.292	14	160	23
Nederland		16.414	100	99	100

Bron: Landbouwtelling (CBS) alle bedrijven met melkvee met 10 melkkoeien of meer, bewerkt door Wageningen Economic Research.

Verschillen in bedrijfsopzet, bedrijfsvoering en verwachte ontwikkeling

Tabel 3 Bedrijfsopzet van de 8 bedrijfstypen

Regio	Type	Aandeel met biologische bedrijfsvoering (%)	Gem. opp. voeder- gewassen (ha)	Gem. aandeel grasland (%)	Gem. intensiteit (Koeien/ha)	Aandeel Zand (%)	Aandeel Klei (%)	Aandeel Veen (%)
NW	Klein – ext	6,9	43	95	1.5	34	29	37
	Klein – int	2,5	33	97	2.2	39	41	20
	Groot – ext	4,5	94	90	1.6	28	54	18
	Groot – int	0,9	79	89	2.2	15	57	28
ZO	Klein – ext	4,6	39	84	1.6	82	14	5
	Klein – int	1,2	28	84	3.0	93	4	3
	Groot – ext	3,3	81	82	1.7	60	36	3
	Groot – int	0,8	57	82	3.0	72	19	8
Nederland		3,4	51	86	2.1	60	27	13

Bron: Landbouwtelling (CBS) alle bedrijven met melkvee met 10 melkkoeien of meer bewerkt door Wageningen Economic Research en het Bedrijveninformatienet.

Tabel 4 Bedrijfsvoering en staltypen van de bedrijfstypen

Regio	Type	Melk per koe (kg/jaar)	Uren weidegang (uren/jaar) a)	Emissie arme stal (%) b)		Rantsoen aandeel c)		
				> 8,6	= < 8,6	Gras	Mais	Krachtvoer en overig
NW	Klein – ext	7.756	2.139	3	12	69	7	24
	Klein – int	8.419	1.623	3	10	66	9	26
	Groot – ext	8.899	1.337	6	9	62	9	29
	Groot – int	8.820	971	7	13	58	11	31
ZO	Klein – ext	8.441	1.412	3	13	51	25	24
	Klein – int	8.968	853	5	8	42	31	27
	Groot – ext	9.106	912	9	13	50	25	26
	Groot – int	9.363	569	11	14	40	28	32
Nederland	Nederland	8.769	1.267	5	12	54	19	27

a) In het gemiddelde zijn ook de uren van niet weiders (0) meegenomen; b) Gebaseerd op Landbouwtellingsgegevens (CBS) 2018: dit betreft het aandeel stallen in Nederland op bedrijven met 10 of meer koeien onderverdeeld in 3 niveaus: RAV-codes met ammoniakemissiefactor van a) 8,6 kg of lager of b) tussen 8,6 en 13 kg en c) 13 of hoger (laatste categorie niet opgenomen in de tabel); c) Aandeel in het rantsoen op drogestofbasis. Het gemiddeld NEMA-rantsoen per regio in 2018 is als uitgangspunt gehanteerd (zie Vonk et al., 2020). De verschillen in rantsoensamenstelling tussen de bedrijfstypen in de regio zijn gebaseerd op informatie uit het Bedrijveninformatienet.

Bron: Landbouwtelling (CBS) alle bedrijven met melkvee met 10 melkkoeien of meer en Bedrijveninformatienet.

Tabel 5 Verwachte ontwikkeling bedrijven per bedrijfstype richting 2030 bij voortzetting van huidig beleid en gedrag (basisscenario Beldman et al. (2020))

Regio	Type	Aandeel >51 zonder opvolger in 2018 (% van bedrijven)	Aandeel gestopt in 2030 (% van bedrijven)	Gemiddelde groei blijvers in 2030 (# koeien per bedrijf)
NW	Klein – ext	32	55	20
	Klein – int	23	27	10
	Groot – ext	12	19	27
	Groot – int	11	20	57
ZO	Klein – ext	32	40	17
	Klein – int	24	30	12
	Groot – ext	11	18	39
	Groot – int	11	21	51
Nederland		23	33	30

Bron: Beldman et al. (2020).

Biologische melkveebedrijven en ammoniakemissie

Biologische melkveebedrijven hebben in vergelijking met gangbare bedrijven gemiddeld een kleinere veestapel, een lagere melkproductie per koe en een groter areaal cultuurgrond met een groter aandeel grasland. De melkproductie per koe ligt op biologische melkveebedrijven gemiddeld bijna 2.000 kg per koe per jaar lager (voor kleine bedrijven 6.066 vs 7.981 kg en voor grote bedrijven 7.023 vs 9.093 kg). Dit resulteert in een lagere melkproductie per bedrijf en ook in een duidelijk lagere intensiteit van de biologische bedrijven. Voor gangbare bedrijven is gemiddeld 16.190 kg per ha voederoppervlakte, voor biologische bedrijven gemiddeld 6.930 kg per ha voederoppervlakte. Op biologische bedrijven wordt geen kunstmeststikstof gebruikt en is het gebruik van dierlijke mest beperkt tot maximaal 170 kg stikstof per hectare. Dit betekent dat het bemestingsniveau duidelijk lager ligt dan op gangbare bedrijven. Daarnaast passen biologische bedrijven gemiddeld duidelijk meer weidegang toe. Het aantal uren weidegang is gemiddeld globaal het dubbele van gangbare bedrijven (voor kleine bedrijven 3.421 vs 1.761 uur en voor grote bedrijven 2.511 vs 921 uur).

De berekende ammoniakemissie uit stal en opslag ligt op biologische bedrijven lager dan op gangbare bedrijven (voor kleine bedrijven 8,6 vs 11,4 en voor grote bedrijven 9,1 vs 11,7 kg ammoniak per GVE). Ook de ammoniakemissie bij mesttoediening en beweiding ligt op biologische bedrijven lager (voor kleine bedrijven 18,6 vs 27,8 en voor grote bedrijven 14,6 vs 31,3 kg ammoniak per hectare).

Bron: Agrimatie, biologische landbouw, vergelijking in opzet

Referentielijst

- [Agrimatie](#)
- Beldman, A., J. Reijs, C. Daatselaar en G. Doornewaard, 2020, [De Nederlandse melkveehouderij in 2030: verkenning van mogelijke ontwikkelingen op basis van economische modellering](#), Wageningen: Wageningen Economic Research. 83 p. (Rapport / Wageningen Economic Research; no. 2020-090)
- Lagerwerf, L.A., A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof en J. Vonk (2019). Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, NMVOC, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA) – update 2019. Wageningen, The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment. WOt-technical report 148. 215 p.; 6 Figs; 45 Tabs; 108 Refs; 12 Annexes.
- Vonk, J., E.J.M.M. Arets, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, M.J. Schelhaas, T. van der Zee en G.L. Velthof, 2020. Referentieraming van emissies naar de lucht uit landbouw en landgebruik tot 2030, met doorkijk naar 2035. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2020. Wageningen Livestock Research, Rapport 1278.

Bijlage 3 Literatuurcheck stalaanpassingen



Foto: Eddy Teenstra

Quickscan literatuur - Verlagen NH₃-emissie op melkveebedrijven via stalaanpassingen

Welke maatregelen melkveehouders kunnen nemen en wat bekend is over reductiepotentieel en economische effecten?

Inleiding

Dit document is opgesteld door Wageningen University & Research in opdracht van LTO Nederland, Rabobank en NZO en geeft inzicht in mogelijke maatregelen die melkveehouders kunnen nemen om ammoniakemissie op het bedrijf te verminderen. In dit document is samengevat wat er vanuit bestaande kennis (februari 2021) bekend is over mogelijke emissiereductie (ammoniak) en economische consequenties van geselecteerde maatregelen op boerderijniveau. Hoewel dit document met zorgvuldigheid is samengesteld, kan vanwege de korte doorlooptijd van dit onderzoek niet worden gegarandeerd dat alle relevante literatuur is meegenomen. In dit document wordt ingegaan op stalaanpassingen. In vergelijkbare documenten worden structuurmaatregelen en maatregelen in de bedrijfsvoering behandeld.

Stalaanpassingen en ammoniakemissies

Stallen en mestopslagen zijn een belangrijke bron van ammoniakemissie. Van de totale ammoniakemissie uit de melkveehouderij vindt ongeveer 50% plaats in stallen en mestopslagen. Ammoniak wordt gevormd door afbraak van organisch gebonden N in feces, maar vooral door de omzetting van ureum in urine onder invloed van het enzym urease. Urease is rijkelijk aanwezig in feces en op met feces bevuilde oppervlakken. Het resultaat van beide processen wordt vaak aangeduid als totaal ammoniakaal stikstof (TAN). In de afgelopen decennia zijn diverse stalsystemen ontwikkeld om de ammoniakemissie te verminderen. De daadwerkelijke emissie uit de stal is afhankelijk van het stalsysteem, maar ook van de TAN-excretie en TAN-concentratie in urine en het (resulterende) ammoniumgehalte in de dierlijke mest, de bedrijfsvoering door de melkveehouder en de weersomstandigheden. Om de emissiefactor van een stalsysteem vast te leggen, is een meetprotocol ontwikkeld dat met deze aspecten rekening houdt of daarvoor corrigeert. Wanneer door protocollaire metingen is vastgesteld dat het stalsysteem emissiearm¹⁰ is, wordt de emissiefactor opgenomen in de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav).

¹⁰ De invulling van emissiearm kan in de loop van de tijd veranderen. Wat nu emissiearm is, hoeft dat in de toekomst niet meer te zijn. Door metingen wordt het emissieniveau vastgesteld. In toetsing van dat niveau aan de drempelwaarde in het Besluit emissiearme huisvesting (Beh) blijkt of dat voldoende reducerend is om toegepast te mogen worden.

Het overzicht beperkt zich tot drijfmeststallen voor melkkoeien. Aanpassingen in stallen voor jongvee, potstallen en vrijloopstallen zijn niet meegenomen. Het merendeel van de melkkoeien (92,4% volgens Vonk et al., 2020) is gehuisvest in drijfmeststallen.

In de tabellen wordt onderscheid gemaakt in 1) bestaande systemen die al opgenomen zijn in de Rav, 2) systemen in ontwikkeling waarbij uit experimenteel onderzoek is gebleken dat ze mogelijk voldoende reductiepotentieel kunnen hebben om in aanmerking te kunnen komen voor de huidige eisen in Besluit Huisvesting (<8,6 kg NH₃ per dierplaats) en 3) overige opties om NH₃-emissie uit melkveestallen te verlagen die in de literatuur zijn beschreven. Bij 1) en 2) wordt onderscheid gemaakt in toepasbaarheid voor bestaande en voor nieuwe stallen.

Behalve NH₃ zijn er ook andere emissies vanuit de mest in melkveestallen. Met name het reduceren van methaanemissies uit mest is ook een belangrijke toekomstige opgave voor de melkveehouderij. Alle onderstaande aanpassingen hebben in principe ook effecten op de methaanemissie. Een analyse naar het potentiële effect op de methaanemissie per maatregel kon in het korte tijdsbestek van dit project niet worden gemaakt. Verschillende van onderstaande maatregelen (bijvoorbeeld aanzuren en technieken waarbij mest snel uit de stal wordt verwijderd naar de opslag) zorgen voor een reductie van methaanemissie uit de stal. Dit wil niet zeggen dat bij toepassing van deze systemen de methaanemissie uit mest op het bedrijf ook automatisch vermindert. Hiervoor dient in de opslag ook een techniek te worden toegepast die de emissie reduceert. Ook hiervoor zijn systemen en technieken in ontwikkeling maar die zijn in dit document niet verder behandeld.

Welke stalaanpassingen zijn mogelijk?

Tabel 1 Overzicht van aanpassingen aan melkveestallen om ammoniakemissie te reduceren

Categorie	Maatregel	Omschrijving
Bestaande stallen	Bestaande systemen	1. Mestverwijdering (mestschuif) in combinatie met andere techniek
	(opgenomen in Rav)	Zeer frequent en zo volledig mogelijk (restloos) afvoeren van mest en urine naar de kelder (1) in combinatie met een beperking van de luchtuitwisseling tussen stal en mestkelder (2) of in combinatie met het verschuiven van het chemisch evenwicht tussen ammoniak en ammonium bijvoorbeeld door het verlagen van de pH en/of temperatuur van mest en urine (2) <i>Rav-code A1.10, 1.13, 1.14, 1.18, 1.21, 1.23, 1.24 (allen < 8,6 kg NH₃)</i>
		2. Mestverwijdering (mestschuif) in combinatie met 2 andere technieken
		Zeer frequent en zo volledig mogelijk (restloos) afvoeren van mest en urine op roostervloer naar de kelder (1) in combinatie met een reductie van de luchtuitwisseling tussen stal en mestkelder (2) en het verschuiven van het chemisch evenwicht tussen ammoniak en ammonium (3) of <i>verminderde urease activiteit (4)</i> <i>Rav-code A1.9, 1.28</i>
	Systemen in ontwikkeling	3. Spoelen/schuiven en verdunnen op roostervloer
UreasNieuwe stallen	(niet opgenomen in Rav)	Door spoelsystemen in stallen met roostervloer waarin met hoge frequentie (elk half uur) de roostervloer wordt schoongesproeid en -geschoven (elke 2 uur) wordt de ammoniakemissie van de stalvloeren en de onderliggende kelder vermindert. Het effect op de kelderemissie wordt daarbij bereikt door verdunning van de mest in de opslag.
		4. Mest frequent restloos uit stal verwijderen
		De onderliggende mestopslag volledig afsluiten door een dichte vloer en de mest met hoge frequentie (elk uur) afvoeren naar een externe mestopslag.
		5. Urine scheiden bij de bron
		Koeien in de krachtvoerbox automatisch en vrijwillig urineren, zodat deel urine opgevangen wordt en gescheiden blijft van mest.
	Bestaande systemen	6. Mestverwijdering (mestschuif) in combinatie met 1 andere techniek
	(opgenomen in Rav)	Idem maatregel 1
		7. Mestverwijdering (mestschuif) in combinatie met 2 andere technieken
		Idem maatregel 2
	Systemen in ontwikkeling	8. Spoelen/schuiven en verdunnen op roostervloer
		Idem maatregel 3
	(niet opgenomen in Rav)	9. Mest frequent restloos uit stal verwijderen
		Idem maatregel 4
		10. Urine scheiden bij de bron
		Idem maatregel 5
		11. Mestscheiding en ammoniak-strippen van dunne fractie met luchtwasser
		Door de stikstof uit de dunne fractie van gescheiden drijfmest of digestaat te strippen, wordt het ammonium uit de mest gedreven en is er minder emissie en uitspoeling. Voordat mest door een meststripper kan, moet het gescheiden worden in een dunne en dikke fractie. De dunne mestfractie met

Categorie	Maatregel	Omschrijving
		vooral minerale stikstof gaat door een stripkolom die de ammoniakale stikstof uit de mest stript en vastlegt in het ammoniumsulfaat waardoor deze niet meer kan vervliegen. Het indamp-/luchtwassysteem resulteert in twee eindproducten: (1) ingedampte mestvloeistof met kalium als belangrijkste component. (2) spuiwater met verhoogd stikstofgehalte.
	12.Afzuiging en reiniging van kelderlucht	Door kelderlucht af te zuigen en te reinigen kan de bijdrage van de (mest in de) kelder gereduceerd worden. Hoewel het risico bestaat dat door toenemende luchtbeweging en -verversing de kelderbijdrage toeneemt kan het netto effect toch reducerend zijn als de afgelegen lucht met een hoge efficiëntie gereinigd wordt bijvoorbeeld door een chemische luchtwasser. Dit heeft potentiële voordelen boven het reinigen van alle stallucht omdat het ventilatiesysteem van de stal niet aangepast hoeft te worden en de chemische wasser kleiner gedimensioneerd kan worden en daardoor goedkoper zal zijn.
Overige opties om NH ₃ -emissie melkveestallen te verlagen	13.Ureaseremmers	Door het blokkeren van het enzym urease of het remmen van de activiteit van urease producerende bacteriën ontstaat meer tijd om de urine af te voeren naar een afgesloten opslag binnen (bijvoorbeeld kelder) of buiten (bijvoorbeeld silo). Onderzoek toont aan dat hiermee een reductie van ongeveer 17-31% haalbaar is.
	14.Chemisch aanzuren mest	Door drijfmest aan te zuren (pH te verlagen) schuift het evenwicht tussen ammonium en ammoniak richting ammonium en blijft de stikstof in de mest opgelost. Een in Denemarken beproefde en erkende methode is het toevoegen van zwavelzuur. In Nederland wordt dit niet toegepast, onder andere vanwege een risico op verhoogde sulfaatuitspoeling naar de bodem (CDM, 2014). Andere organische zuren zijn om verschillende redenen ook niet interessant. Anorganische zuren zijn duurder en moeten soms in groot volume worden toegepast voor het gewenste effect.
	15.Biologisch aanzuren mest	Bij biologisch aanzuren wordt de pH verlaagd door het zuur dat geproduceerd wordt door bacteriën die in de mest aanwezig zijn of daaraan worden toegevoegd. Om deze bacteriën te stimuleren, kan tegelijk een makkelijk afbreekbare energiebron in de vorm van suikers worden toegevoegd. Tot nu toe is deze methode nog niet in de praktijk toegepast.
	16.Ventilatiemanagement	Automatisch gecontroleerde natuurlijke ventilatie (ACNV). Door het verkleinen van de luchtinlaat het ventilatiedebiet verlagen en daarmee de luchtsnelheid over het emitterend oppervlak reduceren. Dit kan worden gerealiseerd met regelbare gordijnen. Het effect is klein en (daardoor) niet aantoonbaar gebleken in de praktijk om als afzonderlijke erkende maatregel te gelden. In combinatie met andere maatregelen zoals dakisolatie of het sterk beperken van de ventilatie tijdens beweiding biedt deze maatregel wellicht wel mogelijkheden.
	17.Koelen mest onder roostervloer	Door de mest onder de roostervloer te koelen met circa 4 graden kan de emissie uit de mestkelder worden verminderd. Koelen van mest in rundveestallen kan niet met koellamellen die de toplaag koelen plaatsvinden omdat deze systemen bij rundveemest op de toplaag gaan drijven. Er moet daarom bulk-koeling van de gehele mest worden toegepast.

Reductiepotentieel en economische effecten op bedrijfsniveau volgens literatuur

Tabel 2 Overzicht van bestaande kennis over reductiepotentieel en economische effecten van stalaanpassingen op melkveebedrijven (zie onderstaande toelichting op cijfers in de tabel voor onderbouwing en uitgangspunten bij de genoemde waarden)

Categorie	Maatregel	NH ₃ -emissie (kg / dierplaats/jaar) (Referentie 13,0)	Benodigde extr investeringen (€ per dier)a)	Effect op saldo/winst (€ per dier)	Praktijkrijpheid	
Bestaande stallen	Bestaande systemen	1. Mestverwijdering (mestschuif) in combinatie met 1 andere techniek	Rav 1.10:7; 1.13:6; 1.14: 7, 1.18: 8, 1.21: 7, 1.23: 6, 1.24: 7	250 (140-550)	- 25 (-14 tot -50)	Bestaande techniek
		2. Mestverwijdering (mestschuif) in combinatie met 2 andere technieken	Rav 1.9: 6, 1.28:6	780 (750-800)	- 70 (-68 tot -72)	Bestaande techniek
	Systemen in ontwikkeling	3. Spoelen/schuiven en verdunnen op roostervloer	8,4 (mogelijk lager)	80	- 16	Gevorderd stadium
		4. Mest frequent restloos uit stal verwijderen	6,0	900	- 90	Experimenteerfase
		5. Urine scheiden bij de bron	<8,6	Niet bekend		Gevorderd stadium
Nieuwe stallen	Bestaande systemen	6. Mestverwijdering (mestschuif) in combinatie met 1 andere techniek	7,0	200 (113-450)	- 20 (-11 tot -41)	Bestaande techniek
		7. Mestverwijdering (mestschuif) in combinatie met 2 andere technieken	6,0	625 (601-643)	- 56 (-54 tot -57)	Bestaande techniek
	Systemen in ontwikkeling	8. Spoelen/schuiven en verdunnen op roostervloer	8,4 (mogelijk lager)	80	- 16	Gevorderd stadium
		9. Mest frequent restloos uit stal verwijderen	6,0	300	- 30	Bestaande techniek (om andere redenen beperkt toegepast)
		10.Urine scheiden bij de bron	<8,6	Niet bekend		Gevorderd stadium
		11.Mestscheiding en ammoniak-strippen van dunne fractie met luchtwasser	5,1			Experimenteerfase (in melkveehouderij)
		12.Afzuiging en reiniging van kelderlucht	5,1	266	-66	Gevorderd stadium
		Overige opties om NH ₃ -emissie melkveestallen te verlagen	13.Ureaseremmers	9,0-10,8	50	-10
14.Chemisch aanzuren	4,7		-67	Bestaande techniek (niet in Rav)		
15.Biologisch aanzuren mest	10,4 (9,2 (bij pH <5,5)		-132	Experimenteerfase		
16.Ventilatiemanagement	11,7 (indicatie)	75 (gordijnen aanwezig) - 150	- 11 tot -20	Bestaande techniek (niet in Rav)		
17.Koelen mest onder roostervloer	11,0 (indicatie)	300	- 30	Experimenteerfase (voor melkvee)		

a) betreft de benodigde extra investering ten opzichte van een reguliere vloer. De kosten voor een reguliere vloer bedragen circa € 350 per dierplaats.

Toelichting op cijfers in tabel

- *Maatregel 1, 2, 6 en 7:* Deze emissiecijfers zijn afkomstig uit de Rav-lijst. De meeste toegestane codes voor maatregel 1 en 8 hebben een emissiefactor van 7,0 kg, en enkele 6,0 of 8,0 kg. De toegestane codes voor maatregel 2 en 9 hebben een emissiefactor van 6,0 kg.
- *Maatregel 3 en 8:* het emissiecijfer is een schatting (rapport 1214). Recente proef op Dairy Campus geeft hoger reductiepercentage aan (55% in plaats van 35%, maar wel bij hogere referentiewaarde).
- *Maatregel 4 en 9:* Rapport 1214: Door de geproduceerde mest extern in plaats van in de stal op te slaan vindt er geen opslag-emissie meer plaats uit de stal (N.B.: wel is er dan nog enige extra ammoniakemissie uit de gesloten externe opslag). Op basis van modelberekening met het Snelstalmodel blijkt dat met elk uur mest verwijderen de vloeremissie met 25% kan worden teruggebracht ten opzichte van het niet verwijderen van de mest. De kelderemissie wordt door het ontbreken van mest volledig geëlimineerd. Ten opzichte van een conventionele roostervloerstal met 60% vloeremissie en 40% kelderemissie resteert er bij deze aanpassing nog een emissie van $(60 \times 0,75) + (40 \times 0) = 45\%$, dat wil zeggen een reductie van 55%. Naast een afname van de ammoniakemissie neemt door de directe verwijdering van mest en het ontbreken van mestopslag onder de vloer ook de methaanemissie uit de stal af. De ammoniakemissie uit de externe mestopslag is sterk gereduceerd (90%) door verplichte afdekking.
- *Maatregel 5 en 10:* Voor scheiden van urine bij de bron wordt een voorlopige emissiefactor vastgesteld, waarschijnlijk onder de waarde van 8,6 kg. Daarom hier de grens van Besluit emissiearme huisvesting gehanteerd. Kosten nog niet bekend.
- *Maatregel 11:* Rapport 1014. Rapport gaat over varkensmest; verwachte factor gelijkgesteld aan chemische luchtwasser.
- *Maatregel 12:* Bij het berekenen van het reductiepercentage bij stallen met roostervloeren (A1.100) is er van uitgegaan dat de verhouding 'vloeremissie : kelderemissie' 60:40 is. Ook is de aanname dat effectief 80% van de kelderlucht wordt afgezogen. Deze wordt gezuiverd met een chemische luchtwasser met een verwijderingsrendement van 90%. Dit leidt tot een netto-emissiereductie op stal basis van $40 \times 0,75 \times 0,90 =$ afgerond 25% op stalbasis.
- *Maatregel 13:* Rapport 1145. Het installeren van een automatische sproei-installatie in stallen met roostervloeren (A1.100), die met regelmatige tussenpozen de in vloeistof opgeloste ureaseremmer op de vloer aanbrengt (emissiereductie 30%). Bronnen:
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.01.006>
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.01.011>
- *Maatregel 14:* Toevoegen van bacteriën en organische zuren aan mest en een gemakkelijk afbreekbare C-bron (bijvoorbeeld melasse). Voor pH 5,5 is circa 50 L siroop met ~ 65% suiker per m³ drijfmest nodig. Doordat de pH van de mest op deze wijze afneemt, mag verwacht worden dat de ammoniakemissie uit de mestkelder afneemt. Gebaseerd op Melse et al., rapport 898, waarin een uitgebreide technische verhandeling beschreven staat hoe dit reductie% tot stand komt.
- *Maatregel 15:* In Denemarken is het systeem JH Agro A/S getest op varkensmest met een reductie voor ammoniak van 64%. Voor rundvee wordt een vergelijkbaar reductiepercentage realiseerbaar geacht. Kosten ontleend aan rapport 898.
- *Maatregel 17:* Volgens Mosquera et al. (2016) betekent een reductie van de ventilatie in melkveestallen met 25% een ammoniakemissiereductie van 10%
- *Maatregel 18:* Het koelen reduceert de emissie doordat het transport van ammoniak naar de luchtlag boven de mest wordt afgeremd. Bij stallen met roostervloer komt ongeveer 40% van de stalemissie uit de kelder. In eerder onderzoek van Groenestein en Huis in 't Veld (1996) bij koelen van varkensmest bleek dat de emissie uit de kelder met 40% kon worden teruggedrongen. Wanneer dit percentage wordt toegepast op de 40% kelderemissie uit melkveestallen, wordt een emissiereductie over de gehele stalemissie van afgerond 15% bereikt.

Referentielijst

- Bussink, D.W. et al., 2012. Biologisch aanzuren van mest kansrijk voor melkveebedrijven. Rapport 1422.N.11, Wageningen, NMI.
- Bussink, D.W. et al., 2014. Reducing NH₃ emissions from cattle slurry by (biological) acidification: experimental proof and practical feasibility. NMI Report 1422.N.12. Wageningen
- Commissie Deskundigen Meststoffenwet, 2014. Advies 'Bemesting met zwavelhoudende meststoffen' <https://edepot.wur.nl/342461>
- Dooren, H.J., 2021. Spoelen kent fors reducerend effect op ammoniakemissie (nieuwsbericht Verantwoorde Veehouderij).
- Groenestein, K., Bikker, P., Bruggen, van C., Ellen, H., Harn van, J., Huijsmans, J., Ogink, N., Šebek, L. en I. Vermeij, 2017. PAS Aanvullende reservemaatregelen Landbouw: uitwerking van een Quick scan. Wageningen Livestock Research, Rapport 1145.
- Groenestein, K., Ogink, N., Ellen, H., Šebek, L., Bruggen, van C., Huijsmans, J. en I. Vermeij, 2019. PAS Update aanvullende reservemaatregelen Landbouw. Wageningen Livestock Research, Rapport 1214.
- P. Hoeksma, A. Hol, R. Verheijen en N. Verdoes, 2016. Indampen van dunne mestfracties in combinatie met een luchtwasser; Wageningen Livestock Research, Rapport 1014.
- Melse, R.W., D.A.J. Starmans, N.W.M. Ogink, 2015. Aanzuursystemen voor rundveedrijfmest in stallen, Wageningen, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 898, 17 blz.
- J. Mosquera, J.M.G. Hol, J.W.H. Huis in 't Veld, H.J.C. van Dooren en N.W.M. Ogink, 2016. Onderzoek naar het effect van ACNV op de ammoniakemissie bij melkveestallen. Wageningen Livestock Research, Rapport 982
- Mosquera, J., A.J.A. Aarnink, H. Ellen, H.J.C. van Dooren, R.A. van Emous, J. van Harn en N.W.M. Ogink, 2017. Overzicht van maatregelen om de ammoniakemissie uit de veehouderij te beperken. Geactualiseerde versie 2017. Wageningen, Wageningen Livestock Research, Livestock Research Rapport 645.
- Subsidiemodules brongerichte verduurzaming stal- en managementmaatregelen (Sbv).
- Staatscourant 2020, 27006.
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.01.006>
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.01.011>
- VERA Verification Statement I JH Forsuring NH₄⁺, 2016

Bijlage 4 Literatuurcheck aanpassingen in de bedrijfsvoering



Foto: Shutterstock

Quickscan literatuur - Verlagen NH₃-emissie op melkveebedrijven via bedrijfsvoering

Welke maatregelen melkveehouders kunnen nemen en wat er bekend is over reductiepotentieel en economische effecten?

Inleiding

Dit document is opgesteld door Wageningen University & Research in opdracht van LTO Nederland, Rabobank en NZO en geeft inzicht in maatregelen die melkveehouders kunnen nemen om de ammoniakemissie op het bedrijf te verminderen. In dit document is samengevat wat de bestaande kennis (februari 2021) is over mogelijke emissiereductie (ammoniak) en economische consequenties van geselecteerde maatregelen op boerderijniveau. Er wordt ingegaan op maatregelen op het gebied van aanpassing van de bedrijfsvoering, met name voeding en bemesting. Hoewel dit document met zorgvuldigheid is samengesteld, kan vanwege de korte doorlooptijd van dit onderzoek niet worden gegarandeerd dat alle relevante literatuur is meegenomen. In vergelijkbare documenten wordt ingegaan op stalaanpassingen en structuurmaatregelen.

Bedrijfsvoering en ammoniakemissies

Ammoniakemissie op een melkveebedrijf is in vele opzichten afhankelijk van de bedrijfsvoering. Veranderingen in bouwplan, dieren aantallen, beweidingssysteem, productieniveau, voeding en bemesting werken allemaal door in de ammoniakemissie en grijpen op elkaar in. Effecten van aanpassingen in de bedrijfsvoering zijn daarom afhankelijk van de context van het bedrijf. Om het reductiepotentieel van maatregelen toch goed in te kunnen schatten, worden vaak voorbeeldbedrijven doorgerekend met integrale rekenmodellen waarbij de omstandigheden van het betreffende voorbeeldbedrijf zo goed mogelijk zijn benaderd.

Een belangrijke basis voor de berekening van de ammoniakemissie op een bedrijf is de hoeveelheid Totaal Ammoniakaal Stikstof (TAN) in de mest. Deze hoeveelheid is de basis voor de hoeveelheid N die uit de mest kan vervluchtigen in de stal en bij aanwending. De TAN-productie is te verlagen via de voeding door een lager eiwit aanbod en een hogere eiwitbenutting. Minder TAN in de mest werkt door in zowel de emissies uit de stal als die op het land. Meer weidegang zorgt voor minder mest in de mestopslag en werkt op die manier dus ook door op zowel stal- als veldemissie. Het aandeel van TAN dat vervluchtigt uit de stal (onder andere afhankelijk van het stalsysteem, zie document

stalaanpassingen) heeft ook weer invloed op de hoeveelheid TAN in de mest bij uitrijden. Welk aandeel van die TAN vervluchtigt bij het uitrijden is weer afhankelijk van de methode van uitrijden en de specifieke omstandigheden (bijvoorbeeld weer en bodemcondities).

Samenvattend is de ammoniakemissie van een melkveebedrijf afhankelijk van de toegepaste technieken (stallen en toediening), de omstandigheden (bijvoorbeeld weer en grondsoort) waarbij deze technieken worden toegepast, de hoeveelheid stikstof die wordt gebruikt in de voeding en bemesting en de efficiëntie waarmee deze N wordt omgezet in melk, vlees en ruwvoer.

Welke aanpassingen in de bedrijfsvoering zijn mogelijk?

Tabel 1 Overzicht van aanpassingen in de bedrijfsvoering om ammoniakemissie te verlagen op melkveebedrijven

Categorie	Maatregel	Omschrijving
Voeding en productie	1. N-gehalte rantsoen verlagen	Door het N-gehalte van het rantsoen te verlagen per eenheid energie (VEM) en darm verteerbaar eiwit (DVE), kan de hoeveelheid TAN in de mest (per dier) worden teruggebracht bij dezelfde productie. Dit heeft een verlagend effect op de ammoniakemissie per koe en per kg melk, zowel in de stal als bij toediening. Deze maatregel komt neer op het verlagen van de N/VEM- en N/DVE-verhouding in het rantsoen en kan op hoofdlijnen op 3 verschillende manieren worden ingevuld: 1) meer ruwvoer met een hogere energie- en/of DVE-dichtheid (bijvoorbeeld snijmais); 2) verlagen van de N/VEM- en N/DVE-verhouding van krachtvoer (en/of bijproducten) en 3) verlagen van de N/VEM- en/of N/DVE-verhouding in gras(kuil) bijvoorbeeld door minder te bemesten. De optimale manier hangt af van de specifieke omstandigheden van het bedrijf en vergt optimalisatie van het bedrijfssysteem. Een invulling van deze maatregel kan ook zijn om de energiedichtheid van het rantsoen juist te vergroten en daarmee ook de melkproductie per gevoerde kg N. Zowel bij hoge als lage productieniveaus is verlaging van de N/VEM- en N/DVE-verhouding van het rantsoen mogelijk. Bij lage productieniveaus zijn de mogelijkheden iets beperkter omdat er minder ruimte is om te sturen naar een hogere energiedichtheid. Een lager productieniveau heeft per koe wel een lagere emissie tot gevolg omdat de N-opname en uitscheiding lager zijn (forfaitaire N-excretie koe van 8.000 kg is 13% lager dan van 10.000 kg). Het effect op de totale emissie is afhankelijk van het aantal koeien.
	2. Levensduur verlengen	Door de levensduur van koeien te verlengen, hoeft minder jongvee te worden opgefokt. Omdat per melkkoe minder jongvee nodig is, daalt per koe ook de TAN-uitscheiding in de mest en daarmee ook de ammoniakemissie, zowel in de stal als bij toediening. Het effect op de totale emissie is afhankelijk van de vraag of de ontstane ruimte in fosfaatrechten wordt opgevuld met melkkoeien.
Weidegang	3. Verhogen uren weidegang	In de weide vervluchtigt een kleiner deel van de TAN dan in de stal omdat urine en feces minder met elkaar in aanraking komen. Bij het verhogen van het aantal uren weidegang, neemt de TAN-uitscheiding in de stal af, waardoor per koe de ammoniakemissie in de stal daalt.
Bemesting	4. Mest verdund uitrijden op grasland	Ammoniakemissie kan worden verlaagd door mest bij het uitrijden te verdunnen met water. Bij toediening met sleepvoetenmachine is sinds 2019 de verhouding water:mest 1:2 verplicht. Verder verdunnen (bijvoorbeeld naar 1:1) kan emissie verder reduceren. Bij zodenbemesting is er geen verplichte verdunning maar ook hierbij kan het met water verdunnen van dunne mest (1:2) bijdragen aan het verlagen van emissie. Via sleepslangen is mest vanuit de put via een slang van wel een kilometer of meer naar een trekker op het perceel pompen, die vervolgens met brede 'boom' met sleepvoeten (of zodemesters) de mest op/in de grond brengt. Door het toevoegen van water daalt de ammoniakemissie en gaat de benutting van de mest omhoog. De kosten voor de loonwerker voor het uitrijden van de mest nemen toe. Hier staat tegenover dat door drijfmest te verdunnen met water de ruwvoeropbrengst stijgt.
	5. Mest op grasland uitrijden onder optimale omstandigheden	Weersomstandigheden zijn bepalend voor de emissie. In de nationale monitoring wordt uitgegaan van gemiddelde weersomstandigheden. Uitrijden onder niet-drogende omstandigheden kan emissie verlagen. Er is minder emissie bij lagere luchttemperatuur, lagere windsnelheid, minder zonnestraling of een hogere relatieve luchtvochtigheid. Meer in voorjaar, minder in zomer uitrijden.

Categorie	Maatregel	Omschrijving
	6. Nauwkeuriger mest uitrijden	Nauwkeuriger uitrijden van mest kan emissie verlagen: mest keuriger op rij bij sleepvoet/in de strook bij zodenbemester geeft minder emitterend oppervlakte.
	7. Aanzuren van mest voor aanwending	Door het aanzuren (pH-verlaging van de mest) wordt er minder ammoniak (NH_3) in de mest gevormd, waardoor er dus potentieel minder van de met de mest opgebrachte ammonium (NH_4^+) als ammoniak kan vervluchtigen. Aanzuren met 2 of 4 liter zwavelzuur per m^3 mest bij sleepvoet. Bij zodenbemester is mogelijk minder zuur nodig.
	8. Minder kunstmest op grasland	Minder kunstmeststikstof strooien per hectare heeft een gunstig effect op de ammoniakemissie en de overschotten van stikstof. Door de lagere N-gift wordt minder gras gewonnen en neemt de aankoop van snijmais en krachtvoer toe. Door meer mais in het rantsoen daalt de stikstofexcretie en is minder mestafvoer nodig. Er is ook een direct effect van minder kunstmest maar dit draagt beperkt bij aan het effect van minder kunstmest (<1%).
	9. Minder dierlijke mest op grasland	Minder dierlijke mest op grasland vermindert de ammoniakemissie, maar heeft ook negatieve gevolgen voor de ruwvoeropbrengst. De lagere gift kan opgevangen worden door meer kunstmest (lagere emissiefactor dan dierlijke mest) en/of door meer snijmais in het rantsoen.
	10. Minder grasland – meer bouwland	Op bouwland is diepe injectie van drijfmest mogelijk met een veel (factor 10) lagere emissiefactor dan op grasland mogelijk is. Door mais in plaats van grasland te telen, kan de gemiddelde emissie van mesttoediening met een factor 4 omlaag.
	11. Andere kunstmestsoorten	Alle bekende stikstofhoudende kunstmestsoorten verschillen in essentie vooral door de vorm waarin de stikstof in het product aanwezig is: nitraat (NO_3^-), ammonium (NH_4^+) of amide (ureum). Ureum en ammonium hebben de hoogste emissiefactor. Meer toedienen in vorm van nitraat, vloeibaar ureum injecteren of met urease-remmer reduceert de ammoniakemissie.

Reductiemogelijkheden en economische effecten volgens de literatuur

Tabel 2 Overzicht van bestaande kennis over reductiepotentieel en economische effecten van aanpassingen in de bedrijfsvoering op melkveebedrijven (zie onderstaande toelichting op cijfers in de tabel voor onderbouwing en uitgangspunten bij de genoemde waarden)

Categorie	Maatregel	Reductiepotentieel NH ₃ -emissie	Benodigde investeringen	Effect op saldo/winst (€ per dier)	Wat zijn bepalende factoren voor effect en toepasbaarheid? Mogelijke neveneffecten?
Voeding en productie	1. N-gehalte rantsoen verlagen	5-15% van bedrijfsemissie		€ -9 - € -25 per dier	Uitgangspunt is optimalisatie binnen het bedrijfssysteem. Bij verdergaande reductie aanzienlijke aanpassingen vereist. Economische effecten afhankelijk van de invulling.
	2. Jongveebezetting verlagen	Per 0,5 daling jongvee per 10 stuks melkvee 2% reductie bedrijfsemissie (6% haalbaar)		€ 100	Als er minder jongvee is kan een valkuil zijn dat het rantsoen van overgebleven veestapel eiwitrijker wordt omdat minder mais wordt aangekocht. Ook is de vraag wat het netto effect is als de ontstane ruimte in fosfaatrechten wordt opgevuld met melkkoeien.
Beweiding	3. Verhogen uren weidegang	10% reductie bedrijfsemissie per 1.000 uur extra weidegang		€ -17 (intensief) € + 8 met 5% reductie (extensief)	Per extra uur weidegang neemt de ammoniakemissie gemiddeld 3,3 gram per koe per jaar af.
Bemesting	4. Mest verdund uitrijden op grasland	15-20% bedrijfsemissie	€ 0 (extensief) € 50 per dier (veengrond) € 300 per dier (zandgrond)	Veengrond: € 23 (intensief) of € 40 (extensief) Overijssel: € 6-9	Veengrond: 11% (intensief) of 25% (extensief bedrijf) op bedrijfsemissie bij verdunning 1:1. Overijssel: 12-18% Zodenbemesting: 20-30% reductie veldemissie bij 1:2 water:mest. Hoge kosten borgingssystematiek Gebruik van water voor dit doel, mede in relatie tot droogteproblematiek, is een punt van aandacht.
	5. Mest op grasland uitrijden onder optimale omstandigheden	10-25% bedrijfsemissie		€ -12 tot € -40 (€ 0,52 -1,55 per m ³ mest, Ipema 2015)	10-25% door betere omstandigheden, bijvoorbeeld vroeger in jaar uitrijden. De effecten kunnen per jaar anders en afhankelijk van de weersomstandigheden.
	6. Nauwkeuriger mest uitrijden	0-9% bedrijfsemissie		Kostenneutraal	Certificeren van loonwerkers
	7. Aanzuren van mest voor aanwending	7-24% veldemissie bij uitrijden met sleepvoeten		€ -25 (€ 1,03 per m ³ mest, Bussink 2013)	Risico op te hoge zwavelgehalten in het gewas en uitspoeling Hogere gewasopbrengsten. Besparing op S in kunstmest.
	8. Minder kunstmest op grasland	5 - 8% (op bedrijfsniveau) bij 50 kg N/ha minder		€ 15 of € -10 (intensief/extensief bedrijf)	Effect loopt vooral via meer snijmais in rantsoen
	9. Minder dierlijke mest op grasland	Elke 10% minder dierlijke mest circa 9% reductie veldemissie			Emissiefactor van ca 19% voor dierlijke mest op grasland naar 2,5% bij kunstmest of 2% bij diepe injectie op maisland
	10. Minder grasland – meer bouwland (snijmais)	Elke 10% minder dierlijke mest circa 9% reductie veldemissie			Emissiefactor van ca 19% voor dierlijke mest op grasland naar 2% bij diepe injectie op maisland
	11. Andere kunstmestsoorten	Elke 10% vervanging Kalkammonsalpeter (KAS) circa 4% reductie veldemissie			Emissiefactor bij toedienen van 2,5% bij KAS naar 1,5% bij vloeibaar injecteren ureum

Toelichting op cijfers in tabel

Effecten en kosten van maatregelen verschillen per bedrijfstype. In rapport 1161 (Evers, 2019) is onderscheid gemaakt tussen intensieve (20.000 kg melk/ha) en extensieve (11.000 kg melk/ha) veenweidebedrijven.

1. Verlagen van RE-rantsoen van niveau 2018 (167 RE) naar 150 RE, zou bij gelijke productie 14% emissiereductie betekenen, naar 160 RE 6% emissiereductie. Bron:
<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/532156> op basis van PBL-rapport
https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl_analyse_stikstofbronmaatregelen_24_april_2020.pdf. Bij bovenstaande bronnen is het effect niet op bedrijfsniveau doorgerekend.
Proeftuinrapporten (Overijssel en veenweiden) waar wel integraal is doorgerekend geven ook range aan van 5 tot 15% potentiële emissiereductie van voermaatregelen. Hierbij is echter de uitgangssituatie en eindsituatie van het totaal rantsoen niet altijd duidelijk. Economische effecten komen uit <http://www.proeftuinnatura2000.nl/wp-content/uploads/2015/11/Wetenschappelijk-rapport-Economie-compleet.pdf>.
2. Van der Vegte en Rapport 1161 (Evers, 2019). 20% minder jongvee leidt tot 4% minder stalemissie.
3. Rapport 856 (Hoving, 2015) en 1161 (Evers, 2019). Per 1000 extra uur weidegang neemt de ammoniakemissie gemiddeld 3,3 kg per koe per jaar af (circa 10%). 27% van melkvee krijgt geen beweiding, 7% krijgt tot 720 uur weidegang, 43% tussen 720-1440 uur, 12% tussen 1440-2160, 5% (2160-2880) en 6% >2880 (CBS). Door meer weiden neemt de netto grasopbrengst met bijna 1300 kVEM/ha af (meer beweidingverliezen en lagere bruto-opbrengst bij lichtere sneden). Om deze opbrengstdaling te compenseren, is aankoop van extra mais nodig. Op een extensief bedrijf dalen kosten voor loonwerk en gebouwen.
4. Rapport 918 (Evers, 2015), 1161 (Evers, 2019) en 1196 (Migchels 2019); borgingssystematiek met twee flowmeters, een EC-meter en datalogging en CDM-advies. In rapport 1161 (Evers, 2019) is aangenomen dat de reductie op veldemissie 40% was. Op basis van recente experimentele metingen, lijkt dit percentage wat overschat. Anderzijds kan verdere verdunning nog aanvullend effect hebben. Investering van € 50 per dier voor ruwvoeropslag op intensief bedrijf, oppervlaktewater beschikbaar voor mengen, is afgeleid uit jaarkosten gebouwen in rapport 1161 (Evers, 2019). Invloed op arbeidsopbrengst uit dit rapport hier omgerekend per dier. Op zandgrond is een waterbassin nodig met een investering van circa € 300 per dier (PBL-rapport 4073, Van den Born et al. (2020)).
5. Wageningen Livestock Research Rapportage 862 (Ipema, 2015), 1201 (Migchels 2019). Kosten betreffen registratiesysteem. Hoe groter deelname, hoe lager kosten. Genoemde range is bij 60% of 20% deelname.
6. Wageningen Livestock Research Rapportage 1201 (Migchels, 2019). De emissiefactor is in het verleden van 16% verhoogd naar 19% omdat in de praktijk mest minder nauwkeurig werd uitgereden.
Uit metingen op De Marke blijkt dat nauwkeurig uitrijden van mest ook financieel uit kan. Meer benutting = meer gras.
7. Rapport 629 (Huijsmans, 2015). Het aanzuren gaf een gemiddelde emissiereductie over alle proeven (onafhankelijk van tijdsduur proef) van 7% bij 2 liter zwavelzuur per m³ mest en 24% bij 4 liter per m³ mest ten opzichte van niet aangezuurde mest. Uit het verloop van de emissie blijkt dat gedurende het eerste etmaal na uitrijden het aanzuren een duidelijke emissiereductie geeft, maar dat deze reductie daarna afneemt ten gevolge van een alsnog later op gang komende emissie.
8. Rapport 1161 (Evers, 2019). Minder kunstmest toedienen heeft an sich niet zoveel effect, het zit hem meer in de gevolgen voor rantsoen en dergelijke (Aart Evers, pers. med).
9. CDM-advies derogatie.
10. Rapport 1278 (Vonk, 2020), Rapport WPR-1023 (van Dijk, 2020). De emissiefactor bij toedienen van dierlijke mest is op basis van toedieningsmethoden en emissiefactoren voor Nederland 22,4 voor grasland en 5,1 voor onbeteeld bouwland.
11. Rapport 1278 (Vonk, 2020), Rapport WPR-1023 (van Dijk, 2020). De meeste kunstmest (52%) in Nederland wordt toegediend als kalkammonsalpeter. Deze heeft reeds een lage emissiefactor van 2,5. Het toedienen in de vorm van 100% nitraat heeft een emissiefactor van 0, maar risico op uitspoeling. Het vloeibaar toedienen van ureum zit op 1,5. Daarvoor wel heel andere machines nodig. In vergelijking met dierlijke mest is reductiepotentieel kunstmest laag.

Referentielijst

- Beldman, A., J. Reijls, C. Daatselaar en G. Doornewaard, 2020, [De Nederlandse melkveehouderij in 2030: verkenning van mogelijke ontwikkelingen op basis van economische modellering](#), Wageningen: Wageningen Economic Research. 83 p. (Rapport / Wageningen Economic Research; no. 2020-090)
- Born, van den et al. (2020), Analyse stikstof-bronmaatregelen, Analyse op verzoek van het kabinet van zestien maatregelen om de uitstoot van stikstofoxiden en ammoniak in Nederland te beperken, Den Haag: PBL-publicatienummer: 4073.
- CDM-advies 'Effecten van verdunning van mest bij mestaanwending op zandgrond'
- CDM-advies: 'Milieueffecten bij geen derogatie van de Nitraatrichtlijn' 12-2-2020
- Dijk, W. van, J. de Boer, M.H.A. de Haan, P. Mostert, J. Oenema en J. Verloop, Rekenregels van de KringloopWijzer 2020: Achtergronden van BEX, BEA, BEN, BEP en BEC: actualisatie van de 2019-versie, 2020, Wageningen: Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business Unit Agrosystems Research. 151 p. (Rapport / Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosystems Research; no. WPR-1023)
- Evers, A.G., M.H.A. de Haan, G. Migchels, L. Joosten en M. van Leeuwen, 2019. Effecten van ammoniak reducerende maatregelen in bedrijfsverband; Scenariostudie voor proeftuin Natura 2000 in veenweidegebied. Wageningen Livestock Research, Rapport 1161.
- Evers, Aart, Michael de Haan, Izak Vermeij, Herman van Schooten, 2015. Economische gevolgen ammoniakemissie reducerende maatregelen; Scenariostudie van praktijkbedrijven Overijssel. Wageningen. Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research, Rapport 918. 51 blz.
- Hoving, I.E., G.J. Holshof, A.G. Evers en M.H.A. de Haan, 2015. Ammoniakemissie en weidegang
- melkvee; Verkenning weidegang als ammoniak reducerende maatregel. Lelystad, Wageningen UR (University & Research Centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 856. 45 blz.
- Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol en H.A. van Schooten, 2015. Toediening van aangezuurde mest met een sleepvoetenmachine op grasland. Ammoniakemissie en gewasopbrengst. Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR, Business Unit Agrosysteemkunde. Rapport 629.
- Ipema, A.H., D. Goense en J.F.M. Huijsmans, 2015. Anticiperen op het weer om emissie arm mest uit te rijden; Low emission manure application by anticipating on the weather. Lelystad, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 862. 33 blz.
- Migchels, G., L. Joosten, M. van Leeuwen, R. Ferwerda en W. Houwers, 2019. Borgen van maatregelen om ammoniakemissie te reduceren. Wageningen Livestock Research, Rapport 1196.
- Migchels, G. en C. van Dijk, 2019. Rapportage Adviezen aan beleidsmakers. Wageningen Livestock Research, Rapport 1201.
- Vegte, van der, Z. '[Minder jongvee, minder ammoniakemissie](#)', Nieuwsbrief Natura2000.
- Vonk, J., E.J.M.M. Arets, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, M.J. Schelhaas, T. van der Zee en G.L. Velthof, 2020. Referentieraming van emissies naar de lucht uit landbouw en landgebruik tot 2030, met doorkijk naar 2035. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2020. Wageningen Livestock Research, Rapport 1278.

Bijlage 5 Literatuurcheck structuurversterking



Foto: Shutterstock

Quickscan literatuur - Maatregelen voor een sterkere structuur van de melkveehouderij

Inleiding

Dit document is opgesteld door Wageningen University & Research in opdracht van LTO Nederland, Rabobank en NZO (hierna: opdrachtgever) in het kader van een studie naar ammoniakemissie reducerende maatregelen in de melkveehouderij. De opdrachtgever constateert dat het realiseren van stikstofdoelen met behoud van een economisch vitale melkveehouderij en oog voor andere maatschappelijke opgaven waar de sector voor staat, investeringen vereist langs drie lijnen, waaronder de lijn van investeren in versterking van de structuur van de melkveehouderij, onder meer door het verbeteren van de verkaveling en het beschikbaar maken/houden van grond. In dit document wordt eerst de visie van de opdrachtgever op deze lijn van structuurversterking weergegeven. Vervolgens wordt een vertaalslag gemaakt naar concrete maatregelen op bedrijfsniveau. Daarna wordt weergegeven wat vanuit onderzoek bekend is over economische effecten en potentiële bijdragen aan reductie van NH_3 -emissie. In andere documenten worden stalmaatregelen en maatregelen in de bedrijfsvoering uitgewerkt. Hoewel dit document met zorgvuldigheid is samengesteld, kan vanwege de korte doorlooptijd van dit onderzoek niet worden gegarandeerd dat alle relevante literatuur is meegenomen.

Visie van opdrachtgever op versterking van de structuur

Versterking van de structuur van de melkveehouderij wordt gezien als randvoorwaarde om emissiereductie via de andere sporen (stal- en managementmaatregelen) te bereiken. In de visie van de opdrachtgever leidt versterking van de structuur tot economisch stabielere bedrijven en een betere uitgangssituatie om duurzaamheidsprestaties te verbeteren. Zo bieden grondgebondenheid en een betere verkaveling de ondernemer meer mogelijkheden voor weidegang en leiden zij tot lagere bewerkingskosten. Het maakt ook bijvoorbeeld bemesten met sleepslang en toevoeging van water beter mogelijk. Voor een deel van de bedrijven geeft meer grondgebondenheid ook ruimte voor natuurbeheer op een deel van het bedrijf: een extensievere bedrijfsvoering op deze bedrijven kan bijdragen aan het verlagen van emissies per hectare.

De door de overheid aangekondigde beëindigingsregelingen (Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties en Regeling provinciale aankoop veehouderijen nabij natuurgebieden) zullen mogelijk resulteren in extra stoppers nabij Natura 2000-gebieden. Om bij te dragen aan versterking

van de structuur van de blijvers is het van belang dat deze grond in gebiedsprocessen beschikbaar komt om blijvende bedrijven de ruimte te bieden om bijvoorbeeld de huiskavel te vergroten of het aandeel grond onder het bedrijf te vergroten.

Ook het verplaatsen van (melkvee)bedrijven (zogenoemde piekbelasters) om stikstofdepositie nabij Natura 2000-gebieden te verlagen, kan bijdragen aan een betere structuur. Voorwaarde is wel dat de grond die beschikbaar komt ook weer ingezet wordt voor een betere verkaveling en meer grond onder de blijvende bedrijven.

Daarnaast ziet de opdrachtgever dat verplaatsing en beëindigingsregelingen een versnelling teweeg kunnen brengen in het emissiearm maken van stallen. Voorwaarde hierbij is wel dat goede gebiedsprocessen en beleidsondersteuning worden ingericht.

Vertaling naar concrete maatregelen op bedrijfsniveau en kwalitatieve beschrijving potentieel effect

Categorie	Maatregel	Omschrijving maatregel	Potentieel effect economie bedrijf	Potentieel effect op ammoniakemissie	Overige effecten
Betere verkaveling	1. <i>Betere verkaveling algemeen</i>	Door het ruilen van kavels is het mogelijk om minder en/of meer aaneengesloten kavels op afstand te realiseren.	In een verkavelingsanalyse die is uitgevoerd voor de provincie Utrecht (1) is op basis van voorbeelden een indicatief economische effect aangegeven van het verbeteren van de verkaveling. Voor een bedrijf van 48 ha nemen de bewerkingskosten met € 87 tot € 225 per ha af als de verkaveling verbetert. Een analyse in het kader van de evaluatie van het programma landbouwstructuurversterking Overijssel (2) laat een daling van de bewerkingskosten met € 27 per ha zien.	Zie vergroten huiskavel.	Een betere verkaveling biedt eventueel ook mogelijkheden om eerder nieuwe technieken toe te passen of het bouwplan te kunnen optimaliseren. Hier is geen concreet onderzoek over bekend in welke mate dit het geval is. Het gaat hier om kavelruil, om het uitruilen van percelen. Als dit ook gepaard gaat met het vergroten van percelen, dan kan dit van invloed zijn op het landschap.
	2. <i>Vergroten huiskavel</i>	Door het ruilen van kavels is het mogelijk om grotere huiskavels te realiseren.	Grotere huiskavel draagt ook bij aan lagere bewerkingskosten.	Een grotere huiskavel geeft de mogelijkheid om meer weidegang toe te passen en om verdund uitrijden tegen lagere kosten te realiseren (3). Beiden dragen bij aan een lagere ammoniakemissie (zie managementmaatregelen)	
Extensiveren	3. <i>Meer grond onder bedrijven</i>	Door meer grond of buurtcontracten, meer voer op het eigen bedrijf of in de regio telen.	In het advies van de commissie grondgebondenheid (3) is een kwalitatieve economische analyse uitgevoerd waarin de volgende drie effecten als eerste zijn benoemd: hogere bewerkingskosten, lagere krachtvoerkosten en stijgende kapitaalslasten door het verwerven van grond. Er is geen integraal economisch effect berekend.	Het effect op de ammoniakemissie is in het advies van de commissie grondgebondenheid (3) niet in beeld gebracht.	
	4. <i>Extensiveren grasland gebruik</i>	Meer grond bij een gelijke veestapel biedt de mogelijkheid om het bemestingsniveau op het grasland te verlagen en/of biedt ruimte voor kruidenrijk grasland of andere vormen van natuurbeheer.		Zie voor het effect van het verlagen van het bemestingsniveau op ammoniakemissie het document managementmaatregelen.	
Verplaatsen	5. <i>Verplaatsen</i>	Verplaatsen van bedrijven kan in ieder geval lokaal bijdragen aan verlaging van de ammoniakemissie en daarmee aan de depositiedoelstellingen in de stikstofwet.		Het overall effect van verplaatsen op de landelijke ammoniakemissie hangt af het verschil in bijvoorbeeld de stal en de bedrijfsvoering in de uitgangssituatie en de nieuwe situatie.	

Referentielijst

- Both, M., T. Vogelzang, H. Prins, [Focus op integrale gebiedsontwikkeling. Verkavelingsanalyse Provincie Utrecht](#). 2017, Kadaster. In dit onderzoek zijn met een rekenmodel van het kadaster indicatieve economische effecten uitgerekend voor het verschil tussen slechte (20% huiskavel, 6 veldkavels op 4 km), matige (40% huiskavel, 5 veldkavels op 3 km), redelijke (60% huiskavel, 4 veldkavels op 2 km) en goede verkaveling (80% huiskavel, 2 veldkavels op 2 km) voor een bedrijf van 48 ha.
- In Boonstra F.G. et al., 2019. [Evaluatie programma landbouwstructuurversterking Overijssel](#) WENR rapport 2941 is een analyse van het bedrijfseconomisch effect uitgevoerd. De analyse beperkt zich tot de bewerkingskosten.
- Pol, A. van den, P.W. Blokland, T.J.A. Gies, M.H.A.de Haan, G. Holshof, H.S.D. Naeff en A.P. Philipsen, [Beweidbare oppervlakte en weidegang op melkveebedrijven in Nederland](#), 2015, Wageningen: Wageningen UR Livestock Research. 57 p. (Livestock Research rapport; no. 917).
- Dit rapport laat zien dat de omvang van de huiskavel slechts zelden weidegang volledig onmogelijk maakt (1-2% heeft geen huiskavel, bij 6% van de bedrijven is technisch weidegang niet mogelijk), maar wel voor veel bedrijven een beperkende factor is voor de mate waarin weidegang kan worden toegepast.
- Commissie grondgebondenheid: [Grondgebondenheid als basis voor een toekomstbestendige melkveehouderij](#)

Bijlage 6 Uitgangspunten berekeningen

In deze bijlage zijn de belangrijkste uitgangspunten van de economische berekeningen in deze studie nader uitgewerkt. Dit is uitgesplitst in de volgende onderdelen:

1. Investeringsbedragen emissiearme stallen
2. Nadere toelichting uitgangspunten bij verdund mest uitrijden
3. Uitgangspunten kosten en opbrengsten in Dairy Wise
4. Uitgangspunten technische bedrijfsvoering in Dairy Wise
5. Grond en pachtprizen

B6.1 Investeringsbedragen emissiearme stallen

Uitgangssituatie reguliere stal

Bij nieuwbouw wordt als uitgangspunt gehanteerd dat op 50% van de dierplaatsen een nog te ontwikkelen integraal emissiearme techniek zal worden toegepast (Zie Bijlage 3: maatregel 9 (frequent restloos verwijderen), 10 (scheiden bij de bron), 11 (scheiden en strippen dunne fractie), 12 (afzuiging en reiniging kelderlucht) en dat voor de andere 50% van de dierplaatsen een bestaande emissiearme vloer wordt gekozen (maatregel 6 en 7).

Bij aanpassen van bestaande stallen is de volgende mix van systemen uit Bijlage 3 verondersteld: 25% van de dierplaatsen maatregel 1 (bestaand systeem, schuif + 1 techniek), 25% maatregel 2 (bestaand systeem, schuif + 2 technieken), 25% maatregel 3 (nieuwe techniek, spoelen en verdunnen) een 25% maatregel 4 (nieuwe techniek, mest restloos verwijderen).

De benodigde investering per dierplaats is vervolgens gebaseerd op de verhouding aanpassing van bestaande stallen en nieuwbouw. De jaarkosten van de investering zijn berekend op basis van afschrijving, rente en onderhoud. Afschrijving en onderhoud verschillen per techniek.

Tabel B6.1 Mix van technieken met bijbehorende extra investeringen en jaarkosten voor reguliere stallen (€ per dierplaats)

	Aandeel		Investering		Jaarkosten investering
Bestaande stallen, mix technieken					
Bestaand systeem, maatregel 1	25%	€	250	€	25
Bestaand systeem, maatregel 2	25%	€	780	€	70
Nieuw systeem, maatregel 3	25%	€	80	€	16
Nieuw systeem, maatregel 4	25%	€	900	€	90
Gemiddeld	100%	€	503	€	50
Nieuwe stallen, mix technieken					
Bestaande techniek, maatregel 6	25%	€	200	€	20
Bestaande techniek, maatregel 7	25%	€	625	€	56
Nieuwe techniek, gemiddelde van maatregel 9-12	50%	€	300	€	50
Gemiddeld		€	356	€	44
Doet geen aanpassingen want voldoet al	0%	€	-	€	-
Past bestaande stal aan (meerkosten)	65%	€	503	€	50
Past bestaande stal aan (basisvloer) ¹⁾	65%	€	228	€	34
Bouwt nieuwe stal	35%	€	356	€	44
Gemiddeld		€	689	€	82.19

1) Gebaseerd op een investering in een reguliere vloer van € 350 per dierplaats.

Huidige emissiearme stallen:

Bij nieuwbouw is, gelijk aan de reguliere stallen, als uitgangspunt gehanteerd dat op 50% van de dierplaatsen een nog te ontwikkelen integraal emissiearme techniek zal worden toegepast (Zie Bijlage 3: maatregel 9 (frequent restloos verwijderen), 10 (scheiden bij de bron), 11 (scheiden en strippen dunne fractie), 12 (afzuiging en reiniging kelderlucht) en dat voor de andere 50% van de dierplaatsen een bestaande emissiearme vloer wordt gekozen (maatregel 6 en 7).

Bij aanpassen van bestaande stallen is de volgende mix van systemen uit Bijlage 3 verondersteld: 50% van de dierplaatsen maatregel 1 (bestaand systeem, schuif + 1 techniek) en 50% maatregel 3 (nieuwe techniek, spoelen en verdunnen).

Tabel B6.2 Mix van technieken met bijbehorende extra investeringen en jaarkosten voor stallen die in de uitgangssituatie emissie-arm zijn (€ per dierplaats).

	Aandeel		Investering		Jaarkosten investering
Bestaande stallen, mix technieken					
Bestaand systeem, maatregel 1	50%	€	250	€	25
Bestaand systeem, maatregel 2	0%	€	780	€	70
Nieuw systeem, maatregel 3	50%	€	80	€	16
Nieuw systeem, maatregel 4	0%	€	900	€	90
Nieuwe stallen, mix technieken					
Gemiddeld	100%	€	165	€	21
Bestaande techniek, maatregel 6	25%	€	200	€	20
Bestaande techniek, maatregel 7	25%	€	625	€	56
Nieuwe techniek, gemiddelde van maatregel 9-12	50%	€	300	€	50
Gemiddeld		€	356	€	44
Doet geen aanpassingen want voldoet al	60%	€	-	€	-
Past bestaande stal aan (meerkosten)	35%	€	165	€	21
Past bestaande stal aan (basisvloer) ¹⁾	35%	€	123	€	18
Bouwt nieuwe stal	5%	€	356	€	44
Gemiddeld		€	198	€	28

1) Gebaseerd op een investering in een reguliere vloer van € 350 per dierplaats.

B6.2 Nadere toelichting kosten verdund mest uitrijden

Extra wateropslag

Voor de zandbedrijven is een extra wateropslag ingerekend omdat deze bedrijven waarschijnlijk moeilijker kunnen beschikken over oppervlaktewater. Uitgangspunt is dat deze bedrijven het regenwater opvangen van het dak van de melkveestal en dit water opvangen in een silo (investering € 50/m³ met 5% afschrijving, 2,5% onderhoud en 3% rente van gemiddeld geïnvesteerd vermogen). De omvang van de silo wordt bepaald door de hoeveelheid mest die op het eerste uitrijtjdstip verdund wordt uitgereden op grasland. Wanneer er als voorbeeld 1000 m³ mest op het eerste uitrijtjdstip wordt uitgereden op grasland en er 75% hiervan wordt verdund is een wateropslag van 75% *1000 m³ is 750 m³ nodig. Uitgangspunt is dat na het eerste uitrijtjdstip voldoende water wordt opgevangen om 75% van de mest die tot en met augustus op grasland wordt uitgereden te verdunnen.

Tarieven mest uitrijden

In onderstaande tabel B6.3 is aangegeven met welke loonwerktarieven voor mest uitrijden in deze studie is gerekend. Het gaat om verschillende toedieningsmethoden waarbij een tarief is bepaald voor uitrijden met 50% verdunde mest en een tarief voor uitrijden van drijfmest zonder verdunning. Bij de sleepvoetbemester en sleufkouter wordt een deel van de mest via sleepslangen uitgereden. In tabel B6.3 is aangegeven welk deel van de mest met een tank, zelfrijder of sleepslang wordt uitgereden, om uiteindelijk een tarief per ton drijfmest te bepalen.

Tabel B6.3 Gehanteerde tarieven voor mestuitrijden bij verschillende toedieningsmethoden, afhankelijk van verdunning van mest met 50% water en werkwijze (zelfrijder, trekker met tank of sleepslangen), bedragen in € per ton drijfmest, excl. BTW

Methode	Onverdund	Verdund (50% water)	
	½ zelfrijder; ½ trekker met tank	1/3 deel sleepslang; ½ zelfrijder; 1/6 deel trekker met tank	
sleepvoet		2.60	3.30
sleufkouter		2.60	3.30
Methode	Onverdund	Verdund (50% water)	
	½ zelfrijder; ½ trekker met tank	¾ deel zelfrijder; ¼ deel trekker met tank	
zodebemester		2.80	3.90

De tarieven in tabel B6.3 zijn ontleend aan informatie van Sjon de Leeuw, expert mechanisatie en adviseur bij PPP Agro Advies.

De basisinformatie is als volgt:

Verkaveling, ontsluiting via wegen, smalle of brede wegen, voetgangers en fietsers in buitengebieden hebben allemaal invloed op de kosten. Ofwel is een standaard getal niet zo heel eenvoudig weer te geven. Hieronder een overzicht. Uitgaande van redelijk goede verkaveling. Bedragen weergegeven in euro per ton drijfmest, exclusief btw.

Zelfrijder	Onverdund tank	Verdund tank	Onverdund Zelfrijder	Verdund
Sleepvoet	2,50 à 3,50	3,75 à 5,25	1,75 à 2,50	2,65 à 3,75
Sleufkouter	zelfde			
Zodebemester	2,75 à 3,75	4,15 à 5,60	2,00 à 2,75	3,00 à 4,15

Let wel dat de verkaveling hier een heel grote rol in kan spelen. Het uitgangspunt is 4 vrachten per uur met de tank en 5 met zelfrijder. Bij sleepvoet of sleufkouter is er weinig of geen verschil in het tarief. Een zelfrijder is fors duurder, maar heeft meer capaciteit. Hierdoor is het bedrag per ton mest lager. Aanwending via de sleepslang, met sleepvoet/sleufkouter, komt uit op 2,0 à 3,0 euro per ton mest.

Capaciteit met 50% water neemt circa 10% tot 20% af. Water zit er altijd al bij om capaciteit te verhogen. Echter 50% water geeft dus afname van de capaciteit, waardoor het tarief gemiddeld 2,50 à 3,25 euro per ton wordt. Kleine oppervlakten zijn aanzienlijk duurder vanwege op- en afbouw systeem.

Bovenstaande basisinformatie leidt tot onderstaande tabel B6.4, waar de tarieven voor uitrijden van drijfmest per ton en per methode en mate van verdunning zijn weergegeven. Deze tabel B6.4 is de basis voor bovenstaande tabel B6.3 om de tarieven per ton drijfmest per methode te bepalen.

Tabel B6.4 Ingeschatte tarieven voor mestuitrijden, vertaald uit bovenstaande basisinformatie van expert Sjon de Leeuw, bij verschillende toedieningsmethoden, afhankelijk van verdunning van mest met 50% water en werkwijze (zelfrijder, trekker met tank of sleepslangen), bedragen in € per ton drijfmest, exclusief btw

Methode	onverdund trekker met tank	50% verdund trekker met tank	onverdund zelfrijder	50% verdund zelfrijder	50% verdund sleepslang
sleepvoet	3	4,5	2,2	3,2	2,875
sleufkouter	3	4,5	2,2	3,2	2,875
zodebemester	3,25	4,875	2,37	3,575	-

B6.3 Uitgangspunten kosten en opbrengsten in Dairy Wise

In onderstaande tabel zijn de belangrijkste algemene uitgangspunten ten aanzien van kosten en opbrengsten in het Dairy Wise model samengevat. Hierbij is onderscheid gemaakt naar de 4 bedrijven in NW (op klei en veengrond) en de 4 bedrijven in ZO (op zandgrond).

Tabel B6.5 Algemene uitgangspunten ten aanzien van kosten en opbrengsten in Dairy Wise model

Opbrengsten	Eenheid	NW (4 bedrijven op klei en veen)	ZO (4 bedrijven op zand)
Omzet en Aanwas			
Melkras stierkalveren (nuchter)	eur/dier	90	90
Melkras vaarskalveren (nuchter)	eur/dier	30	30
Melkras pinken (12 mnd)	eur/dier	600	600
Melkras pinken (2 jr)	eur/dier	1.350	1.350
Melkras koeien	eur/dier	650	650
Verkoop ruwvoer			
Graskuil	eur/kVEM	0,103	0,103
Snijmais	eur/kVEM	0,112	0,112
Melkopbrengsten			
Melkprijs bij weiden koeien	€/100 kg melk	36	36
Melkprijs zonder weiden koeien	€/100 kg melk	34,5	34,5
Bedrijfstoeslag			
Toeslag per ha in 2018	eur/ha	379-425, afh van aandeel mais in verleden	397-470, afh van aandeel mais in verleden
Toeslag per ha in 2030	eur/ha	375	375
Mestaanvoer			
Vergoeding mestaanvoer	eur/ton	0	0
KOSTEN			
Voerkosten			
Aankoop graskuil	eur/kVEM	0,103	0,103
Aankoop maiskuil	eur/kVEM	0,112	0,112
Loonwerk oogst aangekochte graskuil	eur/ha	86	86
Loonwerk oogst aangekochte maiskuil	eur/ha	420	420
Standaard krachtvoer 90 DVE	€/100 kg	22,5	22,5
Eiwitrijk krachtvoer 120 DVE	€/100 kg	26	26
Zeer eiwitrijk krachtvoer 180 DVE	€/100 kg	32,5	32,5
Kunstmelkpoeder	€/100 kg	200	200
Diverse voerkosten	€/koe	20	20
Energie en water			
Vastrecht energie en water	eur	1.883	1.883
Hoog tarief electriciteit	eur/kWh	0,16	0,16
Laag tarief electriciteit	eur/kWh	0,15	0,15
Water	eur/m ³	0,73	0,73
Gewasbeschermingsmiddelen			
Onderhoud grasland	eur/ha	12,5	12,5
Herinzaai grasland (niet op veen)	eur/ha	44	44
Doorzaai grasland (niet op veen)	eur/ha	44	44
Snijmais	eur/ha	100	100

Opbrengsten	Eenheid	NW (4 bedrijven op klei en veen)	ZO (4 bedrijven op zand)
Meststoffen			
Stikstof	eur/kg N	0,95	0.95
Kali	eur/kg K ₂ O	0,60	0.60
Overige bemestingskosten grasland	eur/ha	12	88
Overige bemestingskosten maisland	eur/ha	100	83
Zaaizaad			
Herinzaai grasland (niet op veen)	eur/ha	198	198
Doorzaai grasland (niet op veen)	eur/ha	178	178
Snijmais	eur/ha	225	225
Vanggewas snijmais	eur/ha	nvt	27
Grond- en hulpstoffen			
Gecombineerd reinigingsmiddel	eur/l	1,3	1.3
Zuur reinigingsmiddel	eur/l	2,1	2.1
Kuilplastic	eur/m ²	0,32	0.32
Afrastering	eur/ha grasland	117	117
Zaagsel	(eur/ton)	200	200
Veekosten			
Dierenarts+ziektebeestr. koeien	eur/100 kg melk	0,98	0,98
Dierenarts+ziektebestrijding pinken	eur/dier	21,89	21,89
Dierenarts+ziektebestrijding kalveren	eur/dier	49,54	49,54
Bedrijfsbegeleiding per melkkoe	eur/dier	13,5	13,5
Melkcontrole (incl. registratie)	eur/koe	26,4	26,4
Inseminatiekosten /melkkoe	eur/dier	57,15	57,15
Inseminatiekosten /pink	eur/dier	57,15	57,15
Scheren per melkkoe	eur/dier	10,3	10,3
Scheren per stuks jongvee	eur/dier	6,9	6,9
Klauwverzorging	eur/dier	15,9	15,9

Kosten	Eenheid	NW (4 bedrijven op klei en veen)	ZO (4 bedrijven op zand)
Brandstofkosten			
Grasland	eur/ha	80-101 afh van maaipercentage en gebruik	79-142 afh van maaipercentage en gebruik
Snijmais ¹	eur/ha	11	29
Loonwerk			
Maaien	eur/ha	39	39
Schudden	eur/ha	zelf	zelf
Wiersen	eur/ha	zelf	zelf
Inkuilen huiskavel grasland	eur/ha	86	86
Extra silage- of opraapwagen gras op afstand	eur/ha	23	23
Aanrijden	eur/ha	16	16
Gronddek	eur/m ²	0,32	0,32
Graslandonderhoud (spuiten)	eur/ha	8	8
Herinzaai grasland (niet op veen)	eur/ha	475	320
Doorzaai grasland (niet op veen)	eur/ha	186	186
Teelt snijmais ²	eur/ha	388	187
Oogst huiskavel snijmais	eur/ha	491	491
Extra silagewagen oogst snijmais op afstand	eur/ha	104	104
Teelt vanggewas snijmais	eur/ha	nvt	76
Slootonderhoud	eur/ha	28	28
Loonwerk mestuitrijden (zie ook B6.2)			
Sleepvoeten onverdund op grasland	eur/ton	2.6	nvt
Sleepvoeten verdund op grasland	eur/ton	3.3	nvt
Sleufkouter op grasland onverdund	eur/ton	2.6	nvt
½ sleufkouter ½ zodebemesten op grasland verdund	eur/ton	3.6	nvt
Zodebemesten op grasland onverdund	eur/ton	2.8	2.8
Zodebemesten op grasland verdund	eur/ton	3.9	3,9 ³
Drijfmest op bouwland direct onderwerken	eur/ton	4.4	nvt
Drijfmest op bouwland injecteren	eur/ton	3.4	3.4
Mestafvoer			
Ophaalbijdrage afzet mest	eur/ton	11	11

1) Uitgangspunt is dat ploegen op kleigrond door de loonwerker gebeurt en op zandgrond in eigen beheer.

2) Op kleigrond ploegen in loonwerk en op zandgrond in eigen beheer. Daarnaast voert de loonwerker op kleigrond een extra grondbewerking met de rotorkopeg uit, deze grondbewerking is op zandgrond niet nodig.

3) Dit is het tarief bij verdund uitrijden: bij 75% verdund uitrijden van mest met de zodebemester op zandgrond is het tarief voor uitrijden een combinatie van verdund en onverdund uitrijden en komt dit uit op 3,63 euro per ton.

B6.4 Uitgangspunten technische bedrijfsvoering in Dairy Wise

Tabel B6.6 Uitgangspunten technische bedrijfsvoering in Dairy Wise voor de uitgangssituatie (2018)

	Uitgangssituatie (2018)							
	NW	NW	NW	NW	ZO	ZO	ZO	ZO
	klein extensief	klein intensief	groot extensief	groot intensief	klein extensief	klein intensief	groot extensief	groot intensief
Algemeen								
Aantal koeien (stuks)	60	70	145	170	60	70	135	160
Jongvee/10 melkkoeien (stuks)	6,2	4,6	6,1	4,9	6,7	5,4	6,3	5,3
Melk per koe (kg)	7.750	8.500	9.000	8.750	8.500	9.000	9.000	9.250
Geleverde melk (kg)	465.000	595.000	1.305.000	1.487.500	510.000	630.000	1.215.000	1.480.000
Benodigde fosfaatrechten (stuks)	2.980	3.453	7.714	8.585	3.159	3.646	7.226	8.421
Fosfaatrechten per ton melk	6,4	5,8	5,9	5,8	6,2	5,8	5,9	5,7
Oppervlakte bedrijf (ha)	42,27	34	94,91	78,29	39,23	28	79,67	56,38
w.v. gras (ha)	40,16	32,98	85,42	69,68	32,95	23,52	65,33	46,23
w.v. mais (ha)	2,11	1,02	9,49	8,61	6,28	4,48	14,34	10,15
Aandeel mais in bouwplan (%)	5%	3%	10%	11%	16%	16%	18%	18%
Koeien per ha	1,4	2,1	1,5	2,2	1,5	2,5	1,7	2,8
Intensiteit (kg melk/ha)	11.001	17.500	13.750	19.000	13.000	22.500	15.250	26.250
Grondsoort	veen	klei	klei	klei	zand	zand	zand	zand
	5% klei							
Ha eigendom (incl. 1 ha erf)	31,04	22,05	60,42	49,95	27,23	18,27	50,82	36,15
Ha pacht	18,23	12,95	35,49	29,34	16,00	10,73	29,85	21,23
Weidegang								
Uren weiden melkkoeien	2.543	1.539	1.368	1.044	1.440	1.176	0	0
Weiden koeien	dag en nacht	alleen overdag	alleen overdag	alleen overdag	alleen overdag	alleen niet weiden, overdag geen vers gras	alleen niet weiden, overdag geen vers gras	niet weiden, geen vers gras
Bijvoeding mais weideperiode (kg ds/koe/dag)	2,5	3,0	3,5	4,0	6,0	5,0	0,0	0,0
Bijvoeding graskuil weideperiode (kg ds/koe/dag)	1,0	2,0	2,5	4,0	0,0	2,0	0,0	0,0
Weiden pinken	ja	ja	ja	nee	ja	nee	ja	nee
Weiden kalveren	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
Techniek en bemesting								
Staltype, emissiefactor per koeplaats	roosters RAV EF 13	roosters RAV EF 13	roosters RAV EF 13	roosters RAV EF 13	roosters RAV EF 13	roosters RAV EF 13	roosters RAV EF 13	Emissiear m RAV EF 9,18
N-Emissie (%) van TAN in de stal (staldagen)	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	10,1
Mesttoediening grasland	Sleepvoet	Sleuf- kouter	Zode- bemesten	Sleuf- kouter	Zode- bemesten	Zode- bemesten	Zode- bemesten	Zode- bemesten
Mesttoediening maisland	1 werkgang Onder- werken	Injectie	Injectie	Injectie	Injectie	Injectie	Injectie	Injectie

Uitgangssituatie (2018)								
	NW klein extensief	NW klein intensief	NW groot extensief	NW groot intensief	ZO klein extensief	ZO klein intensief	ZO groot extensief	ZO groot intensief
Mestaanvoer (ton)	50	0	0	0	45	0	0	0
Mestafvoer (ton)	0	438	0	1.425	0	702	419	2.224
Gebruiksnorm dierlijke mest stikstof (kg N/ha)	250	250	250	250	230	230	230	230
Mestplaatsing uit dierlijke mest (kg N/ha)	241	250	247	250	230	230	224	230
Gebruiksnorm stikstof totaal (kg N/ha)	260	339	326	325	228	228	283	283
Toegediende werkzame N totaal (kg N/ha)	203	261	229	248	220	229	258	274
Kunstmeststikstof grasland (kg N/ha)	95	152	125	148	127	142	141	158
Voeding								
Rantsoen veestapel:								
Aandeel vers gras (%)	28	20	18	10	20	11	5	0
Aandeel graskuil (%)	40	45	44	49	31	29	45	40
Aandeel mais (%)	7	9	9	11	23	32	24	29
Aandeel krachtvoer en bijproducten (%)	25	26	29	30	26	28	26	32
Krachtvoer per koe (kg incl. jongvee)	2.272	2.384	2.857	2.788	2.442	2.637	2.543	3.004
RE-totaal rantsoen (g RE/kg ds)	181	177	180	176	165	156	162	163
RE/kVEM (g/kVEM)	191	184	186	181	167	158	166	165
RE krachtvoer (g RE/kg)	169	173	170	175	187	200	182	192
Aankoop graskuil (ton ds)	0	0	0	0	0	0	0	0
Aankoop maiskuil (ton ds)	3	36	0	26	12	123	57	260
Verkoop graskuil (ton ds)	58	0	85	0	45	0	141	0
Verkoop maiskuil (ton ds)	0	0	18	0	0	0	0	0
TAN productie								
TAN productie per koe incl. jongvee (kg TAN/koe)	112,0	102,5	113,7	102,4	94,1	81,9	92,0	89,4
TAN productie per fosfaatrecht (TAN/fosfaatrecht)	2,3	2,1	2,1	2,0	1,8	1,6	1,7	1,7

Tabel B6.7 Uitgangspunten technische bedrijfsvoering in Dairy Wise voor de eindsituatie (2030)

	Eindsituatie (2030)							
	NW	NW	NW	NW	ZO	ZO	ZO	ZO
	klein extensief	klein intensief	groot extensief	groot intensief	klein extensief	klein intensief	groot extensief	groot intensief
Algemeen								
Aantal koeien (stuks)	89	82	174	218	82	85	172	210
Jongvee/10 melkkoeien (stuks)	6,2	4,6	6,1	4,9	6,7	5,4	6,3	5,3
Melk per koe (kg)	8830	9.580	10.080	9.830	9.580	10.080	10.080	10.330
Geleverde melk (kg)	785.870	785.560	1.753.920	2.142.940	785.560	856.800	1.733.760	2.169.300
Benodigde fosfaatrechten (stuks)	4.678	4.282	9.761	11.641	4.554	4.674	9.706	11.662
Fosfaatrechten per ton melk	6,0	5,5	5,6	5,4	5,8	5,5	5,6	5,4
Oppervlakte bedrijf (ha)	57,27	40	109,91	100,29	50,23	35	97,67	78,38
w.v. gras (ha)	54,41	36	93,42	80,24	40,19	28	78,14	62,71
w.v. mais (ha)	2,86	4	16,49	20,05	10,04	7	19,53	15,67
Aandeel mais in bouwplan (%)	5%	10%	15%	20%	20%	20%	20%	20%
Koeien per ha	1,6	2,1	1,6	2,2	1,6	2,4	1,8	2,7
Intensiteit (kg melk/ha)	13.722	19.639	15.958	21,367	15.639	24.480	17.751	27.677
Grondsoort	veen	klei	klei	klei	zand	zand	zand	zand
	5% klei							
Ha eigendom (incl. 1 ha erf)	34,04	24,05	65,42	57,25	29,89	20,6	56,82	43,48
Ha pacht	24,23	16,95	45,49	44,04	21,34	15,4	41,85	35,9
Weidegang								
Uren weiden melkkoeien	2.512	1.458	1.716	1.032	2.070	1.305	797	0
Weiden koeien	dag en nacht	alleen overdag	combi dag/nacht	alleen overdag	combi dag/nacht	alleen overdag	alleen overdag	niet weiden
Bijvoeding mais weideperiode (kg ds/koe/dag)	2,5	4,0	4,3	7,0	5,1	5,2	7,0	0,0
Bijvoeding graskuil weideperiode (kg ds/koe/dag)	1,0	1,0	0,9	1,0	0,0	0,0	2,5	0,0
Weiden pinken	ja	ja	ja	nee	ja	nee	ja	nee
Weiden kalveren	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
Techniek en bemesting								
Staltype, emissiefactor per koeplaats	Emissiearm, RAV EF 8,6	Emissiearm, RAV EF 8,6	Emissiearm, RAV EF 8,6	Emissiearm, RAV EF 8,6	Emissiearm, RAV EF 8,6	Emissiearm, RAV EF 8,6	Emissiearm, RAV EF 8,6	Emissiearm, RAV EF 8,6
N-emissie (%) van TAN in de stal (staldagen)	9,46	9,46	9,46	9,46	9,46	9,46	9,46	9,46
Mesttoediening grasland	Sleepvoet	½ Sleufk+ ½ zodebem	Zode- bemesten	½ Sleuf+ ½ zodebem	Zode- bemesten	Zode- bemesten	Zode- bemesten	Zode- bemesten
Mesttoediening maisland	1 werkgang onder- werken	Injectie	Injectie	injectie	Injectie	Injectie	Injectie	Injectie
Mestaanvoer (ton)	50	0	0	0	0	0	0	0
Mestafvoer (ton)	0	563	375	1.736	225	899	1.020	2.807
Gebruiksnorm dierlijke mest stikstof (kg N/ha)	250	250	250	250	230	230	230	230
Mestplaatsing uit dierlijke mest (kg N/ha)	234	250	250	250	230	230	230	230
Gebruiksnorm stikstof totaal (kg N/ha)	260	327	317	308	222	222	222	278
Toegediende werkzame N totaal (kg N/ha)	197	258	223	241	210	227	205	272

	Eindsituatie (2030)							
	NW	NW	NW	NW	ZO	ZO	ZO	ZO
	klein extensief	klein intensief	groot extensief	groot intensief	klein extensief	klein intensief	groot extensief	groot intensief
Kunstmeststikstof grasland (kg N/ha)	92	157	119	151	118	145	116	157
Voeding								
Rantsoen veestapel:								
Aandeel vers gras (%)	26	17	18	10	22	11	13	0
Aandeel graskuil (%)	39	34	34	35	22	19	34	38
Aandeel mais (%)	7	19	17	22	29	38	24	29
Aandeel krachtvoer en bijproducten (%)	28	30	31	33	28	31	29	33
Krachtvoer per koe (kg incl. jongvee)	2.792	2.890	3.197	3.218	2.789	3.119	3.014	3.324
RE-totaal rantsoen (g RE/kg ds)	171	165	168	165	160	155	160	158
RE/kVEM (g/kVEM)	179	168	173	167	161	155	163	160
RE krachtvoer (g RE/kg)	130	167	159	176	195	211	180	180
Aankoop graskuil (ton ds)	0	0	0	0	0	0	0	0
Aankoop maiskuil (ton ds)	12	75	46	139	56	196	52	398
Verkoop graskuil (ton ds)	0	0	0	0	0	0	22	0
Verkoop maiskuil (ton ds)	0	0	0	0	0	0	0	0
TAN productie								
TAN productie per koe incl. jongvee (kg TAN/koe)	105,8	92,6	104,8	92,8	92,7	83,3	93,3	87,7
TAN-productie per fosfaatrecht (TAN/fosfaatrecht)	2,0	1,8	1,9	1,7	1,7	1,5	1,7	1,6

B6.5 Grond en pacht prijzen

Bij de grondprijzen is een onderscheid gemaakt tussen de regio Noordwest en de regio Zuidoost. De grondprijzen zijn afgeleid van de grondprijzen die in Beldman et al. (2020) zijn gebruikt. Er is gewerkt met één pacht prijs: € 700 per ha. Dit is overeenkomstig Beldman et al. (2020).

Tabel B6.8 Gehanteerde grondprijzen (€ per ha)

Regio	Noordwest	Zuidoost
Prijs	54.008	58.923

Wageningen Economic Research
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
T 070 335 83 30
E communications.ssg@wur.nl
www.wur.nl/economic-research

Wageningen Economic Research
RAPPORT
2021-052

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers (5.500 fte) en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



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



Wageningen Economic Research
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
T 070 335 83 30
E communications.ssg@wur.nl
www.wur.nl/economic-research

Rapport 2021-052
ISBN 978-94-6395-800-4

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers (5.500 fte) en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

