Planbureau voor de Leefomgeving

ANALYSE STIKSTOF-BRONMAATREGELEN

Analyse op verzoek van het kabinet van zestien maatregelen om de uitstoot van stikstofoxiden en ammoniak in Nederland te beperken

Notitie

PBL in samenwerking met TNO, CE Delft, RIVM

24 april 2020

PBL

Colofon

Analyse stikstofbronmaatregelen, Analyse op verzoek van het kabinet van zestien maatregelen om de uitstoot van stikstofoxiden en ammoniak in Nederland te beperken

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2020

PBL-publicatienummer: 4073

Contact

gertjan.vandenborn@pbl.nl

Auteurs

Gert Jan van den Born, Lars Couvreur, Jan van Dam, Gerben Geilenkirchen, Maarten ’t Hoen, Robert Koelemeijer, Marian van Schijndel, Martijn Vink, Emma van der Zanden (PBL).

Met bijdragen van: Chris Backes (Universiteit Utrecht), Arjen van Hinsberg (PBL), RIVM, TNO, CE Delft.

Redactie figuren

Beeldredactie PBL

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Van den Born 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.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is voor alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

Inhoud

Samenvatting 5

1 Inleiding 17

1.1 Achtergrond pakket bronmaatregelen 17
1.2 Opzet analyse bronmaatregelen 18

2 Juridisch kader 21

2.1 Waarom vergunningverlening lastig geworden is 21
2.2 Waarom het PAS niet voldeed aan de Habitatrichtlijn 22
2.3 Implicaties van het juridisch kader voor het effect van overheidsbeleid op vergunningverlening 24
2.4 Implicaties van het juridisch kader voor het kiezen van type maatregelen 24
2.5 Implicaties van het juridisch kader voor stikstofreducties veroorzaakt door de coronacrisis 25

3 Stikstofemissie en depositie in Nederland 26

4 Werkwijze analyse 32

4.1 Basispad uitstoot ammoniak en stikstofoxiden 32
4.2 Relatie tussen emissie en depositie 35
4.3 Gehanteerde kostenmethodiek 37
4.4 Betrouwbaarheid en onzekerheden 39

5 Landbouw 42

5.1 Inleiding 42
5.2 Samenvatting effecten landbouw 43
5.3 Ontwikkeling van stikstofemissies in het basispad 47
5.4 Verhogen budget Saneringsregeling varkenshouderijen 49
5.5 Gerichte opkoop piekbelasters veehouderij 52
5.6 Landelijke beëindigingsregeling piekbelasters veehouderij 57
5.7 Het vergroten van het aantal uren weidegang 61
5.8 Verdunnen mest met water bij zodenbemester in zandgebieden 64
5.9 Stalmaatregelen 66
5.10 Afromen en doorhalen van fosfaatrechten tot sectorplafond 72
5.11 Voermaatregelen 73
5.11.1 Voer- en managementmaatregelen melkveehouderij 73
5.11.2 Voermaatregelen varkens- en pluimveehouderij 76

6 Mobiliteit 80

6.1 Bevindingen voor mobiliteit 80
6.2 Uitstoot van stikstof door mobiliteit in het basispad 82
6.3 Gerichte handhaving defecte en gemanipuleerde AdBlue systemen vrachtwagens 86
6.4 Subsidieregeling verschoning binnenvaartmotoren 88

6.5 Verduurzaming mobiele werktuigen in de bouw 93
6.6 Walstroom zeescheepvaart 97
6.7 Stimuleren elektrisch taxiën in de luchtvaart 99

7 Industrie en overige sectoren 101

7.1 Inleiding 101
7.2 Ontwikkeling van uitstoot van stikstof in het basispad bij de industrie en elektriciteitsproductie 102
7.3 Subsidiestop ISDE (pelletkachels en biomassaketels) 103
7.4 Aanscherpen eisen BBT 104
7.5 Specifieke maatwerkaanpak industriële piekbelasters 106

Bronnen 109

Samenvatting

Achtergrond pakket stikstofbronmaatregelen
De uitspraak van de Raad van State van 29 mei 2019 over het Programma Aanpak Stikstof (PAS) heeft tot maatschappelijke onrust geleid. Met deze gerechtelijke uitspraak verviel de mogelijkheid om op basis van het PAS vergunningen te verlenen voor nieuwe economische en maatschappelijke activiteiten die stikstof uitstoten en daarmee een mogelijk negatief effect hebben op stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden[1]. Vergunningverlening is na de uitspraak in veel gevallen lastig geworden, wat economische activiteiten heeft stilgelegd, het werken aan maatschappelijke opgaven als woningbouw hindert en bedrijven economisch in het nauw brengt. De uitspraak van de Raad van State is gebaseerd op de Habitatrichtlijn, een Europese richtlijn die als doel heeft de Europese natuur te beschermen. Van de 161 Nederlandse Natura 2000-gebieden zijn er 130 gevoelig voor een teveel aan stikstofneerslag uit de lucht, ofwel stikstofdepositie, die veroorzaakt wordt door stikstofuitstoot van bijvoorbeeld de landbouw, het verkeer, de industrie of bronnen in het buitenland.

In reactie op de uitspraak van de Raad van State heeft het Kabinet gezocht naar maatregelen om kosteneffectief de stikstofdepositie te verlagen. De maatregelen die in deze notitie zijn geanalyseerd zijn zogenoemde stikstof-bronmaatregelen die zich richten op het verminderen van stikstofdepositie op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden, door de uitstoot van verschillende bronnen terug te dringen. Om voor de langere termijn structurele verbetering in de kwaliteit van natuur te realiseren – zoals de Habitatrichtlijn vereist – en vergunningen te kunnen verlenen, kunnen – en moeten op termijn – ook andere type maatregelen worden getroffen om de natuur te versterken, zoals bijvoorbeeld het verbeteren van de hydrologie van natuurgebieden. Stikstofbronmaatregelen die getroffen worden om een dalende trend in stikstofdepositie te bereiken blijven evenwel belangrijk om te voldoen aan de verplichting om een achteruitgang van de kwaliteit van de gebieden zo snel als redelijkerwijs mogelijk te stoppen als het vergemakkelijken van vergunningverlening. Het mogelijke bredere pakket aan maatregelen wordt in algemene zin beschreven in de PBL policybrief *Stikstof in Perspectief* (Vink en Van Hinsberg 2019).

Proces en afbakening van de analyse
PBL heeft in samenwerking met RIVM, TNO en CE Delft op verzoek van het kabinet geanalyseerd wat de te verwachten effecten zijn van een uitgebreide set door het kabinet aangedragen opties voor stikstofbronmaatregelen. De maatregelen hebben betrekking op landbouw, mobiliteit en de overige sectoren. Het kabinet heeft ondertussen een selectie van stikstofbronmaatregelen gepresenteerd in zijn brief "*Voortgang stikstofproblematiek: structurele aanpak*" aan de Tweede Kamer van 24 april 2020.

De maatregelen zijn geanalyseerd in een kennis-aan-tafel proces, waarbij de kennisinstituten liggende kennis en informatie hebben ingebracht[2]. Daarbij is uitgegaan van door het kabinet aangeleverde informatie over vormgeving en instrumentatie (waaronder budgetten) van de maatregelen. Deze informatie is in de loop van februari 2020 aan de kennisinstituten aangeleverd in de vorm van fiches met maatregelbeschrijvingen. Tot medio maart is deze informatie door de departementen nog aangevuld, verduidelijkt en aangescherpt; daarna zijn de uitgangspunten voor de analyse door het PBL bevroren. Deze notitie weerspiegelt daarmee de stand van denken van

1 Met het vervallen van het PAS is ook de tot dan toe geldende drempelwaarde voor vergunningverlening vervallen. De drempelwaarde was volgens de Raad van State onvoldoende wetenschappelijk onderbouwd. Daarmee zijn ook projecten die relatief weinig stikstof uitstoten vergunningplichtig geworden.
2 Binnen de beschikbare tijd was er slechts beperkt ruimte om externe experts te raadplegen, bijvoorbeeld door workshops te organiseren.

medio maart 2020. Dit betekent dat de vormgeving en instrumentatie van de maatregelen in deze notitie kan afwijken van de beschrijving in de brief van het kabinet. Waar relevant zijn de belangrijkste verschillen in de tekst over de individuele maatregelen aangegeven (zie de hoofdstukken 5, 6 en 7); een aanpassing van de analyse was in dit eindstadium niet meer mogelijk. Ook in het vervolgproces kan het kabinet nog andere keuzes maken over de uitwerking van de maatregelen, bijvoorbeeld als gevolg van nieuwe inzichten, het politieke debat met de Tweede Kamer en/of afstemming met de betrokken sectoren. Dit kan de effectinschattingen van de maatregelen beïnvloeden.

Deze notitie geeft een beschrijving van een analyse van de potentiële maatregelen op basis van effecten op de depositie van stikstof en op economische kentallen als kosten en kosteneffectiviteit. Waar mogelijk is ook een (kwalitatieve) inschatting gemaakt van de neveneffecten van de maatregelen. De sociale en menselijke aspecten gekoppeld aan de soms ingrijpende maatregelen zijn in deze analyse niet meegewogen. Het PBL realiseert zich evenwel terdege dat de maatregelen een grote impact kunnen hebben voor de betrokken (individuele) actoren. Deze notitie gaat evenmin in op de effecten van de stikstofbronmaatregelen op de verbetering van de natuurkwaliteit.

In voorgenoemde kamerbrief presenteert het kabinet ook een pakket maatregelen voor natuurbehoud en -herstel, in combinatie met onder meer de stikstofbronmaatregelen. Het PBL heeft de analyse van de effecten daarvan op de natuurkwaliteit beschreven in een aparte notitie: "*Quick scan intensivering natuurmaatregelen. Een eerste inschatting van potentiële effecten."* (van Egmond en van Hinsberg 2020).

Relatie tussen stikstofbronmaatregelen en vergunningverlening
Deze notitie doet nadrukkelijk géén uitspraken over de te verwachten effecten van de voorgestelde maatregelen – of andere ontwikkelingen in emissies, bijvoorbeeld door de coronacrisis – op de *mogelijkheden voor vergunningverlening*. De vergunningverlening is een juridische kwestie, die niet is voorgelegd aan het PBL. Zij vormt echter wel het fundament onder de huidige stikstofproblematiek. Om die reden schetst deze notitie wel het juridische kader dat bepalend zal zijn voor een eventuele gerechtelijke uitspraak over het inzetten van de voorgestelde maatregelen, en andere ontwikkelingen zoals de coronacrisis. voor vergunningverlening.

Zoals hierboven al benoemd is het doel van de Habitatrichtlijn het in stand houden en waar nodig verbeteren van de natuurkwaliteit in Natura 2000-gebieden. Stikstofbronmaatregelen kunnen daar een bijdrage aan leveren, maar dat zijn zeker niet de enige maatregelen waaraan gedacht kan worden. De Habitatrichtlijn vraagt dan ook niet om landelijke stikstofdoelen (zie Vink en Van Hinsberg 2019). Waar de Habitatrichtlijn wel om vraagt is beleidsinspanning om de natuur in Natura 2000 gebieden niet te laten verslechteren, dan wel om de natuurkwaliteit te laten verbeteren. Op termijn moet de Nederlandse natuur volgens de Habitatrichtlijn in een 'gunstige staat van instandhouding' gebracht worden. Voor dit laatste is echter geen termijn geformuleerd en bestaat beleidsmatig manoeuvreerruimte. Overheidsbeleid om vergunningverlening te vergemakkelijken komt volgens de Habitatrichtlijn op de tweede plek, na de inspanning die moet worden geleverd om aan de natuurkwaliteit te werken. Dus, wanneer de overheid er voor kiest om vergunningverlening te vergemakkelijken, dan zullen daarbij alle verplichtingen uit de Habitatrichtlijn vervuld moeten worden en zullen de kaders van de Habitatrichtlijn voor de juridische duiding van maatregelen in acht genomen moeten worden. Wel is het daarbij zo dat stikstof-reducerende maatregelen in sommige gevallen als mitigerende maatregelen geduid kunnen worden. Voorwaarde is daarbij dat zij in het kader van een concreet te vergunnen project genomen worden en zo verhinderen dat zo'n activiteit leidt tot een hogere stikstofdepositie.

Vergunningverlening zal in essentie gebiedsgerichte maatregelen vergen omdat de natuurkwaliteit in het geval van een vergunningaanvraag gebiedspecifiek beoordeeld wordt. Het beleidsmatig formuleren van een landelijk stikstofdoel en de selectie van daarmee samenhangende bronmaatregelen kan helpen bij het houden van beleidskoers om de kwaliteit van de natuur in Nederland te verbeteren; het vergemakkelijken van vergunningverlening wordt daardoor echter nog niet automatisch gegarandeerd.

Tot slot kunnen ontwikkelingen in de leefomgeving die een positief effect hebben op de natuurkwaliteit, maar niet voortkomen uit doelgericht natuurbeleid of gekoppeld zijn aan een concreet project of activiteit, niet zonder meer worden gebruikt om te voldoen aan de eisen van de Habitatrichtlijn te voldoen. Het effect van deze zogenoemde 'autonome ontwikkelingen' op de ruimte voor vergunningverlening is daarmee beperkt. Autonome ontwikkelingen zijn in dit geval bijvoorbeeld reducties in stikstofdepositie door de coronacrisis, maar ook reducties in stikstofdepositie door algemeen beleid of bijvoorbeeld technologische ontwikkelingen in het verkeer, de landbouw of industrie.

Opzet analyse stikstofbronmaatregelen
De analyse richt zich op het bepalen van het potentieel van de door het Kabinet aangedragen opties voor maatregelen, bij een volledige inzet van de betreffende maatregelen in 2030. Dit zichtjaar is gehanteerd omdat de beleidsdoelen van het kabinet zijn geformuleerd voor het jaar 2030. Om de invloed van de maatregelen te bepalen bovenop de verwachte ontwikkelingen in het zogenoemde basispad (inclusief vastgesteld en eerder voorgenomen beleid), is gebruik gemaakt van de raming die is opgesteld in het kader van de Klimaat- en Energieverkenning 2019 (Schoots en Hammingh 2019, ; PBL et al. 2020b). Daarin zijn de verwachte emissies tussen 2018 – 2030 voor broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen, zoals de verschillende stikstofemissies (ammoniak (NH_3) en stikstofoxiden (NO_x)), in Nederland in kaart gebracht.

Het voorgestelde maatregelpakket kent twee typen maatregelen: maatregelen die éénmaal genomen worden en een langjarig of structureel effect opleveren (bijvoorbeeld investeringen in schone technologie en stallen, opkoop) en maatregelen die jaarlijks terugkeren om een structureel effect te sorteren, zoals het vergroten van het aantal uren weidegang. De kosteneffectiviteit van de verschillende typen maatregelen kan – ook over de verschillende sectoren heen – met elkaar vergeleken worden door deze uit te drukken in de nationale kosten per vermeden mol stikstof-depositie per hectare stikstofgevoelige natuurgebieden per jaar in 2030 (mln. euro/mol N/ha/jaar)[3].

Om de analyse binnen een kort tijdsbestek mogelijk te maken hanteert het PBL het begrip nationale kosten, berekend volgens de milieu-kostenmethodiek (Ministerie van VROM, 1998; 2004)[4]. Dit houdt in dat per maatregel het saldo van *directe* kosten én *directe* opbrengsten onder invloed van nieuwe maatregelen wordt berekend ten opzichte van het basispad. De nationale kosten geven een beeld van de kosten voor de Nederlandse samenleving als geheel, ongeacht wie deze draagt. Daarmee geeft het begrip nationale kosten dus geen informatie over wie die kosten voor zijn rekening neemt, ofwel hoe die kosten zijn verdeeld over partijen in de samenleving. De nationale kosten worden zonder de zogenoemde overdrachten (zoals de btw en subsidies) gepresenteerd. Dit in tegenstelling tot de 'eindverbruikersbenadering', waarbinnen wel rekening wordt gehouden met de overdrachten (belastingen en subsidies).
In aanvulling op de nationale kosten zijn in de analyse ook de (cumulatieve) overheidsuitgaven voor de verschillende maatregelen in beeld gebracht, zodat inzichtelijk wordt welk beslag de maatregelen de komende periode leggen op overheidsbudgetten.

[3] Een mol is de basiseenheid voor een hoeveelheid stof. In dit geval gaat het om de hoeveelheid stikstof die neerkomt op natuurgebieden. Een mol stikstof komt overeen met 14 gram.
[4] Dit is een minder uitgebreide en diepgaande methodiek dan een maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA).

Voor het omrekenen van emissiereducties van ammoniak en stikstofoxiden naar reductie van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden is gebruikt gemaakt van conversiefactoren die door het RIVM zijn berekend (RIVM 2020a). In de analyse van de effectiviteit van de maatregelen (Hoofdstukken 5, 6 en 7) is telkens aangegeven welke conversiefactor voor de vertaling van emissie-effect naar depositie-effect is gehanteerd.

Onzekerheden
De gepresenteerde uitkomsten kennen aanzienlijke onzekerheden rond kennis of modellen, beleid en gedrag, en ontwikkelingen in de toekomst[5].

Gedragseffecten zijn onzeker
De te verwachten gedragseffecten vormen een belangrijke onzekerheid bij het inschatten van de effecten van de voorgestelde maatregelen. De implementatie van de maatregelen vergt veel van degenen die het uiteindelijk moeten doen: de boeren, de ondernemers en werknemers in de bouw, industrie, binnenvaart en zeescheepvaart. De voorgestelde maatregelen kunnen aanzienlijke consequenties hebben voor hun inkomen, winst en hun schuldpositie. Het is hierbij voor mensen (ondernemers) vaak van belang of er een adequaat verdienmodel is. Dit is een essentiële prikkel om te investeren in maatregelen, omdat dan de kans immers reëel wordt dat zij hun investeringen kunnen terugverdienen. De snelheid en effectiviteit van de implementatie van veel van de maatregelen is daarnaast sterk afhankelijk van beschikbare kennis, scholingsmogelijkheden, managementvaardigheden, eerdere ervaringen en het optreden van leereffecten in de betreffende sectoren.

Instrumentatie en innovatieve technieken
Het inschatten van de gedragseffecten wordt ook bemoeilijkt door het feit dat de beleidsinstrumenten - bijvoorbeeld het beschikbare budget en de precieze vormgeving van een regeling – voor het verwezenlijken van de voorgestelde maatregelen in een aantal gevallen binnen de fiches met maatregelbeschrijvingen nog onvoldoende concreet zijn uitgewerkt of dat keuzes omtrent opties nog niet zijn gemaakt (onzekerheden in beleid). Een aantal van de maatregelen is bovendien gebaseerd op de introductie van innovatieve technologie, die momenteel vaak nog in de kinderschoenen staat. Dit betekent dat de effectiviteit van de maatregel nog niet grootschalig in de praktijk is bewezen, en dat de kosten en daarmee de betaalbaarheid nog lastig zijn in te schatten.

Impact van de coronacrisis
Deze onzekerheid rond de te verwachte gedragseffecten bij alle actoren – zowel overheden als sectoren – wordt verder versterkt door de impact van de coronacrisis. Het CPB heeft recent scenario's voor de mogelijke impact van de coronacrisis gepubliceerd (CPB 2020). Hieruit blijkt dat de coronacrisis leidt tot grote aanvullende onzekerheden. Het CPB constateert dat Nederland zich inmiddels in een andere economische werkelijkheid bevindt. De impact is in elk geval groot voor 2020 en de eerste jaren daarna. Hoewel het PBL de komende jaren al (ingroei)effecten van de verschillende maatregelen verwacht, zijn deze onzeker tegen de achtergrond van de coronacrisis. Om die reden is in deze notitie grote terughoudendheid betracht bij het presenteren van effecten voor dichtbij gelegen zichtjaren[6]. Vooralsnog verwacht het PBL dat de geschatte effecten in 2030 gerealiseerd kunnen worden. Echter, hoe langer de crisis duurt en hoe dieper de daarop volgende recessie uitpakt, hoe groter de kans is dat de impact ook in de effecten op de langere termijn (richting 2030) zal doorwerken. Dit valt nu nog niet te voorspellen.

De analyses die worden toegelicht in deze notitie zijn gemaakt in de periode van half februari tot half maart 2020, voordat de omvang van de coronacrisis zich ten volle ontvouwde. Ook in het

[5] Binnen het beschikbare tijdsbestek was het niet mogelijk gevoeligheidsanalyses of scenarioanalyses uit te voeren.
[6] Tot eind maart heeft PBL ook gewerkt aan effectinschattingen voor de zichtjaren 2021 en 2022, vanwege de coronacrisis zijn deze niet meer verder uitgewerkt of geactualiseerd. Deze inschattingen zijn desgewenst opvraagbaar.

basispad dat is gebruikt voor de effectschattingen, is geen rekening gehouden met de coronacrisis en de economische recessie die daar waarschijnlijk uit volgt. De impact van een mogelijke recessie op de implementatie en effectiviteit van de maatregelen verschilt.

Partiële analyses
Ten slotte is het van belang te vermelden dat de bronmaatregelen in deze notitie geanalyseerd zijn als afzonderlijke maatregelen en niet als totaalpakket. Hierdoor is de wisselwerking tussen de verschillende maatregelen niet meegenomen, evenmin als de samenhang met andere typen beleid. Het is mogelijk dat kansen op synergie tussen stikstofbronmaatregelen en oplossingen voor andere maatschappelijke opgaven (zoals de klimaatopgave) hierdoor niet zijn meegewogen.

Overzicht van uitkomsten van de analyse
Tabel I presenteert een overzicht van de belangrijkste uitkomsten van de uitgevoerde analyses.

Streefwaarde en bronmaatregelen
Het kabinet geeft in zijn kamerbrief van 24 april 2020 aan er naar te streven dat in 2030 ten minste vijftig procent van de hectares met stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden onder de kritische depositiewaarden zijn gebracht. Om die streefwaarde van 50% te realiseren, is volgens het kabinet in totaal een stikstofdepositiereductie van gemiddeld 255 mol N per hectare per jaar in 2030 nodig. Als gevolg van de ontwikkelingen en het voorgenomen beleid in het basispad in binnen- en buitenland, zal de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuur tussen 2018 en 2030 naar verwachting dalen met ongeveer 120 mol N per hectare per jaar. Daarbij verwacht het kabinet dat de maatregelen uit het Klimaatakkoord circa 25 mol N per hectare per jaar zullen bijdragen[7]. Met het gepresenteerde pakket stikstofbronmaatregelen beoogt het kabinet een aanvullende stikstofdepositiereductie tussen 100 en 120 mol per hectare per jaar in 2030 te realiseren.

Uit tabel I komt naar voren dat het totale pakket maatregelen naar schatting leidt tot een reductie van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden in een globale bandbreedte tussen 125 en 180 mol N per hectare per jaar. De voorzichtige conclusie is dat het kabinet zijn beoogde stikstofdepositiereductie bij volledige realisatie van het voorgestelde maatregelpakket lijkt te kunnen realiseren.
Deze berekening kent echter onzekerheden. Bij het inschatten van deze globale bandbreedte moet in overweging worden genomen dat de maatregelen op elkaar inwerken en dat de effecten dus niet zonder meer volledig kunnen worden opgeteld. De schattingen zijn daarnaast, zoals aangegeven, gebaseerd op de inzichten en aannames over de vormgeving en instrumentering van de maatregelen van medio maart. Het uiteindelijke effect is afhankelijk van de nog te maken keuzes over de vormgeving, de instrumentering (o.a. budgetten) en de gerealiseerde snelheid van implementatie van de maatregelen.

[7] Dit getal is gebaseerd op een globale eerste inschatting door het PBL. Eind 2020 komt hierover meer duidelijkheid op basis van de Klimaat- en Energieverkenning 2020 (KEV2020).

Tabel I Overzicht van effecten en kosten van stikstofbronmaatregelen in 2030

Maatregel	Emissie-reductie NO_x (kton)	Emissie-reductie NH_3 (kton)	Depositie-reductie (mol N/ ha/jaar)	Nationale kosten (mln. euro)	Kosten-effectiviteit (mln. euro /mol N/ha /jaar)	Overheids-uitgaven cumulatief t/m 2030 (mln. euro)
Sector landbouw*						
Subsidieregeling sanering varkenshouderijen	nb	0,8	8,5	28	3,3	241
Gerichte opkoop piekbelasters	nb	0,9	9,1	40	3,7	350
Landelijke beëindigingsregeling piekbelasters	nb	3,0	31,7	115	3,6	1000
Vergroten aantal uren weidegang	nb	0,2 - 0,5	1,5 - 3,7	0,3	0,1 - 0,2	3
Verdunnen mest met water	nb	1,0 - 2,0	4,6 - 9,2	28	3,0 - 6,1	105
Stalmaatregelen • Varkens • Melkvee	 nb nb	 1,4 - 2,0 2,6 - 3,7	 10 - 14 19 - 27	 21 - 34 27	 1,9 - 2,7 1,0 - 1,4	 85 - 145 120
Afromen en doorhalen van fosfaatrechten	0	0	-	-	-	-
Verlagen eiwitgehalte veevoer • Varkens • Pluimvee (leghennen) • Melkvee	 nb nb nb	 1,2 - 2,4 1,3 - 1,9 3,2 - 6,4	 8 - 15 8 - 12 20 - 40	 13 – 60 29 - 73 8	 1,7 – 4,2 3,5 – 6,2 0,2 - 0,4	 0 0 73
Sector mobiliteit						
Handhaving katalysatoren vrachtauto's	2,2	-0,03	2,0	4,2	2,1	18
Subsidieregeling retrofit binnenvaart	5,0	nb	4,2	27	6,4	78
Walstroom zeevaart	0 - 0,6	0	0,3	6,2	21	nb
Overige sectoren						
Subsidiestop ISDE (pellet-kachels en biomassaketels)	0 - 0,1	0	0 - 0,1	nb	nb	0
Indruk technisch potentieel (aanscherping BBT) of realiseerbaar potentieel (maatwerkaanpak piekbelasters)						
Aanscherpen eisen 'best beschikbare technieken' (BBT)	0 - 12	nb	0 - 5	0 - 120	20	gering
Specifieke maatwerkaanpak industriële piekbelasters	0 - 0,6	0	0 - 0,3	0 - 9	30	20

* *De maatregelen voor landbouw zijn onafhankelijk van elkaar geanalyseerd, maar werken bij gecombineerde implementatie op elkaar in. De geschatte effecten zijn daarom niet zonder meer bij elkaar op te tellen.*

nb = niet bekend.

Toelichting: in Tabel I staan de geschatte effecten op de emissiereductie voor ammoniak (met name relevant voor de landbouw) en stikstofoxiden (met name relevant voor mobiliteit en overige sectoren), uitgedrukt in kton per jaar. Deze emissiereducties zijn omgerekend naar de reductie van de stikstofdepositie op het areaal stikstofgevoelige natuur binnen Natura 2000-natuurgebieden, uitgedrukt in mol stikstof per hectare per jaar. De nationale kosten zijn uitgedrukt in miljoenen euro's. De kosteneffectiviteit is bepaald door de nationale kosten voor 2030 te delen door de reductie in stikstofdepositie in 2030, uitgedrukt in miljoenen euro's per vermeden mol stikstofdepositie per hectare per jaar. In de laatste kolom staan de cumulatieve uitgaven van de overheid in de periode tot en met 2030.

De stikstofbronmaatregelen voor de landbouw leveren met globaal tussen de 120 en 170 mol N per hectare per jaar veruit de grootste bijdrage aan de geraamde reductie van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden. De maatregelen in de sector mobiliteit leiden tot een reductie van naar schatting 6 à 7 mol N per hectare per jaar. Voor de overige sectoren is op basis van de huidige informatie geen volwaardige inschatting van de stikstofdepositiereductie mogelijk, maar het potentieel van de maatregelen ligt ergens tussen 0 en maximaal 5 mol N per hectare per jaar.

Uit de tabel blijkt dat de kosteneffectiviteit van de maatregelen in de sector landbouw enigszins uiteen loopt, maar over de breedte uitkomt onder de 4 mln. euro per vermeden mol stikstofdepositie per hectare per jaar. Het bevorderen van meer weidegang en de voermaatregelen voor melkvee scoren op dit punt goed. Bij de maatregelen in de sector mobiliteit en overige sectoren liggen de kosten per mol vermeden stikstofdepositie per hectare per jaar over het algemeen ruim boven de 4 mln. euro.

De maatregelen in de landbouw vergen een overheidsbudget van circa 2 mld. euro tot 2030 om bovengenoemde depositiereductie te bereiken. De cumulatieve uitgaven voor de maatregelen in de sector mobiliteit bedragen circa 100 mln. euro.

De uitkomsten worden hieronder per sector toegelicht.

Belangrijkste uitkomsten voor de sector landbouw
De volgende aan het PBL en de andere kennisinstellingen voorgelegde maatregelen voor de sector landbouw zijn – al dan niet in aangepaste vorm - in de brief van het kabinet opgenomen[8]:

1. Een verhoging van het budget voor de Subsidieregeling sanering varkenshouderijen[9].
2. De gerichte opkoop van piekbelasters rond Natura 2000-gebieden.
3. Een vrijwillige landelijke beëindigingsregeling voor piekbelasters in de veehouderij.
4. Het vergroten van het aantal uren weidegang.
5. Het verdunnen van mest met water bij het gebruik van een zodenbemester in zandgebieden.
6. Het nemen van stalmaatregelen: innoveren, investeren en normeren ten behoeve van integraal-emissiearme stallen[10].
7. Het afromen en doorhalen van fosfaatrechten totdat het sectorplafond voor fosfaat is bereikt.
8. Het verlagen van het ruw eiwitgehalte (RE) in veevoer voor varkens, pluimvee en melkvee.

Deze maatregelen staan in hoofdstuk 5 van deze notitie beschreven. In tabel I worden de kosten en effecten van deze maatregelen en instrumenten gepresenteerd. Zoals eerder aangeven zijn de maatregelen onafhankelijk van elkaar geanalyseerd, dus niet als een samenhangend pakket. De maatregelen werken bij gecombineerde toepassing wel op elkaar in. De geschatte effecten uit de partiële analyses voor landbouwmaatregelen zijn daarom niet zonder meer bij elkaar op te tellen.

Volumemaatregel
De geraamde effecten van de drie eerstgenoemde instrumenten - gericht op het terugbrengen van het aantal agrarische bedrijven en dierrechten (volumemaatregel) - zijn bij elkaar op te tellen, onder de veronderstelling dat er genoeg animo onder boeren is om te stoppen en de beschikbare subsidiebudgetten hierdoor volledig benut kunnen worden. Bij volledige uitwerking van deze volumemaatregelen daalt het aantal vleesvarkens en fokvarkens naar schatting met 19%, het aantal leghennen met 15%, het aantal vleeskuikens met 30% en het aantal melkkoeien met 1,2%. De drie volume-instrumenten kunnen gecombineerd leiden tot een depositiereductie op stikstofgevoelige natuur van naar schatting bijna 50 mol N/ha/jaar in 2030, bij een kosteneffectiviteit van rond de 3,5 mln. euro per mol N per hectare per jaar.

8 Het kabinet presenteerde in zijn kamerbrief van 24 april 2020 naast deze maatregelen voor landbouw ook een omschakelfonds en een maatregel rond mestverwerking. Omdat deze maatregelen niet aan het PBL zijn voorgelegd, komen ze niet terug in deze notitie.
9 Dit betreft de verhogingen van regeling uit november 2019 en januari 2020.
10 Het Kabinet wil hierbij inzetten op alle diergroepen; in verband met beperkte tijd heeft PBL alleen een analyse uitgevoerd voor varkens, pluimvee en melkvee.

Een belangrijke factor bij het inschatten van de effecten van de gerichte opkoop van piekbelasters en de landelijke beëindigingsregeling voor piekbelasters is welke keuze het kabinet en provincies uiteindelijk maken over het wel of niet opkopen van de grond van melkveehouders. Als de grond wordt opgekocht dan kan deze een andere bestemming krijgen, bijvoorbeeld natuur of wonen, en is er minder land beschikbaar om mest op uit te rijden. Het opkopen van grond betekent wel dat het benodigde budget per uitgekocht bedrijf veel hoger ligt en er met het beschikbare budget minder bedrijven kunnen worden gesaneerd. In de hier gepresenteerde cijfers voor 2030 is PBL uitgegaan van de veronderstelling dat de grond (60% in bezit) wordt opgekocht en een andere bestemming dan landbouwgrond krijgt[11].

Daarnaast is het - in samenhang met bovenstaand punt - van belang welke aannames worden gemaakt over de markt voor mest in Nederland. De maatregelen gericht op het terugbrengen van het aantal dieren leiden weliswaar tot minder mestproductie, maar leiden niet direct tot het minder uitrijden van mest en daarmee minder ammoniakemissie. Dit komt doordat de maximaal op landbouwgrond uit te rijden mest gebonden is aan een maximum (de gebruiksnorm). Er wordt in Nederland aanzienlijk meer mest geproduceerd dan in Nederland mag worden uitgereden: er is sprake van een mestoverschot. De mest die niet mag worden uitgereden, wordt verwerkt of geëxporteerd naar het buitenland. Een lagere mestproductie betekent dus niet dat de hoeveelheid in Nederland uitgereden mest direct vermindert. Door de drie volumemaatregelen vermindert de mestproductie (circa 7% van de stikstofexcretie en 9% van de fosfaatexcretie) en neemt de druk op de mestmarkt weliswaar af, maar er blijft sprake van een mestoverschot. Het gepresenteerde effect op de ammoniakemissies beperkt zich daarom tot de vermindering van emissies uit de stal en de emissies bij de opslag van mest; er is geen effect op het uitrijden van mest meegenomen.

Mestmaatregelen: verdunnen mest en verhogen weidegang

De reductie in stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuur door verhoogde weidegang komt naar verwachting in de range van ca. 1,5 à 4 mol N/ha/jaar uit. Dit effect zou mogelijk al vanaf 2025 gerealiseerd kunnen worden. De kosteneffectiviteit van deze maatregel ligt tussen de 0,1 en 0,2 mln. euro per vermeden mol stikstofdepositie per hectare per jaar.

De toediening van met water verdunde mest, uitgereden met zodenbemesters op zandgrond, zou een emissiereductie kunnen opleveren van 1,0 à 2,0 kton ammoniak per jaar. De reductie in stikstofdepositie komt naar schatting uit tussen 5 en 9 mol N/ha/jaar in 2030. Deze emissiereductie is onzeker vanwege het feit dat deze methode nog niet empirisch onderzocht is. De kosteneffectiviteit van deze maatregel ligt tussen de 3 en 6 mln. euro per vermeden mol stikstofdepositie per hectare per jaar. Bij een vlotte introductie kan het potentieel voor 2030 al in 2025 worden gehaald. Tegen de achtergrond van de coronacrisis is echter onzeker of boeren op korte of langere termijn tot de benodigde investeringen zullen overgaan.

Stalmaatregelen

Het kabinet zet in op een langjarig traject om stapsgewijs te komen tot integraal-emissiearme stallen via een subsidieregeling en een aanscherping van de normen in het Besluit emissiearme huisvesting. Realisatie van dit voornemen vergt lange adem vanwege de nog benodigde doorontwikkeling van de staltechniek en het feit dat bij investeringen in nieuwe stallen rekening dient te worden gehouden met afschrijvingstermijnen van circa 20 jaar of meer. Bovendien moeten boeren het belangrijkste deel van de benodigde investeringen zelf (kunnen) opbrengen, gegeven de subsidie van 40% van de investering. In het jaar 2030 zal nog maar een beperkt deel van het maximale effect bereikt zijn. Voor 2030 geldt bovendien dat de extra emissiereductie voor ammoniak voortvloeiend uit de aanvullende stalmaatregelen vooral voor varkensstallen relatief beperkt is ten opzichte van het basispad. De maatregel richt zich daarmee vooral op het maken van de omslag naar *brongerichte* integraal-emissiearme stallen op de langere termijn (met een

[11] Er is in de analyse geen rekening gehouden met eventuele inkomsten uit de verkoop van deze grond voor andere bestemmingen zoals natuurontwikkeling of woningbouw.

beter stalklimaat en positieve effecten op productiviteit en diergezondheid), dit in tegenstelling tot de huidige ontwikkeling naar systemen gericht op het verminderen van emissies op het moment dat deze de stal verlaten (zoals luchtwassers).

Voor melkveestallen geldt, uitgaande van het hier gebruikte basispad, dat de potentiële reductie van de depositie op stikstofgevoelige natuur in 2030 naar schatting ligt in de range tussen 19 en 27 mol N/ha/jaar. In vergelijking met varkensstallen is bij melkkoeien per dierplaats een beperktere ammoniakreductie te realiseren ten opzichte van een niet emissiearme stal. Dit heeft te maken met het meer open karakter van melkveestallen om te voldoen aan de relatief grote ventilatiebehoefte van melkkoeien. De inschatting is dat de meerkosten bij nieuwbouw beperkt kunnen zijn, terwijl deze bij een investering in de aanpassing van een bestaande stal juist aanzienlijk kunnen zijn. Deze inschattingen kennen grote onzekerheden.

Voor varkensstallen geldt dat het grootste potentieel (ca. 75%) voor emissiereductie in 2030 kan worden gevonden bij de categorie vleesvarkens. De maatregel levert voor varkens naar schatting een depositiereductie op in de bandbreedte tussen 10 en 14 mol N/ha/jaar in 2030.

Voor alle veehouderijsectoren geldt dat de ontwikkeling van integraal-emissiearme stallen nog in een pril stadium verkeert. Dat betekent dat er sprake is van grote onzekerheden ten aanzien van de (bewezen) effectiviteit en de betaalbaarheid van deze stalsystemen. Dit vergt nader onderzoek ten behoeve van de uitwerking van de subsidieregeling en de aanpassing van het Besluit emissiearme huisvesting.

Voor de stalmaatregelen bij melkvee ligt de kosteneffectiviteit op ruim 1 mln. euro per mol reductie van de stikstofdepositie per hectare per jaar. Voor varkens is dit ruim 2 mln. euro. De kosteneffectiviteit is hierbij naar verwachting gunstiger voor vleesvarkens dan voor fokvarkens. Tegen de achtergrond van de coronacrisis is het onzeker of boeren op korte termijn bereid en al in staat zijn de benodigde investeringen op te brengen, ondanks de subsidie.

Afromen fosfaatrechten

Het versneld afromen en doorhalen van fosfaatrechten levert in 2030 naar verwachting vrijwel geen reductie op van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuur ten opzichte van het basispad. Ook in het basispad wordt het plafond al op korte termijn niet meer overschreden, zodat de maatregel geen additioneel effect oplevert.

Voermaatregelen

Veevoermaatregelen voor varkens en pluimvee gericht op beperkte verlaging van het eiwitgehalte kunnen relatief snel worden geïmplementeerd. Wel geldt dat het ruwe eiwitgehalte van veevoer voor een aantal diercategorieën de afgelopen jaren al is verlaagd (mede vanwege de kostenvoordelen die dit oplevert), zodat het potentieel voor verdere reductie is afgenomen. De verwachte depositiereductie valt voor deze diercategorieën samen naar schatting in de bandbreedte tussen ca. 16 en 27 mol N/ha/jaar. Hoewel dit effect mogelijk al na enkele jaren gerealiseerd kan worden, hanteert het PBL dit ook voor 2030. De achtergrond hiervan ligt bij de vraagtekens die het PBL plaatst bij de realiseerbaarheid van de vérgaande voermaatregelen die voor de intensieve veehouderij (varkens en pluimvee) zijn voorzien in 2030. Een grote verlaging van het ruwe eiwitgehalte leidt namelijk tot risico's voor de diergezondheid, terwijl de effecten op de productiviteit nog nader onderzocht moeten worden.

In de melkveesector lijken in 2030 depositiereducties tussen ca. 20 en 40 mol N/ha/jaar haalbaar. Voor de melkveehouderij geldt dat het implementeren van de veevoermaatregelen en de bijbehorende aanpassingen in het diermanagement wel meer tijd kost, omdat voor een goede toepassing veel kennisopbouw en ervaring vereist is. Er zijn daarnaast aanzienlijke regionale verschillen in het reductiepotentieel door verschillen in het eiwitgehalte in de huidige rantsoenen; met name in Zuidoost Nederland is het eiwitgehalte al aanzienlijk lager. Voor melkvee lijken op

langere termijn wel grotere reducties haalbaar zonder specifieke gevolgen voor het dierenwelzijn en de productie. Het is nog lastig in te schatten welke investeringen boeren hiervoor moeten doen en in hoeverre het de productiviteit beïnvloedt.

De kosteneffectiviteit van voermaatregelen ligt tussen ca. 0,2 en 0,4 mln. euro per mol reductie per hectare voor melkvee en tussen ca. 2 en 4 mln. euro per mol reductie per hectare voor varkens. Voor pluimvee ligt de kosteneffectiviteit globaal in de range tussen 4 en 6 mln. euro per mol reductie per hectare.

Overwegingen

In de analyse van de geschatte effecten en het basispad is zoals aangegeven geen rekening gehouden met de coronacrisis en de economische recessie die daar mogelijk uit volgt. De impact van een mogelijke recessie op de implementatie van de maatregelen verschilt, en is uiteraard ook afhankelijk van het tempo van economisch herstel dat daarop volgt. Voor maatregelen die een grote investering door de betreffende boeren vragen, zoals de voorgestelde stalaanpassingen, zou een recessie de snelheid van de implementatie kunnen belemmeren. Voor de volumemaatregelen, waarbij vooral de overheid investeert in het opkopen van bedrijven en rechten, kan een diepe recessie de animo bij boeren om deel te nemen daarentegen wellicht juist doen toenemen.

Bij de analyse van de maatregelen voor de landbouw is het PBL steeds uitgegaan van de door de ministeries aangegeven toedeling van budgetten over deelsectoren op basis van diercategorieën. De analyses laten zien dat de ingeschatte kosteneffectiviteit tussen de deelsectoren flink uiteen kan lopen. Dit betekent dat met een andere toedeling van budgetten over de diercategorieën naar verwachting een hoger effect kan worden gerealiseerd met hetzelfde budget en dat de doelmatigheid van het beleid zo kan toenemen. Dit geldt voor zowel de maatregelen die gericht zijn op de reductie van het aantal bedrijven en dieren, als voor de stalmaatregelen.

Belangrijkste uitkomsten voor de sector mobiliteit

De volgende - aan het PBL en de andere kennisinstellingen voorgelegde - maatregelen voor de sector mobiliteit zijn – al dan niet in aangepaste vorm - in de brief van het kabinet opgenomen:

1. Gerichte handhaving op gemanipuleerde katalysatoren van vrachtauto’s.
2. Een subsidieregeling voor de verschoning van de binnenvaartvloot.
3. Innovatieregeling voor de inzet van schone mobiele werktuigen in de bouwsector.
4. Een stimuleringsregeling voor walstroom voor zeeschepen.
5. Een stimuleringsregeling voor elektrisch taxiën in de luchtvaart.

Deze maatregelen staan in hoofdstuk 6 van deze notitie beschreven. In Tabel I worden de kosten en effecten gepresenteerd van drie van de vijf maatregelen. De maatregel om elektrisch taxiën te stimuleren is niet opgenomen in de tabel omdat hiervoor enkel een technisch potentieel is geraamd, zonder dat duidelijk is welke kosten daarmee gepaard gaan en welk beleid nodig is om dit potentieel te ontsluiten. De maatregel voor schone mobiele werktuigen is niet opgenomen omdat er geen effect op de uitstoot van stikstof of andere stoffen aan de innovatieregeling kan worden toegekend.

Omdat de maatregelen voor de sector mobiliteit niet direct op elkaar ingrijpen, kunnen de effecten bij elkaar worden opgeteld. Het pakket aan stikstofbronmaatregelen voor mobiliteit levert in 2030 in totaal een afname op van de uitstoot van stikstofoxiden van circa 7,6 kton. De uitstoot van ammoniak neemt minimaal toe. De hieruit geraamde daling van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden bedraagt circa 6,5 mol N per hectare per jaar in 2030.

Vrachtverkeer
Met gerichte handhaving op het correcte gebruik van katalysatoren in vrachtauto's kan in 2030 naar schatting circa 80 procent van het probleem van slecht - of niet - werkende katalysatoren worden voorkomen of opgelost. Dit resulteert in een daling van de NO_x-uitstoot van circa 2,2 kton per jaar. Wel leidt deze optie tot een lichte verhoging van de NH_3-uitstoot door het gebruik ervan in katalysatoren. De resulterende daling van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden in 2030 bedraagt circa 2 mol per hectare. De kosteneffectiviteit bedraagt circa 2 miljoen euro per mol stikstofreductie per hectare per jaar.
De effectiviteit van de maatregel is onzeker; het effect van strengere handhaving is vooraf moeilijk in te schatten, terwijl de huidige omvang van het probleem van niet-werkende katalysatoren niet goed bekend is. De overheidsuitgaven tot 2030 zijn geraamd op 18 miljoen euro.
Bij deze maatregel lijkt de potentiële impact van de coronacrisis beperkt. Bij lagere vervoersvolumes over de weg is het potentieel van de maatregel ook wat lager, maar dat valt weg in de onzekerheid rond de huidige omvang van het probleem en de effectiviteit van de maatregel.

Binnenvaart
De subsidieregeling voor verschoning van de binnenvaartvloot heeft binnen de beleidsopties voor mobiliteit het grootste effect. De geraamde daling van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden in 2030 bedraagt circa 4,2 mol N per hectare per jaar.
Dit is een onzekere inschatting, die sterk afhankelijk is van de animo en mogelijkheden in de branche om te investeren in schone technologie. Bij de effectschatting is aangenomen dat er voldoende subsidiebudget beschikbaar komt voor de verwachte deelname aan de regeling. De kosteneffectiviteit van deze beleidsoptie is geraamd op 6,4 miljoen euro per mol per hectare stikstofreductie. Deze optie resulteert ook in een lichte daling van de uitstoot van fijnstof ($PM_{2,5}$).
De cumulatieve overheidsuitgaven tot 2030 zijn geraamd op bijna 80 miljoen euro.
De potentiële impact van de coronacrisis is bij deze maatregel waarschijnlijk groter. Een recessie kan ertoe leiden dat de investeringsmogelijkheden en investeringsbereidheid in de binnenvaartsector worden beperkt, waardoor de deelname aan een subsidieregeling voor verschoning van de vloot lager kan uitvallen dan is geraamd.

Zeevaart
Met de subsidieregeling voor walstroomvoorzieningen voor de zeevaart kunnen naar verwachting vijf extra walstroomvoorzieningen worden gerealiseerd. Dit kan in 2030 leiden tot een reductie van de stikstofdepositie van naar schatting circa 0,3 mol N per hectare per jaar. De nationale kosten bedragen circa 6 miljoen euro in 2030, waarmee een kosteneffectiviteit resulteert van 21 miljoen euro per mol per hectare. Daarbij is verondersteld dat het gebruik van de walstroomvoorzieningen ook wordt gestimuleerd via andere beleidsopties. De benodigde overheidsuitgaven voor deze vijf aansluitingen konden binnen het tijdsbestek van deze analyse niet worden geraamd. De walstroomvoorzieningen leiden ook tot een daling van de uitstoot van fijnstof en CO_2.
Ook bij deze maatregel geldt dat marktpartijen investeringen moeten doen, in dit geval in voorzieningen op het schip die gebruik van walstroom mogelijk maken. De investeringsbereidheid kan worden beïnvloed door de impact van de coronacrisis.

Luchtvaart
Met elektrisch taxiën in de luchtvaart kan ten slotte potentieel circa 0,4 mol per hectare per jaar aan stikstofdepositie worden bespaard in 2030. In hoeverre de voorgenomen innovatiesubsidie hieraan kan bijdragen is niet bekend. Ook de nationale kosten van deze optie konden in het tijdsbestek van dit onderzoek niet worden bepaald.

Belangrijkste uitkomsten voor de overige sectoren
De volgende aan het PBL en de andere kennisinstellingen voorgelegde maatregelen voor de overige sectoren zijn – al dan niet in aangepaste vorm - in de brief van het kabinet opgenomen:

1. Aanscherping van de eisen rond "best beschikbare technieken" (BBT) in het Activiteitenbesluit;
2. Een stop op de subsidie ISDE-KA voor pelletkachels en biomassaketels;
3. Een specifieke maatwerkaanpak voor enkele industriële piekbelasters.

Deze maatregelen staan in hoofdstuk 7 van deze notitie beschreven. Tabel I presenteert de kosten en effecten van de maatregel Subsidiestop ISDE (pelletkachels en biomassaketels). Voor de andere twee opties is alleen een indruk gegeven van het technisch potentieel (aanscherpen eisen BBT) of te realiseren potentieel (maatwerkaanpak industriële piekbelasters met een subsidiebudget van in totaal 20 mln. euro). Het reductiepotentieel van deze maatregelen overlapt met elkaar omdat het aanscherpen van de eisen BBT betrekking heeft op aanscherpen van emissie-eisen bij de industrie in het algemeen, inclusief die van piekbelasters. Het te ontsluiten potentieel is afhankelijk van de te kiezen instrumentatie van het beleid.

In het basispad (KEV2019) is verondersteld dat de ISDE vanaf 2021 niet meer wordt opengesteld voor pelletkachels en biomassaketels. Vorig jaar heeft het kabinet besloten om de subsidiestop echter al in 2020 te laten ingaan. Het aanvullende effect hiervan is een stikstofemissiereductie van maximaal 0,1 mol N per hectare per jaar in 2030. Deze emissiereductie zal in verschillende sectoren neerslaan: deels bij huishoudens en deels bij bedrijven, waaronder de dienstensector, landbouw en de industrie. Door het niet meer openstellen van de ISDE voor bovengenoemde categorieën zal het budget van de ISDE naar andere categorieën verschuiven (met name warmtepompen en zonneboilers). De overheidskosten zijn daarmee nihil. De nationale kosten van deze maatregel konden in het kader van deze analyse niet worden onderzocht. Daardoor is ook de kosteneffectiviteit niet bekend.

Het kabinet geeft aan nog twee andere instrumenten te willen verkennen (aanscherpen eisen BBT en specifieke maatwerkaanpak industriële piekbelasters) met een (eenmalig) subsidiebudget van 20 mln. euro. Deze twee instrumenten zijn op dit moment nog onvoldoende uitgewerkt om ze te kunnen beoordelen op hun effect. De analyse volstaat daarom met een potentieelschatting en een indicatie van de kosteneffectiviteit. Het technisch potentieel dat met deze instrumenten kan worden aangeboord overlapt; het totale potentieel bedraagt zo'n 12 kton emissiereductie van stikstofoxiden in 2030, dat zou kunnen leiden tot een depositiereductie op stikstofgevoelige natuur van maximaal 5 mol N/ha/jaar. De kosteneffectiviteit van deze maatregelen ligt gemiddeld circa 20 mln. euro per mol stikstofdepositiereductie per hectare per jaar in 2030.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond pakket bronmaatregelen

Nadat de Raad van State in mei 2019 een streep zette door het Programma Aanpak Stikstof (PAS) ontstond een situatie met grote maatschappelijke impact. Met deze gerechtelijke uitspraak verviel de mogelijkheid om op basis van het PAS vergunningen voor nieuwe economische en maatschappelijke activiteiten te verlenen met een effect op stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden. Natura 2000-gebieden zijn een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden. Voor nieuwe activiteiten die stikstof naar de lucht uitstoten en stikstofneerslag (depositie) op stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden teweegbrengen, is vergunningverlening in veel gevallen lastig geworden. De uitspraak van de Raad van State is gebaseerd op de Habitatrichtlijn, een Europese richtlijn die als doel heeft de kwaliteit van de natuur te beschermen. De Habitatrichtlijn heeft twee kerndoelen waaraan lidstaten moeten werken: 1) de natuurkwaliteit in Natura 2000-gebieden mag niet verslechteren, of moet waar nodig verbeteren, en 2) op termijn moet de natuur van een lidstaat als geheel in een 'gunstige staat van instandhouding' gebracht worden. Een teveel aan stikstofdepositie is één van de oorzaken van de natuurkwaliteit in een deel van de Nederlandse Natura 2000-gebieden verslechtert. Niet alle natuur is gevoelig voor een teveel aan stikstof: honderddertig van de 161 Nederlandse Natura 2000-gebieden zijn (deels) gevoelig voor een teveel aan depositie (RIVM, 2020b). In veel van deze gebieden komen op dit moment te hoge depositiewaarden van stikstof voor, waardoor er risico bestaat dat de kwaliteit van de natuur wordt aangetast.

De ecologische onderbouwing en de argumentatie achter het PAS voldeden volgens de Raad van State niet aan de Habitatrichtlijn. Het PAS kon daardoor niet meer gebruikt worden voor vergunningverlening (zie Hoofdstuk 2 voor een verdere uitwerking). Hierbij is een belangrijke opmerking dat de Habitatrichtlijn zelf niets over stikstof zegt. Dat stikstof toch in verband gebracht is met de Habitatrichtlijn komt door het nadrukkelijke beroep dat de Habitatrichtlijn doet op wetenschappelijke onderbouwing bij de bescherming van natuur en vergunningverlening. Er bestaat veel internationale wetenschappelijke consensus over de effecten van een teveel aan stikstof op stikstofgevoelige natuur, en dit maakt dat op grond van de Habitatrichtlijn stikstof een nadrukkelijke rol speelt in Nederlands natuurbeleid en bij het verlenen van vergunningen (Vink en Van Hinsberg 2019).

Als antwoord op de uitspraak van de Raad van State heeft het Kabinet gezocht naar maatregelen om kosteneffectief de stikstofdepositie te verlagen en zo vergunningverlening makkelijker mogelijk te maken. In zijn brief "Voortgang stikstofproblematiek: structurele aanpak" heeft het kabinet een pakket met zogenoemde bronmaatregelen gepresenteerd, bedoeld om de uitstoot (emissie) en de gerelateerde depositie van stikstof op natuur in Nederland te beperken[12]. Stikstof-bronmaatregelen richten zich op het verminderen van stikstofdepositie op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden via het verminderen van stikstofemissies uit verschillende bronnen. De door het kabinet gekozen maatregelen hebben betrekking op verschillende economische sectoren, die alle bijdragen aan stikstofdepositie: landbouw, mobiliteit en industrie en overige sectoren.

Elk van de door het kabinet gekozen maatregelen is door de betrokken ministeries uitgewerkt in een fiche met informatie over de doelstelling, beoogde opzet, budgetten en instrumentatie van de maatregel. Op verzoek van het kabinet heeft het PBL, in samenwerking met andere kennisinstellingen (RIVM, TNO en CE Delft) een nadere analyse uitgevoerd van de maatregelen. Daarbij zijn de te verwachten effecten op de stikstofuitstoot en -depositie, kosten en

[12] "Voortgang stikstofproblematiek: structurele aanpak", 24 april 2020.

kosteneffectiviteit geanalyseerd, op basis van de door de departementen aangeleverde informatie (fiches) en de kennis, literatuurstudie en aanvullende analyses van de experts van de kennisinstellingen.

Deze notitie doet geen uitspraken over de te verwachten effecten van de voorgestelde maatregelen op de mogelijkheden voor vergunningverlening. Dit is een juridische kwestie waar alleen de rechter uitsluitsel over kan geven. Ook wordt niet ingegaan op het effect op verbetering van de natuurkwaliteit. Wel zal de notitie in lijn met een eerdere PBL publicatie over de stikstofproblematiek (Vink en Van Hinsberg 2019) kort het juridisch kader van de Habitatrichtlijn schetsen waarbinnen de geanalyseerde maatregelen beschouwd moeten worden.

In voorgenoemde kamerbrief presenteert het kabinet ook een pakket maatregelen voor natuurbehoud en -herstel, in combinatie met onder meer de stikstofbronmaatregelen. Het PBL heeft de analyse van de effecten daarvan op de natuurkwaliteit beschreven in een aparte notitie: "*Quick scan intensivering natuurmaatregelen. Een eerste inschatting van potentiële effecten"* (Van Egmond en Van Hinsberg 2020).

1.2 Opzet analyse bronmaatregelen

Bij het analyseren van de door het Kabinet voorgelegde maatregelen staat het potentieel centraal dat deze maatregelen hebben om de uitstoot (emissie) en de daarmee samenhangende depositie van stikstof (neerslag op de grond) op Natura 2000-gebieden in Nederland te verminderen in 2030. Het gaat hierbij specifiek om de uitstoot naar de lucht van ammoniak en stikstofoxiden, zogenoemde reactieve vormen van stikstof. Ammoniak (NH_3) wordt in belangrijke mate uitgestoten door de landbouw en hangt onder andere samen met de productie, opslag en toediening van mest. Stikstofoxiden (NO_x) worden met name uitgestoten bij de verbranding van fossiele brandstoffen, bijvoorbeeld door automotoren en de industrie. Stikstofdepositie, de stikstofhoudende verbindingen die vanuit de lucht neerslaan op de grond, staat centraal omdat een te hoge atmosferische stikstofdepositie een verzurende en/of vermestende invloed heeft op natuur en zo de kwaliteit van een stikstofgevoelig habitat (leefgebied) significant kan aantasten. Meer informatie over emissie en depositie van stikstof in Nederland wordt gegeven in hoofdstuk 3 en sectie 4.2.

In deze notitie staan door het kabinet aangedragen *maatregelen* centraal. De notitie gaat ook over *instrumenten*. Daarvoor hanteren wij in deze notitie de volgende definities: een maatregel is datgene wat in de samenleving fysiek dient te veranderen zodat (in dit geval) de uitstoot van stikstof naar de lucht (stikstofoxiden, ammoniak) daalt. Bijvoorbeeld het sluiten van een energiecentrale, of voertuigbestuurders die hun snelheid op de snelwegen aanpassen. Beide fysieke veranderingen in de samenleving leveren een reductie in stikstofemissies op. Een beleidsinstrument is datgene wat een overheid inzet om er voor te zorgen dat de fysieke veranderingen in de samenleving (de maatregelen) plaatsvinden. In het geval van de snelheid op snelwegen kan de overheid bijvoorbeeld de maximumsnelheid aanpassen. Ook kan de overheid zelf de samenleving fysiek aanpassen (ofwel maatregelen treffen), bijvoorbeeld door het aanleggen van walstroomaansluitingen voor binnenvaart- of zeeschepen, of het aanleggen van aansluitpunten voor windparken op zee. Het beleidsinstrument is dan het verlenen van een dienst aan de samenleving door de overheid. Vaak besluit de overheid deze dienst zelf te verlenen maar besteedt zij de uitvoering van deze dienst uit aan private partijen.

Er zijn verschillende typen beleidsinstrumenten te onderscheiden:

- Heffingen, belastingen en accijnzen of juist vrijstelling daarvan;
- Subsidies en fiscale stimulering;
- Normen en verplichtingen (incl. handhaving van de afspraak);
- Convenanten en afspraken;
- Informatie- en communicatie-instrumenten;
- Het zelf verlenen van een publieke dienst.

Voor de analyse is uitgegaan van het potentieel dat maatregelen hebben om de emissie en depositie van stikstof op Natura 2000-gebieden in Nederland in 2030 te verlagen bij een volledige inzet van de betreffende maatregelen. Om de invloed van de maatregelen te bepalen bovenop de verwachte ontwikkelingen in het basispad (zonder extra maatregelen) is er gebruik gemaakt van het zogenoemde referentiepad dat jaarlijks wordt geactualiseerd (zie sectie 4.1 voor meer informatie). Hiertoe is gebruik gemaakt van de emissieraming die is opgesteld in het kader van de Klimaat- en Energieverkenning 2019 (Schoots en Hammingh 2019). Daarin zijn de verwachte emissies tussen 2018 – 2030 voor broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen zoals de verschillende stikstofemissies in Nederland in kaart gebracht.

Voor alle maatregelen zijn de nationale kosten bepaald, waarvan de gebruikte methodiek in sectie 4.3 nader wordt toegelicht. Bij het begrip nationale kosten wordt uitgegaan van het saldo van directe kosten en directe opbrengsten vanuit maatschappelijk kostenperspectief. Hierbij zijn de nationale kosten uitgedrukt als meerkosten ten opzichte van het basispad. Nationale kosten maken geen onderscheid tussen welke partijen (maatschappelijke partijen dan wel de overheid) de kosten dragen. Het gaat om de kosten voor de natie als geheel, inclusief de overheid. Bij het berekenen van de nationale kosten wordt de vraag wie binnen Nederland voor welk deel van de kosten opdraait als een verdelingsvraag gezien die via beleid georganiseerd kan worden. Er kunnen op basis van nationale kostenberekeningen dus ook geen conclusies worden getrokken over wat specifieke maatregelen voor specifieke partijen gaat kosten. Eventuele baten zoals voor volksgezondheid en natuurbeheer worden niet in vermindering gebracht. De nationale kosten, uitgedrukt in jaarlijkse kosten, kunnen in combinatie met de jaarlijkse effecten (zoals minder stikstofdepositie) wel gebruikt worden om de kosteneffectiviteit te berekenen voor de samenleving als geheel. Dit wordt uitgedrukt in euro per eenheid gerealiseerd effect. Hierbij gaat het specifiek om de reductie in stikstofdepositie op het areaal stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden per jaar. In deze notitie wordt de kosteneffectiviteit als belangrijkste indicator gebruikt om de voorgestelde maatregelen onderling te vergelijken op hun effectiviteit om de stikstofdepositie op natuur terug te dringen. Daarnaast zijn de directe bijdrage van de overheid aan de financiering van de maatregelen over de implementatieperiode (2021-2030) in deze notitie opgenomen. Ook zijn per maatregel de mogelijke neveneffecten op andere leefomgevings- en economische aspecten verkend.

Het doel van voorliggende analyse is om een vergelijking mogelijk te maken tussen de emissie- en depositie-effecten en de kosteneffectiviteit van de verschillende maatregelen. Een kanttekening hierbij is dat de bronmaatregelen in deze notitie beschouwd zijn als *afzonderlijke maatregelen* en niet als *pakket* zijn geanalyseerd. Hierdoor is de wisselwerking tussen de verschillende beleidsmaatregelen en de samenhang met andere typen beleid niet meegenomen. Een factor van onzekerheid is dat de instrumentatie niet voor alle maatregelen volledig concreet uitgewerkt was. De coronacrisis leidt daarnaast tot grote aanvullende onzekerheden. De analyses in deze notitie zijn gemaakt in de periode van half februari tot half maart 2020, voordat de omvang van de coronacrisis duidelijk was. In deze notitie is daarom gekozen om terughoudend om te gaan met het presenteren van effecten voor dichtbij gelegen zichtjaren. Afhankelijk van de duur en de diepte van de verwachte recessie, hoe groter de kans is dat de impact ook op de langere termijn zal doorwerken. De betrouwbaarheid en onzekerheden van de analyses zijn nader beschouwd in sectie 4.4.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 schetst het juridisch kader dat de basis vormt onder de huidige stikstofproblematiek. In hoofdstuk 3 worden de belangrijkste kenmerken en de huidige situatie van stikstofemissie en depositie in Nederland behandeld. Hoofdstuk 4 beschrijft de werkwijze van de analyse van de beleidsmaatregelen. In dit hoofdstuk wordt specifiek ingegaan op de referentieraming, de relatie tussen emissie en depositie, de wijze van kostenberekening en de onzekerheden. Hoofdstuk 5-7 gaan in op de geraamde emissie- en depositiereductie en kosteneffectiviteit van de voorgestelde maatregelen voor de sectoren landbouw, mobiliteit en industrie en overige sectoren.

2 Juridisch kader

2.1 Waarom vergunningverlening lastig geworden is

De uitspraak van de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State over het Programma Aanpak Stikstof (PAS) in mei 2019 volgde op een uitspraak van het Europees Hof van Justitie in november 2018. Beide uitspraken achtten de ecologische onderbouwing en de argumentatie achter de vergunningverlening via het Programma Aanpak Stikstof niet conform de Europese Habitatrichtlijn; de juridische basis onder het Nederlandse natuurbeleid. Het PAS kon daarmee niet meer als beleidsprogramma gebruikt worden om vergunningverlening te vergemakkelijken. Het PAS voorzag economische activiteiten en projecten in een procedureel relatief eenvoudige manier om vergunningen aan te vragen om stikstof uit te stoten. Het ging daarbij om stikstofuitstoot met een mogelijk effect op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden. Het PAS had zogenoemde gebied specifieke ontwikkelingsruimte gereserveerd: aanvragers die deze ruimte wensten te gebruiken om stikstof te kunnen uitstoten konden via een rekeninstrument op internet (welke gekoppeld was aan het AERIUS-model van het RIVM; RIVM 2020b) ontwikkelingsruimte reserveren voor hun specifieke activiteit en daarmee bij de betreffende provincie een vergunning verkrijgen voor de specifieke economische activiteit of project.

Via onder andere (geplande) gebied specifieke natuurherstelmaatregelen en stikstofreducerende maatregelen voorzag het PAS (in theorie) in een netto verbetering van de natuurkwaliteit in stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden. Een deel van de verkregen reducties in stikstofdeposities én het geplande herstel van de natuurkwaliteit werd weer verrekend met de ontwikkelingsruimte die via de rekeninstrument werd uitgegeven aan nieuwe economische activiteiten en projecten. Deze procedure voldeed kortgezegd niet aan de Habitatrichtlijn omdat zij: a) ontwikkelingsruimte uitgaf voordat de daaraan ten grondslag liggende depositiereducties en effecten van natuurherstelmaatregelen aantoonbaar gerealiseerd waren, en b) omdat niet conform de Habitatrichtlijn onderscheid gemaakt werd in maatregelen die de overheid trof om een achteruitgang van de kwaliteit van de Natura 2000-gebieden te voorkomen en maatregelen die niet nodig zijn om een achteruitgang van de kwaliteit van de gebieden te voorkomen, maar, onder voorwaarden, kunnen worden gebruikt om vergunningen makkelijker mogelijk te maken. Voorts werd ook de voorspelde daling van de stikstofdepositie door zogenoemde 'autonome ontwikkelingen' ten onrechte gebruikt om ontwikkelingsruimte toe te delen (zie voor autonome ontwikkelingen tekstbox 2.1). Kort gezegd: Het PAS gooide alle maatregelen en ontwikkelingen onterecht op één hoop. In de volgende paragraaf gaan we hier uitgebreider op in en bespreken we de implicaties van deze punten voor een eventueel nieuw maatregelenpakket (zie ook Vink en Van Hinsberg 2019).

Nadat er een streep door het PAS was gezet was, werd de rekentool van het AERIUS-model offline gehaald en stokte de vergunningverlening voor een veelheid aan activiteiten en projecten. Hierbij kan gedacht worden aan activiteiten en projecten van het bouwen van nieuwe stallen en woningen tot het aanleggen van nieuwe wegen of het bouwen van rioolwaterzuiveringsinstallaties. Sommige projecten of activiteiten konden nog wel doorgang vinden omdat aangetoond kon worden dat zij geen significant negatief effect op Natura 2000-gebieden hebben of, vonden doorgang via de zogeheten ADC-toets. Bij dat laatste gaat het om projecten waarvoor geen Alternatief bestaat, er Dwingende redenen van groot openbaar belang zijn, en er Compensatie verleend wordt voor de veroorzaakte schade aan de natuur. Voor de meeste activiteiten en projecten is deze ADC toets echter geen optie, en zelfs bij het weer online komen van de rekentool in de loop van september 2019 bleef het verkrijgen van een vergunning voor de meeste projecten zeer lastig omdat nu een uitgebreid vergunningtraject conform de Habitatrichtlijn gevolgd dient te worden. Per aangevraagde vergunning moet worden onderbouwd dat de extra uitgestoten stikstof geen

significant nadelig effect heeft op de natuurkwaliteit in Natura 2000-gebieden waar de stikstof neerslaat. Sommige activiteiten of projecten zijn instaat zogenoemd te 'salderen', zodat per saldo de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuur niet toeneemt. Salderen wil zeggen dat zij door stikstofuitstoot weg te halen bij bestaande activiteiten ruimte creëren voor nieuwe stikstofuitstoot door nieuwe activiteiten. Dit salderen kan binnen een project plaatsvinden – het zogenoemde intern salderen. Een voorbeeld is een boer die een oude stal met relatief veel stikstofuitstoot per dier vervangt voor een grotere moderne stal met relatief minder uitstoot per dier. Er kan ook extern gesaldeerd worden. Hierbij kan stikstofruimte verkregen worden door projecten of activiteiten te kopen en deze te beëindigen en de verkregen ruimte in te zetten voor nieuwe projecten (zie ook tekstbox 2.1). Buiten dit salderen is het onderbouwen dat extra stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden geen nadelig effect heeft op de natuurkwaliteit ook een van de mogelijkheden. Onder voorwaarden kan dit ook mogelijkheden bieden voor vergunningverlening. De belangrijkste voorwaarde zal daarbij de wetenschappelijke zekerheid van de onderbouwing zijn. Dergelijke wetenschappelijke zekerheid kan beleidsmatig georganiseerd worden (zie hiervoor Vink en Van Hinsberg 2019).

2.2 Waarom het PAS niet voldeed aan de Habitatrichtlijn

Dat het Europese Hof van Justitie en de Raad van State de argumentatie achter de procedure van het PAS niet als rechtsgeldig zagen, heeft grofweg twee redenen. We bespreken de twee redenen waarna we de implicaties schetsen voor vergunningverlening, voor het kiezen van maatregelen, en tot slot de implicaties voor de te verwachten stikstofreducties veroorzaakt door coronacrisis.

Effecten van maatregelen dienen vast te staan
Het PAS ging uit van geplande of verwachte dalingen in stikstofuitstoot en gerelateerde deposities in Natura 2000-gebieden. Deze daling stond niet (wetenschappelijk) vast op het moment dat vergunningen verleend werden. Dit was volgens zowel het Hof als de Raad van State niet in lijn met de (wetenschappelijke) zekerheid die de Habitatrichtlijn vereist als het gaat over de zogenoemde 'mitigerende maatregelen' die genomen kunnen worden onder artikel 6 derde lid van de Habitatrichtlijn om het effect van extra stikstofuitstoot te mitigeren en zo vergunningverlening mogelijk te maken.

Niet het stikstofsaldo telt, maar de beleidsinspanning
Het PAS ging uit van een netto verlaging van stikstofdepositie. Langs welke type beleidsinspanning die verlaging tot stand werd gebracht werd minder eenduidig vastgelegd. Zo werd het stikstofreducerende effect van overheidsmaatregelen soms deels toegekend aan de doelstelling om de natuurkwaliteit te verbeteren, maar soms ook aan ruimte die weer uitgegeven kon worden voor vergunningverlening. Ook werden de stikstofreducerende effecten van zogenoemde autonome ontwikkelingen – ontwikkelingen die plaatsvinden zonder dat er gericht natuurbeleid aan te pas komt - ingeboekt om de natuurkwaliteit te verbeteren of om weer uit te geven als nieuwe vergunningruimte. De Habitatrichtlijn gaat echter uit van een verplichting om de natuurkwaliteit niet te laten verslechteren. Daarnaast geldt een inspanningsverplichting om de natuurkwaliteit waar nodig te verbeteren. In technische termen gaat het hierbij om het 1e en 2e lid van artikel 6 van de Habitatrichtlijn. Alle maatregelen die nodig zijn om deze doelen te bereiken, kunnen niet worden ingezet om ruimte te scheppen voor nieuwe activiteiten die een extra stikstofdepositie veroorzaken. Autonome ontwikkelingen die gunstig zijn voor de stikstofdepositie kunnen evenmin worden ingezet ter verrekening van extra stikstofdeposities door nieuwe activiteiten. Dit komt omdat autonome ontwikkelingen niet met het oog op die nieuwe activiteiten (maar autonoom daarvan) zijn genomen. De overheid moet dus voldoende inspanning verrichten om de natuurkwaliteit niet te laten verslechteren of waar nodig te verbeteren -bijvoorbeeld door het mee te wegen in een beoordeling van de zogenoemde staat van instandhouding van Natura 2000-gebieden. In het geval dat door autonome ontwikkelingen zoals bijvoorbeeld de huidige coronacrisis de natuurkwaliteit boven de zogenoemde instandhoudingsdoelstellingen van een specifiek Natura 2000-gebied uitstijgt, zou het tot minder noodzaak voor maatregelen onder

artikel 6.1 en 6.2 kunnen leiden. Wel kan dit positieve effect van autonome ontwikkelingen worden meegenomen bij de beoordeling van de staat van instandhouding.

Tekstbox 2.1
Bijdragen van maatregelen en ontwikkelingen aan vergunningruimte

Mitigerende maatregelen kunnen worden ingezet ten bate van vergunningverlening
Naast de inspanningsverplichting die de Habitatrichtlijn stelt voor een lidstaat om de natuurkwaliteit in stand te houden dan wel te verbeteren, biedt de Habitatrichtlijn ook de mogelijkheid dat de overheid van een lidstaat optreedt als het bevoegd gezag dat vergunningen afgeeft voor activiteiten of projecten met een mogelijk verslechterend effect op de natuurkwaliteit. In juridisch-technische termen artikel 6, 3e lid van de Habitatrichtlijn. Vergunningen kunnen worden verleend onder de voorwaarde dat onderbouwd kan worden dat de natuurkwaliteit niet verslechtert bij het verlenen van de vergunning. Volgens de Habitatrichtlijn gaat het bij vergunningverlening dus om een aparte activiteit waar de overheid een andere rol heeft. Initiatiefnemers van projecten of activiteiten kunnen zelf maatregelen treffen om de negatieve effecten te niet te doen. In juridische termen heten dit beschermde of mitigerende maatregelen. Het intern en extern salderen is een typische mitigerende maatregel. Het treffen van mitigerende maatregelen kan de vergunningverlening voor economische en maatschappelijke activiteiten vergemakkelijken. Deze mitigerende maatregelen worden in de regel door initiatiefnemers zelf getroffen en moeten gekoppeld zijn aan een individueel project.

Autonome ontwikkelingen, uitsluitend van belang via bepaling staat van instandhouding
Stikstofreducties die zijn te verwachten door het algemeen beleid (zoals bijvoorbeeld klimaatbeleid of energiebeleid) of andere algemene ontwikkelingen (zoals bijvoorbeeld technologische ontwikkelingen in automotoren of de corona-crisis) zijn niet gekoppeld aan een concreet project of een programma met meerdere concrete projecten. De effecten van deze zogenoemde 'autonome ontwikkelingen' mogen daarom ook niet worden betrokken bij de beoordeling van de mogelijk negatieve effecten van nieuwe projecten met extra stikstofuitstoot. Autonome ontwikkelingen leiden dus niet automatisch tot ruimte voor vergunningverlening. Wel is het zo dat autonome ontwikkelingen mogen worden meegewogen in de beoordeling van de natuurkwaliteit van de specifieke Natura 2000-gebieden. Waar autonome ontwikkelingen ervoor zorgen dat deze kwaliteit boven de per Natura 2000-gebied vastgestelde instandhoudingsdoelstellingen uitstijgt, mag dit meegewogen worden bij het bepalen van de effecten van nieuwe projecten. Als boven het minimaal bereiken van de instandhoudingsdoelstellingen van een Natura 2000-gebied een buffer is opgebouwd, zijn de effecten van nieuwe projecten juridisch gezien vaak minder of niet schadelijk voor een Natura 2000-gebied en hoeven er dus minder of geen mitigerende maatregelen getroffen te worden voor een vergunning.

Overheidsmaatregelen: Vergunningverlening komt op de tweede plaats
Volgens de Habitatrichtlijn zal de overheid in zijn algemeenheid eerst voldoende maatregelen moeten treffen om de natuurkwaliteit in stand te houden daar waar die achteruit gaat, dan wel te verbeteren daar waar dat nodig is. Pas als aan deze verplichtingen wordt voldaan kunnen daarbovenuit gaande effecten van dergelijke maatregelen een rol spelen bij de vergunningverlening. Waar bij het PAS het netto resultaat van alle soorten maatregelen gezamenlijk als uitgangspunt werd genomen, maakt de Habitatrichtlijn onderscheid in het type inspanning die je als overheid dient te plegen voor specifieke doeleinden. Inspanningen gericht op het versoepelen van vergunningverlening kunnen dus pas ingeboekt worden nadat er duidelijk onderscheidbare (stikstof)maatregelen zijn getroffen om de natuurkwaliteit in stand te houden dan wel waar nodig te verbeteren. Dit neemt niet weg dat initiatiefnemers per project of activiteit mitigerende maatregelen kunnen treffen -zoals bijvoorbeeld het reeds genoemde salderen- en zo vergunningverlening mogelijk kunnen maken, ook als de natuurkwaliteit nog achteruit gaat. Voorwaarde is hierbij dus dat de stikstofreductie die gebruikt wordt om een nieuw project mogelijk te maken plaatsvindt in het kader van dit individuele project; zoals bij salderen het geval is.

2.3 Implicaties van het juridisch kader voor het effect van overheidsbeleid op vergunningverlening

Niet alle aspecten van het Europeesrechtelijk kader van artikel 6 Habitatrichtlijn kwamen in de PAS-uitspraken aan de orde omdat het in de PAS-uitspraken ging om de toelating van nieuwe activiteiten. Daarmee blijft een aspect van de verplichting om achteruitgang van Natura 2000-gebieden te voorkomen (artikel 6 lid 2 Habitatrichtlijn) onderbelicht. Deze verplichting is echter wel zeer relevant voor het nemen van maatregelen die gericht zijn op depositiereductie. Deze verplichting moet niet alleen in acht worden genomen als nieuwe activiteiten ter discussie staan, maar is in zijn algemeenheid van belang bij het boordelen van gebied specifiek overheidsbeleid, ook in relatie tot het toestaan van reeds lang vergunde economische activiteiten. Voor zover de kwaliteit van habitats in Natura 2000-gebieden achteruit gaat en een te hoge stikstofbelasting een van de aanwijsbare oorzaken is, is de overheid verplicht actief maatregelen te nemen om die achteruitgang zo snel als redelijk mogelijk te stoppen. Voor gebieden waar zich deze situatie voordoet moet dus een strategie en plan worden ontwikkeld hoe de achteruitgang gestopt kan worden. Daarbij hoeft niet alleen te worden gedacht aan een reductie van de stikstofbelasting, maar kunnen ook andere maatregelen, bijvoorbeeld ecologische herstelmaatregelen, een belangrijke rol spelen (zie hiervoor Vink en Van Hinsberg 2019). Als de overheid echter geen plan heeft hoe ze de achteruitgang in een specifiek gebied zo snel als redelijk mogelijk kan stoppen en als aangetoond kan worden dat een bepaalde bron die de te hoge stikstofdepositie plaatselijk mede veroorzaakt bijdraagt tot de achteruitgang, dan kan de overheid worden gedwongen om deze activiteit te stoppen -ook als is die sinds vele jaren vergund. In dat geval betekent dit dus het intrekken van onherroepelijke vergunning.[13] Voor de gebieden waar achteruitgang van de kwaliteit plaatsvindt en dat mede wordt veroorzaakt door een te hoge stikstofdepositie is dus eerst een plan nodig hoe die achteruitgang gestopt wordt. De discussie omtrent de toelating van nieuwe projecten zal dus tegen de achtergrond van deze (gebiedsspecifieke) plannen moeten worden gevoerd.

2.4 Implicaties van het juridisch kader voor het kiezen van type maatregelen

Het doel van de Habitatrichtlijn is het instandhouden van de kwaliteit van de Natura 2000-gebieden en het op den duur bereiken van een gunstige staat van instandhouding van de te beschermen habitattypen in Nederland als geheel. Dat laatste kan betekenen dat in sommige gebieden de natuurkwaliteit niet alleen niet achteruit mag gaan, maar moet worden verbeterd. Stikstofbronmaatregelen kunnen daar een bijdrage aan leveren, maar zij zijn zeker niet de enige maatregelen waaraan gedacht kan worden. Er zijn meer knoppen om aan te draaien, zowel om de natuurkwaliteit te verbeteren als om ruimte voor vergunningen te creëren (zie Vink en Van Hinsberg 2019). Daarbij vraagt de Habitatrichtlijn niet om landelijke stikstofdoelen. Wanneer de overheid vanuit politieke overtuiging ervoor kiest om de vergunningverlening te vergemakkelijken -de Habitatrichtlijn vraagt niet om een vergemakkelijking van vergunningverlening- dan zullen daarbij alle verplichtingen uit de Habitatrichtlijn en de kaders van de Habitatrichtlijn voor de juridische duiding van maatregelen in acht moeten worden genomen (zie hiervoor textbox 2.1). Omdat de natuurkwaliteit gebiedspecifiek beoordeeld wordt zal dit dus in essentie gebiedsgerichte maatregelen vergen die in eerste instantie gericht zijn op het niet laten verslechteren, en waar nodig verbeteren, van de natuurkwaliteit. Pas daarna kunnen maatregelen worden ingezet om vergunningverlening te vergemakkelijken. Kortom, beleidsmatig een landelijk stikstofdoel formuleren op basis waarvan bronmaatregelen worden geselecteerd kan een politieke keuze zijn,

[13] Zie Rechtbank Oost-Brabant 19 augustus 2019, ECLI:NL:RBOBR:2019:4830. Tegen deze uitspraak is thans hoger beroep bij de Afdeling bestuursrechtspraak aanhangig.

maar biedt gezien de gebiedspecifieke aard van het natuurvraagstuk en de eisen vanuit de Habitatrichtlijn dus niet a priori garanties voor vergunningverlening. Immers, één landelijk stikstofdoel biedt naar verwachting onvoldoende duidelijkheid over aard en locatie van de noodzakelijke beleidsinspanning. Tot slot, mochten autonome ontwikkelingen in stikstofemissies er voor zorgen dat een nationaal stikstofdoel gehaald wordt of dichtbij komt, dan ontslaat het de overheid naar verwachting niet van de verplichting om achteruitgang van de natuurkwaliteit te stoppen en waar nodig het leveren van inspanning om de natuurkwaliteit te verbeteren. Waar noodzakelijk kan dat nog altijd stikstofbronmaatregelen betreffen (zie tekstbox 2.1).

2.5 Implicaties van het juridisch kader voor stikstofreducties veroorzaakt door de coronacrisis

Gezien de Habitatrichtlijn is het naar verwachting niet zo dat een (mogelijke) forse autonome ontwikkeling veroorzaakt door de coronacrisis het beleid flink op weg zou helpen, of zelfs tot minder noodzaak voor maatregelen zou kunnen leiden. Een tijdelijke daling van de emissies en de daardoor veroorzaakte deposities door de coronacrisis is voor de vergunningverlening irrelevant. Mocht de coronacrisis leiden tot een permanente daling van de emissies en deposities, dan kan dat relevant worden, echter alleen binnen de hiervoor geschetste kaders. Het gaat om een autonome ontwikkeling die niet is veroorzaakt door maatregelen die zijn genomen met het oog op bepaalde nieuwe activiteiten en daar juridisch ook niet aan zijn gekoppeld. De enige manier waarop de coronacrisis het beleid zou kunnen helpen is via het verbeteren van de staat van instandhouding, dus de natuurkwaliteit door permanent lagere emissies en deposities. Als de natuurkwaliteit zover verbetert dat zij in een Natura 2000-gebied boven de gebied specifieke instandhoudingsdoelstellingen uitstijgt dan kan dat tot gevolg hebben dat nieuwe activiteiten met extra stikstofuitstoot geen negatieve invloed op de (instandhoudingsdoelstellingen) van een bepaald gebied hebben en dus kunnen worden toegelaten. De verlaging van de depositie door de coronacrisis mag dus meegenomen worden bij de beoordeling van de staat van instandhouding van een Natura 2000-gebied en het mogelijke effect van nieuwe stikstofuitstoot daarop, zoals dat beargumenteerd kan worden in de passende beoordeling bij een vergunningaanvraag. Het is echter zeer de vraag of de coronacrisis de natuurkwaliteit in Natura 2000-gebieden in die mate doet verbeteren dat zij boven de instandhoudingsdoelstellingen uit stijgt.

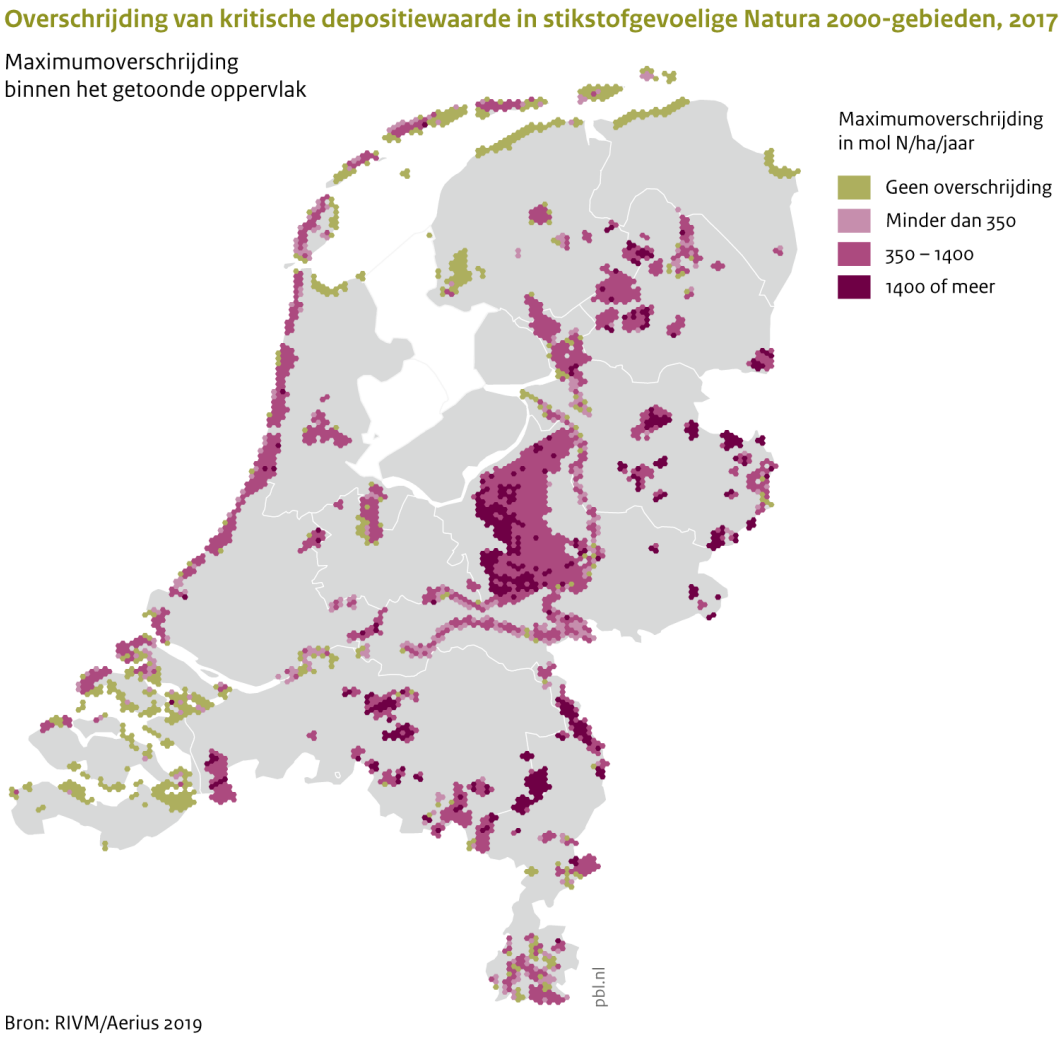
3 Stikstofemissie en depositie in Nederland

Stikstof kenmerkt zich door een veelheid van verschijningsvormen, omzettingen, verspreidingsroutes, verontreinigingsbronnen en effecten. Als het over de negatieve effecten van stikstof gaat, dan gaat het niet over moleculair stikstof (N_2), de verschijningsvorm van stikstof waar onze atmosfeer voor 78% uit bestaat, maar over zogenaamde reactieve vormen van stikstof (in het vervolg 'stikstof'). Deze reactieve vormen zijn omgezet uit N_2 door verschillende natuurlijke processen (bliksem, biologische omzetting), industriële stikstofbinding en/of verbranding. Reactieve vormen zijn onder andere verschillende stikstofoxiden (NO_x), nitraten, ammoniak (NH_3) en organisch gebonden stikstof.

Relatie tussen stikstof en natuurkwaliteit
Stikstof komt in vele vormen in de natuur voor, en is het essentieel voor planten en dieren, als bouwsteen voor de vorming van eiwitten, bladgroen en organische verbindingen. Daarenboven bevordert het groei en ontwikkeling, een eigenschap die wordt benut voor de productie van landbouwgewassen, door toediening van (kunst)mest. Te veel stikstof veroorzaakt echter een probleem voor stikstofgevoelige natuur. Bij een hoge stikstofdepositie komen planten- en diersoorten die een voedselarme grond prefereren minder voor. Stikstof-minnende planten- en diersoorten nemen dan de plaats in van andere soorten, wat een negatief effect heeft op de biodiversiteit. De uitstoot van stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH_3) kan na depositie ook leiden tot verzuring van de bodem (PBL 2020b). Vandaar dat stikstofproblemen ook wel worden voorgesteld als 'teveel van het goede' ("too much of a good thing"; Sutton et al. 2011).

In de discussie over de stikstofproblematiek wordt gesproken over kritische depositiewaarden (KDWs). Dit is de depositiehoeveelheid waarboven het risico bestaat dat de kwaliteit van de natuur in een specifieke habitat significant wordt aangetast door de verzurende en/of vermestende invloed van atmosferische stikstofdepositie (Nilsson en Grenfelt 1988). De overschrijding van de kritische depositiewaarde door de daadwerkelijke depositie is de reden dat het Nederlandse natuurbeleid -waaronder het PAS - werkten aan een verlaging van stikstofdepositie. Wanneer de huidige hoeveelheden aan stikstofdepositie worden vergeleken met de kritische depositiewaarden van natuur in Natura 2000-gebieden dan valt op dat op veel plekken de kritische depositiewaarden worden overschreden. Van de 161 Natura 2000-gebieden in Nederland kennen 130 gebieden stikstofgevoelige habitattypen, waarbij een groot gedeelte een overschrijding van één of meer van de in dat gebied voorkomende kritische depositiewaarden is gesignaleerd (Figuur 3.1; RIVM, 2020b).

Figuur 3.1



Uitstoot van ammoniak en stikstofoxiden

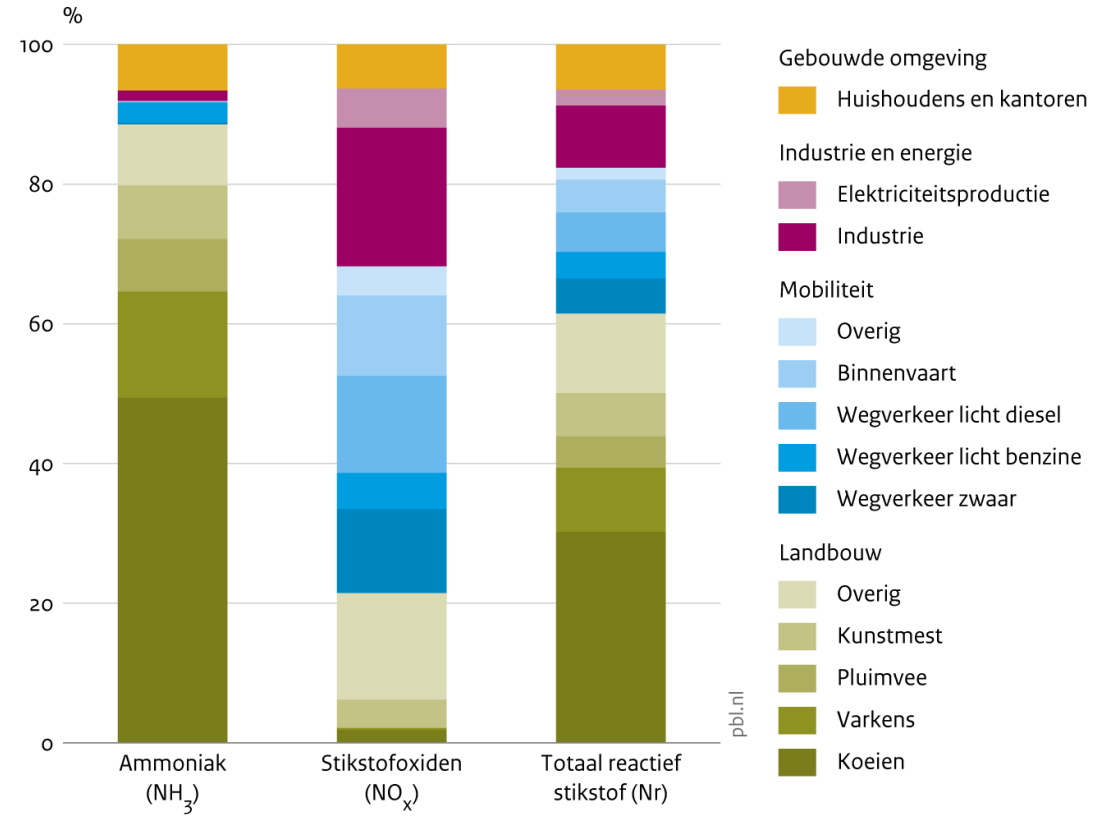
Van de reactieve vormen van stikstof staan ammoniak en stikstofoxiden in deze notitie centraal. Het overgrote deel van de uitstoot van ammoniak in Nederland is afkomstig van de landbouw. Daarbij zijn vooral de emissies die samenhangen met stal en mestopslag en het uitrijden van mest belangrijk. Ammoniak wordt in de Nederlandse landbouw voornamelijk gevormd uit stikstof in de urine en gemineraliseerde organische stikstof in feces van landbouwdieren. Deze ammoniak komt vrij bij de bacteriologische conversie van organisch gebonden stikstof naar ammonium, en wordt beïnvloed door de specifieke fysische en chemische condities waarbij de omzetting plaatsvindt (Lagerwerf et al. 2019). Kunstmest met een hoog bestanddeel aan ureum is ook een bron van ammoniak. Stikstofoxiden (NO_x) zijn de som van stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO_2). Stikstofmonoxide (NO) ontstaat bij allerlei verbrandingsprocessen en wordt in de lucht vrij snel omgezet tot stikstofdioxide (NO_2). Stikstofoxiden (NO_x) worden met name uitgestoten bij de verbranding van fossiele brandstoffen, bijvoorbeeld in automotoren en industrie (TNO 2019; Vink en Van Hinsberg 2019). In voorliggend rapport worden alle emissies van stikstofoxiden uitgedrukt in stikstof**di**oxide, ofwel NO_2. Overigens zijn landbouwgronden en natuurgebieden ook (kleine) bronnen van NO_x.

De uitstoot van stikstofoxiden en ammoniak naar de lucht, de stikstofemissie, is afkomstig van verschillende bronnen. Figuur 3.2 geeft een overzicht van de belangrijkste binnenlandse bronnen

van ammoniak, stikstofoxiden en totaal reactief stikstof, naar sector voor 2017 (RIVM 2019). Hieruit blijkt dat de sector landbouw verantwoordelijk is voor het grootste deel van de totale binnenlandse uitstoot van reactief stikstof (61%), gevolgd door wegverkeer (15%), industrie (9%), niet-wegverkeer (6%) en huishoudens en kantoren (6%). Emissies van zeescheepvaart zijn in deze gegevens buiten beschouwing gelaten (zie voor toelichting: TNO 2019) evenals de emissies vanuit het buitenland die neerslaan op Nederlandse bodem en de Nederlandse emissies op buitenlandse bodem[14]. In 2017 stootte Nederland ongeveer 132 kton ammoniak en 242 kton stikstofoxiden uit. Omgerekend is dat 109 kton stikstof (N) uit ammoniak (60%) en 74 kton stikstof uit stikstofoxiden (40%) en dus 183 kton stikstof in totaal. De historische ontwikkeling laat zien dat sinds de jaren '90 van de vorige eeuw de emissies van ammoniak en stikstofoxiden sterk gedaald zijn (Figuur 3.3). De laatste tien jaar is deze daling voor ammoniak gestagneerd (PBL, 2020b).

Figuur 3.2

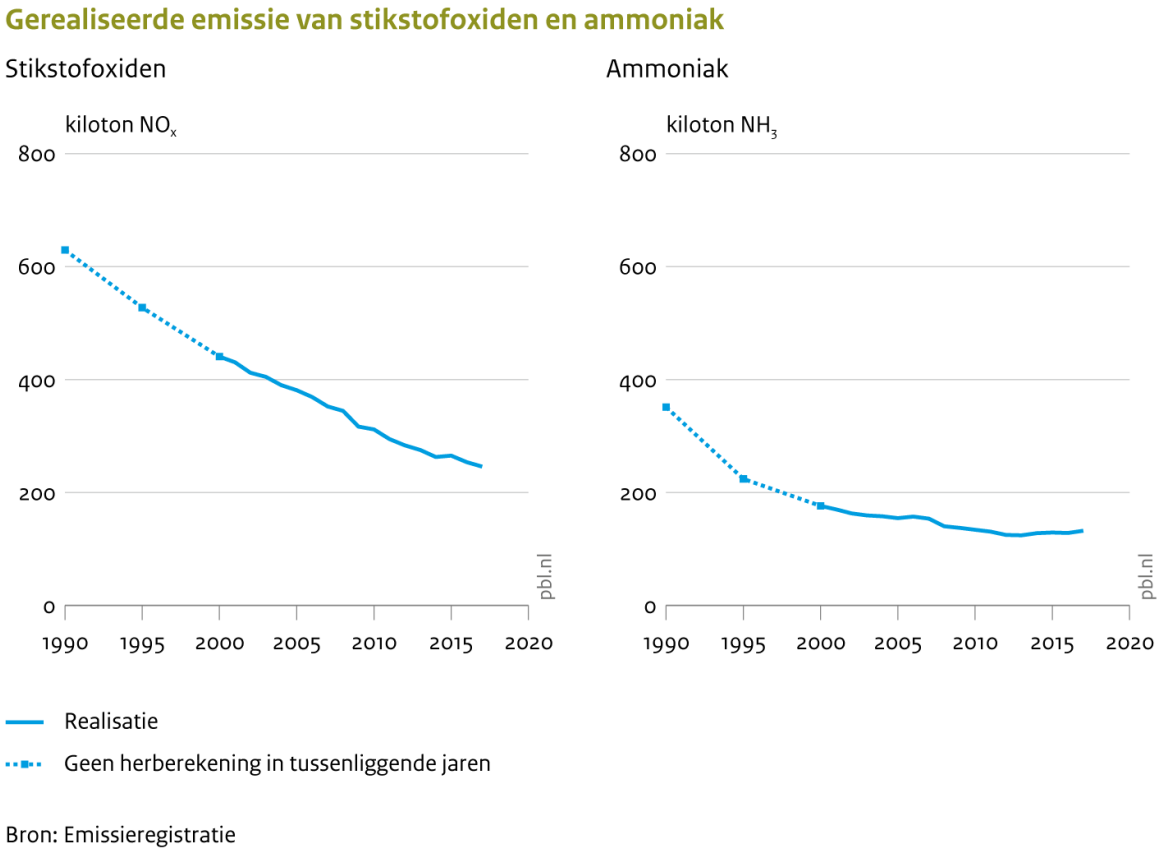
Herkomst van stikstofemissie per sector, 2017



Bron: TNO 2019; RIVM 2019

[14] Figuur 3.2: Onder industrie vallen ook bouwmachines. Landbouw bevat ook emissies gerelateerd aan bemeste bodems, aardgasgebruik in de tuinbouw en werk- en voertuigen uit de landbouw. Onder huishoudens en kantoren valt ruimteverwarming, houtstook, maar ook dieren gehouden door particulieren. Let op: dit is een andere indeling dan wordt gebruikt door de ER (RIVM 2019) en bij de uitwerking van de bronmaatregelen, de onderlinge cijferbasis is identiek.

Figuur 3.3



Als gevolg van de ruimtelijke verdeling van emissiebronnen varieert de omvang van de uitstoot van stikstofoxiden en ammoniak tussen verschillende regio's in Nederland. Zo zijn bijvoorbeeld varkenshouderijen en pluimveehouderijen geconcentreerd in specifieke gebieden zoals de Peel en de Gelderse Vallei, wat herkenbaar is in het ruimtelijke patroon van de emissies van ammoniak. De ammoniakemissie uit de landbouw is daardoor in het oosten en zuidoosten van Nederland relatief hoog. De emissies van stikstofoxiden zijn juist hoger in stedelijke gebieden zoals de Randstad, met name doordat verkeer, industrie en huishoudens in stedelijk gebied geconcentreerd zijn (TNO 2019).

Depositie van ammoniak en stikstofoxiden

Het ongunstige effect van stikstof op stikstofgevoelige natuur, en de gestagneerde vergunningverlening vormen het vertrekpunt van het kabinet in de zoektocht naar maatregelen om de situatie in de natuur te verbeteren. Hierbij staat de stikstofdepositie centraal: de hoeveelheid stikstofhoudende verbindingen die vanuit de lucht neerslaat. Stikstofdepositie is onder te verdelen in droge depositie (directe opname in vegetatie en bodem) en natte depositie (via neerslag). Het ruimtelijke patroon van depositie is verschillend voor ammoniak en stikstofoxiden: afhankelijk van de hoogte en de aard van de bron verspreidt ammoniak zich vanuit de bron in een snel-verdunnende pluimvormige kegel, waarbij de hoogste depositie relatief dichtbij de bron plaatsvindt. Een deel verspreid zich echter veel verder. Stikstofoxiden verspreiden zich afhankelijk van de hoogte en aard van de bron vaak veel grootschaliger en landsgrensoverschrijdende verspreiding (Gies et al. 2019). Door een vijftal factoren (1) de ruimtelijke verdeling van de emissies van stikstofoxiden en ammoniak, (2) de fysisch- chemische eigenschappen van deze gassen, (3) de emissiekarakteristieken van individuele bronnen, (4) de ruimtelijke ligging van natuurgebieden en (5) de ruwheid van het aardoppervlak heeft iedere maatregel een specifiek effect op de stikstofdepositie in afzonderlijke natuurgebieden. Een maatregel die leidt tot een hoge

reductie van de ammoniakdepositie op een specifiek natuurgebied zal qua emissies vaker geconcentreerd zijn in een kleiner gebied (gebiedsgericht rond Natura 2000-gebieden). Om in een gelijkwaardige mate depositiereductie door stikstofoxiden op datzelfde natuurgebied te behalen zal een op stikstofoxiden gerichte maatregel in de regel een veel groter gebied moeten beslaan.

De emissie-informatie uit de emissieraming (zie sectie 4.1), en onderliggende informatie, worden door het RIVM jaarlijks gebruikt om een landelijk beeld te geven van de toekomstige ontwikkeling van de luchtkwaliteit en depositie in Nederland tot 2030. In vaktermen gaat het om de kaarten met grootschalige concentraties (GCN) en deposities (GDN) in Nederland. Deze GCN/GDN-kaarten, voor jaren in het verleden en in de toekomst, worden gebruikt voor de monitoring van het Nederlandse lucht- en stikstofbeleid en worden jaarlijks geactualiseerd. De GCN/GDN-kaarten worden door bijvoorbeeld gemeentes, provincies en anderen gebruikt bij hun rapportage van overschrijdingen in het kader van de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit en bij planvorming (bijv. als onderdeel van rekentool AERIUS; RIVM 2020c).

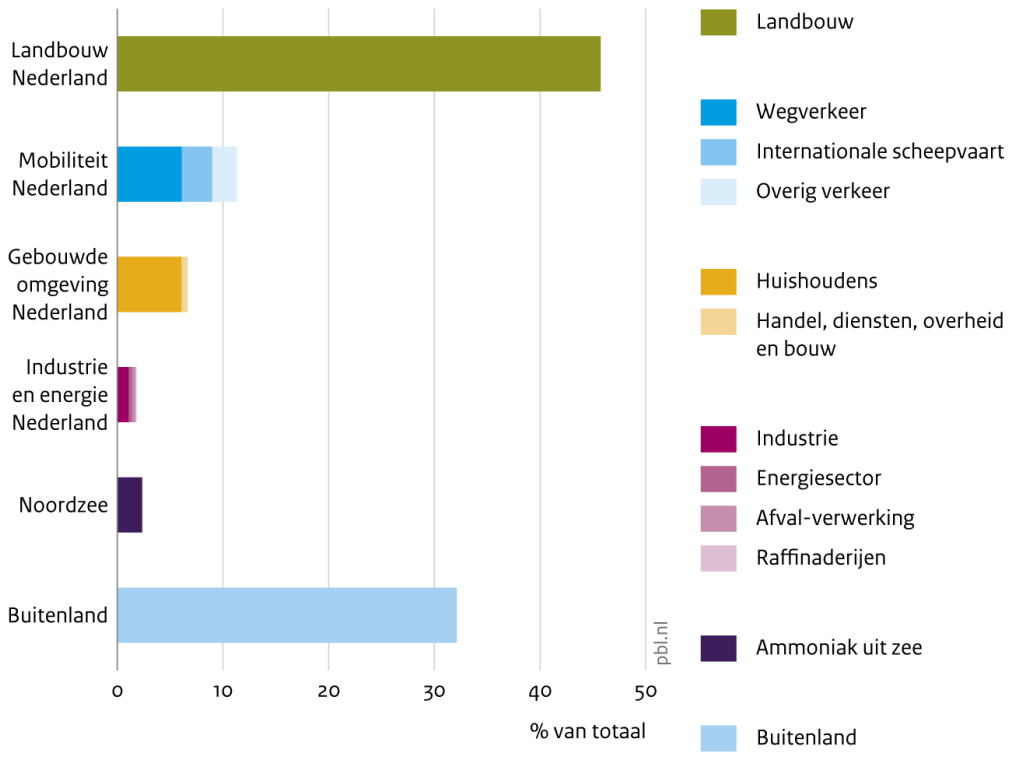
Als we kijken naar de herkomst en omvang van de stikstofdepositie in Nederland in 2018 afkomstig uit de GCN-GDN (Hoogerbrugge et al. 2019) dan blijkt dat de depositie van stikstof gemiddeld over Nederland 1730 mol stikstof per ha (mol N/ha/jaar) bedroeg. Hiervan is 68% afkomstig uit Nederlandse bronnen. Daarnaast is Nederland een netto exporteur van stikstof: bijna vier keer zoveel stikstofemissies uit Nederland komen in het buitenland terecht vergeleken met de hoeveelheid ontvangen stikstofemissie uit het buitenland (EMEP 2019). Van de Nederlandse bronnen levert de agrarische sector de grootste bijdrage op de totale N-depositie in Nederland (46%; zie Figuur 3.4). Als alleen de binnenlandse bronnen in beschouwing worden genomen, dan is de bijdrage van de landbouw 68%. Andere binnenlandse bijdragen zijn onder andere wegverkeer en huishoudens (beide 6%) (PBL 2020b). Vanwege de ligging van binnenlandse en buitenlandse bronnen zijn er regionaal grote verschillende te zien in de stikstofdepositie. De huidige stikstofproblematiek draait echter specifiek om de deposities in Natura 2000-gebieden en het effect daarvan op de stikstofgevoelige natuur daarbinnen. Als we kijken naar de herkomst van de depositie voor alle stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden, dan is het patroon echter bijna gelijk met dat van de gemiddelde depositie over heel Nederland; 65% van de depositie is hierbij afkomstig uit Nederlandse bronnen. Ook blijft landbouw de grootste bron (41%), gevolgd door verkeer (11%), industrie en gebouwde omgeving (8%) en ammoniak uit zee (4%) (RIVM 2020d).

Atmosferische concentratie van ammoniak en stikstofoxiden

De mate van emissie bepaalt mede de concentratie van stikstofoxiden en ammoniak in de atmosfeer. Te hoge waarden hebben een negatief effect op luchtkwaliteit, zowel direct als indirect, doordat ze bijdragen aan de vorming van fijnstof en in het geval van stikstofoxiden ook aan de vorming van ozon (zomersmog) (TNO 2019). Te hoge concentraties van stikstofoxiden en ammoniak zijn beide schadelijk voor de mens en dier. Een te hoge ammoniakconcentratie voor de gezondheid komt in de buitenlucht nauwelijks voor, maar in slecht geventileerde stallen (en mestopslagen) wel. Te hoge concentraties stikstofoxiden kunnen samenhangen met longklachten en astma (RIVM 2020d).

Figuur 3.4

Herkomst stikstofdepositie, 2018



Bron: RIVM 2019

Meer informatie

Meer informatie over de relaties tussen de uitstoot van stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH_3) en de depositie van stikstof in Nederland is te vinden in het Compendium voor de Leefomgeving (PBL 2020a; o.a. 'Verzuring en Vermesting', 'Emissies naar lucht, water en bodem'). Ook geeft een recente factsheet van TNO (TNO 2019) en de website https://www.rivm.nl/stikstof een helder overzicht van de kernbegrippen rond stikstof.

4 Werkwijze analyse

4.1 Basispad uitstoot ammoniak en stikstofoxiden

Om de invloed van nieuwe maatregelen op de stikstofemissie en depositie te bepalen, gebruiken we in deze studie het zogenoemde basis- of referentiepad voor de uitstoot van ammoniak en stikstofoxiden in Nederland. Het basispad beschrijft hoe de emissies zich de komende jaren ontwikkelen, dus exclusief de maatregelen die in deze notitie geanalyseerd zijn. Het basispad wordt opgesteld door te kijken naar de verwachting van de toekomstige emissies aan de hand van de verwachte ontwikkelingen van verschillende maatschappelijke en economische sectoren die hierbij een rol spelen, met name de landbouw, de mobiliteitssector en de industrie. Beleid in de vorm van twee beleidsvarianten, 'vastgesteld beleid' en 'voorgenomen beleid', wordt in het basispad meegenomen.

Hiertoe is gebruik gemaakt van de raming die is opgesteld in het kader van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2019 (Schoots en Hammingh 2019; PBL et al. 2020b). Daarin zijn de verwachte emissies tussen 2020 – 2030 voor broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen in Nederland in kaart gebracht. Onder luchtverontreinigende stoffen vallen: stikstofoxiden (NO_x), ammoniak (NH_3), fijnstof ($PM_{2,5}$), fijnstof (PM_{10}), zwaveldioxide (SO_2) en niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS). Aangezien het hoofddoel van de KEV is om op basis van de meest actuele inzichten over genoemde externe factoren een beeld te geven van de meest plausibele toekomstsituatie, geeft de emissieraming één inschatting van de toekomst voor de aangenomen ontwikkelingen in de genoemde externe factoren (zie voor meer informatie over uitgangspunten, PBL et al. 2020b).

De raming kent twee beleidsvarianten: de variant 'vastgesteld beleid' neemt alleen het vastgesteld beleid per 1 mei 2019 mee. Vastgestelde maatregelen zijn maatregelen die uiterlijk op 1 mei 2019 zijn gepubliceerd of als afspraken bindend zijn vastgelegd en concreet zijn geformuleerd. De variant vastgesteld + voorgenomen beleid neemt naast de vastgestelde beleidsmaatregelen ook beleidsvoornemens mee. Deze variant is gebruikt als basispad in deze notitie. Voorgenomen maatregelen zijn meegenomen indien deze op 1 mei 2019 openbaar waren, officieel meegedeeld en concreet genoeg waren uitgewerkt. Omdat de peildatum 1 mei 2019 wordt aangehouden, zijn de ramingen in deze notitie nog exclusief het nieuwe beleid uit het Klimaatakkoord van 28 juni 2019, de stikstofmaatregelen van het kabinet van november 2019 en het Schone Luchtakkoord van 13 januari 2020. Op het vlak van mest-, ammoniak-, en fijnstofbeleid was er op 1 mei 2019 geen sprake van voorgenomen beleidsmaatregelen. Maatregelen van vóór 1 mei zijn wel opgenomen, zoals de stop op kolengebruik in elektriciteitscentrales, de warme sanering van de varkenshouderij (uit het regeerakkoord) en maatregelen uit het in 2013 overeengekomen Energieakkoord (PBL et al. 2020b; Velthof et al. 2019).

Hoewel de raming van de KEV 2019 wordt gezien als de meest plausibele toekomst, zijn ramingen inherent onzeker. In de KEV wordt daarom gebruik gemaakt van onzekerheidsmarges of bandbreedtes rondom de projectiewaarden. Deze zijn berekend voor de effecten op de emissies en het nationale emissietotaal voor 2020 en 2030. Schoots en Hammingh (2019) en Welle et al. (2017) bespreken de onzekerheden van de KEV in meer detail. Voor de emissie- en ramingswaarden in deze notitie wordt uitgegaan van de middenwaarde van de bandbreedte van de raming.

Het basisjaar van de raming is gebaseerd op data van de Emissieregistratie (ER), die in het begin van elk jaar de voorlopige cijfers voor het voorafgaande jaar en definitieve cijfers voor twee jaar eerder vaststelt en publiceert. De definitieve cijfers over het jaar 2017 zijn daarom gebruikt als basis voor de raming (RIVM 2019). Voor enkele onderwerpen zijn de definitieve cijfers van 2018 en/of de voorlopige cijfers van 2019 gebruikt (o.a. sector mobiliteit, brongroep houtkachels en open haarden, zie PBL et al. 2020b en sectie 6.2).

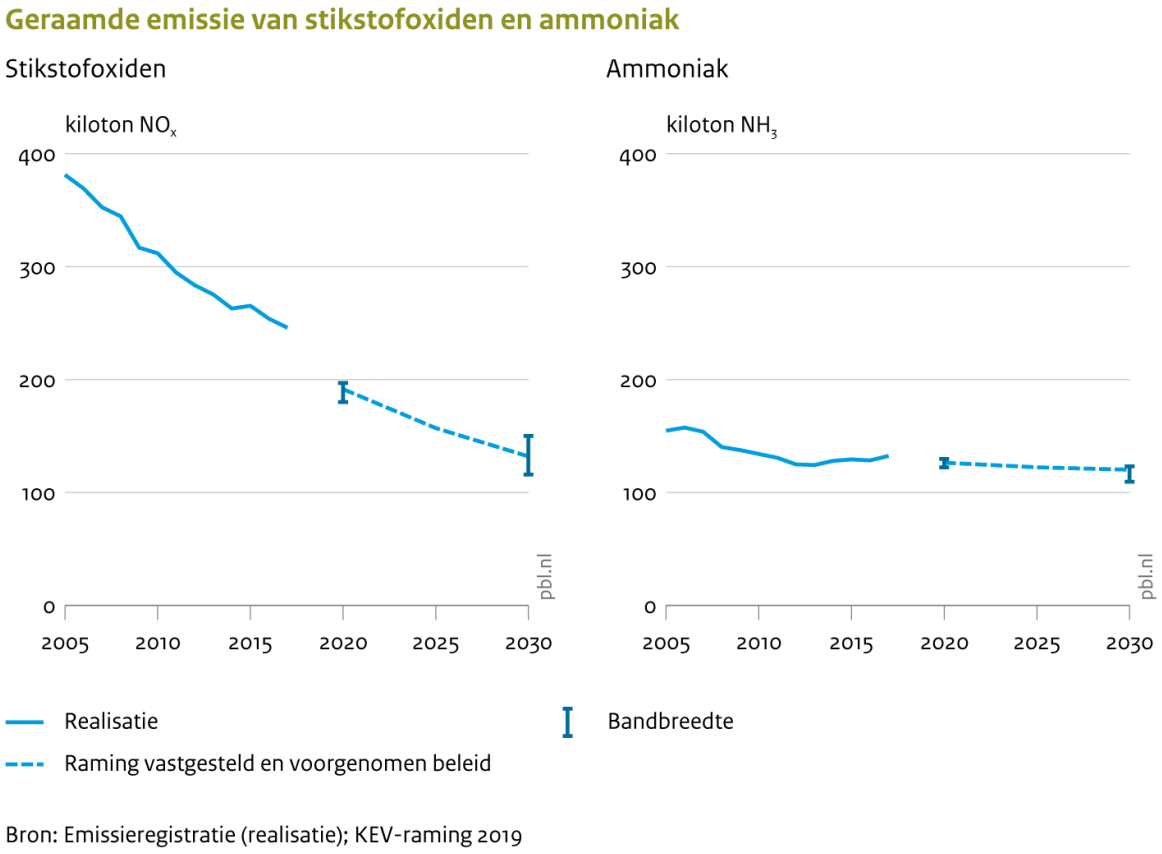
Basispad ontwikkeling ammoniakemissies
De resultaten van de referentieraming laten zien dat de uitstoot van ammoniak over de ramingsperiode 2017-2030 naar verwachting daalt met gemiddeld 11 kton ofwel 8 procent, van 131 kton in 2017 naar 120 kton in 2030 (zie Figuur 4.1). Deze daling wordt vooral verklaard door afnemende emissies bij de landbouw (met bijna 13 kton). Binnen landbouw is de verwachte daling tussen 2017 en 2020 (40%; 5 kton) voornamelijk het gevolg van de aanscherping van de Nederlandse fosfaatregels, waardoor het aantal stuks melkvee en jongvee afneemt. Daarnaast draagt een geleidelijke overgang naar emissiearme varkens- en pluimveestallen (inclusief buitenopslag van mest) bij aan de daling tot 2020. Na 2020 wordt de geschatte daling bij varkens, rundvee en pluimvee vooral verklaard door de voortgaande geleidelijke invoering van emissiearme stallen. Bij varkens speelt tevens krimp van de varkensstapel (geschat op 5 procent) als gevolg van het verwachte effect van de regeling voor de sanering van de varkenshouderij zoals in het regeerakkoord vastgelegd (120 miljoen). Het aanvullende budget zoals geanalyseerd in deze notitie en Urgenda-pakket zijn niet meegenomen in het basispad (zie ook hoofdstuk 5.4). Voor melkkoeien dalen de stalemissies (inclusief mestopslag buiten) naar verwachting licht tussen 2020 en 2030. Deze daling komt door de invoering van emissiearme stallen, in combinatie met een afname van de omvang van de melkveestapel en een trendmatige toename in de productiviteit (melkproductie per koe).

Uit de raming blijkt verder dat de ammoniakemissie van mobiliteit tot 2030 autonoom toeneemt. Deze stijging is het gevolg van ammoniakslib dat ontstaat als neveneffect van een nieuwe katalysatortechniek van moderne diesel personen- en bestelauto's om aan de nieuwe strenge praktijkemissienormen voor stikstofoxiden te voldoen. De ammoniakemissies door consumenten nemen licht toe tussen 2017 en 2030. De ammoniakemissies van de industrie blijven onveranderd.

Basispad ontwikkeling emissies stikstofoxiden
De raming laat zien dat de uitstoot van stikstofoxiden naar verwachting over de ramingsperiode 2017-2030 met 40% daalt, wat gelijk staat aan een afname van 220 kton in 2017 naar 132 kton in 2030, exclusief zeescheepvaart. Het merendeel van deze emissiereductie (70 procent) komt voor rekening van mobiliteit. Daarnaast zal volgens de huidige inzichten de emissie afnemen van gasgestookte stationaire (niet-mobiele) verbrandingsinstallaties in de overige sectoren: landbouw, diensten en bouw en huishoudens (13 kton), de energiesector (12 kton) en de industrie (3 kton). Voor de sectoren landbouw, diensten en huishoudens komt dit door de nationale emissieregelgeving voor stikstofoxiden, gecombineerd met een afname in het energiegebruik. Ook emissies in de energiesector dalen door een sterke groei in de hernieuwbare elektriciteitsproductie (wind en zon), het verbod op het stoken van kolen, en de vermindering van de gas- en oliewinning. Alleen voor de basismetaalindustrie (o.a. ijzer, staal en aluminiumproductie) wordt een stijging in de uitstoot van stikstofoxiden geraamd.

Voor het wegverkeer wordt tussen 2017 en 2030 ruim een halvering van emissies geraamd, die vooral het gevolg is van het schoner worden van nieuwe personen- en bestelauto's en vrachtvoertuigen door strengere Europese emissiewetgeving voor stikstofoxiden. De geraamde emissiereductie van het overig verkeer komt vooral door mobiele werktuigen, zoals landbouwtractoren en -machines, graafmachines en bouw, en in mindere mate de binnenvaart. Ook deze emissiereducties kunnen worden verklaard door Europese emissiewetgeving.

Figuur 4.1



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming 2019

De emissieraming in het licht van de coronacrisis

Het basispad is opgesteld voordat de coronacrisis uitbrak, waardoor het effect van deze crisis op de uitstoot van stikstof niet is meegenomen. Naast het observeren van het huidige effect op stikstofuitstoot- en depositie, dat in eerste aanleg vooral betrekking lijkt te hebben op stikstofoxiden en voornamelijk worden veroorzaakt door de transport- en de industriesector, is het op dit moment nog moeilijk om uitspraken te doen over de verwachte ontwikkelingen. Wel wordt er verwacht dat de depositie van stikstofoxiden op de Nederlandse natuur in 2020, en mogelijk 2021, lager zal zijn dan eerder geraamd werd (doordat verkeer en industrie nu minder stikstofoxiden uitstoten). Voor de mogelijke economische ontwikkelingen op de korte termijn (2021, 2022) leveren de verschillende scenario's die zijn ontwikkeld door het CPB (CPB 2020) verder in beperkte mate houvast. Deze scenario's hanteren verschillende uitgangspunten voor de duur van de contactbeperkingen, de diepte van de economische doorwerking en de getroffen steunmaatregelen. Ze zijn echter niet uitgewerkt voor maatschappelijke sectoren.

In alle CPB-scenario's treedt een recessie in 2020 op, de diepte en duur verschilt hiervan sterk. Bij een nadere beschouwing van het lichtste scenario (I, met een start van herstel in het 3^{e} kwartaal 2020) is er alleen sprake van een tijdelijke dip. Bij de zwaarste scenario's (III en IV, met een start van herstel in 2021) zijn de effecten voor economie en samenleving ingrijpend, met een grotere kans op structurele gevolgen naarmate de pandemie langer aanhoudt. Voor beide zware scenario's zijn de meer structurele effecten tot het zichtjaar van de raming (2030), en hun doorwerking in de uitstoot van stikstof, nog niet te voorspellen.

4.2 Relatie tussen emissie en depositie

De vermeden depositie in mol stikstof (N) per hectare per jaar staat centraal om het effect van de door het kabinet gekozen maatregelen onderling goed te kunnen vergelijken. Het gaat daarbij specifiek om de vermeden depositie op het areaal stikstofgevoelige natuur binnen Natura 2000-gebieden. Bij de omrekening van emissie-waarden (in kton) naar depositie (in molen stikstof per hectare per jaar) moet rekening worden gehouden met vier aspecten:

1) De omrekening van kton ammoniak of stikstofoxiden naar kton stikstof (N): ammoniak bevat per kton 2,7 keer meer stikstof dan stikstofoxiden.
2) Verspreiding door de lucht: stikstofoxiden hebben een grootschaliger verspreidingspatroon dan ammoniak, dat dichterbij de bron deponeert. Onder gemiddelde omstandigheden deponeert 50% van een geëmitteerde hoeveelheid ammoniak binnen 100 km van de bron. Voor stikstofoxiden gebeurt dit pas op een afstand van meer dan 250 km.
3) Per economische sector verschillen de emissiekarakteristieken: de industrie kent hoge schoorstenen met forse warmte-inhoud waardoor de verspreiding van deze bronnen ver reikt, terwijl de landbouw en het verkeer vooral dichtbij de grond uitstoten waardoor de emissie minder verspreidt. Door de bronhoogte deponeert een relatief kleiner deel van de uitstoot van stikstofoxiden van Nederlandse industrie en luchtvaart op Nederlands grondgebied.
4) Elke activiteit heeft zijn eigen ruimtelijke verdeling over Nederland in relatie tot de stikstof-gevoelige natuur.

Dit alles maakt het niet eenvoudig om de effecten van bronmaatregelen met elkaar te vergelijken. Er is daarom gekozen om het effect van de reductie van 1 kton van de betreffende stof en de betreffende emissie(sub)sector te vertalen naar het gemiddeld aantal molen reductie in stikstofdepositie (mol N/ha/jr) op beschermede stikstofgevoelige natuur binnen Natura2000-gebieden in Nederland. In deze analyse is gebruik gemaakt van de per sector in de emissieregistratie geregistreerde emissies op locatie (RIVM 2019). Daarnaast zijn door het RIVM berekeningen gemaakt met AERIUS, dat voor alle bronnen en hun emissiekarakteristieken de verspreiding van de emissies en de depositiebijdrage berekent. Aan de hand van de daaruit voortvloeiende AERIUS-resultaten is de gemiddelde depositie van de emissies van (sub)sectoren berekend op 255.034 hectare beschermde stikstofgevoelige natuur (RIVM 2020e). Hierdoor zijn conversiefactoren beschikbaar gekomen voor de relatie tussen emissie en depositie waarin rekening gehouden is met: de fysisch-chemische eigenschappen van ammoniak en stikstofoxiden, de ruimtelijke verdeling van de emissies per (sub)sector, de emissiekarakteristieken van bronnen, de heersende windrichting, meteorologie en ruwheid van het landoppervlak tussen de bron en het natuurgebied en de locatie van stikstofgevoelige natuurgebieden. Bij het opstellen van de conversiefactoren is uitgegaan van de verhouding in 2017, waarbij wordt aangenomen dat deze constant blijft over de tijd (RIVM, 2020a).

Aan de hand van de berekende verhouding tussen emissie en gemiddelde depositie op stikstofgevoelige natuur per sector is per maatregel een conversiefactor ontwikkeld. Deze conversiefactor is bepaald aan de hand van de specifieke locaties en activiteiten waar de bronmaatregel betrekking op heeft (voor meer informatie: RIVM, 2020a). Daarbij is het effect van een reductie van 1 kton van de betreffende stof door een bepaalde sectorgroep vertaald naar het aantal molen reductie in de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuur (mol N/ha/jr) die deze emissiereductie volgens AERIUS tot gevolg heeft. In de analyse van de effectiviteit van de maatregelen (Hoofstuk 5) is telkens aangegeven welke conversiefactor voor de vertaling van emissie-effect naar depositie-effect is gehanteerd.

Hoewel er in het bepalen van de emissie en depositiewaarden met behulp van het AERIUS-model rekening is gehouden met de ruimtelijke variabiliteit in alle relevante parameters, is er uiteindelijk per maatregel een gemiddelde omrekenfactor voor het gehele areaal stikstofgevoelige natuur bepaald die in Hoofdstuk 5 is toegepast om het effect van de maatregelen in te schatten. Hierbij gold dat als er specifieke informatie over de locatie van het emissie-effect bekend was,

bijvoorbeeld in het geval van de maatregel om walstroom aansluitingen op vijf locaties te realiseren – zie maatregelen Mobiliteit (6.6), de emissiereductie op die locaties met AERIUS specifiek is doorgerekend. In de berekening is alleen rekening gehouden met de aangeleverde informatie over de maatregelen. Effecten van regionaal geoptimaliseerd beleid, bijvoorbeeld nabij Natura 2000-gebieden, zijn hierin alleen meegenomen als dit expliciet was gedefinieerd (RIVM, 2020a).

Tabel 4.1 Emissies per subsector volgens de Emissieregistratie 2017 (RIVM 2019), daarmee samenhangende stikstofdepositie op areaal stikstofgevoelige natuur en de daaruit berekende conversiefactor voor stikstofdepositie per gewichtseenheid emissie voor emissiesectorgroepen volgens AERIUS

Subsector	Stof	Emissie ER 2017 [kg/jr]	Gem.depositie op areaal stikstofgevoelige natuur berekend met AERIUS [mol N/ha/jr]	Conversiefactor voor de gemiddelde depositie op stikstofgevoelige natuur per gewichtseenheid emissie van de betreffende stof per sectorgroep. Berekend met AERIUS ((mol/ ha)/kton[1])
Wegverkeer	NO_x	77.126.613	80	1,0
Landbouw, stallen	NO_x	3.654.150	4	1,0
Binnenvaart	NO_x	30.486.731	25	0,8
Consumenten, HDO	NO_x	15.448.730	12	0,8
Verkeer, overig	NO_x	21.452.428	17	0,8
Landbouw, mestaanwending	NO_x	22.375.020	13	0,6
Luchtvaart	NO_x	3.707.466	2	0,5
Industrie	NO_x	51.712.486	24	0,5
Zeescheepvaart	NO_x	95.753.907	28	0,3
Wegverkeer	NH_3	4.425.687	37	8,4
Binnenvaart	NH_3	6.566	0,1	8,0
Landbouw, stallen	NH_3	54.718.272	400	7,3
Consumenten, HDO	NH_3	11.885.655	86	7,3
Verkeer, overig	NH_3	9.849	0,1	6,6
Landbouw, mestaanwending	NH_3	50.286.700	225	4,5
Industrie	NH_3	2.104.104	9	4,2
Zeescheepvaart	NH_3	14.957	0,04	2,4

[1]kton NO_x resp. NH_x

4.3 Gehanteerde kostenmethodiek

Nationale kosten
Nationale kosten worden berekend volgens de milieu-kostenmethodiek (Ministerie van VROM, 1998; 2004)[15]. Uitdrukkelijk dient vermeld te worden dat ten opzichte van een zogenaamde Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse (MKBA), de milieu-kostenmethodiek slechts een eerste indruk geeft van de te verwachten kosten. Bij de MKBA-methodiek worden ook indirecte kosten (zie verderop) en effecten zoals een verbeterde natuurkwaliteit (al dan niet in geld uitgedrukt) meegenomen. Voordeel van de milieu-kostenmethodiek is dat kosten sneller en zonder kennis over de moeilijk te kwantificeren indirecte effecten kunnen worden berekend.

Bij de milieu-kostenmethodiek wordt per maatregel het saldo van *directe* kosten én *directe* opbrengsten, ten opzichte van het basispad, berekend. *Directe* kosten zijn kosten die die in 'eerste aanleg en direct' worden gemaakt door degenen die de milieumaatregelen treffen. Bijvoorbeeld een varkenshouder die een chemische luchtwasser installeert, zal een lening aangaan en rente betalen, en te maken krijgen met energie-, zwavelzuur- en onderhoudskosten. Dit zijn allemaal directe kosten. Ook de salarissen van ambtenaren die de overheid in zet om controletaken uit te voeren, worden onder de directe kosten geschaard. Voorbeelden van *indirecte* kosten zijn de kosten die een indirect gevolg kunnen zijn van de aanschaf en in gebruik name van de luchtwasser, bijvoorbeeld dat de kostprijs van het varkensvlees stijgt, met als gevolg dat de marge kleiner wordt, en het inkomen van de varkenshouder daalt. Daarnaast kan door de maatregel de concurrentiepositie verzwakken, en de exportwaarde afnemen. Deze effecten worden bij het nationaal kostenperspectief buiten beschouwing gelaten.
Bij directe opbrengsten geldt hetzelfde: alleen de opbrengsten, die ook tot uitdrukking kunnen komen als besparingen, die 'in eerste aanleg en direct' verkregen worden, worden meegenomen. Bijvoorbeeld door het plaatsen van zonnepanelen ontstaat er een directe opbrengst in de vorm van de waarde van de opgewekte energie.

De nationale kosten van een maatregel geven een beeld van de kosten voor de Nederlandse samenleving als geheel, ongeacht wie deze draagt. Daarmee geeft het begrip nationale kosten dus geen informatie over wie die kosten voor zijn rekening neemt, ofwel hoe die kosten zijn verdeeld over partijen in de samenleving. Belastingen, heffingen, accijnzen en subsidies worden binnen de milieu-milieukostenmethodiek gezien als overdrachten van de ene partij in de samenleving naar de andere, en vallen daarmee weg in de nationale kosten. Ter verduidelijking: een bedrijf of burger die bijvoorbeeld subsidie ontvangt heeft daar een financieel voordeel bij, maar deze subsidie wordt, via tussenkomst van de overheid, opgebracht door andere bedrijven of burgers die een gezamenlijk financieel nadeel ondervinden dat (ongeveer) even groot is als het eerdergenoemde voordeel. Dit is voor Nederland als geheel geen kostenpost, maar een overheveling van geld van de burger naar de overheid. Een ander voorbeeld: de huiseigenaar die meedoet aan een verduurzamingsprogramma, betaalt btw over de aangeschafte zonnepanelen. Deze btw wordt binnen de 'nationale kostenbenadering' niet als kosten gezien. Dit in tegenstelling tot de 'eindverbruikersbenadering' waarbinnen wel rekening gehouden met de belastingen en subsidies (zie ook Van den Born et al., 2019).

De nationale kosten kunnen worden uitgesplitst naar kapitaalskosten (rente en afschrijvingen op investeringen), operationele kosten en in kosten omgezette overheidsuitgaven. Bij veel maatregelen is er sprake van investeringen in installaties en productiesystemen. Daarbij worden uitgaven gedaan die een meerjarig nut hebben. Deze investeringen zijn voor alle maatregelen omgerekend naar jaarlijkse kapitaalkosten, die bestaan uit de afschrijvingskosten en de kosten van het kapitaal waar de investering beslag op legt. Hierbij is gerekend met een discontovoet van

[15] Stukken uit deze tekst zijn ook gepubliceerd in Van den Born et al. 2019.

3 procent, die voor milieumaatregelen geldt. Deze discontovoet is afgesproken binnen de 'Werkgroep discontovoet' (2015).

Bij het vaststellen van de afschrijvingskosten speelt de vaststelling van de afschrijvingsperiode een grote rol. Richtlijn is dat voor deze afschrijvingsperiode de gemiddelde gebruiksduur wordt genomen. Als echter een maatregel ervoor zorgt dat emissies voor altijd zijn verdwenen, en daarmee dat de afschrijvingsperiode in theorie oneindig is, zou dat betekenen dat de afschrijvingskosten nihil worden. Dit speelt onder andere bij de opkoop van piekbelasters rond Natura 2000 gebieden. Vanwege de vergelijkbaarheid van de groep maatregelen waarbij de emissie voor altijd verdwenen is, met de andere maatregelen, wordt in plaats van een oneindige periode, 10 jaar als afschrijvingsperiode gehanteerd. De motivatie voor een beperkte periode (en niet eeuwig) is de veronderstelling dat ook maatregelen een beperkte houdbaarheid hebben. Er zijn eerder opkoopregelingen geweest (zoals de 'Regeling Beëindiging Veehouderijtakken' van 2001) waarvan gezegd kan worden dat de emissies 'voor altijd' verdwenen zijn. Echter na verloop van tijd worden uitzonderingen gemaakt, en mocht bijvoorbeeld een varkens- of pluimveehouder extra vee gaan houden op voorwaarde dat de mestverwerking was geregeld. De specifieke keuze voor 10 jaar komt voort uit de keuze om binnen VROM (1998) de discontovoet te baseren op de rente van 10-jaars staatsobligaties. Aangezien de overheid uiteindelijk ook haar leningen moet aflossen, respectievelijk herfinancieren, zou 10 jaar voor de afschrijftermijn van grotendeels door de overheid te betalen maatregelen een te verdedigen keuze zijn. De genoemde keuzen zijn arbitrair en worden momenteel binnen een ander project van het PBL nader onderzocht.

Naast de kapitaalskosten zijn er operationele kosten (ook wel variabele kosten genoemd), dit zijn kosten voor arbeid, energie, onderhoud, verzekeringen en hulpstoffen. Voor de kosten van energiegebruik wordt uitgegaan van internationale groothandelsprijzen. Bij de 'in kosten omgerekende overheidsuitgaven' kan gedacht worden aan de salarisuitgaven voor handhaving.

Kosteneffectiviteit
Om maatregelen die onderling sterk van elkaar kunnen verschillen met elkaar te kunnen vergelijken wordt de zogenaamde kosteneffectiviteit berekend. Kortweg worden bij de berekening van kosteneffectiviteit de kosten gedeeld door het beoogde primaire effect (bijvoorbeeld een afname van de stikstofdepositie op natuur). In dit rapport is de kosteneffectiviteit (miljoen euro / mol N per ha) gebaseerd op de nationale kosten (miljoen euro) in 2030, gedeeld door de depositie-reductie in 2030 (mol N per ha).

Overheidsuitgaven cumulatief
Hieronder vallen de directe uitgaven van de overheid zoals subsidies, handhaving, uitgaven voor opkoop van dier- en productierechten. Het gaat hierbij om de totale overheidsuitgave tot en met 2030, uitgedrukt in prijzen van 2020.

Effectiviteit overheidsuitgaven
Er zijn aantal landbouwmaatregelen, zoals de opkoop van dierrechten, waarbij de kosten voor het grootste deel worden gedragen door de overheid. Hierbij wordt om inzicht te geven in de effectiviteit van de overheidsuitgaven de indicator 'overheidsuitgaven cumulatief' gedeeld door de stikstofdepositie in 2030. Het verschil met de indicator 'kosteneffectiviteit' is dat alleen de overheidsuitgaven in beschouwing (en wel over de periode tot en met 2030) worden genomen.

Andere effecten
Bepaalde maatregelen kunnen veel vergen van degenen die de maatregelen moeten uitvoeren: de boeren, de ondernemers en werknemers in de bouw, industrie, binnenvaart en zeescheepvaart. De voorgestelde maatregelen kunnen aanzienlijke consequenties hebben voor het inkomen, de schulden, de winsten maar ook voor de manier van werken. Het is hierbij voor actoren vaak van belang of er een adequaat verdienmodel is, met een economische prikkel om te investeren in maatregelen, omdat dan de kans immers reëel wordt dat zij hun investeringen kunnen terugverdienen.
Er zullen ook andere effecten op kunnen treden onder invloed van de nieuwe maatregelen, bijvoorbeeld verbetering van de luchtkwaliteit, afname van geuroverlast, effecten op de biodiversiteit, effecten op de importafhankelijkheid van energie of effecten op het transportvolume. Dergelijke niet-financiële effecten nemen we in de analyse *niet* mee als onderdeel van de verwachte opbrengsten.

Bandbreedte
Rond het berekenen van kosten spelen aanzienlijke onzekerheden, bijvoorbeeld door verschillen in hoe een maatregel door verschillende actoren wordt ingevuld of omdat de kosten gebaseerd zijn op een schatting en de op dit moment beschikbare informatie. Bij enkele maatregelen is een duidelijk beeld van de specifieke bandbreedte van de kosten en is deze vermeld.

4.4 Betrouwbaarheid en onzekerheden

Bij de interpretatie van de effectschattingen dient rekening gehouden te worden met de bredere context waarin de maatregelen in de praktijk zullen uitwerken. Hierbij is het van belang om de (onvermijdelijke) onzekerheden die samenhangen met deze analyse te identificeren. Er zijn in het algemeen drie typen van onzekerheid te onderscheiden in studies waarin de effecten van maatregelen worden geraamd (Welle et al. 2017; Romijn en Renes 2013). Het gaat om 1) onzekerheden rond kennis, modellen, effectiviteit van technieken/maatregelen en de vertaling van maatregelen naar effect (gedragsreacties), 2) onzekerheden rond beleid, en 3) onzekerheden rond ontwikkelingen in de toekomst. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste onzekerheden gerelateerd aan deze notitie, waarbij dit overzicht niet pretendeert volledig te zijn. De geïdentificeerde onzekerheden zijn inherent aan het type effect-analyse zoals uitgewerkt in deze notitie (zie bijvoorbeeld ook Hekkenberg en Koelemeijer 2018; Groenestein et al. 2019).

1. Kennis- of modelonzekerheid bevat onzekerheden op het gebied van de kennis, of het gebrek eraan, de gebruikte inputdata, de maatregel-effectrelaties etc. Hieronder valt ook de onzekerheid over hoe maatregelen zich vertalen naar effecten, zoals gedragsreacties.

Emissie en depositie
In de emissie- en depositieberekeningen in deze notitie is gebruik gemaakt van de meest actueel beschikbare nationale informatie. Een onafhankelijk adviescollege beoordeelde de Nederlandse methodes voor stikstofmetingen en depositiebepalingen beoordeelde als voldoende tot goed (Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof 2020). Wel bestaat er nog op enkele gebieden kennisonzekerheid rond de meet- en modelgegevens van emissies en depositie in Nederland. Hierbij is o.a. verbetering mogelijk op het gebied van de kwaliteit van de gerapporteerde emissies van NO_x en NH_3, de ruimtelijke configuratie van de emissies en maatregelen, de mate waarin de verspreiding en depositie van NH_3, NO_x en relevante reactieproducten worden gemeten, en het begrip van de processen die tot depositie leiden (zie voor meer informatie: TNO 2019).

Specifiek voor deze notitie bestaat er onzekerheid over de mogelijke invloed van temporele trends op de conversiefactoren. Bij het opstellen van de conversiefactoren is uitgegaan van de verhouding in 2017, waarbij wordt aangenomen dat deze contant blijft over de tijd. In de berekening is uitgegaan van de gemiddelde weersomstandigheden over 10 jaar (o.a. de heersende windrichting,

meteorologie), maar er is geen rekening gehouden met bijvoorbeeld klimaatverandering, of andere factoren die mogelijk over de tijd zouden kunnen veranderen, zoals bijvoorbeeld veranderingen in de samenstelling van het wegverkeer.

Sectorspecifieke cijfers en inputdata
In de analyse van bronmaatregelen wordt gebruik gemaakt van verschillende sectorspecifieke cijfers zoals voor dieraantallen (landbouw), aantallen van specifieke bedrijven en kosten. Hoewel deze cijfers binnen de berekeningen van de maatregelen zo veel mogelijk zijn gebaseerd op kennis uit wetenschappelijk onderzoek en wetenschappelijke bronnen, is er in de praktijk een bandbreedte aan parameters mogelijk die niet eenvoudig in kaart te brengen is. Daarnaast wordt er, ter vereenvoudiging van de berekening, veel gewerkt met gemiddelde waarden op verschillende detailniveaus, wat invloed heeft op de manier waarop specifieke kenmerken (bijv. specifieke kenmerken per sub-sector) worden weerspiegeld in de uitkomsten. Verder zijn de cijfers deels tijdsgebonden, omdat er bijvoorbeeld wordt uitgegaan van het huidige prijsniveau en de huidige economische structuur. Een andere vorm van onzekerheid zit in de effectiviteit van maatregelen in de praktijk. De effectiviteit van technische maatregelen is ook afhankelijk van management (incl. kennis, ervaring) en omgevingsfactoren. Zo is recent bijvoorbeeld gebleken dat emissiearme stallen in de praktijk mogelijk een hoger stikstofverlies hebben dan eerder werd aangenomen (Van Bruggen en Geertjes 2019). Voor de daadwerkelijke werking van technische maatregelen in de praktijk is daarom nader onderzoek en meer monitoring gewenst.

Gedragseffecten zijn onzeker
De te verwachten gedragseffecten vormen een belangrijke onzekerheid bij het inschatten van de effecten van de voorgestelde maatregelen. De voorgestelde maatregelen hebben aanzienlijke consequenties voor de betrokken actoren, zoals op het gebied van bedrijfsvoering en de daarvoor benodigde kennis en vaardigheden. Het is hierbij voor actoren bijvoorbeeld vaak van belang of er een adequaat verdienmodel is, met een essentiële prikkel om te investeren in maatregelen, omdat dan de kans immers reëel wordt dat zij hun investeringen kunnen terugverdienen.

2. Beleidsonzekerheden refereren naar de onzekerheden op het gebied van beleid, die onder andere effect hebben op de inschatting van de effectiviteit van maatregelen.

Concreetheid maatregelen
Het feit dat de instrumentering - bijvoorbeeld het beschikbare budget en de precieze vormgeving van een regeling - van de voorgestelde maatregelen in een aantal gevallen niet altijd voldoende concreet is, maakt dat er soms vergaande keuzes en aannames moeten worden gemaakt over de instrumentering en andere factoren.

Vooruitlopen op innovatie
Een onzekerheid van de effecten van maatregelen, is gelegen in het feit dat er bij meerdere maatregelen wordt uitgegaan van innovatieve maatregelen die nog ontwikkeld moeten worden. Dit is bijvoorbeeld het geval bij maatregel 5.5, waarbij de ontwikkeling van integraal-emissiearme stalconcepten nog volop bezig is en in ieder geval niet voor 2023/2025 wordt verwacht door het ministerie van LNV en IenW. Het daadwerkelijke ontwikkelpad en de bijbehorende effecten zijn bij dit soort innovatieve maatregelen daardoor nog in grote mate onzeker.

Partiële analyses
De bronmaatregelen zijn in deze notitie beschouwd als afzonderlijke maatregelen, waarbij de mogelijke neveneffecten op andere leefomgevings- en economische aspecten alleen kwalitatief verkend zijn. De analyse richt zich hierbij op de Nederlandse situatie. Zo is bijvoorbeeld de beleidswisselwerking met actoren buiten Nederland niet meegenomen in voorliggende analyses. De maatregelen zijn daarnaast niet als pakket geanalyseerd, waardoor er – onder andere - voorbij wordt gegaan aan de wisselwerking tussen de verschillende beleidsmaatregelen.

3. Onder toekomstonzekerheid valt de onzekerheid rond toekomstige ontwikkelingen, zoals macro-economische ontwikkeling, bevolkingsgroei en klimaatverandering.

Langetermijneffecten
Toekomstonzekerheid komt op meerdere punten terug in deze notitie, bijvoorbeeld als essentieel onderdeel van de raming. Specifiek voor deze notitie is hierbij de coronacrisis (zie ook sectie 4.1). Het effect van de coronacrisis is op dit moment moeilijk in te schatten voor de te verwachte ontwikkelingen op de korte (2021, 2022) en op langere termijn (2030). De verwachte recessie als gevolg van de coronacrisis kan, afhankelijk van de duur en diepte, op verschillende manieren doorwerken op beleidskeuzes, de economische situatie binnen specifieke sectoren, de economie en de samenleving als geheel. Met deze mogelijke effecten is in deze notitie geen rekening gehouden.

Deze bovenstaande hoofdtypen onzekerheden zijn ook onderdeel van de KEV2019, die als basis geldt voor de autonome ontwikkeling in deze notitie. Meer informatie over de specifieke onzekerheden van de KEV is beschreven in: Schoots en Hammingh 2019; Velthof et al. 2019 en Welle et al. 2017.

5 Landbouw

5.1 Inleiding

Het kabinet heeft een achttal stikstofbronmaatregelen gekozen om de emissies van ammoniak uit de sector landbouw te verminderen. Deels gaat het om volumemaatregelen en deels om specifiek technische maatregelen. In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de gekozen maatregelen en de instrumentatie die het kabinet daarvoor wil inzetten. Op basis van door de departementen aangeleverde informatie is een analyse gemaakt van het effect in termen van emissiereductie en de gemiddelde reductie van de depositie van stikstof. Hierbij gaat het om de vermeden depositie – in mol stikstof (N) per hectare per jaar - op het areaal stikstofgevoelige natuur binnen Natura 2000-gebieden. Ten behoeve van de analyse is gebruik gemaakt van liggende kennis, literatuurstudie en aanvullende analyses van de experts van de kennisinstellingen. Voor elke maatregel vormden zogenoemde fiches van de departementen het vertrekpunt. Deze fiches omvatten een korte omschrijving van de beoogde maatregel, de beleidsinstrumenten en het beschikbare budget. Zoals eerder aangegeven is hierbij uitgegaan van de stand van denken van medio maart 2020. Dit betekent dat de hier aangenomen vormgeving en instrumentatie van de maatregelen kan afwijken van de beschrijving in de brief van het kabinet. Ter verduidelijking is daarom, waar van toepassing, een toelichting gegeven op de interpretatie van de maatregelen zoals gebruik in deze notitie.

Naast een uiteenzetting over de berekening om te komen tot de emissiereductie en het gerelateerde effect van die reductie op de depositie op de stikstofgevoelige natuurgebieden, zijn voor alle maatregelen de kosten (nationale kosten) en kosteneffectiviteit van de maatregelen berekend. Daarnaast is aandacht gegeven aan de onzekerheden, neveneffecten en overige aspecten. In de meeste gevallen is een bandbreedte bepaald. In sommige gevallen is volstaan met een middenwaarde en is aangegeven welke factoren van invloed kunnen zijn op het te behalen van het genoemde reductieniveau.

De maatregelen zijn afzonderlijk beoordeeld en niet in onderlinge samenhang geanalyseerd. Wisselwerking tussen volumemaatregelen en de meer technische maatregelen is dus niet verder doorgerekend. In sectie 5.2 wordt een samenvatting gegeven van de analyse van de effecten en kosten van de stikstofbronmaatregelen binnen de sector landbouw. Ook zijn de beleidsinstrumenten inclusief een overzichtstabel en een compacte toelichting opgenomen. In sectie 5.3 wordt de ontwikkeling van de stikstofemissie door de landbouw in het basispad beschreven. In sectie 5.4 tot en met sectie 5.11 zijn de acht maatregelen verder beschreven en zijn de analysis toegelicht.

5.2 Samenvatting effecten landbouw

Het kabinet heeft de volgende stikstofbronmaatregelen gekozen om de emissies van ammoniak uit de sector landbouw te verminderen:

1. Een verhoging van het budget voor de Subsidieregeling sanering varkenshouderijen.
2. De gerichte opkoop van piekbelasters rond Natura 2000-gebieden.
3. Een vrijwillige landelijke beëindigingsregeling voor piekbelasters in de veehouderij.
4. Het vergroten van het aantal uren weidegang.
5. Het verdunnen van mest met water bij het gebruik van een zodenbemester in zandgebieden.
6. Het nemen van stalmaatregelen: innoveren, investeren en normeren ten behoeve van integraal-emissiearme stallen, met name voor varkens en melkvee.
7. Het afromen en doorhalen van fosfaatrechten tot het sectorplafond voor fosfaat is bereikt.
8. Het verlagen van het ruweiwitgehalte (RE) in veevoer voor varkens, pluimvee en melkvee.

Dit hoofdstuk beschrijft de analyse van de effecten en kosten van deze acht maatregelen en instrumenten en geeft daarop een toelichting. Tabel 5.1 presenteert de effecten en kosten van deze maatregelen en instrumenten.

Tabel 5.1: Effecten en kosten van stikstofbronmaatregelen voor landbouw in 2030

Maatregelen	Emissie-reductie (kton NH_3)	Depositie-reductie (mol/ha)	Nationale kosten (Meuro)	Kosten-effectiviteit (Meuro/mol/ha)	Cumulatieve overheids-uitgaven t/m 2030 (Meuro)	Effectiviteit uitgaven overheid (Meuro/mol/ha/jr)
Subsidieregeling sanering varkens-houderijen (SRV)	0,8	8,5	28	3,3	241	28
Gerichte opkoop piekbelasters	0,9	9,1	40	3,7	350	38
Landelijke beëindigingsregeling piekbelasters	3,0	31,7	115	3,6	1000	32
Vergroten aantal uren weidegang	0,2 – 0,5	1,5 - 3,7	0,3	0,1 - 0,2	3	0,8 - 2,0
Verdunnen mest met water	1,0 – 2,0	4,6 - 9,2	28	3,0 - 6,1	105	11 - 23
Stalmaatregelen						
• Varkens	1,4 – 2,0	10 – 14	21 – 34	1,9 – 2,7	85 – 145	7,1 – 12
• Melkvee	2,6 – 3,7	19 – 27	27	1,0 – 1,4	120	4,4 – 6,3
Afromen en doorhalen van fosfaatrechten	0	-	-	-	-	-
Verlagen ruw eiwitgehalte veevoer						
• Varkens	1,2 – 2,4	8 - 15	13 – 60	1,7 – 4,2	0	n.v.t.
• Pluimvee (leghennen)	1,3 – 1,9	8 – 12	29 – 73	3,5 – 6,2	0	n.v.t.
• Melkvee	3,2 – 6,4	20 - 40	8	0,2 – 0,4	73	

De maatregelen zijn onafhankelijk van elkaar geanalyseerd, dus niet als een samenhangend pakket. De maatregelen werken bij gecombineerde toepassing wel op elkaar in. De geschatte effecten uit de partiële analyses voor landbouwmaatregelen zijn daarom niet zonder meer bij elkaar op te tellen. In de tabel staan daarom geen totalen.

Centraal in de analyse staan de effecten van de maatregelen en instrumenten op de emissies en deposities in 2030. Voor alle maatregelen geldt dat de effecten gedeeltelijk of zelfs geheel reeds op kortere termijn optreden; dit is afhankelijk van de benodigde tijd die naar schatting nodig is voor de implementatie door de overheid en de sector. De korte termijn effecten en de ingeschatte 'ingroeipaden' worden in de paragrafen per maatregel toegelicht.

Voor de geschatte effecten van de maatregelen op de ammoniakemissies en bijbehorende stikstofdeposities is voor de technische maatregelen een bandbreedte opgenomen, die de onzekerheden in de analyse weerspiegelt. Voor de volume maatregelen weerspiegelen de geraamde reducties van de emissie en depositie van stikstof een schatting van een realistisch maximum.

Volumemaatregel

De effecten van de drie instrumenten gericht op het terugbrengen van het aantal agrarische bedrijven en dieren (volumemaatregel) zijn wel bij elkaar op te tellen. De veronderstelling is hier dat er genoeg animo onder boeren zal zijn om te stoppen en dat de beschikbare subsidiebudgetten hierdoor volledig uitgeput kunnen worden. De drie volume-instrumenten leiden gecombineerd tot een depositiereductie op stikstofgevoelige natuur van bijna 50 mol/ha/jaar in 2030, bij een kosteneffectiviteit van rond de 3,5 mln. euro per mol N per hectare per jaar. De effectiviteit van de overheidsuitgaven ligt in de range van 30 à 40 mln. euro per mol N per hectare per jaar. Als gevolg van de volume maatregelen daalt het aantal stuks dieren in 2030 naar schatting voor vleesvarkens en fokvarkens met 19%, voor leghennen met 15%, voor vleeskuikens met 30% en voor melkvee met 1,2%.

Een onzekere factor bij de drie maatregelen gericht op het terugbrengen van het aantal bedrijven en dieren is welke keuze het kabinet, en eventueel medeoverheden, uiteindelijk maken over het wel of niet opkopen van de grond van veehouders. Deze keuze is in de maatregelbeschrijvingen met uitgangspunten (fiches) niet aangegeven. Als de grond wordt opgekocht door de overheden, dan kan deze mogelijk een andere bestemming krijgen, bijvoorbeeld natuur of wonen, en is er minder land beschikbaar om mest op uit te rijden. Het opkopen van grond betekent wel dat het benodigde budget per uitgekocht bedrijf veel hoger ligt en er met het beschikbare budget minder bedrijven kunnen worden gesaneerd. In de hier gepresenteerde cijfers voor 2030 is het PBL uitgegaan van de veronderstelling dat de grond wordt opgekocht en niet meer voor mesttoediening in gebruik blijft.

Daarnaast is het - in samenhang met bovenstaand punt - van belang welke aannames worden gemaakt over de markt voor mest in Nederland. De maatregelen gericht op het terugbrengen van het aantal dieren leiden weliswaar tot minder mestproductie, maar zolang er sprake is van een mestoverschot en er mest geëxporteerd wordt naar het buitenland, betekent een iets lagere mestproductie niet dat de hoeveelheid mest die in Nederland wordt uitgereden vermindert. Omdat de drie volumemaatregelen samen leiden tot een vermindering van de mestproductie van circa 7% van de stikstofexcretie en 9% van de fosfaatexcretie is er geen wezenlijke verandering van de mestmarkt en blijft er sprake van een mestoverschot. Het effect op de ammoniakemissies beperkt zich daarom in de voorliggende analyse tot de vermindering van emissies uit de stal en de emissies bij de opslag van mest en valt het effect van het uitrijden van mest er buiten.

Mestmaatregelen: verdunnen mest en verhogen weidegang

Deze beide maatregelen kunnen technisch gezien al op korte termijn worden geïmplementeerd en leiden tot een bescheiden reductie in de ammoniakemissies. De reductie in stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuur door verhoogde weidegang zou dan naar verwachting al vanaf 2025 uitkomen in de range van ca. 1,5 à 4 mol N/ha/jaar. De kosteneffectiviteit van het verhogen van de weidegang is hoog in verhouding met de andere voorgestelde stikstofbronmaatregelen voor landbouw.

De toediening van met water verdunde mest, uitgereden met zodenbemesters op zandgrond, zou een emissiereductie kunnen opleveren van 1,0 à 2,0 kton ammoniak per jaar. De reductie in stikstofdepositie zou naar schatting tussen 5 en 9 mol N/ha/jaar kunnen opleveren in 2030. Hier speelt nog wel dat de te bereiken emissieductie nog niet empirisch onderzocht is en dus nog onzeker is.
De kosteneffectiviteit van deze maatregel ligt tussen de 3 en 6 mln. euro per vermeden mol stikstofdepositie per hectare per jaar. Bij een vlotte introductie kan het potentieel voor 2030 al in 2025 worden gehaald. Tegen de achtergrond van de coronacrisis is echter onzeker of boeren op korte of langere termijn tot de benodigde investeringen zullen overgaan.

Stalmaatregelen
Het kabinet wil inzetten op een langjarig traject om stapsgewijs te komen tot integraal-emissiearme stallen via een subsidieregeling en een aanscherping van de normen in het Besluit emissiearme huisvesting. Realisatie van dit voornemen vergt lange adem vanwege de nog benodigde doorontwikkeling van de staltechniek en het feit dat bij investeringen in nieuwe stallen rekening dient te worden gehouden met afschrijvingstermijnen van circa 20 jaar of meer. Bovendien moeten boeren het belangrijkste deel van de benodigde investeringen zelf (kunnen) opbrengen, gegeven de subsidie van 40% van de investering. In het jaar 2030 zal dus maar een beperkt deel van het maximale effect bereikbaar zijn. Voor 2030 geldt bovendien dat de extra emissiereductie voor ammoniak voortvloeiend uit de aanvullende stalmaatregelen vooral voor varkensstallen relatief beperkt is ten opzichte van het basispad.

De maatregel richt zich daarmee vooral op het maken van de omslag naar *brongerichte* integraal-emissiearme stallen op de langere termijn (met een beter stalklimaat en positieve effecten op productiviteit en diergezondheid), dit in tegenstelling tot de huidige ontwikkeling naar systemen gericht op het verminderen van emissies op het moment dat deze de stal verlaten (zoals luchtwassers).

Voor melkveestallen geldt, uitgaande van het hier gebruikte basispad, dat de potentiële reductie van de depositie op stikstofgevoelige natuur in 2030 naar schatting ligt in de range tussen 19 en 27 mol N/ha/jaar. In vergelijking met varkensstallen is bij melkkoeien per dierplaats een beperktere ammoniakreductie te realiseren ten opzichte van een niet emissiearme stal. Dit heeft te maken met het meer open karakter van melkveestallen om te voldoen aan de relatief grote ventilatiebehoefte van melkkoeien. De inschatting, gebaseerd KWIN Handboek Veehouderij (KWIN 2018), is dat de meerkosten bij nieuwbouw beperkt kunnen zijn, terwijl deze bij een investering in de aanpassing van een bestaande stal aanzienlijk kunnen zijn. Deze inschattingen kennen wel grote onzekerheden.

Voor varkensstallen geldt dat het grootste potentieel (ca. 75%) voor emissiereductie in 2030 kan worden gevonden bij de categorie vleesvarkens, en circa 25% bij zeugen en jonge biggen. De maatregel levert voor varkens naar schatting een depositiereductie op in de bandbreedte tussen 7 en 10 mol/ha/jaar in 2030. De kosteneffectiviteit is hierbij naar verwachting hoger voor vleesvarkens dan voor fokvarkens. De ontwikkeling van integraal-emissiearme stallen is nog in een pril stadium. Dat betekent dat er sprake is van grote onzekerheden ten aanzien van de (bewezen) effectiviteit en de betaalbaarheid van deze stalsystemen. Dit vergt nader onderzoek ten behoeve van de uitwerking van de subsidieregeling en de aanpassing van het Besluit emissiearme huisvesting.

Afromen fosfaatrechten

Het versneld afromen en doorhalen van fosfaatrechten levert in 2030 naar verwachting vrijwel geen reductie op van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuur ten opzichte van het basispad. Alleen op korte termijn levert het afromen, waarbij niet wordt gecompenseerd een beperkt effect op.

Voermaatregelen

Veevoermaatregelen voor varkens en pluimvee gericht op beperkte verlaging van het eiwitgehalte kunnen relatief snel worden geïmplementeerd. Wel geldt dat het ruwe eiwitgehalte van veevoer voor een aantal diercategorieën de afgelopen jaren al is verlaagd (mede vanwege de kostenvoordelen die dit oplevert), zodat het potentieel voor verdere reductie is afgenomen.
De verwachte depositiereductie voor varkens en pluimvee valt naar schatting in de bandbreedte tussen ca. 16 en 27 mol/ha/jaar in 2030. Hierbij is het depositie effect voor pluimveehouderij en varkenshouderij bijna gelijk ingeschat. De onderkant van de bandbreedte is technisch haalbaar, terwijl de bovenkant van de bandbreedte met grote onzekerheden omgeven is (zoals de beschikbaarheid van voldoende essentiële aminozuren). Het PBL plaatst dan ook vraagtekens bij de vergaande voermaatregelen voor de intensieve veehouderij voor 2030. Een grote verlaging van het ruwe eiwitgehalte, zonder adequate aanvulling van de juiste synthetische aminozuren, leidt namelijk tot risico's voor de diergezondheid en de productiviteit.

Voor de melkveehouderij geldt dat het implementeren van de veevoermaatregelen en de bijbehorende aanpassingen in het diermanagement tijd kost, omdat voor een goede toepassing veel kennisopbouw en ervaring vereist is. Er zijn daarnaast aanzienlijke regionale verschillen in het reductiepotentieel door verschillen in het eiwitgehalte in de huidige rantsoenen; met name in Zuidoost Nederland is het eiwitgehalte lager dan in Noordwest Nederland. Voor melkvee geldt dat op langere termijn grotere reducties haalbaar zijn zonder specifieke gevolgen voor het dierenwelzijn en de productie, mits dieren veel meer individueel gevoerd kunnen worden. Voor 2030 lijken in de melkveesector depositiereducties in de ordegrootte van ca. 20 mol/ha/jaar haalbaar. Het is lastig in te schatten welke investeringen boeren hiervoor moeten doen en in hoeverre het de productiviteit beïnvloedt; daardoor is de geraamde kosteneffectiviteit met grote onzekerheid omgeven.

Overwegingen

In de effectschattingen en het basispad is zoals aangegeven geen rekening gehouden met de coronacrisis en de economische recessie die daar mogelijk uit volgt. De impact van een mogelijke recessie en het eventueel wegvallen van export naar landen als Duitsland, Spanje, China en Rusland op de implementatie van de maatregelen verschilt, en is ook afhankelijk van het tempo van economisch herstel dat daarop volgt. Voor maatregelen die een grote investering door de betreffende boeren vragen, zoals de voorgestelde stalaanpassingen, zou een recessie de snelheid van de implementatie kunnen belemmeren. Voor de volumemaatregelen, waarbij vooral de overheid investeert in het opkopen van bedrijven en rechten, kan een diepe recessie de animo bij boeren om deel te nemen daarentegen wellicht juist doen toenemen. De effecten zijn op dit moment lastig te voorspellen.

Bij de analyse van de maatregelen voor de landbouw is het PBL telkens uitgegaan van de door de ministeries voorgenomen toedeling van budgetten over deelsectoren op basis van diercategorieën. De analyses laten zien dat de ingeschatte kosteneffectiviteit tussen de deelsectoren uiteen kan lopen. Dit betekent dat met een andere toedeling van budgetten over de diercategorieën naar verwachting een hoger effect kan worden gerealiseerd met hetzelfde budget en de doelmatigheid van het beleid kan toenemen. Deze invloed van de budgetverdeling geldt zowel voor de maatregelen die gericht zijn op de reductie van het aantal bedrijven en dieren, als voor de subsidiemaatregelen gericht op het bevorderen van integraal-emissiearme stallen.

In de uitgevoerde analyse van de landbouwmaatregelen staat het inschatten van het effect op de ammoniakemissies en stikstofdeposities centraal. Bij het maken van de afweging over de implementatie van maatregelen is het van belang ook te kijken naar de verwachte positieve en negatieve neveneffecten. Als gevolg van de beperkte beschikbare tijd en informatie zijn in deze analyse slechts in beperkte mate neveneffecten beoordeeld en zijn deze slechts kwalitatief benoemd. De beschikbare informatie over deze neveneffecten treft u aan bij de beschrijving per maatregel.

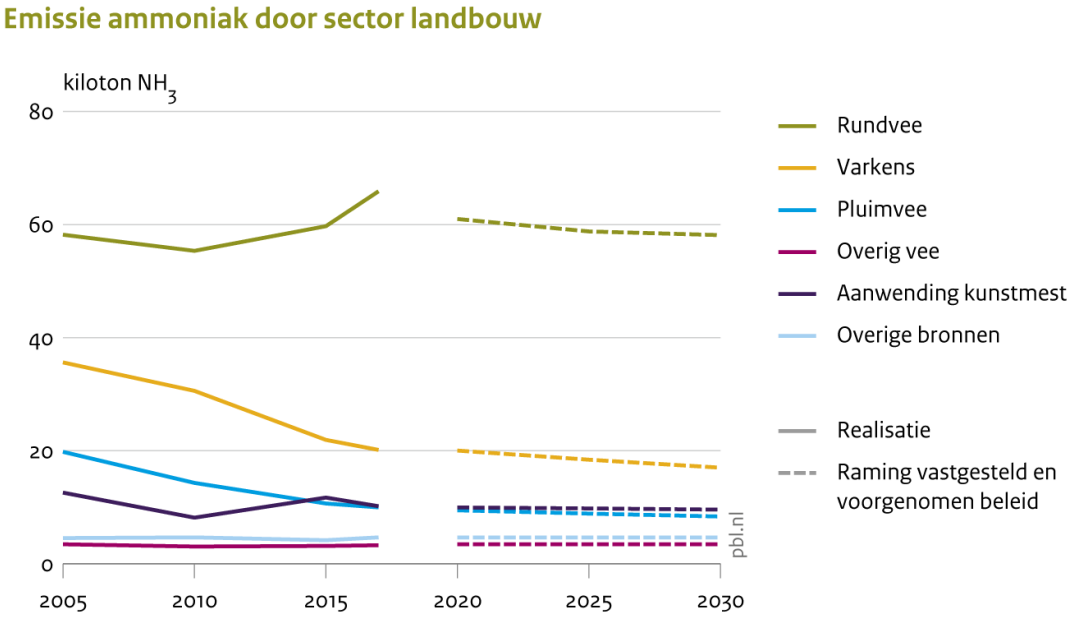
5.3 Ontwikkeling van stikstofemissies in het basispad

De landbouwsector stoot relatief veel ammoniak (NH_3) uit. Het aandeel van de sector in de totale uitstoot van ammoniak in Nederland was 87 procent in 2017 (PBL et al. 2020). Met het vastgestelde en voorgenomen beleid daalt de totale uitstoot van ammoniak (NH_3) in Nederland over de ramingsperiode 2017-2030 naar verwachting netto met 11 kton, van 131 kton in 2017 naar 120 kton in 2030. Deze daling wordt vooral verklaard door afnemende emissies bij de landbouw (met bijna 13 kton). Het verschil tussen dit laatste getal en de totale daling voor Nederland word veroorzaakt door een (kleine) stijging in de ammoniak uitstoot van verkeer.

Figuur 5.1 geeft de ontwikkeling van de uitstoot door de sector landbouw weer, met in de linkerkant van de figuur de historische ontwikkeling, en in de rechterkant van de figuur het hier gebruikte basispad van de verwachte ontwikkeling tot 2030 per deelsector. De emissie per sector omvat de emissie uit stal en opslag, uitrijden van mest, mestbe- en verwerking en indien van toepassing de emissie uit beweiding. Deze informatie plaatst de analyse van de verschillende maatregelen in dit hoofdstuk in perspectief.

Veertig procent (5 kton) van de geraamde emissiedaling in de landbouw vindt plaats tussen 2017 en 2020. Een geraamde reductie van 3 kton houdt verband met de aanscherping van Nederlandse fosfaatregels (onder andere het fosfaatreductieplan 2017 en de fosfaatrechten melkvee vanaf 2018). Deze aanscherping zorgt voor een afname van het aantal stuks melkvee en jongvee dat op zijn beurt leidt tot een daling van de emissies uit rundveestallen (inclusief buitenopslag van mest). Daarnaast daalt tussen 2017 en 2020 de uitstoot bij varkens- en pluimveestallen (inclusief buitenopslag van mest) met resp. 0,9 en 0,3 kton door een geleidelijke overgang naar emissiearme verblijven.

Figuur 5.1



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming 2019

Tussen 2020 en 2030 dalen de emissies in de landbouw verder met naar schatting bijna 8 kton, waarvan 3 kton bij varkens, 3 kton bij rundvee (melkkoeien, jongvee en overig rundvee), 1 kton bij pluimvee en minder dan een kton bij kunstmestgebruik.

De geraamde daling bij varkens, rundvee en pluimvee wordt vooral verklaard door de voortgaande geleidelijke invoering van emissiearme stallen. Bij varkens wordt de geraamde daling mede verklaard door een krimp van de varkensstapel (geschat op 5 procent) als gevolg van het verwachte effect van de regeling voor de sanering van de varkenshouderij (als onderdeel van het regeerakkoord, de extra verhoging in deze notitie behoort niet tot het basispad (zie sectie 5.4). Melkkoeien vormen veruit de grootste bron van ammoniak in Nederland. De stalemissies van melkkoeien (inclusief mestopslag buiten) dalen naar verwachting licht met 1 kton tussen 2020 en 2030. Deze daling komt door de invoering van emissiearme stallen, in combinatie met een afname van de melkveestapel en trendmatige toename in de productiviteit (melkproductie per koe). Een toename in melkproductie per koe leidt tot een hogere voeropname en hogere stikstofexcretie per koe, en tot een afname van het aantal koeien. Het uitgangspunt voor de raming is dat de melkproductie per koe tussen 2020 en 2030 toeneemt bij een daling van het aantal melkkoeien, zodanig dat de totale productie van stikstof (en fosfaat) door melkkoeien en jongvee samen onder het sectorale mestplafond blijft. Doordat het aantal stuks jongvee in de raming krimpt tussen 2020 en 2030 kan de stikstofexcretie door melkkoeien in de raming licht stijgen tot 2030. Omdat melkveestallen echter geleidelijk schoner worden geeft de raming een lichte daling in emissies van 1 kton tussen 2020 en 2030. Voor de raming is aangenomen dat nieuwe emissiearme stallen onder praktijkomstandigheden presteren zoals gemeten en vastgelegd in de zogeheten RAV-waarden (Regeling ammoniak en veehouderij).

5.4 Verhogen budget Saneringsregeling varkenshouderijen

Beschrijving van de maatregel
Deze stikstofbronmaatregel, in dit specifieke geval meer een beleidsinstrument, is een vervolg op de Subsidieregeling ter beëindiging van varkenshouderijlocaties (SRV), die is vastgelegd in het regeerakkoord van 2017. Het kabinet heeft extra budget vrijmaakt zodat bedrijven die als gevolg van de overtekening van de subsidieregeling SRV mogelijk buiten de boot zouden vallen toch in aanmerking komen voor de saneringsregeling. De saneringsregeling is ingesteld om bedrijven die hoog scoren wat betreft geuroverlast voor omwonenden te saneren. Deze subsidieregeling is vastgelegd in het Regeerakkoord van 2017. Op 11 oktober 2019 is deze regeling in de Staatscourant gepubliceerd en op 25 november 2019 is de inschrijving geopend. In totaal is daarvoor 180 miljoen beschikbaar gesteld, waarvan 120 miljoen uit het regeerakkoord en daarna nog aangevuld met 60 miljoen uit het Urgenda-pakket, een pakket van maatregelen dat primair is gericht op reductie van broeikasgassen. De maatregel uit het Urgenda-pakket is nog niet opgenomen in de emissieraming en mag als zodanig meetellen als stikstofbronmaatregel. De maatregel uit het regeerakkoord is opgenomen in de emissieraming en als zodanig telt het effect daarvan in deze notitie niet mee als aanvullende stikstofbronmaatregel.

De SRV-regeling is opengesteld voor varkensboeren in de concentratiegebieden Zuid en Oost. In deze concentratiegebieden is 84 procent van de varkens in Nederland gehuisvest. In het totaal hebben 502 bedrijven zich aangemeld voor sanering via de SRV-regeling. Deze bedrijven vertegenwoordigen circa 1 miljoen varkensrechten. Dit komt overeen met ruim een tiende van de gehele Nederlandse varkensstapel. Inmiddels is bekend dat 90% van de aangemelde bedrijven voldoet aan de eisen voor sanering van het ministerie en in principe in aanmerking komt voor een beëindigingsaanbod. Het ministerie van LNV schat dat 80% van de varkensboeren die een beëindigingsaanbod krijgt, dit uiteindelijk ook zal accepteren. Deze inschatting is echter onzeker. Op basis van deze aannames komen 361 bedrijven, met in totaal circa 742.000 varkensrechten (8.5% van het totaal aantal rechten in Nederland) in aanmerking voor sanering. De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) heeft na analyse van de intekening aangegeven dat voor de opkoop van deze 361 bedrijven, bij een gemiddelde kostenpost van 1 miljoen euro per bedrijf, in totaal 361 miljoen nodig zal zijn. In het licht van de over-intekening en de gemaakte veronderstelling over dat deel van de bedrijven dat het aanbod zal accepteren is 181 miljoen euro extra nodig. In het uiterste geval, als alle bedrijven het aanbod accepteren, is een hoger bedrag nodig. Het PBL heeft bovenstaande aannames gebruik voor de doorrekening.

Berekening op basis van gemaakte inschattingen
Op basis van de aanmeldingen heeft de RVO berekend dat het gemiddelde bedrag voor de opkoop van een varkenshouderijbedrijf gemiddelde een miljoen euro is. Daarmee koopt de overheid de varkensrechten op en geeft een vergoeding voor de waarde van stallen. Het uitgangspunt voor vergoeding zijn marktconforme prijzen voor de dierrechten en voor de stallen de zogeheten KWIN-waarden van het staltype en de ouderdom van de stal (KWIN 2018). Het ministerie van LNV heeft in de SRV-regelingen een vergoedingsfactor van 65% aangehouden bij het bepalen van de restwaarde van de stallen. De regeling vereist dat de stal wordt gesloopt. Het door de RVO berekende gemiddelde van 1 miljoen euro per bedrijf ligt iets hoger dat het gemiddelde getal waarmee het PBL eerder rekende bij de maatregel voor de landelijke bedrijfsbeëindigingsregeling piekbelasters veehouderij. Het PBL rekende met ruim 1,06 miljoen euro voor een gemiddeld vleesvarkensbedrijf en 0,77 miljoen euro voor een gemiddeld fokvarkensbedrijf. Het gewogen gemiddelde komt dan uit op 0,9 miljoen euro. Daarvan is aangenomen dat gemiddeld 30% voor de opkoop van de varkensrechten en de overige 70% voor vergoeding van de stallen ingezet wordt. Het verschil tussen de gemiddelde saneringskosten van de RVO en het PBL is te verklaren uit het feit dat nu zich relatief veel bedrijven met relatief nieuwe stallen hebben aangemeld voor de sanering. Dit leidt tot iets hogere saneringskosten per bedrijf.

Emissie- en depositiereductie
Op basis van deze uitgangspunten is het mogelijk om met de SRV – die inclusief het extra budget uitkomt op 361 miljoen - de emissie van ammoniak met maximaal 1,7 kton te reduceren. Dit is bepaald op basis van gemiddelden. Relatief nieuwe stallen hebben een lagere emissie en dragen dus minder bij aan de stikstofreductie. Dit veronderstelt dat door de subsidieregeling alle bronnen van ammoniak (stal, opslag, uitrijden, en bewerking) van de betreffende bedrijven beëindigd worden. Doordat er in Nederland een mestoverschot is, vervalt echter het effect van de uitrijemissie, aangezien er netto niet minder zal worden uitgereden na sanering van varkensbedrijven. Als we de reductie van de uitrijemissies niet meenemen, dan bedraagt de emissiereductie circa 1,1 kton NH_3. Het maximum reductie effect van het extra budget van 181 miljoen euro (deze stikstofbronmaatregel) voor de saneringsregeling komt daarmee uit op 0,6 kton ammoniak in 2030. Deze berekening is niet gecorrigeerd voor het veronderstelde effect van aanvullende stalmaatregelen (zie hoofdstuk 5.9). Vice versa is het effect van stalmaatregelen niet gecorrigeerd voor effect van het extra budget voor sanering.

Doordat de SRV al in gang is gezet, en op dit moment het beëindigingsaanbod wordt voorbereid, is de verdere uitrol van de regeling min of meer bekend. De huidige verwachting van het ministerie van LNV is dat begin 2021 alle betreffende varkensrechten zijn doorgehaald en er geen varkens meer in de stallen aanwezig zullen zijn. Met enige zekerheid kan verwacht worden dat de reductie in 2021 gerealiseerd kan zijn. De grootste onzekerheid bij de inschatting van het effect van de regeling blijft de uiteindelijke acceptatie van het aanbod door de boeren die zich hebben aangemeld.

Om het effect op de depositie te kunnen bepalen converteren we het berekende emissie-effect van de aanvullende inzet van 181 miljoen euro naar mol N/ha/jr. Het RIVM (2020a) heeft berekend dat de emissie uit varkensstallen per kton vermindering van de NH_3-uitstoot leidt tot een depositiereductie van 10,7 mol N/ha/jr op stikstofgevoelige natuur. We schatten daarom in dat vanaf 2021 de depositie kan dalen met 6,4 mol N/ha/jr door het verhogen van het budget van de saneringsregeling varkenshouderijen.

Naast het hiervoor genoemde extra budget van 181 miljoen euro is er ook een aanvullend budget van 60 miljoen euro beschikbaar voortvloeiend uit de kabinetsreactie op de Urgenda-uitspraak. Dit laatste budget leidt er toe dat er een derde meer emissiereductie (0,2 kton NH_3) en depositiereductie (2 mol N/ha/jr) is. Het extra budget en Urgenda budget samen leiden tot een emissiereductie van 0,8 kton NH_3 en een depositiereductie van 8,5 mol N/ha/jr. In onderstaande tabel is het effect van zowel het budget van Urgenda als het hiervoor besproken extra budget sanering varkenshouderij samengevat (tabel 5.2).

De gepresenteerde stikstofreductie en kosteneffectiviteit geven de middenwaarde. De uiteindelijke bereidheid bij agrarische ondernemers om het aanbod te accepteren kan hoger of lager uitvallen en is op dit moment niet goed in te schatten.

Tabel 5.2: Kosten en effecten van extra budget en Urgenda budget voor saneringsregeling varkenshouderij.

		2030
Effect op NO_x*	kton/jaar	nvt
Effect op NH_3*	kton/jaar	0,8
Effect op depositie	mol/ha/jaar	8,5
Nationale kosten	Meuro/jaar	28
Kosteneffectiviteit nationaal	Meuro/(mol/ha/jaar)	3,3
Overheidsuitgaven cumulatief	Meuro	181+60

Kosten en kosteneffectiviteit
De overheid investeert in deze subsidieregeling in het totaal 181 miljoen euro en daarnaast nog 60 miljoen samenhangend met het Urgenda-vonnis. In de toelichting van het kabinet op deze extra maatregel is ook aangegeven dat indien meer bedrijven dan nu voorzien uiteindelijk meedoen aan de sanering er mogelijk nog meer geld nodig zal zijn (circa 90 miljoen euro extra). De nationale kosten van de nu doorgerekende maatregel en het budget als gevolg van het Urgenda-vonnis bedragen 28 miljoen euro per jaar. Voor een toelichting op de berekening van de nationale kosten en kosteneffectiviteit zie sectie 4.3. De kosteneffectiviteit op basis van nationale kosten bedraagt circa 3,3 miljoen euro per mol N/ha/jr. Hierbij merken we op dat de hier genoemde kosteneffectiviteit alleen betrekking heeft op reductie van ammoniak; deze regeling draagt ook bij aan een lagere emissie van broeikasgassen en fijn stof en minder geuroverlast (zie hierna).

Borging en handhaving
Borging en handhaving verloopt via de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Het gehele proces is nauwkeurig gepland en de voorwaarden waaronder een subsidie wordt verstrekt zijn vastgelegd in de SRV. Daarin staat ook dat de laatste 20% van de vergoeding pas vrijgegeven wordt als de stallen zijn gesloopt. Controles zijn voorzien voordat deze restbetaling plaatsvindt.

Neveneffecten van de maatregel
Door het voorgenomen budget van 181 miljoen euro en 60 miljoen euro samenhangend met het Urgenda-vonnis neemt de omvang van de varkensstapel naar schatting met 5,7 procent af. Dit heeft tevens effect op de uitstoot van broeikasgassen (koolstofdioxide, methaan, lachgas). Kijken we naar de totale broeikasgasuitstoot van de varkenssector (cijfers 2017: 2,3 Mton CO_2-equivalenten, dan betekent 5,7% minder varkens een broeikasgasemissiereductie van circa 0,13 Mton CO_2-equiv.

De SRV is gericht op het terugdringen van geuroverlast. Doordat de selectie van de bedrijven die in aanmerking komen voor subsidie in het beëindigen plaats vindt op basis van geuroverlast is het effect op vermindering van geuroverlast bovengemiddeld. Dat geldt ook voor het risico op zoönose, omdat de selectie op geuroverlast samenhangt met de nabijheid van woonlocaties.

Daarnaast is er een evenredig reductie-effect op de emissies van fijnstof (PM10 en PM2,5). Op de locatie waar de stal gesloopt wordt, ontstaan mogelijkheden voor andere functies, waaronder woningbouw of natuurontwikkeling. Dit is afhankelijk van de lokale regels en verordeningen.
De economische effecten van een krimpende sector op de regionale economie (afnemers en toeleveranciers) zijn bij een beperkte afname op te vangen.

Aangezien de Nederlandse varkenssector sterk op de internationale markt gericht is, is niet te verwachten dat er door de regeling schaarste of een fors prijsopdrijvend effect op varkensvlees in Nederland zal optreden.

5.5 Gerichte opkoop piekbelasters veehouderij

Beschrijving van de maatregel
De gerichte opkoop van piekbelastende veehouderijbedrijven is gericht op het verlagen van de depositie van ammoniak op stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden. Deze maatregel is gericht op *selectieve* opkoop van veehouderijbedrijven die een hoge stikstofdepositie veroorzaken op één of meerdere natuurgebieden in de nabijheid van het bedrijf, de zogenoemde piekbelasters. De provincies zijn in deze de actieve opkopende partij en de opkoop vindt plaats op basis van een minnelijke schikking. Deze bedrijven worden inclusief de agrarische grond gekocht en krijgen daarvoor een passende vergoeding. Door opkoop en beëindiging van deze piekbelasters daalt het volume van de veestapel en neemt de emissie af. Er zijn nog veel details van deze gerichte opkoop die nog niet zijn uitgewerkt door rijk en provincies en deze zijn van invloed op de kosten en effectiviteit van deze maatregel.

Voor de gerichte opkoop is een budget van 350 miljoen euro beschikbaar. Daarbinnen is een budget verdeling voorgesteld van 25:25:50 procent voor respectievelijk de varkenshouderij, de pluimveehouderij en de melkveehouderij. Er is in de analyse van de opkoop gerekend met een budget van 44 mln euro voor vleesvarkens, 44 mln euro voor zeugen, 37 mln euro voor leghennen, 51 mln euro voor vleeskuiken en 175 mln euro voor melkvee. Het is niet zeker dat deze budgetverdeling in de praktijk zal worden gevolgd en de verdeling kan dus in de loop van het proces nog worden aangepast. Bovenstaande verdeling is wel als uitgangspunt genomen voor deze analyse.

Voor de analyse van het effect van de voorgestelde opkoopregeling is min of meer dezelfde opzet gevolgd als bij de Saneringsregeling Varkenshouderij, namelijk de opkoop van dierrechten/fosfaatrechten en het vergoeden van de stallen die binnen een bepaalde tijd gesloopt dienen te worden. Dit geldt voor alle sectoren. Ten behoeve van de berekening is bepaald dat grond die in eigendom is van de melkveehouders wordt opgekocht. Op dit moment is er niet veel duidelijkheid en wordt hierover nog onderhandeld tussen private partijen en provincie. Het ministerie van LNV heeft het PBL verzocht om ook te verkennen wat het emissie- en depositie-effect is van gerichte opkoop waarbij de grond in eigendom blijft van de boer. De kosten voor de overheid zijn in dit geval lager en de grond kan door de boer voor andere doeleinden worden ingezet; deze kan de grond bijvoorbeeld verpachten aan een andere melkveehouder of aan een akkerbouwer. In de analyse is deze optie als variant meegenomen. Uit analyses blijkt dat op dit moment gemiddeld circa 60% van de landbouwgrond die de melkveehouderij benut in eigendom is, de overige grond wordt gepacht. In de praktijk bestaat er een bandbreedte van nul procent tot honderd procent eigen grond binnen de melkveehouderij.

Uitgangspunten van de doorrekening
In de uitwerking van de kosten van het opkopen van bedrijven zijn in de PBL-analyse kengetallen gebruikt die zijn afgeleid van open bronnen zoals KWIN (2018), dierstatistieken, prijzen van dier- en fosfaatrechten en schattingen van grondprijzen. Daarnaast zijn er keuzes gemaakt over de verdeling van beschikbare middelen over sub-sectoren. Daarbij is gebruik gemaakt van gangbare vergoedingsfactoren (o.a. uit de SRV). In tabel 5.3 zijn de gebruikte kengetallen opgesomd. Dit zijn gemiddelde getallen die regionaal of lokaal, maar ook van bedrijf tot bedrijf kunnen verschillen.

Een belangrijk kanttekening is dat een deel van de kengetallen onderhevig is aan marktschommelingen. Dit geldt onder andere voor de kosten van rechten en de grondprijs. Vergoedingspercentages zijn veelal strategische keuzes die vlak voor het uitbrengen van de regelingen door het beleid worden vastgesteld. Grondprijzen, maar ook varkensrechten, zijn regio-specifiek en ook dat is van invloed op uiteindelijke prijs en dus ook het uiteindelijke effect van deze maatregel op de stikstofreductie.

In deze notitie zijn de KWIN-waarden (KWIN 2018) genomen als uitgangspunt voor de vergoeding van de stallen. In de berekening is aangenomen dat de gemiddelde stal op 50% van zijn afschrijving zit. Deze regeling veronderstelt een vergoeding van 100% van de dagwaarde in plaats van 65% (zoals gehanteerd bij de saneringsregeling varkenshouderij). De hogere vergoeding is aangehouden omdat hier sprake is van opkoop door de overheid. De overheid wordt eigenaar in tegenstelling tot bijvoorbeeld de landelijke bedrijfsbeëindigingsregeling waar er vanuit gegaan wordt dat bedrijven stoppen op basis van een subsidie. De stal, zo vereist de regeling, zal moeten worden gesloopt.

Tabel 5.3: In deze analyse gebruikte uitgangspunten voor vergoeding gerichte opkoop in 2030

	Eenheid	Vlees-varkens	Zeugen	Leghennen	Vlees-kuikens	Melkvee
Dier aantal	aantal dieren	5.591.906	1.156.600	35.000.000	48.237.500	1.578.330
Nieuwbouwwaarde per dierplaats	€	510	3.100	29	10	5.000
Uitgangspunt: halverwege levensduur	percentage	50%	50%	50%	50%	50%
Vergoedingsfactor bij gerichte opkoop	percentage	100%	100%	100%	100%	100%
Prijs dierrechten of fosfaatrechten	Euro/dier	100	275	16	8	10.369
Marktwaarde per ha	€/ha	n.v.t	n.v.t	n.v.t	n.v.t	70.000
Gemiddeld areaal landbouwgrond (ha)	ha	n.v.t	n.v.t	n.v.t	n.v.t	55,6
Gemiddeld % grond in bezit bij melkveehouders	%					60
Gemiddelde rekenvergoeding per bedrijf (inclusief grond)	Mln €	1,06	0,77	1,03	0,85	3,50
Gemiddelde rekenvergoeding per bedrijf (exclusief grond)	Mln €	n.v.t	n.v.t	n.v.t	n.v.t	1,16

Effect op emissie en depositie

Met een budget van 350 miljoen euro en met bovenstaande uitgangspunten kunnen via gerichte opkoop in totaal 200 landbouwbedrijven (piekbelasters) worden uitgekocht. Dit is inclusief het opkopen van de grond van melkveehouderijen. Dit totaal is onder te verdelen in circa 70 varkensbedrijven, 80 pluimveebedrijven en 50 melkveebedrijven. Indien de grond van de melkveehouders niet wordt opgekocht kunnen er 100 melkveebedrijven extra worden uitgekocht en komt het totaalaantal landbouwbedrijven op circa 300.

Naar verwachting duurt het enkele jaren voordat de beschikbare middelen zijn uitgeput en bedrijven zijn uitgekocht. In 2022 zullen de eerste bedrijven mogelijk al zijn uitgekocht. Een volledige implementatie van de gericht opkoop in 2025 zou mogelijk kunnen zijn. Het PBL heeft ingeschat dat in 2022 circa een derde daarvan gerealiseerd kan zijn mits de regeling voortvarend van start gaat.

De emissiereductie, die door inzet van de beschikbare middelen bereikt kan worden, is maximaal circa 1,0 kton NH_3 (zie tabel 5.4). Daarbij is verondersteld dat de opkoopregeling ertoe leidt dat alle bronnen van ammoniak van de piekbelasters (stal, opslag, uitrijden, en bewerking) beëindigd worden. Wordt rekening gehouden met het Nederlandse mestoverschot, dan vervalt onder sommige condities het reductie-effect van de uitrijemissie, omdat het uitrijden van mest doorgaat aangezien de meststoffenwet dit toestaat. Indien land wordt opgekocht, en dat is in deze

doorrekening als uitgangspunt genomen voor de melkveehouderij, wordt ervan uitgegaan dat op die grond geen mest meer zal worden uitgereden en meetelt voor de reductie. Van de 1,0 kton NH_3 reductie is 0,4 kton NH_3 van de varkenshouderij, 0,4 kton NH_3 van de pluimveehouderij en 0,2 kton NH_3 van de melkveehouderij. Gecorrigeerd voor de emissie bij mesttoediening, daalt de bijdrage aan de reductie door de varkenshouderij met 0,1 kton NH_3 tot 0.3 kton NH_3. De overige reductie (in overige sectoren) blijft gelijk omdat pluimveemest niet wordt uitgereden en de landbouwgrond van de melkveehouders een ander beheer krijgt. Deze maatregel, waarbij rekening wordt gehouden met het mestoverschot levert bij elkaar een maximale emissiereductie op van circa 0.9 kton NH_3 (zie tabel 5.5). Daarbij is verondersteld dat de landbouwgrond van de melkveehouders wordt opgekocht en de grond een andere bestemming krijgt buiten de landbouw en de daardoor vermeden uitrijemissie meetellen in de totale reductie. In de praktijk is ook denkbaar dat dit met een deel van de grond gebeurd.

In het geval dat de grond niet wordt opgekocht en er dus meer melkveebedrijven kunnen worden opgekocht neemt de reductie door de melkveehouderij toe met 0.3 kton NH_3 en komt uit op 0,5 kton NH_3 (alle bronnen). Als alleen de uitstoot door stal en de opslag wordt beëindigd, dan neemt de reductie toe met 0.2 kton NH_3 en komt uit op 0,4 kton NH_3. De maximale emissiereductie komt dan uit op 1,1 kton NH_3. De geschatte reductie als gevolg van de gerichte opkoop zou in volle omvang al in 2025 kunnen worden gerealiseerd mits de gerichte opkoop vlot van start gaat en voldoenden overeenkomsten worden bereikt.

Om het effect van de inzet van de middelen op de depositie te kunnen bepalen wordt de berekende emissie geconverteerd naar mol N/ha/jr. Het RIVM (2020a) heeft berekend dat de emissie van piekbelasters per kton NH_3 leidt tot een depositiereductie van 10,7 mol N/ha/jr. Door deze maatregel kan de depositie dalen tot 9,1 mol N/ha/jr in 2030. (zie tabel 5.4).

De berekende cijfers tonen de middenwaarde. Onzekerheden hangen samen met de bereidheid van boeren tot verkoop, al of niet opkopen van alle grond, verdeling budget over de sectoren (er zijn opties tot optimalisatie) en ontwikkeling van prijzen.

Tabel 5.4: Verminderd aantal dier en emissiereductie bij gerichte opkoop piekbelasters per (sub)sector.

	Eenheid	Vlees-varkens	Zeu-gen	Leg-hen-nen	Vlees-kuikens	Melkvee (opkoop 60% van de eigen grond)	Totaal	Melkvee (geen opkoop van grond)	Totaal (geen opkoop van grond)
Verdeling geld tbv opkoop (naar diercategorie)	Mln €	44	44	37	51	175	350	175	350
Afname aantal dieren	Aantal (x 1000)	123	23	1.216	3.959	4,7	5.328	13,6	5.337
Aantal beëindigde bedrijven	aantal	31	40	30	51	49	201	140	292
Vermeden ammoniak-emissie (alle bronnen)	kton NH_3/jr	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2	1,0	0,5	1,3
Vermeden ammoniakemissie (alleen stal en opslag)	kton NH_3/jr	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,8	0,2	0,9

Tabel 5.5: Kosten en effecten van gerichte opkoop piekbelasters

		2030
Effect op NO_x*	kton/jaar	nvt
Effect op NH_3*	kton/jaar	0,9*
Effect op depositie	mol/ha/jaar	9,1
Nationale kosten	Meuro/jaar	40
Kosteneffectiviteit nationaal	Meuro/(mol/ha/jaar)	3,7
Overheidsuitgaven cumulatief	Meuro	350

*effect van het niet uitrijden van mest op grond melkveehouderij is hierin meegenomen.

Kosten en kosteneffectiviteit

De overheid investeert in deze gerichte opkoopregeling in totaal 350 miljoen euro. De nationale kosten van deze maatregel bedragen 40 miljoen euro per jaar (zie tabel 5.4). Voor een toelichting op berekening van de nationale kosten en kosteneffectiviteit zie sectie 4.3. De kosteneffectiviteit van deze maatregel is circa 3,7 miljoen euro per mol N/ha/jr. De effectiviteit van de overheidsuitgaven bedraagt circa 38 miljoen euro mol N/ha/jr. Opgemerkt moet worden dat de hier genoemde kosten- en kosteneffectiviteit alleen betrekking hebben op de reductie van ammoniak. Deze beëindigingsregeling draagt ook bij aan een lagere emissie van broeikasgassen en fijn stof.

De gemiddelde kosteneffectiviteit verschilt per sector en het opkopen van een traditionele stal is kosteneffectiever dan van een emissiearme stal. De focus in het stikstofdossier richt zich op de kosten in miljoen euro's per mol stikstof per hectare per jaar op stikstofgevoelige natuur. De kosteneffectiviteit is het grootst bij de intensieve veehouderij sectoren (zie tabel 5.6). Het gericht uitkopen van piekbelastende bedrijven van vleesvarkens en leghennen ligt in de range van 1,4 – 2,1 miljoen euro per mol/ha/jr. Bij zeugen en vleeskuikens ligt de effectiviteit rond 4,7 – 6,7 miljoen euro per mol/ha/jr. De kosteneffectiviteit van de melkveesector is beduidend lager. De kosteneffectiviteit bedraagt circa 11,7 miljoen euro per mol/ha/jr. Dit komt vooral door de opkoop van grond. Als de grond van melkveehouderijen niet wordt opgekocht kunnen er drie maal meer melkveebedrijven worden opgekocht, en kan de kosteneffectiviteit drie keer hoger zijn (circa 3,9 miljoen euro per mol/ha/jr).

Neveneffecten van de maatregel

Door deze gerichte opkoop van piekbelasters neemt in alle drie de sectoren het aantal dieren af. Dit heeft ook effect op de emissie van broeikasgassen (koolstofdioxide, methaan, lachgas). De totale broeikasgasuitstoot van de drie sectoren samen bedraagt 11,1 Mton CO_2-eq in het jaar 2017. Daarvan draagt de varkenssector 2,3 Mton CO_2-eq, de pluimveesector 0,1 Mton CO_2-eq en de melkveehouderijsector 7,7 Mton CO_2 bij. De gerichte opkoop leidt tot daardoor tot een geschatte uitstootreductie van broeikasgassen van circa 0,1 Mton CO_2-eq.

Andere neveneffecten zijn minder geuroverlast, minder risico op zoönose en een reductie van de emissies van fijnstof (PM2,5 en PM10). Op de locaties waar de stallen gesloopt worden, ontstaan mogelijkheden voor andere functies, waaronder mogelijk woningbouw. Dit is afhankelijk van de lokale regels en verordeningen en de mate waarin de nieuwe activiteiten stikstofuitstoot teweegbrengen tijdens de bouw of het gebruik van de nieuwe activiteiten.

Tabel 5.6: Kosten en kosteneffectiviteit: gerichte opkoop piekbelasters per (sub)categorie

		Vlees-varkens	Zeugen	Leg-hennen	Vlees-kuikens	Melkvee (incl. opkoop grond)
Nationale kosten	Mln €/jaar	5	5	4	6	20
Kosteneffectiviteit nationaal	Mln € per mol N/ha/jaar	2,1	6,7	1,4	4,7	11,7
Directe bijdrage overheid	Mln € (naar verwachting de periode tot 2025)	44	44	37	51	175
Effectiviteit Overheidsuitgaven	Mln € per mol N/ha/jaar	18	63	12	39	102

Onzekerheden

Om het effect van de inzet van de beschikbare middelen nauwkeuriger te kunnen inschatten is nadere concretisering van de omgang met de al dan niet opgekochte grond noodzakelijk. Daarover is tot nu toe nog weinig uitsluitsel gegeven door het kabinet. De kernvraag is daarbij welke functie de grond krijgt na opkoop of beëindiging. Als het landbouwkundig gebruik ophoudt, hetgeen is verondersteld in de doorrekening, dan is de vraag welke functie de grond vervolgens krijgt: natuur, bos, wonen etc. De eerste twee vergen extra investering (natuuraanleg, aanplant bossen) en leiden tot waardevermindering van de grond en dus het afschrijven van de grondwaarde. In het geval van woningbouw is een economische opwaardering van de grondwaarde aan de orde.

Er is een substantieel verschil in kosteneffectiviteit van het ingezette geld tussen de varkens-, pluimvee- en melkveehouderij. De mogelijkheden van een verschuiving in het budget tussen de verschillende sectoren zou onderzocht kunnen worden. Door daar varianten van uit te werken komen ook ander optimalisaties in beeld. Hierbij is het raadzaam de neveneffecten op andere milieuthema's mee te wegen. Deze neveneffecten, maar ook meer economische/politieke invalshoeken (competitiviteit of welke markten worden bediend) kunnen van betekenis zijn bij het maken van definitieve beslissingen over de verdeling van het budget over de sectoren.

Het effect van deze maatregel is afzonderlijk geanalyseerd en niet in samenhang met andere maatregelen en instrumenten beschouwd.

5.6 Landelijke beëindigingsregeling piekbelasters veehouderij

Beschrijving van de maatregel
De maatregel landelijke beëindigingsregeling piekbelasters veehouderij is gericht op het verlagen van de depositie van ammoniak in Natura 2000-gebieden. Door vrijwillige bedrijfsbeëindiging daalt het volume van de veestapel en neemt de emissie van ammoniak af. Deze maatregel is gericht op veehouderijbedrijven die een hoge stikstofdepositie veroorzaken op een of meerdere natuurgebieden in de nabijheid van het bedrijf, de zogenoemde piekbelasters.

Voor deze vrijwillige landelijke bedrijfsbeëindiging regeling is een budget van 1000 miljoen euro beschikbaar. Voor de bedrijfsbeëindiging is een budget verdeling voorgesteld van 25:25:50 procent voor respectievelijk de varkenshouderij, de pluimveehouderij en de melkveehouderij. Er is in de analyse van de opkoop gerekend met een budget van 125 mln euro voor vleesvarkens, 125 mln euro voor zeugen, 105 mln euro voor leghennen, 145 mln euro voor vleeskuiken en 500 mln euro voor melkvee. Het is niet zeker dat deze budgetverdeling in de praktijk zal worden gevolgd en kan dus in de loop van het proces nog worden aangepast. Bovenstaande verdeling is als uitgangspunt genomen voor deze analyse.

Voor de analyse van de landelijke bedrijfsbeëindigingsregeling is min of meer dezelfde opzet gevolgd als bij de Saneringsregeling Varkenshouderij, namelijk de opkoop van dierrechten/fosfaatrechten en het vergoeden van de stallen die binnen een bepaalde tijd gesloopt dienen te worden. Dit geldt voor alle sectoren. Ten behoeve van de berekening is bepaald dat grond die in eigendom is van de melkveehouders wordt opgekocht. Op dit moment staat dat nog niet vast en worden beiden opties open gehouden en uitgewerkt. Het ministerie van LNV heeft het PBL verzocht om ook te verkennen wat het emissie- en depositie-effect is van de landelijke bedrijfsbeëindigingsregeling waarbij de grond in eigendom blijft van de boer. De kosten voor de overheid zijn in dit geval lager en de grond kan door de boer voor andere doeleinden kan worden ingezet; deze kan de grond bijvoorbeeld verpachten aan een andere melkveehouder of aan een akkerbouwer. In de analyse is deze optie als variant meegenomen. Uit analyses blijkt dat op dit moment gemiddeld circa 60% van de landbouwgrond die de melkveehouderij benut in eigendom is, de overige grond wordt gepacht. In de praktijk bestaat er een bandbreedte van nul procent tot honderd procent eigen grond binnen de melkveehouderij.

Uitgangspunten voor de berekeningen
In de uitwerking van de kosten van het opkopen van bedrijven worden kengetallen gebruikt die zijn afgeleid van de open bronnen zoals KWIN (2018), dierstatistieken, prijzen van dier- en fosfaatrechten en schattingen van grondprijzen. Daarnaast zijn er keuzes gemaakt over verdeling van het budget over sub-sectoren. Daarbij is gebruik gemaakt van gangbare vergoedingsfactoren (o.a. uit de SRV). In tabel 5.7 zijn de gebruikte kengetallen opgesomd. Dit zijn gemiddelde getallen die regionaal of lokaal, maar ook van bedrijf tot bedrijf kunnen verschillen.

Een deel van de kengetallen is onderhevig aan marktschommelingen. Dit geldt o.a. voor de kosten van rechten en de grondprijs. Vergoedingspercentages zijn veelal strategische keuzes die vlak voor het uitbrengen van de regelingen worden vastgesteld. Grondprijzen, maar ook varkensrechten, zijn regio-specifiek en ook dat is van invloed op de uiteindelijke prijs en dus ook het uiteindelijke effect van deze maatregel op de stikstofreductie.

Uitgangspunt voor de vergoeding van de stallen zijn de KWIN-waarden (KWIN 2018). Daarbij is een vergoedingsfactor van 65% aangehouden. In de berekening is aangenomen dat de gemiddelde stal op 50% van zijn afschrijving zit. De stal, zo vereist de regeling, zal moeten worden gesloopt.

Tabel 5.7: Uitgangspunten vergoeding

	Eenheid	Vlees-varkens	Zeugen	Leghen-nen	Vlees-kuikens	Melkvee
Dier aantal	aantal dieren (mln.)	5,59	1,16	35,00	48,24	1,58
Nieuwbouwwaarde per dierplaats	€	510	3.100	29	10	5.000
Uitgangspunt: halverwege levensduur	percentage	50%	50%	50%	50%	50%
Vergoedingsfactor bij land. Bedrijfsbeëindiging	percentage	65%	65%	65%	65%	65%
Prijs dierrechten of fosfaatrechten	Euro/dier	100	275	16	8	10.369
Marktwaarde per ha	€/ha	n.v.t	n.v.t	n.v.t	n.v.t	70.000
Gemiddeld areaal landbouwgrond (ha)	ha	n.v.t	n.v.t	n.v.t	n.v.t	55,6
Gemiddeld % grond in bezit bij melkveehouders	%					60
Gemiddelde rekenvergoeding per bedrijf (inclusief grond)	Mln €	1,06	0,77	1,03	0,85	3,50
Gemiddelde rekenvergoeding per bedrijf (exclusief grond)	Mln €	n.v.t	n.v.t	n.v.t	n.v.t	1,16

Met een budget van 1000 miljoen euro en met de in tabel 5.7 genoemde uitgangspunten kunnen via deze vrijwillige regeling voor piekbelasters in het totaal bijna 700 landbouwbedrijven bij natuurgebieden/door heel Nederland worden beëindigd. Dit is inclusief het opkopen van de grond van melkveehouderijen. Dit totaal is onder te verdelen in circa 280 varkensbedrijven, circa 270 pluimveebedrijven en ruim 140 melkveebedrijven. Indien de grond van de melkveehouders niet wordt opgekocht kunnen er 290 melkveebedrijven extra worden beëindigd en komt het totaal aantal landbouwbedrijven op circa 980.

Verondersteld is dat het enkele jaren duurt voordat alle bedrijven zijn uitgekocht. In 2022 zullen de eerste bedrijven mogelijk al zijn uitgekocht en voor 2025 behoort een volledig implementatie tot de mogelijkheden. Ingeschat is dat in 2022 circa een derde daarvan gerealiseerd kan zijn.

De emissiereductie die door inzet van de beschikbare middelen bereikt kan worden is maximaal circa 3.5 kton NH_3 (zie tabel 5.8). Daarbij is verondersteld dat de opkoopregeling ertoe leidt dat alle bronnen van ammoniak van de piekbelasters (stal, opslag, uitrijden, en bewerking) beëindigd worden. Wordt rekening gehouden met het Nederlandse mestoverschot, dan vervalt onder sommige condities het reductie-effect van de uitrijemissie, omdat het uitrijden van mest doorgaat aangezien de meststoffenwet dit toestaat. Indien land wordt opgekocht, en dat is in deze doorrekening als uitgangspunt genomen voor de melkveehouderij wordt ervan uitgegaan dat op die grond geen mest meer zal worden uitgereden en meetelt voor de reductie. Van de 3,5 kton NH_3 reductie is 1,6 kton NH_3 van de varkenshouderij, 1,4 kton NH_3 van de pluimveehouderij en 0,5 kton NH_3 van de melkveehouderij. Houden we rekening met het doorgaan van de bemesting dan komt de emissiereductie iets lager uit, namelijk op 3,0 kton NH_3 (zie tabel 5.9). Gecorrigeerd voor de emissie uit mest daalt de bijdrage aan de reductie door de varkenshouderij met 0,5 kton NH_3 tot 1,1 kton NH_3. De overige reductie blijft gelijk omdat pluimveemest niet wordt uitgereden in Nederland, en verondersteld wordt dat de landbouwgrond van de melkveehouders een ander beheer krijgt. Daarbij is verondersteld dat de landbouwgrond van de melkveehouders wordt opgekocht en de grond een andere bestemming krijgt buiten de landbouw en de daardoor vermeden uitrijemissie meetellen in de totale reductie.

In het geval dat de grond niet wordt opgekocht en er dus veel meer melkveebedrijven kunnen worden opgekocht, dan neemt de reductie door de melkveehouderij toe met 1,0 kton NH3 en komt uit op 1,5 kton NH_3 (alle bronnen). Als alleen de uitstoot door stal en de opslag wordt beëindigd, dan komt de reductie door de melkveesector uit op 0,7 kton NH_3. Aangenomen wordt dat de geschatte reductie als gevolg van de gerichte opkoop al in 2025 kan zijn gerealiseerd (en een derde daarvan al 2021).

De berekende cijfers tonen de middenwaarde. Onzeker zijn de bereidheid van boeren tot verkoop, al of niet opkopen van grond, verdeling budget over de sectoren (er zijn opties tot optimalisatie) en ontwikkeling van prijzen.

Tabel 5.8: Emissiereductie landelijke bedrijfsbeëindigingsregeling piekbelasters

	Eenheid	Vlees-varkens	Zeu-gen	Leg-hennen	Vlees-kuikens	Melkvee (opkoop 60% van de eigen grond)	Totaal	Melkvee (geen opkoop van grond)	Totaal (geen opkoop van grond)
Verdeling geld opkoop naar diercategorie	mln euro	125	125	105	145	500	1.000	500	1.000
Afname aantal dieren	aantal (x 1000)	470	97	4.161	13.157	13,9	17.900	41,7	17.928
Aantal beëindigde bedrijven	aantal	118	162	102	170	143	696	430	983
Vermeden ammoniak-emissie (alle bronnen)	kton NH3/jr	1,1	0,5	1,0	0,4	0,5	3,5	1,5	4,5
Vermeden ammoniak-emissie (stal en opslag)	kton NH_3 /jr	0,8	0,3	1,0	0,4	0,2	2,7	0,7	3,2

Om het effect op de depositie te kunnen bepalen wordt de berekende emissie geconverteerd naar mol N/ha/jr. Het RIVM (2020a) heeft berekend dat de emissie van piekbelasters per kton NH_3 leidt tot een depositiereductie van 10,7 mol N/ha/jr. Deze maatregel betekent dat vanaf 2021 de depositie kan dalen met circa 32 mol N/ha/jr (zie tabel 5.9).

Tabel 5.9: Kosten en effecten van landelijke bedrijfsbeëindigingsregeling piekbelasters

		2030
Effect op NO_x* emissies	kton/jaar	nvt
Effect op NH_3* emissies	kton/jaar	3,0*
Effect op depositie	mol/ha/jaar	31,7
Nationale kosten	Meuro/jaar	115
Kosteneffectiviteit nationaal	Meuro/(mol/ha/jaar	3,6
Overheidsuitgaven cumulatief	Meuro	1000

*effect van het niet uitrijden van mest op grond melkveehouderij is hierin meegenomen.

Kosten en kosteneffectiviteit
De overheid investeert in deze maatregel landelijke bedrijfsbeëindigingsregeling piekbelasters veehouderij in het totaal 1000 miljoen euro. De nationale kosten van deze maatregel bedragen 115 miljoen euro per jaar. Voor een toelichting op berekening van de nationale kosten en kosteneffectiviteit zie sectie 4.3. De kosteneffectiviteit van de nationale kosten van de maatregel is circa 3,6 miljoen euro per mol N/ha/jr (zie tabel 5.9). De effectiviteit overheidsuitgaven is 32 miljoen euro per mol N/ha/jr. Opgemerkt moet worden dat de hier genoemde kosten- en effectiviteit overheidsuitgaven alleen betrekking heeft op reductie van ammoniak. Deze maatregel draagt ook bij aan een lagere emissie van broeikasgassen.

De kosteneffectiviteit verschilt per sector. De focus in het stikstofdossier richt zich op de kosten in miljoen euro's per mol stikstof per hectare per jaar. De kosteneffectiviteit is het grootst bij de intensieve veehouderij sectoren. Vleesvarkens en leghennen zitten in de range van 1,2 -1,6 miljoen euro per mol/ha/jr (zie tabel 5.10). Bij zeugen en vleeskuikens ligt de effectiviteit in tussen 3,8 – 4,7 miljoen euro per mol/ha/jr. De effectiviteit van de melkveesector is beduidend lager. Dit komt vooral door de opkoop van grond. Een gemiddeld bedrijf bezit 60 procent van de grond. De kosteneffectiviteit is circa 11,3 miljoen euro per mol/ha/jr. Als de grond niet wordt opgekocht kunnen er drie zoveel melkveebedrijven worden opgekocht en neemt de kosteneffectiviteit toe tot met een factor 3 (circa 3,8 mln euro per mol N/ha/jr).

Tabel 5.10: Kosten en kosteneffectiviteit: gerichte opkoop piekbelasters per (sub)categorie

		Vlees-varkens	Zeugen	Leg-hennen	Vlees-kuikens	Melkvee (incl. opkoop grond)
Nationale kosten	Meuro/jaar	14	14	12	17	58
Kosteneffectiviteit nationaal	Meuro/mol/ha/jaar	1,6	4,7	1,2	3,8	11,3
Directe bijdrage overheid	Meuro (naar verwachting de periode tot 2025)	125	125	105	145	500
Effectiviteit overheidsuitgaven	Meuro/mol/ha/jaar	18	63	12	39	102

Neveneffecten van de maatregel
Door deze landelijke bedrijfsbeëindiging van piekbelasters neemt in alle drie de sub-sectoren het aantal dieren af. Dit heeft ook effect op de emissie van broeikasgassen (koolstofdioxide, methaan, lachgas). De totale broeikasgasuitstoot van de drie sectoren samen is 10,1 Mton CO_2. Daarvan is de uitstoot van de varkenssector 2,3 Mton CO_2-eq, de pluimveesector 0,1 Mton CO_2-eq. en de melkveehouderijsector 7,7 Mton CO_2-eq. De landelijk bedrijfsbeëindiging piekbelasters leidt tot een broeikasgasreductie van circa 0,3 Mton CO_2-equiv.

Andere neveneffecten zijn minder geuroverlast, een lager risico op de overdracht van zoönosen en een reductie van de emissies van fijnstof (PM2,5 en PM10). Dit is niet nader gekwantificeerd.

Onzekerheden
Een aanbeveling is om verschillend varianten van deze maatregel te werken. Een van de meest bepalende factoren waarvoor een variant zou kunnen worden uitgewerkt is hoe wordt omgegaan met de al dan niet opgekochte grond. Daarover is nog weinig uitsluitsel gegeven in de fiches. Het wel of niet opkopen van de grond van de melkveehouders kan een keuze zijn. In de doorrekening is conform het fiche gerekend met opkoop van het gemiddeld areaal grond (60 procent eigendom en 40% pacht). Als aanvulling is het effect is op voor een aantal doorrekeningen het effect van geen grond opkoop gepresenteerd.

Een vraag kan zijn welke functie de grond krijgt na opkoop of beëindiging. Als het geen landbouwgrond meer is, hetgeen is verondersteld in de doorrekening, dan is de vraag welke functie dan wel: natuur, bos, wonen etc. De eerste twee vergen extra investering (natuuraanleg, aanplant bossen) en leiden tot waardevermindering van de grond en dus het afschrijven van grondwaarde. Alleen in geval van woningbouw is het een opwaardering van de grondwaarde. Maar in een dergelijk situatie gaat het niet alleen om de grond, maar spelen veel meer ruimtelijk aspecten.

Een andere relevant aspect en waarvoor ook een variant zou kunnen worden uitgewerkt is een verschuiving in het budget tussen de verschillende sectoren. Er is een substantieel verschil in kosteneffectiviteit en door daar varianten van uit te werken komen ook ander optimalisaties in beeld. Hierbij is het raadzaam ook de neveneffecten op andere milieuthema's mee te wegen. Zo is de kosteneffectiviteit van het reduceren van het aantal vleesvarkens en leghennen relatief gunstig. Ook ander afwegingen zoals broeikasgasreductie, fijnstof of geur (zoals bij de SRV) kunnen daarbij worden meegewogen. Deze neveneffecten, maar ook meer economische/politieke invalshoeken (competitiviteit of welke markten worden bediend) kunnen van betekenis zijn bij het maken van definitieve beslissingen over de verdeling van het budget over de sectoren.

Deze maatregel is zelfstandig beoordeeld en niet in samenhang met andere maatregelen.

5.7 Het vergroten van het aantal uren weidegang

Beschrijving van de maatregel
De maatregel is gericht op het vergroten van het aantal bedrijven dat weidegang toepast in combinatie met een beperkte verhoging van het minimum aantal uren weidegang (variant 1) *dan wel* het substantieel verhogen van het aantal uren weidegang bij bestaande bedrijven met weidegang (variant 2). Voor deze maatregel wordt door het Rijk de komende jaren een bedrag van in totaal 3 miljoen euro vrijgemaakt voor ondersteuning van bij de weidegang betrokken partijen . Het gaat daarbij om ondersteuning bij de aanpassing van het convenant en het in de praktijk realiseren en borgen van een groter aantal uren beweiding. Een toename van de weidegang draagt bij aan het beperken van de ammoniakemissie. Ammoniakemissie tijdens weidegang is beperkter dan in de stal, omdat de urine en mest op verschillende plekken terecht komen en de urine dieper de grond indringt; hierdoor ontstaat minder ammoniak. Daarnaast draagt weidegang bij aan dierenwelzijn en -gezondheid.

Uitgangspunten voor de berekening
Uit de laatste cijfers van het CBS blijkt dat er, na vele decennia van gestage daling van de weidegang, sinds 2015 een geleidelijke toename is in weidegang en dat het aandeel bedrijven met weidegang inmiddels ligt op 80%, goed voor 71% van de melkkoeien in Nederland. Van de melkkoeien met weidegang heeft 25% een weidegang van minder dan 840 uur en 75% met meer dan 840 uur. Het huidige minimumniveau van weidegang dat vereist wordt vanuit het convenant weidegang (afgesloten in 2012) is dat bij 80% van de bedrijven de melkkoeien gedurende 120 dagen per jaar minimaal 6 uur per dag weidegang genieten (720 uur).

De maatregel om het aantal uren weidegang te vergroten is een aanvulling op het bestaande convenant weidegang. Daarmee wil het ministerie van LNV bereiken dat het percentage deelnemende melkveebedrijven omhoog gaat van het huidige 80% naar 85% en dat daarbij het minimaal aantal uren weidegang per dag met 1 uur toeneemt tot 120 dagen/7 uren (840 uur) (variant 1) *of* dat het minimum aantal uren per jaar toeneemt van 720 uur naar 1220 uur als basisnorm (variant 2). Er zijn vier soorten weidegang te onderscheiden: zeer beperkt, siësta beweiding, beperkt (meestal alleen overdag) en onbeperkt met bijna volledige weidegang zowel overdag als 's nachts. De genoemde varianten richten zich op het verhogen van de laatste twee soorten beweiding.
Het CBS heeft op verzoek van het kabinet berekend dat bij de huidige weidegang de ammoniakemissie 3,5 kton NH_3 lager is dan het geval zou zijn in de theoretische situatie dat er geen enkele weidegang zou zijn. In het hier gebruikte referentiepad is de gemiddelde weidegang in 2030 gelijk verondersteld aan de gemiddelde weidegang in 2016 en 2017.

Effecten op emissie en depositie

Uit de hiervoor genoemde berekeningen van het CBS blijkt verder dat als alleen het aantal uren dat het melkvee in de wei staat toeneemt van minimaal 720 (zoals nu in het convenant tussen sector en overheid is gesteld) naar 840 resp. 1220 uur, dit leidt tot een emissiedaling van 0,0 kton NH_3 respectievelijk 0,5 kton NH_3. Verandert het percentage weidende bedrijven van 80 naar 85 procent bij een gelijkblijvend aantal uren weidegang (720 uur), dan is het effect een daling van 0,2 kton NH_3. Indien het minimum aantal uren wordt verhoogd naar 840 en ook het aantal weidende bedrijven naar 85 procent dan leidt dit gecombineerde effect tot een daling van 0,2 kton NH3.

De conclusie die hieruit kan worden getrokken is dat de toename naar 1220 uren (variant 2) bij de huidige beweidende bedrijven het sterkste effect op de emissiereductie heeft. Vanuit deze redenering en te onderbouwen met onderzoeksresultaten is de conclusie te trekken dat de voorgestelde maatregelen maximaal 0,2 kton NH_3 (85% van de bedrijven naar 840 uur) resp. 0,5 kton NH3 (bij bestaand 80% van de bedrijven naar 1220 uur) bijdragen aan emissiereductie.

In deze berekeningen is geen rekening gehouden met indirecte effecten door bijvoorbeeld veranderingen in het rantsoen en het gebruik van stikstofkunstmest.

Een emissiereductie met een range van 0,2 tot 0,5 kton NH_3 leidt op basis van de RIVM (2020a) conversiefactoren (in dit geval geldt de conversiefactor 7,3) tot een reductie van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden van naar schatting 1,5 tot 3,7 mol N/ha/jr in 2030 (zie tabel 5.11). De verwachting is dat deze depositiereductie reeds in 2025 bereikt kan worden.

Tabel 5.11: Kosten en effecten van weidegang in 2030

		2030
Effect op NO_x*	kton/jaar	nvt
Effect op NH_3*	kton/jaar	0,2 – 0,5
Effect op depositie	mol/ha/jaar	1,5 – 3.7
Nationale kosten	Meuro/jaar	0,3
Kosteneffectiviteit nationaal	Meuro/(mol/ha/jaar	0,1 – 0,2
Overheidsuitgaven cumulatief	Meuro	3

Kosten en kosteneffectiviteit
De overheid heeft voor de komende jaren in totaal een bedrag 3 miljoen gebudgetteerd als stimulans voor meer weidegang. De ontwikkeling rond weidegang sinds het convenant weidegang in werking trad heeft aangetoond dat dit instrument werkt. De nationale kosten zijn 0,3 miljoen per jaar en de kosteneffectiviteit van de maatregel ligt naar schatting tussen 0,1 en 0,2 miljoen euro per mol N/ha/jr.

Uitvoering en handhaving
Beweiding is economisch gezien vaak gunstiger dan opstallen als de huiskavel groot genoeg is. Ook grotere melkveehouderijen slagen er in om economisch voordeel uit beweiden te halen. Enkele voordelen zijn lagere loonwerkkosten, besparing op krachtvoer, extra opbrengsten door de melkpremie, betere klauwgezondheid en minder problemen met uierontstekingen Daarnaast vindt de veehouder het vaak mooi als de koeien buiten zijn; dit wordt ook gezien als positief voor het imago van de sector. Nadelen zijn er ook, waaronder iets minder grasopbrengst en kosten voor afrastering en kavelpaden. De melkopbrengst kan ook wat lager zijn. Beweiden vraagt wel meer van het vakmanschap van boeren om daadwerkelijk (meer) economisch voordeel uit beweiden te halen.

Er is een raakvlak/synergie met rantsoenmaatregelen gericht op een afname van het ruweiwit gehalte van het ruwvoer. Dit aspect is een aandachtspunt bij het gecombineerd implementeren van maatregelen rond weidegang en ruwvoer.

In het convenant zijn afspraken gemaakt over bedrijfscontroles: steekproefsgewijs bij 40% van de bedrijven en bij risicobedrijven vinden onaangekondigde controles plaats.

Neveneffecten van de maatregel
Door beweiding neemt het risico van nitraatuitspoeling naar grondwater en oppervlaktewater toe, vooral bij beweiding in het najaar. Er komt minder mest in de mestopslag (dus minder methaanemissies), maar dit wordt ongeveer teniet gedaan door de hogere lachgasemissie tijdens beweiden (CBS 2015). Er is minder mest voor toediening op het land (de efficiëntie van het stikstofgebruik neemt af).

Onzekerheden
Er zijn onzekerheden omtrent de haalbaarheid van het gestelde doel: praktisch gezien zullen bedrijven aanpassingen in de bedrijfsvoering moeten doen om weidegang te realiseren. Het gaat onder ander om investeringen in het verbeteren van de toegankelijkheid en/of het vergroten van de huiskavel. Het vermogen en de bereidheid om dergelijke investeringen te doen zijn mede bepalend voor de mate en snelheid waarmee de maatregelen kan worden gerealiseerd.

De grootste uitdaging ligt vooral bij de ruim 250.000 melkkoeien waarvoor het aantal uren weidegang sterk omhoog zou moeten gaan, van 840 naar 1220 uur. Het vergt nader onderzoek om te zien of de maatregel op deze categorie kan worden toegespitst, bijvoorbeeld via een differentiatie in de beweidingspremie. Daar komen dan nog de bedrijven bij met melkkoeien die momenteel tussen de 840 en 1220 uur beweiden. De haalbaarheid van meer beweiding op deze laatste categorie bedrijven vergt nog nader onderzoek naar eventuele knelpunten en benodigde aanpassingen.

Een andere onzekerheid is dat de afname van de NH_3-emissie door beweiding lineair wordt verondersteld met de beweidingsduur. Dit is mogelijk niet het geval, omdat de emissies van stalvloeren na-ijlen, d.w.z. niet meteen stoppen met emitteren als de koeien naar de wei gaan.

Het maximum effect van deze maatregel zou mogelijk al rond 2025 gehaald kunnen worden.

5.8 Verdunnen mest met water bij zodenbemester in zandgebieden

Beschrijving van de maatregel

Deze maatregel houdt in dat mest die met een zodenbemester op zandgrond wordt uitgereden in de toekomst met water wordt verdund (0,5 deel water op 1 deel mest). Gebruik van met water verdunde mest kan leiden tot een reductie van ammoniakemissies (NH_3) bij bemesting. Voor bemesting met verdunde mest met een sleepvoet op klei of veen en bij bovengronds bemesten is experimenteel aangetoond dat dit - afhankelijk van de verdunning - leidt tot een reductie van de NH_3-emissie met resp. 20-50% en >50%. Mogelijk kan ook een extra reductie bereikt worden bij bemesting met water verdunde mest met een zodenbemester van grasland op zandgronden. Deze maatregel, die nog niet in de praktijk empirisch is vastgelegd, zou naar verwachting een bijdrage kunnen leveren aan de reductie van ammoniak op specifiek de zandgronden. Voor deze maatregel is een budget van 105 mln. euro beschikbaar (periode 2021-2023), zodat ondernemers een vergoeding kunnen krijgen voor de investeringen die nodig zijn om een watervoorraad te creëren.

Uitgangspunten voor de berekeningen

Omdat op dit moment een empirische onderbouwing ontbreekt, wordt ter beoordeling van deze maatregel gebruik gemaakt van een analyse over het effect van het verdunnen van mest met water door de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM 2019). Uit die theoretische beschouwing komt naar voren dat een extra reductie met naar schatting 20-30% mogelijk is, maar zij geven aan dat ook een hogere of lagere reductie denkbaar is. De CDM geeft aan dat rekening houdend met deze onzekerheden een totale emissiereductie van tussen de 1,9 en 2,8 kton NH_3 in 2030 mogelijk is. Dit effect wordt veroorzaakt doordat contact met de lucht beperkt blijft en de drijfmest dieper in de grond dringt. Meer onderzoek is nodig om de effectiviteit van deze maatregel aan te tonen en om beter in beeld te krijgen welke mogelijke neveneffecten kunnen optreden. Denk daarbij aan uitspoeling van nitraat en extra missie van lachgas.

Relevante kengetallen voor de kostenberekening zijn het aantal melkveebedrijven op zand dat geen toegang tot oppervlaktewater heeft of waar dit ontoereikend is gedurende de gebruikelijke uitrijperioden (8000 bedrijven) en de gemiddelde kosten van een waterbassin (30k euro). Dit aantal bedrijven is door LNV ingeschat op basis van zowel informatie van RVO en inschatting van CDM. Daarbij is gekeken naar aantal melkveebedrijven op zand of loss en is gecorrigeerd voor de beschikbaarheid van oppervlaktewater. Uitgaande van een subsidie van 40% op de investering in waterbassins of vijvers en 5% uitvoeringskosten is het genoemde budget toereikend. Er zijn mogelijk goedkopere oplossingen voor opslag, waardoor de kosten voor de overheid lager en de kosteneffectiviteit hoger kunnen uitvallen.

Effecten op emissie en depositie

Gezien de onzekerheden is door het PBL uitgegaan van een bandbreedte van de emissiereductie van 1 tot 2 kton NH_3 in 2030 (zie Tabel 5.12). Dit is lager dan de bandbreedte van de CDM. Deze voorzichtigheid hangt mede samen met de ervaring dat in de praktijk het uitrijden van mest, vanuit oogpunt van ammoniakemissie vaak minder effectief blijkt. Daarbij speelt ook dat het op dit moment ook ontbreekt aan empirische gegevens over het effect. In de CDM notitie zijn aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek. Doordat het als een verplichting is vormgegeven, wordt er wel van uitgegaan dat alle bedrijven deze maatregelen uiteindelijk zullen implementeren in hun bedrijfsvoering. Uitgaande van de aangereikte budgetplanning zou in 2021 begonnen kunnen worden met de investeringen (20% van budget in 2021 en de twee jaren daarna ieder 40%). Het effect van de eerste tranche is dan het jaar daarop in beeld. Dat houdt in dat vanaf 2024 het potentieel van 2 kton NH_3 wordt bereikt. Op korte termijn is nog geen substantieel effect te verwachten omdat de infrastructuur en machines eerst beschikbaar moeten zijn. Als de verplichting in 2022 ingaat en vooruitlopend daarop de budgetten wat eerder dan nu voorzien

vrijkomen, dan kan de reductie ook al (deels) in 2023 worden gerealiseerd. De inschatting van dit verloop is onzeker.

Het RIVM heeft berekend dat de conversiefactor van ammoniakemissie naar depositie in mol N/ha/jaar 4,6 is. Dit betekent dat het effect van het uitrijden relatief gering is; dit komt mede omdat de emissie vlakbij de grond plaats vindt. Deze maatregelen levert in 2022 de eerste depositiereductie van 1 tot 2 mol N/ha/jaar en vanaf 2024 het maximum van 5 tot 9 mol N/ha/jaar (zie Tabel 5.12).

Kosten en kosteneffectiviteit

De overheid heeft voor deze maatregel een budget van 105 miljoen euro beschikbaar gesteld. De totale investeringen door sector en overheid bedragen 240 miljoen euro. Daarbij is uitgegaan van de 8000 bedrijven en 30k euro per bassin. Dit aantal is eerder een overschatting, mede omdat het aantal bedrijven als gevolg van de trend in schaalvergroting afneemt. De nationale kosten bedragen 28 miljoen euro per jaar (zie tabel 5.19). De nationale jaarlijkse kosten (dus inclusief de kosten die ondernemers zelf moeten maken), uitgaande van een afschrijvingstermijn van 10 jaar, zijn 28 miljoen euro per jaar. De kosteneffectiviteit komt uit op 3 tot 6 miljoen euro per mol N/ha/jr. Voorgenomen is de subsidies toe te kennen in de periode tot en met 2023. Voor bedrijven zijn er ook kosten (apparatuur aanpassen, extra uitrijkosten), maar er zijn ook voordelen o.a. hogere grasopbrengst. De voordelen zijn niet gekapitaliseerd en ook niet meegenomen in de nationale kosten. In de praktijk zijn er al boeren die dit toepassen en daaruit blijkt dat de drempel om dit te doen mogelijk niet heel hoog is.

Tabel 5.12: Kosten en effecten van water verdunde mest op zandgrond met zodenbemesters in 2030

		2030
Effect op NO_x*	kton/jaar	n.v.t.
Effect op NH_3*	kton/jaar	1,0 – 2,0
Effect op depositie	mol/ha/jaar	4,6 – 9,2
Nationale kosten	Meuro/jaar	28
Kosteneffectiviteit nationaal	Meuro/(mol/ha/jaar)f	3,0 - 6,1
Overheidsuitgaven cumulatief	Meuro	105

Uitvoering en handhaving

Bij de uitvoering van de maatregel die uiteindelijk verplicht wordt, wil de overheid voorkomen dat ondernemers grondwater gebruiken voor de verdunning van de mest. Om die reden is in de voorgestelde uitwerking van de maatregel ook gekozen voor subsidie voor waterbassins. Borging en controle, zowel op het aanleggen van bassins als op het uitrijden van met water verdunde mest, is noodzakelijk. De kosten voor borging, die bij de bedrijven liggen, kunnen beperkt blijven als een EC-meter gebruikt wordt om de geleidbaarheid te meten. Een andere belangrijke voorwaarde is dat de maatregel kan worden gemonitord. Het voornemen is de monitoring samen met de sector vorm te geven, waarbij de monitoring onderdeel moet uitmaken van de verscherpte handhavingsstrategie. Deze condities zijn noodzakelijk om de beoogde depositiereductie ook daadwerkelijk te realiseren.

Neveneffecten

Het uitrijden van met water verdunde mest zal meer tijd vergen en meer brandstof. Aan de opbrengstenkant levert dit een betere kwaliteit gras (minder besmeuring) op zand en een betere ruwvoeropname door koeien op. Of dit feitelijk in de praktijk substantieel is zal onderzoek moeten

uitwijzen. Ook de kans op meer uitspoeling van nitraat naar het grondwater en meer emissie van lachgas is nog onvoldoende bekend. Empirisch onderzoek hiernaar zal ook dit verder duidelijk moeten maken.

Onzekerheden
Een goede handhaving en monitoring is zoals hierboven beschreven noodzakelijk.

Bij een vlotte introductie kan het potentieel voor 2030 al in 2025 worden gehaald. Tegen de achtergrond van de coronacrisis is echter onzeker of de boeren op korte termijn tot de benodigde investeringen overgaan.

5.9 Stalmaatregelen

Beschrijving van de maatregel
Deze maatregel is gericht op een verdere reductie van emissies vanuit veehouderijstallen, waarbij het ministerie van LNV inzet op:

- het stimuleren van een integrale en brongerichte aanpak van ammoniak en broeikasgassen, geur en fijnstof/endotoxinen met als uiteindelijk doel een vergaande emissiereductie voor alle stallen. De ontwikkeling van dergelijke integraal-emissiearme stalconcepten vergt nog enkele jaren en de maatregel zal niet voor 2023/2025 beschikbaar zijn voor brede toepassing. LNV heeft reeds instrumenten beschikbaar (o.a. Subsidie brongerichte verduurzaming) voor de ontwikkeling van staltechnieken en voor stimuleren van 'first movers' (eerste toepassing).
- Daar bovenop stelt het ministerie van LNV in het fiche extra subsidie beschikbaar voor het stimuleren van verdere implementatie van de beoogde integraal-emissiearme stallen, waarbij wordt ingezet om 40% van de meerkosten op de investering door boeren te vergoeden.
- Via de emissienormen in het Besluit emissiearme huisvesting wordt daarnaast vanaf 2025 afgedwongen dat op reguliere vervangingsmomenten alleen geïnvesteerd kan worden in (onderdelen van) stallen met de nieuwste technieken. LNV heeft het vernieuwen van (onderdelen van) de stallen in het fiche gekoppeld aan een afschrijvingstermijn van 20 jaar. Volgens KWIN-Veehouderij 2018-2019 (KWIN 2018) is 20 jaar voor melkveestallen de gangbare afschrijvingstermijn voor de gehele stal en voor varkensbedrijven de gangbare afschrijvingstermijn van onderdelen van de stalafbouw (o.a. vloerroosters en rioleringssystemen)[16]. In de praktijk zijn de (onderdelen van) stallen meestal langer in gebruik dan de genoemde 20 jaar en verloopt de vervanging ervan dus langzamer dan gemiddeld 5% per jaar. Het kabinet streeft naar versnelde implementatie van innovatieve integraal-emissiearme staltechnieken door boeren te stimuleren om bestaande (onderdelen van) stallen zodra ze 20 jaar oud zijn te vervangen volgens de op dat moment geldende normen (als ze daar nog niet aan voldoen). Overwogen wordt om hier op termijn via normering voor bestaande stallen ook verplichtingen aan te koppelen.

Het kabinet veronderstelt dat na ontwikkeling van 'de integraal-emissiearme stal' (binnen enkele jaren), de eerste implementatie plaatsvindt door 'first movers' (gedurende enkele jaren vanaf 2023) en de nieuwe technieken vervolgens over een periode van 20 jaar (periode 2025-2045) bij alle stallen worden toegepast. Het gaat uiteindelijk dan om een 100% implementatie bij alle sectoren in 2045. Dit pad hebben wij als uitgangspunt gebruikt voor het doorrekenen van de stalmaatregelen.

Deze nieuwe voorstellen sluiten aan bij al eerder aangekondigde en ook al gefinancierde maatregelen in het kader van het Klimaatakkoord. In de aanpak rond stallen (vernieuwing en aanpassingen) zet LNV daarbij in op de snelle afvoer van mest uit de stal en emissiearme opslag

[16] Voor varkensstallen gelden verschillen in afschrijving tussen romp (40 jaar), stalafbouw (20 jaar) en stalinrichting (10 jaar). Onder stalafbouw vallen onder andere betonvloeren en rioleringssystemen. Vloerroosters (metaal, kunststof en beton) worden al binnen 10 jaar afgeschreven en vallen dus ruim binnen die afschrijvingstermijn van 20 jaar (KWIN 2018)

op het bedrijf (voor zowel ammoniak, methaan en geur) na eventuele verdere mestbewerking, of afvoer naar mestverwerkers. De reductie van methaan betreft alleen de emissie vanuit de mestopslag (mestkelder en eventueel de buitenopslag); met deze maatregel vermindert de methaanemissie door pens- en darmfermentatie niet.

Uitgangspunten voor de berekeningen

De maatregel richt zich op stallen voor melkvee, varkens, pluimvee en vleeskalveren. Het PBL heeft de focus gelegd bij de stalsystemen waar de hoogste extra emissiereductie te verwachten is op de lange termijn: de melkveehouderij en de varkenshouderij. PBL heeft dus geen aparte analyse uitgevoerd van stalsystemen voor pluimvee en vleeskalveren, omdat hier de verwachte emissiereductie relatief klein is. Bovendien is het bij pluimvee niet duidelijk in hoeverre er in het referentiepad al rekening is gehouden met de 'autonome' implementatie van "nageschakelde technieken". Voorlopige schatting van het ministerie van LNV is dat pluimvee en vleeskalveren samen 2 à 4 kton NH_3 nog zouden kunnen reduceren. Aanvullende analyse is nodig om het effect van deze twee sectoren te kwantificeren.

Melkveestallen: dichte vloer en mestschuif

Voor melkveestallen schat het ministerie van LNV in dat de ammoniakemissie ten opzichte van een niet emissiearme stal met 50-75% gereduceerd kan worden. Het is de vraag of 75% reductie haalbaar is. De best presterende stallen realiseren op dit moment circa 60% emissiereductie met behulp van een luchtwasser. Met brongerichte staltechnieken is op dit moment maximaal 55% reductie van de ammoniakemissie mogelijk. Voor verdergaande emissiereductie moeten deze systemen zich nog bewijzen wat betreft de te realiseren emissiereductie, maar ook in termen van betaalbaarheid. PBL heeft vooralsnog gerekend met een bandbreedte van 50-70% ammoniakreductie. In vergelijking met varkensstallen is bij melkkoeien een beperktere maximale ammoniakreductie te realiseren. Dit heeft te maken met het meer open karakter van melkveestallen om te voldoen aan de relatief grote ventilatiebehoefte van melkkoeien.

Bij melkveestallen wordt door LNV verondersteld dat de afvoer van de mest plaatsvindt middels een dichte vloer, waarbij de mest met hoge frequentie met behulp van een goed werkende mestschuif afgevoerd wordt naar een externe (afgesloten) mestopslag (Groenestein et al. 2019). Er is dan dus geen sprake van roosters en een mestkelder waar de mest in opgeslagen wordt. Bij nieuwbouw houdt dit in dat er kelderloos gebouwd wordt en dat alle mest naar een gesloten mestopslag buiten wordt gebracht met een gesloten transportsysteem (bv. vijzel). Bij bestaande stallen wordt de roostervloer verwijderd en vervangen door een dichte vloer met mestschuif. Tevens dient (extra) afgesloten buitenopslag voor drijfmest of gescheiden mestproducten gerealiseerd te worden. In de afgesloten buitenopslag kan nog methaanvorming optreden; om te voorkomen dat een restemissie optreedt bij het leegmaken van de buitenopslag (voor afvoer van de mest voor bemesting van landbouwgrond of naar een mestverwerker) is mogelijk nog een extra maatregel nodig.

In het referentiepad is verondersteld dat het aandeel melkkoeien in emissiearme stallen tussen 2025 en 2030 toeneemt met circa 11% (van 37 naar 48%) en dat de gemiddelde ammoniakreductie per stal circa 30% bedraagt ten opzichte van niet-emissiearme stallen.
Voor de hier bestudeerde maatregel is verondersteld dat vanaf 2025 het aandeel van de melkkoeien in emissiearme stallen toeneemt met 25% in plaats van 11% (dus van 37 naar 62%), waarbij de ammoniakreductie circa 60% (50-70%) bedraagt. Het gaat dus om een ruime verdubbeling van zowel de ammoniakreductie per stal, als van de versnelling van de implementatie van de stalmaatregelen ten opzichte van het gehanteerde referentiepad.

Varkensstallen: nieuwe stalconcepten

Met de varkensketen heeft het ministerie van LNV de afspraak dat de varkenshouderij streeft naar implementatie van nieuwe staltypen die een emissiereductie van 85-95% ammoniak geven ten opzichte van traditionele stallen, waarin geen emissiebeperkende maatregelen zijn toegepast. Tot

nu toe kan vrijwel alleen met toepassing van luchtwassers een dergelijke hoge ammoniakreductie bereikt worden. Luchtwassers voorkomen echter niet dat emissies *in* de stal optreden en vangen geen broeikasgassen af, en vallen dus niet onder de brongerichte integraal-emissiearme aanpak.

Er zijn diverse nieuwe stalconcepten voor integrale en brongerichte emissiereductie in ontwikkeling voor varkens; zie onder andere www.zlto.nl/toekomstbestendigestallen. Deze systemen moeten zich veelal (via lopende metingen) nog bewijzen wat betreft de te realiseren emissiereductie, maar ook in termen van betaalbaarheid. PBL heeft gerekend met de bandbreedte van 85-95% emissiereductie.

Tot 2030 is via de hier bestudeerde maatregel bij varkens nog potentie om extra emissiereductie te realiseren, omdat in 2017 circa 80% van de varkens zich al in 'reguliere' emissiearme stallen bevond. De verwachting is dat dit in het referentiepad in 2025 autonoom zal zijn toegenomen tot meer dan 90% van de varkens en dat in 2030 alle varkensstallen emissiearm zullen zijn (Velthof et al 2019). Voor 2030 is de aanname dat circa 40% van deze emissiearme stallen zal bestaan uit stallen die emissiearm zijn op basis van brongerichte kelder- en/of vloeraanpassingen (waarbij het vrijkomen van NH_3 in de stal dus wordt beperkt, gemiddeld met grofweg 50%). De rest van de varkenshouderijen zal emissiearm zijn middels plaatsing van luchtwassers, met reducties die variëren van 60 tot 95% ten opzichte van niet emissiearme stallen met een gemiddelde reductie van circa 75%).

Effecten op emissie en depositie

Melkkoeien

De reductie van de ammoniakemissies bedraagt in 2030 op basis van de hierboven gepresenteerde uitgangspunten circa 3,1 kton NH_3 met een bandbreedte van 2,6 – 3,7 kton NH_3 (tabel 5.13). De bijbehorende reductie van stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden bedraagt naar schatting ongeveer 23 (bandbreedte 19 - 27) mol N per hectare per jaar.

Tabel 5.13: Kosten en effecten van melkveestallen

		2030
Effect op NO_x*	kton/jaar	nvt
Effect op NH_3*	kton/jaar	2,6 -3,7
Effect op depositie	mol/ha/jaar	19 - 27
Nationale kosten	Meuro/jaar	27
Kosteneffectiviteit nationaal	Meuro/(mol/ha/jaar)	1,0 – 1,4
Overheidsuitgaven cumulatief	Meuro	120

Varkens

Tussen 2025 en 2030 is er via de in het referentiepad veronderstelde vervanging van de nog niet emissiearme stallen -waar circa 8% van de varkens zich in 2025 nog in bevindt- door deze maatregel relatief weinig extra emissiereductie te realiseren. Versnelling van de vervanging door ook een deel van de huidige bestaande emissiearme stalsystemen te vervangen door meer brongerichte emissiearme systemen met 85 - 95% NH_3 reductie levert bij toepassing bij 25% van de varkens in 2030 naar schatting een extra emissiereductie op van 1,6 kton (1,4 - 2,0 kton) NH_3 (zie tabel 5.14). De bijbehorende depositiereductie op stikstofgevoelige natuurgebieden bedraagt naar schatting 12 (10 - 15) mol N per hectare per jaar. Driekwart van deze emissie- en depositiereductie is te bereiken bij vleesvarkens, de rest bij fokvarkens.

Tabel 5.14: Kosten en effecten van varkensstallen

		2030
Effect op NO_x*	kton/jaar	nvt
Effect op NH_3*	kton/jaar	1,4 - 2,0
Effect op depositie	mol/ha/jaar	10 - 14
Nationale kosten	Meuro/jaar	21 - 34
Kosteneffectiviteit nationaal	Meuro/(mol/ha/jaar	1,9 – 2,7
Overheidsuitgaven cumulatief	Meuro	85 - 145

Kosten en kosteneffectiviteit

Melkkoeien

Het hierboven beschreven staltype is in het kader van het Klimaatakkoord door PBL beschouwd als maatregel om de methaanemissie vanuit de mestopslag in mestkelders onder stallen te reduceren. Daarbij is in geval van nieuwbouw door PBL uitgegaan van geen meerkosten voor de bouw van de stal en buitenopslag. Voor retrofit van bestaande stallen zijn er wel meerkosten door PBL geraamd.

Volgens het KWIN-Handboek Veehouderij (2018) kost een stal voor 100 melkkoeien met dichte vloer (zonder mestkelder) en mestschuif 4000-4600 euro per koe en een stal met roostervloer (exclusief emissiearme vloer) en mestkelder 5100-5700 euro per koe. Gemiddeld ligt het verschil dus op 1100 euro per koe. Er is bij afwezigheid van een mestkelder wel extra buitenopslag nodig voor de mest: voor een bovengrondse opslag rekent de WUR voor een bedrijf met 100 melkkoeien met een benodigde opslag van 2.000 m^3, waarvoor de investering ca. 40 Euro per m^3, dus totaal 80.000 euro, ofwel 800 Euro/koe bedraagt (Groenestein et al. 2019). Overall zouden er dus bij nieuwbouw geen meerkosten, maar zelfs opbrengsten zijn (1100-800 = 300 euro).

Bij aanpassing of vervanging van bestaande stallen daarentegen zouden de meerkosten van de investering volgens eerdere berekeningen van het PBL rond de 1330 euro per melkkoe bedragen (200.000 euro voor een stal met 150 melkkoeien). Naast de extra investering in de buitenopslag en in een emissiearme vloer met goed werkende mestschuif dient ook de oude roostervloer te worden verwijderd en een systeem voor mesttransport naar de buitenopslag aangelegd te worden.

Verondersteld is dat voor de circa 11% van de melkkoeien die volgens het referentiepad tussen 2025 en 2030 in een emissiearme stal gehuisvest worden via nieuwbouw er geen sprake zal zijn van meerkosten in de investering. Voor de 14% van de melkkoeien waarvan verondersteld is dat die door de maatregel versneld in een nieuwe emissiearme stal gehuisvest kunnen worden, is aangenomen dat dit via aanpassing van bestaande stallen gebeurt. De totale meerkosten op de investering komen daarmee voor melkkoeien op 280 miljoen euro (14% van 1,5 miljoen melkkoeien in 2030 * 1330 euro per melkkoe). Het totale benodigde subsidiebudget, uitgaande van een subsidiepercentage van 40%, komt dan globaal uit op 112 miljoen euro. De totale jaarkosten van de investering (en onderhoud) bedragen 27 miljoen euro per jaar (in 2030).

Varkens

Er is weinig informatie beschikbaar over de meerkosten van integraal-emissiearme stalconcepten (gericht op het bij de bron beperken van emissies van broeikasgassen en ammoniak) voor varkens. Het is daarom in voorliggende analyse lastig gebleken een scherp beeld te krijgen van de kosten van – veelal nog te ontwikkelen – innovatieve integraal-emissiearme stalconcepten. Ontwikkelaars van nieuwe stalconcepten zijn op basis van concurrentieoverwegingen niet snel bereid om informatie over kosten en effectiviteit te delen.

Vleesvarkens en kraamzeugen
De summiere informatie die openbaar beschikbaar is, wijst op meerkosten ten opzichte van de huidige beschikbare technieken van circa 100 tot 200 euro/dierplaats bij vleesvarkens (voor bijvoorbeeld respectievelijk het varkenstoilet en de Zero-emissiestal).
Voor de categorie kraamzeugen (binnen de fokvarkens) is een stalconcept beschikbaar met geschatte meerkosten voor de investering van 400-600 euro/dierplaats (ZLTO, 2020). Het PBL heeft aangenomen dat deze gemelde meerkosten gelden ten opzichte van een stalsysteem zonder emissiearme techniek. De meerkosten ten opzichte van een gangbare stal met luchtwasser met 90% NH_3-reductie (met kosten rond 130 euro/dierplaats) liggen dan op circa 270-470 euro/dierplaats. Ter vergelijking: de meerkosten van dit nieuwe stalconcept voor kraamzeugen liggen een factor 2 hoger dan de kosten van 200-300 euro/dp van de huidige beschikbare stalsystemen voor kraamzeugen op basis van vloer- en/of kelderaanpassingen met circa 65-70% NH3-reductie).
Voor de implementatie van de nieuwe integraal-emissiearme stalconcepten bij circa 25% van de varkens, komen de meerkosten voor de investering voor vleesvarkens in 2030 uit op circa 138 tot 276 mln. euro (5,5 mln. vleesvarkens * 100 tot 200 euro per dierplaats). Voor kraamzeugen is dat 11 à 20 miljoen euro (0.17 miljoen kraamzeugen * 270 tot 470 euro/dierplaats). Dit zijn de meerkosten voor investering bij nieuwbouw. Het is onbekend of dergelijke systemen ook in bestaande stallen ingebouwd kunnen worden, en zo ja, tegen welke meerkosten.
De totale meerkosten tot 2030 bedragen voor vleesvarkens en kraamzeugen samen 150 tot 296 miljoen. Hiervoor stelt het ministerie van LNV 40% subsidie beschikbaar, hetgeen globaal neerkomt op een benodigd budget tussen 60 en 120 miljoen euro.

Overige categorieën varkens
De meerkosten per dierplaats voor andere zeugen dan kraamzeugen (0,66 miljoen stuks drachtige zeugen en zogenaamde guste zeugen) en voor gespeende biggen (3,3 miljoen stuks) zijn niet apart bepaald. Wel is bekend dat de kosten van huidige staltechnieken op basis van vloer/kelderaanpassingen bij drachtige en guste zeugen (met 40-50% reductie) tot circa 155 euro per dierplaats hoger zijn dan kosten van de plaatsing van een luchtwasser (met >90% emissiereductie). Naar analogie met de nieuwe stalconcepten bij kraamzeugen is de schatting dat de meerkosten voor guste en dragende zeugen een factor 2 hoger zijn dan de huidige beschikbare stalsystemen met vloer/kelderaanpassingen. Voor 25% van de dieren zou dat een investering voor de meerkosten vergen van circa 50 mln. euro (0.66*155*2*0.25).

Voor gespeende biggen is een systeem beschikbaar dat de mest direct in water opvangt in combinatie met een mestafvoersysteem met bijna 80% emissiereductie (stalsysteem met RAV-code D1.1.3; Kenniscentrum InfoMil 2020); de kosten hiervan zijn niet bekend bij PBL (en ook niet gepubliceerd in KWIN Handboek Veehouderij 2018-2019; KWIN 2018). Een neveneffect kan zijn dan het volume mest toeneemt en de afzetkosten toenemen. Voor het verdunnen van mest met water alleen is wel bekend wat de kosten zijn: 30 euro/dierplaats. Voor 25% van de 3,3 miljoen gespeende biggen zou dat bij meerkosten van 16 euro/dierplaats t.o.v. van een stal met een luchtwasser in 2030 een meerinvestering vragen van circa 13 mln. euro. Uitgangspunt hierbij is dat bij nieuwbouw een mestafvoersysteem kan worden aangelegd dat niet tot meerkosten leidt t.o.v. de bouw van een conventionele stal met mestkelder.
De totale meerkosten voor overige fokzeugen en gespeende biggen kunnen hiermee zeer globaal geschat worden op 63 mln. euro in de periode tot 2030. Een subsidie van 40% zou dan een budget van ca. 25 mln. euro vergen.

Samengevat
Op basis van deze inschattingen van PBL komen de totale meerkosten voor de investering in de stalmaatregelen bij varkens tot 2030 globaal op 214 tot 361 mln euro, uitgaande van een toepassing bij nieuwbouw op 25% van de dieraantallen. Het totale benodigde subsidiebudget, uitgaande van een subsidiepercentage van 40%, komt dan globaal uit op 85 à 145 mln. euro voor alle categorieën varkens tot 2030.

De aanvullende emissiereductie voor ammoniak ten opzichte van de verwachte autonome ontwikkeling tot 2030 is bij varkens relatief beperkt. De verstrekte subsidie richt zich daarmee vooral op het maken van de omslag naar brongerichte integraal-emissiearme stallen, dus meer gericht op vermindering van de methaanemissie (in tegenstelling tot de huidige autonome ontwikkeling naar end-of-pipe systemen met luchtwassers).

Neveneffecten van de maatregel
De integrale bronmaatregel leidt tot afname van de emissie van broeikasgassen (methaan); de mate waarin is afhankelijk van de nabehandeling van de mest na afvoer uit de stal. De reductie is dan het gevolg van de het snel verwijderen van de mest uit de stal en deze afgedekt en eventueel gekoeld opslaan, bewerken etc. Daarnaast is de verwachting dat de emissiearme stal ook bijdraagt aan een gezond stalklimaat voor boer en dieren, minder geur veroorzaakt, minder fijnstof produceert. Dit verdient zich dus dan deels terug in betere gezondheid en groei van de dieren.

Onzekerheden
Bedacht moet worden dat deze integraal-emissiearme stalconcepten nog in de kinderschoenen staan. Dat betekent dat er sprake is van grote onzekerheden ten aanzien van de (bewezen) effectiviteit en de betaalbaarheid van deze stalsystemen. Dit vergt nader onderzoek ten behoeve van de uitwerking van de subsidieregeling en de aanpassing van het Besluit emissiearme huisvesting.

Voor wat betreft de meerkosten is voor melkkoeien de inschatting (op basis van KWIN Handboek Veehouderij 2018-2019; KWIN 2018) dat deze bij nieuwbouw als gevolg van het kelderloos bouwen beperkt, zo niet verwaarloosbaar zijn. De meerkosten van een investering in een bestaande stal kunnen daarentegen aanzienlijk zijn.

Voor de nieuwe stalconcepten voor varkens is de verwachting dat de meerkosten ook voor nieuwbouw aanzienlijk zijn: voor de investering van een aantal van de nieuwe stalsystemen voor varkens liggen de geschatte kosten op basis van de huidige inzichten een factor 3 tot 6 hoger dan de kosten van de meer reguliere emissiearme staltechnieken (inclusief luchtwassers). Het is zeker denkbaar dat de verdere ontwikkeling en opschaling ervan nog tot een kostendaling kan leiden. Daarnaast zijn er aan de andere kant aanwijzingen dat boeren de meerkosten binnen 5 jaar kunnen terugverdienen doordat de opbrengsten stijgen. Dit zou onder andere komen door betere diergezondheid (minder antibioticagebruik en snellere groei van de varkens) als gevolg van het sterk verbeterde diergezondheid door het verbeterde stalklimaat. Er zijn ook stalconcepten waarvan geclaimd wordt ze door de verbeterde diergezondheid vergelijkbare investeringskosten hebben als luchtwassers (zie bijvoorbeeld: www.zlto.nl/toekomstbestendigestallen). Of de meerkosten daadwerkelijk terug te verdienen zijn, zal de toekomst moeten uitwijzen.

De coronacrisis leidt tot aanvullende onzekerheden, in elk geval voor de eerste jaren, maar ook op de wat langere termijn. Onduidelijk is hoe hard de verschillende deelsectoren van de veehouderij worden getroffen door de verwachte economische recessie. Op dit moment is al helemaal geen adequate inschatting mogelijk wat dit betekent voor het vermogen en de bereidheid bij veehouders om te investeren in nieuwe stallen en/of stalsystemen. Ondanks de voorgenomen subsidiëring van 40% zijn de benodigde investeringen immers zeer groot. De economische

neergang kan hiermee gevolgen hebben voor de autonome ontwikkeling (referentiepad) richting emissiearme stallen, maar zeker ook op de effectiviteit van de voorgenomen maatregelen.

5.10 Afromen en doorhalen van fosfaatrechten tot sectorplafond

Omschrijving van de maatregel
Deze maatregel beoogt de totale hoeveelheid uitgegeven fosfaatrechten in de melkveehouderij versneld terug te brengen. Voor de agrarische sector is dit van belang omdat de Europese Commissie het bereiken van het fosfaatplafond als een van de voorwaarden heeft gesteld voor het behoud van de zogenaamde derogatie. Voor een juist begrip: een derogatie is het recht om als EU-lidstaat te mogen afwijken van een richtlijn, in dit geval de nitraatrichtlijn. Alhoewel binnen de referentieraming ervan wordt uitgegaan dat het fosfaatplafond niet duurzaam wordt overschreden, is deze maatregel wel relevant omdat mogelijk door deze maatregel de stikstofdepositie sneller daalt.

Fosfaatrechten kunnen onderling door boeren verhandeld worden. De ene melkveehouder wil uitbreiden terwijl een andere melkveehouder minder koeien wil houden of stoppen. Zolang er in Nederland meer fosfaatrechten in omloop zijn dan feitelijk is toegestaan, wordt 10% van de verhandelde hoeveelheid nietig verklaard (‘afgeroomd’). Om sneller het (formele) fosfaatplafond te bereiken, is een wet aangenomen die het afroompercentage tijdelijk verhoogt naar 20%. Deze wet (Wijziging van de Meststoffenwet in verband met tijdelijke verhoging van het afromingspercentage bij overgang van een fosfaatrecht’ (LNV 2019), is per 13 juni 2019 ingegaan, en zorgt voor een versnelde afname van het aantal melkkoeien dat zich in Nederland bevindt. Daarmee heeft deze maatregel effect op de emissie van ammoniak en daarmee op de stikstofdepositie. Op het moment dat de fosfaatproductie onder het sectorplafond komt, wordt het afromingspercentage weer 10%. Na het bereiken van het fosfaatplafond worden de afgeroomde fosfaatrechten uitgegeven aan jonge boeren (LNV 2019).

Voor alle duidelijkheid: het gaat om de hoeveelheid fosfaatrechten die formeel in omloop zijn, en uitdrukkelijk niet om de fosfaatproductie in de praktijk. Doordat het rantsoen van melkvee de afgelopen jaren minder fosfor is gaan bevatten, ligt de fosfaatproductie in de praktijk onder het formele fosfaatplafond (CBS 2019). Dit komt doordat per fosfaatrecht wordt uitgegaan van een zogenaamde forfaitaire productie (een vaste afgesproken fosfaatproductie per koe, als functie van de melkproductie) en niet van de feitelijke productie, die in de praktijk lager ligt.

Berekening
Volgens de memorie van toelichting bij de genoemde wet zijn medio februari 2019 ca. 85,8 kton fosfaatrechten voor de melkveehouderij in omloop. Deze hoeveelheid overschrijdt het fosfaatplafond voor de melkveehouderij met 0,9 kton fosfaatrechten. Het is aannemelijk dat de hoeveelheid circulerende fosfaatrechten ten opzichte van 13 juni 2019 thans (april 2020) verder is afgenomen. Ingeschat is dat de verhoging van het afroompercentage een versnelling teweegbrengt van 10% ten opzichte van de aanvankelijke snelheid van afroming. Deze is laag ingeschat omdat door het verhogen van het afroompercentage de handel in fosfaatrechten stroever verloopt. Het is immers aantrekkelijk om te wachten op het moment dat het fosfaatplafond is bereikt.
Per saldo is het effect op de uitstoot van stikstof klein: iets meer dan een ton ammoniak. Het fosfaatplafond wordt door deze wet ongeveer een maand eerder bereikt.

We concluderen dat deze maatregel een verwaarloosbaar effect heeft op de ammoniakemissie en stikstofdepositie. Daarmee heeft deze maatregel geen wezenlijke betekenis om de stikstofuitstoot te beperken.

5.11 Voermaatregelen

5.11.1 Voer- en managementmaatregelen melkveehouderij

Beschrijving van de maatregel
De maatregel van het kabinet richt zich op het verlagen van het ruw eiwitgehalte (RE-gehalte) van het rantsoen voor melkvee en bestaat uit verschillende onderdelen die in samenhang moeten leiden tot doelbereik:

- Verlagen van het RE-gehalte in het krachtvoer (gericht op verlagen van het eiwitgehalte in het totale rantsoen met gemiddelde genomen 12%, dus het theoretisch minimum van 120 g RE/kg);
- Verlagen van het gemiddeld RE-halte in het rantsoen van 167-170 gram naar 150 gram per kg (dit is naar verwachting nog steeds werkbaar voor de veehouder);
- Samenstelling van het krachtvoer afstemmen op het ruwvoeraanbod (in principe aanpassen bij elke wisseling in het rantsoen).

Het kabinet wil voor het verlagen van het RE-gehalte afspraken met de diervoedersector maken door bijvoorbeeld een convenant af te sluiten en/of de regeling diervoeders 2012 aan te passen met betrekking tot een maximaal ruw eiwit gehalte.

De komende jaren stelt het Kabinet 25 mln. euro (+2,5 mln. euro uitvoeringskosten) beschikbaar voor de compensatie van inkomensverliezen van melkveehouders die hun veevoerrantsoen hebben aangepast en daardoor mogelijk opbrengstverlies lijden. Dit is bedoeld om het risico weg te nemen dat een melkveehouder inkomsten gaat mislopen door het aanpassen van het voer. Omdat melkveehouders uiteindelijk aan het voerspoor kunnen verdienen, is de aanname van het kabinet dat deze compensatie na een aantal jaar kan stoppen. De verwachting is daarbij dat melkveehouders na enige jaren ervaring voldoende vertrouwen krijgen in het gebruik van rantsoenen met gemiddeld lagere eiwitgehaltes niet snel weer ertoe zullen overgaan om het RE gehalte van het rantsoen weer op te laten lopen via (duurder) extra eiwit via krachtvoer. Daarnaast wordt er in totaal 45 mln. euro beschikbaar gesteld voor bedrijfscoaches die gaan helpen met het implementeren van de verschillende dier- en voermanagementmaatregelen.

Uitgangspunten voor de berekening
PBL heeft verondersteld dat de maatregel betrekking heeft op de melk- en kalfkoeien en niet op het jongvee. Jongvee krijgt in de regel het voor melkkoeien minder geschikte voer (Groenestein et al. 2017, 2019). Door de verlaging van het gemiddelde RE-gehalte in het rantsoen verbetert de benutting van het voereiwit: een relatief groter deel van de stikstof in het eiwit in het voer wordt vastgelegd in melk en vlees en een relatief kleiner deel wordt uitgescheiden in urine en feces (in de mest) Hierdoor daalt ook de emissie van ammoniak. De huidige praktijk is dat veehouders een ruimer aanbod van eiwit in het rantsoen hebben dan strikt noodzakelijk is. Door het gemiddelde ruweiwitgehalte richting 2030 jaarlijks geleidelijk te verlagen kan ammoniakemissie worden verminderd zonder verlies van productie.

Het gemiddelde rantsoen van melkkoeien bestaat voor 25 procent uit krachtvoer en 75 procent uit ruwvoer, maar er is veel variatie tussen bedrijven. Ook wisselt het gemiddelde eiwitgehalte van ruwvoer jaarlijks door weersomstandigheden. Omdat het krachtvoer voor melkvee slechts een aandeel heeft van 25% in het totale rantsoen en tevens gesteld wordt dat de samenstelling van het krachtvoer afgestemd dient te worden op de samenstelling van het ruwvoer, heeft PBL de analyse vooral gericht op het doel om gemiddeld een lager eiwitgehalte in het hele rantsoen te

bereiken. Voermaatregelen bij melkvee behelzen naast verlaging van het eiwitgehalte in het rantsoen (krachtvoer èn ruwvoer) ook dier- en voermanagementmaatregelen (Groenestein et al. 2017, 2019). Voermanagementmaatregelen richten zich op preciezer voeren en op verbetering van de verteerbaarheid van de rantsoenen. Diermanagementmaatregelen richten zich op het fokken en selecteren van productieve, efficiënte dieren en de bevordering van het dierenwelzijn.

In het referentiepad is voor zichtjaar 2030 voor het eiwitgehalte van het rantsoen uitgegaan van het gemiddelde eiwitgehalte in de periode 2013-2017 (exclusief de hoogste en laagste waarden): 165 g/kg in 2030. Een verlaging naar 150 g/kg komt dan overeen met circa 10 procent verlaging.

Door bovengenoemde mix van maatregelen daalt per koe de zogenoemde totale ammoniakale stikstofexcretie, kortweg TAN-excretie, in de mest. De TAN-excretie is het deel van de totale N-excretie dat tot de emissie van ammoniak leidt. De inschatting is dat op termijn (in 2030) een reductie van de TAN-excretie van 15 procent haalbaar is ten opzichte van het basispad, en daarmee ook een reductie van de ammoniakemissie met 15 procent (Boerderij 2019; WUR 2015). Hierbij is een reductie van het gehalte van het ruw eiwit in voer met 10 procent in 2030 verondersteld. Er zijn wel regionale verschillen in het reductiepotentieel, als gevolg van verschillen tussen de rantsoenen in ZO Nederland (met een relatief hoog aandeel snijmais) en de rantsoenen van NW Nederland (met een relatief klein aandeel snijmais). De potentiele reductie van het RE bedraagt in ZO Nederland circa 5 procent en in NW Nederland is dat 15 procent. De oorzaak van dit verschil is dat het eiwitgehalte van rantsoenen van melkkoeien in ZO Nederland gemiddeld al lager is dan in NW Nederland: volgens het referentiepad 2030 is dat respectievelijk 158 en 174 g/kg. Wij rekenen hier met gemiddelde getallen, maar de voorgestelde aanpassingen hebben ook een duidelijk regionaal aspect.

Vanwege de grote verschillen tussen bedrijven zijn er verschillende aangrijpingspunten voor voer- en diermanagementmaatregelen om het eiwitgehalte in het rantsoen te verlagen en de stikstofbenutting te verbeteren. Voor een dergelijke aanpak is kennis nodig over hoe te sturen met kracht- en ruwvoer, zodanig dat productie en diergezondheid samen gaan met lagere RE-gehaltes. Met name het sturen op type ruwvoer, het moment van oogsten, het type kuil in combinatie met de eigenschappen van de veestapel vraagt om kennis en ervaring. Daarom zal deze omschakeling alleen geleidelijk kunnen plaatsvinden in de periode tot 2030.

Als vuistregel wordt gehanteerd dat elke 10g vermindering van het eiwitgehalte in het rantsoen leidt tot -10% NH_3 -emissie (Groenestein 2017; WUR 2015). In principe is deze reductie toepasbaar op zowel de emissies vanuit stallen, vanuit de mestopslag en de weidegang, alsook op de emissie door bemesting. Ervan uitgaande dat de melkveehouders de stikstofarmere mest gebruiken voor bemesting zonder de stikstofgift aan te vullen door extra kunstmestgift, is de emissiereductie 15% van de totale emissie door melkkoeien in 2030, namelijk 15% van 42,8 mln kg NH_3 is 6,4 mln kg NH_3. Als boeren de lagere stikstofgift via dierlijke mest wel zouden aanvullen, zou het eiwitgehalte in het ruwvoer weer stijgen en het effect van de maatregel (deels) teniet doen. Daar is vooralsnog niet van uitgegaan.

Gezien de grote verschillen tussen bedrijven en het feit dat deze maatregel veel van het management van boeren vraagt is het de vraag of de maximale reductie van het eiwit in het rantsoen tot gemiddeld 150 g RE/kg ds in de praktijk haalbaar is. Daarom hanteert PBL een bandbreedte die gebaseerd is op de helft van de maximale reductie tot de maximale reductie.

Effecten op emissie en depositie
De reductie van de ammoniakemissies bedraagt in 2030 op basis van de hierboven gepresenteerde uitgangspunten circa 3,2 tot 6,4 mln. kg NH_3 (zie tabel 5.16). Een reductie van het eiwitgehalte met (maximaal) 15 g (is circa 10% reductie van gemiddeld 165 naar 150 g RE/kg voer) komt overeen met een emissiereductie voor ammoniak van 15%.

Tabel 5.16: Kosten en effecten van voermaatregelen melkveehouderij in 2030

		2030
Effect op NO_x*	kton/jaar	n.v.t
Effect op NH_3*	kton/jaar	3,2 - 6,4
Effect op depositie	mol/ha/jaar	20 - 40
Nationale kosten	Meuro/jaar	8
Kosteneffectiviteit nationaal	Meuro/(mol/ha/jaar)	0,2 – 0,4
Overheidsuitgaven cumulatief	Meuro	73

Ten opzichte van de totale ammoniakemissie door melkkoeien van 42,8 mln kg NH_3 leidt een reductie met 15% tot 6,4 mln kg NH_3 reductie; dit geldt indien melkveehouders de lagere N-gift bij bemesting met dierlijke mest niet compenseren met bijvoorbeeld een hogere kunstmestgift. De onderkant van de bandbreedte geeft de reductie weer indien de melkveehouderij de helft van het effect van de maatregel kunnen realiseren.

Volgens RIVM (2020a) is de conversie van 1 kton NH_3 reductie 6,3 mol N/ha/jr. De bijbehorende reductie van stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden bedraagt naar schatting ongeveer 20 – 40 mol N per hectare per jaar.

Kosten en kosteneffectiviteit
Bij de melkveehouderij kan deze verandering in de samenstelling van het rantsoen (via het krachtvoer en ruwvoer) zonder specifiek aanvullende kosten worden gedaan of wegen de kosten ruimschoots op tegen de baten (Groenestein et al. 2017, 2019). Wel is er een traject van geleidelijke aanpassing van het voer- en diermanagement van de melkveebedrijven nodig. Dat leidt tot kosten voor ondersteuning bij de kennisopbouw, zowel financieel bij de aanpassing als ook scholingskosten voor de melkveehouders. De overheid draagt zoals beschreven 72,5 mln. euro bij voor deze maatregel.

Uitvoering en handhaving
De maatregel heeft als groot knelpunt dat de implementatie moeilijk te controleren is en ook moeilijk te handhaven. In het voorstel van het kabinet wordt gekeken naar de korte en langer termijn: op korte termijn vindt monitoring op nationaal niveau plaats via voergetallen van het CBS (2019) en op lange termijn zou een optie kunnen zijn om dit op bedrijfsniveau via de kringloopwijzer te regelen. Bij dit laatste speelt dat de kwaliteit van de kringloopwijzer nog onvoldoende is voor monitoring van de melkveehouderij en dit instrument (nog) niet gewordt erkend. Dit hangt deels samen met de kwaliteit van de data, fraudegevoeligheid en huidige ongeschiktheid voor gemengde bedrijven. De potentie is wel aanwezig, maar verbetering op deze aspecten is vereist. Belangrijk daarbij is dat de kwaliteit van de ingevoerde gegevens voldoende is en geaccepteerd wordt door alle betrokkenen.

Onzekerheden
Onzekerheden hangen vooral samen met de mate waarin melkveehouders erin slagen het voer- en diermanagement te optimaliseren in hun specifieke bedrijfssituatie.

5.11.2 Voermaatregelen varkens- en pluimveehouderij

Beschrijving van de maatregel

Deze maatregel betreft het verlagen van het ruweiwitgehalte in het krachtvoer voor varkens (vleesvarkens en zeugen) en pluimvee (leghennen en vleeskuikens). Door de verlaging verbetert de benutting van het voer (voerefficiëntie) voor de productie van vlees en eieren, mits alle essentiële aminozuren in adequate hoeveelheden in het voer aanwezig zijn. Hierdoor daalt ook de emissie van ammoniak. Het kabinet wil voor het verlagen van het RE-gehalte afspraken met de diervoedersector maken, bijvoorbeeld door een convenant af te sluiten en/of de regeling diervoeders 2012 aan te passen door hierin een maximaal ruw eiwit gehalte op te nemen.

Tabel 5.17 presenteert de voor de voermaatregelen door het kabinet voorgestelde voorlopige/potentiële doelen. Het kabinet geeft aan dat nog nader onderzocht wordt wat een haalbaar doel is en maakt daarbij onderscheid tussen de korte termijn ('binnen één tot enkele jaren') en de lange termijn (periode tot 2030).

Tabel 5.17 Mogelijke doelen, voorstel LNV (gram ruw eiwit per kg voer).

Diercategorie	Uitgangspunten LNV [1]	Referentie-waarden KEV 2019[2]	Doel korte termijn	Doel lange termijn
Zeugen en biggen	150	151,5	145	135
Vleesvarkens	157	156,5	145	130
Vleeskuikens	195	175,7	185	175
Leghennen	160	163,4	145	135

*[1]De referentie geeft aan wat volgens de maatregelbeschrijving van het kabinet (van november 2019) het eiwitgehalte per kg voer is; voor welk jaar of welke periode dit geldt was niet herleidbaar. [2]Gebaseerd op het gemiddelde stikstofgehalte (g/kg) in rantsoenen voor het jaar 2017 en geraamd voor 2020-2030, zoals gebruikt in de KEV2019 emissieraming. Voor ruweiwitgehalte (RE) is dit berekend met: N-gehalte * 6.25* (zie o.a. Dijk et al. 2020).

Uitgangspunten voor de berekeningen.

Door het kabinet zijn uitgangspunten voor de referentiewaarde van de RE gehalten aangereikt (Tabel 5.17), maar hiervan bleek het niet mogelijk om de bron te achterhalen. Als basispad hanteert het PBL daarom de waarden zoals aanwezig in de emissieraming van de Klimaat en Energieverkenning 2019 (Velthof et al. 2019). In de emissieraming voor landbouw zijn de waarden van ruw eiwit (g/kg voer) voor alle diercategorieën voor de periode 2020-2030 gelijk aan de waarde voor 2017 (zie referentiewaarden KEV2019 in tabel 5.17), conform de gerapporteerde data zoals verzameld door het CBS.

Minder eiwit in het voer leidt tot een lagere uitscheiding van urinezuur en daarmee neemt ook de vorming van ammoniak af. Een vuistregel is dat elke gram vermindering van het eiwitgehalte per kg voer leidt tot 1 procent minder ammoniakemissie bij de betreffende diercategorie (Groenestein et al., 2017).

PBL heeft de door het kabinet beoogde reductiedoelen voor het RE-gehalte in rantsoenen van varkens en pluimvee vertaald naar een bandbreedte voor te bereiken doelen in 2030. De onderkant van de bandbreedte representeert daarbij de door het kabinet aangereikte doelen voor de korte termijn en de bovenkant van de bandbreedte representeert de door het kabinet aangereikte doelen voor de lange termijn. De onderkant van de bandbreedte is naar de inschatting van PBL technisch haalbaar, terwijl de bovenkant van de bandbreedte met grote onzekerheden omgeven is (zoals de beschikbaarheid van voldoende essentiële aminozuren).

Met de KEV-waarden voor 2020 voor het eiwitgehalte van de rantsoenen 2020-2030, is berekend wat het effect is om op termijn te dalen tot de korte termijn en lange termijn doelstellingen zoals

gegeven door het kabinet (tabel 5.17). Omdat bij vleeskuikens het doel voor de lange termijn al ongeveer gelijk is aan de referentiewaarde 2030 (175,7 g/kg) is voor deze diercategorie vrijwel geen extra emissiereductie meer mogelijk.

Effecten op emissie en depositie

In de tabellen 5.18 en 5.19 staan de uitkomsten van de analyse op een rij voor respectievelijk varkens en pluimvee (leghennen). Veevoermaatregelen voor varkens en pluimvee kunnen relatief snel worden geïmplementeerd. Wel geldt dat het ruwe eiwitgehalte van veevoer voor een aantal diercategorieën de afgelopen jaren al flink is verlaagd (mede vanwege de kostenvoordelen die dit oplevert), zodat het potentieel voor verdere emissiereductie is afgenomen.

De potentiele emissiereductie valt voor deze diercategorieën naar schatting samen in de bandbreedte tussen ca. 2,5 en 4,4 kton ammoniak per jaar. Hoewel het effect aan de de onderkant van deze schatting mogelijk al na enkele jaren gerealiseerd kan worden, plaatst het PBL vraagtekens bij de realiseerbaarheid van de vérgaande voermaatregelen die voor de intensieve veehouderij (varkens en pluimvee) zijn voorzien in 2030. Een grote verlaging van het ruwe eiwitgehalte leidt namelijk tot risico's voor de diergezondheid en voor de productiviteit; hier is nog nader onderzoek nodig. In voer met relatief lage eiwitgehaltes ontbreken namelijk bepaalde essentiële aminozuren, die apart in zuivere vorm moeten worden toegevoegd, maar die nog niet beschikbaar zijn.

Volgens de berekeningen van het RIVM (2020d) is de conversiefactor 6,3; dit betekent dat van 1 kton NH_3 emissiereductie leidt tot een depositiereductie van 6,3 mol N/ha/jr. De bijbehorende reductie van stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden in 2030 bedraagt voor de diercategorieën varkens en pluimvee (leghennen) samen daarmee naar schatting 16 tot 27 mol N per hectare per jaar.

Tabel 5.18: Kosten en effecten van voermaatregelen varkenshouderij in 2030

		2030
Effect op NO_x*	kton/jaar	n.v.t
Effect op NH_3*	kton/jaar	1,2 - 2,4
Effect op depositie	mol/ha/jaar	8 - 15
Nationale kosten	Meuro/jaar	13 - 60
Kosteneffectiviteit nationaal	Meuro/(mol/ha/jaar)	1,7 - 2,4
Overheidsuitgaven cumulatief	Meuro	0

Tabel 5.19: Kosten en effecten van voermaatregelen pluimveehouderij in 2030

		2030
Effect op NO_x*	kton/jaar	n.v.t
Effect op NH_3*	kton/jaar	1,3 - 1,9
Effect op depositie	mol/ha/jaar	8 - 12
Nationale kosten	Meuro/jaar	29 - 73
Kosteneffectiviteit nationaal	Meuro/(mol/ha/jaar)	3,5 – 6,2
Overheidsuitgaven cumulatief	Meuro	0

Kosten en kosteneffectiviteit
De kosten van deze maatregel zijn gebaseerd op een toename van de voerprijs bij gebruik van voer met een lager eiwitgehalte (Groenestein et al. 2017). Als een veehouder gewend is veevoer met een relatief hoog eiwitgehalte aan het vee te geven dan zijn voor het eerste traject (van veel eiwit naar minder eiwit) de kosten beperkt of kan er zelfs een besparing optreden. Verdere verlaging naar een relatief laag eiwitgehalte is mogelijk, maar dan worden de kosten hoger. Reden daarvan is dat bepaalde essentiële aminozuren onvoldoende aanwezig zijn bij relatief lage eiwitgehaltes en apart in zuivere vorm moeten worden toegevoegd aan het voer. De kosten daarvan kunnen aanzienlijk zijn.

De op basis van Groenestein et al. (2017) gehanteerde meerkosten zijn bij een beperkte verlaging van het eiwitgehalte 0,42 euro/dierplaats voor dragende zeugen, 20 euro/dierplaats voor kraamzeugen, 1,71 euro/dierplaats voor vleesvarkens en 0,8 euro/dierplaats voor leghennen. Voor biggen zou bij een beperkte verlaging van het eiwitgehalte sprake zijn van kostenbesparingen; deze vervallen echter omdat bij biggen deze daling in de praktijk al is bereikt.

Bij een verdere verlaging, dus verlaging bovenop de hiervoor genoemde *beperkte* verlaging, van het eiwitgehalte bedragen de extra meerkosten circa 0,02 euro/dierplaats voor biggen, 2,6 euro/dierplaats voor dragende zeugen, 100 euro/dierplaats voor kraamzeugen, 5,4 Euro/dierplaats voor vleesvarkens en 1,2 euro/dierplaats voor leghennen (Groenestein et al. 2017).

Als wordt ingezet op een convenant met de diervoederindustrie dan zijn de directe kosten voor de overheid beperkt. Concreet is de rol van de overheid dan beperkt tot controle op naleving van het convenant en wellicht een steekproefsgewijze controle bij de veehouders. Hierbij horen dan met name de kosten van de handhaving bij de NVWA.

De kosteneffectiviteit van voermaatregelen voor varkens ligt tussen ca. 2 en 4 mln. euro per mol reductie per hectare. Voor pluimvee ligt de kosteneffectiviteit tussen circa 4 en 6 mln. euro per mol reductie per hectare.

Uitvoering en handhaving
De maatregel vraagt in eerste plaats een aanpassing in de productie door veevoerbedrijven. Hierbij zullen veehouders het aanpassen van het voer naar verwachting geleidelijk oppakken, afhankelijk van de benodigde kennisopbouw en de financiële voordelen/besparingen. Goede voorlichting, minimale (arbeids)kosten, een wettelijke verplichting en voldoende borging en handhaving kunnen een vlotte invoering ondersteunen.

De handhaving op het niveau van diervoederbedrijven is relatief eenvoudig vorm te geven, aangezien er zich in Nederland een beperkt aantal diervoederbedrijven bevinden. Punt van aandacht is de invoer van veevoer uit het buitenland. Boeren kunnen hun veevoer ook in België, Duitsland of andere landen kopen. Op nationaal niveau kan het effect van deze maatregel worden vastgesteld op basis van statistische gegevens over het voer dat varkens en kippen krijgen en waarmee ze een bepaalde productie (van vlees, eieren en biggen) realiseren. Dit gebeurt jaarlijks in het kader van de emissieberekeningen voor de Emissieregistratie.

Onzekerheden
Deze maatregelen vragen een aanpassing bij de diervoederbedrijven en met name ook van de veehouders. Hoe snel deze aanpassingen kunnen worden doorgevoerd in de praktijk is onzeker. Vooralsnog gaat het PBL ervan uit dat de door het kabinet voor de korte termijn voorgestelde reductie van ruweiwit in varkens- en kippenvoer realistisch is. Vanwege de onzekerheid in doorvoering van de doelen voor de langere termijn wordt een bandbreedte in het reductiepotentieel voor 2030 gehanteerd.

De voorstellen van het kabinet voor de lange termijn impliceren een forse verlaging van het eiwitgehalte in veevoer. Vooral de doelstellingen voor vleesvarkens en leghennen (beide circa 17% lager dan KEV2019 referentiewaarde) zijn ambitieus. Het PBL acht het op dit moment niet mogelijk goed in te schatten of de maatregelen die voorzien zijn in het lange termijn traject voldoende realistisch zijn, rekening houdend met voerprijzen en diergezondheid. Onderzoek en ervaring in de praktijk is daarvoor noodzakelijk. Ook speelt mee dat verdergaande stappen in het voerspoor kunnen leiden tot andere afwegingen met betrekking tot andere technische maatregelen, zoals stalinnovaties.

Ook bij leghennen zou een verdere verlaging kunnen leiden tot productieverlies. Dit vraagt om verder onderzoek. Voor varkens geldt dat een verdere verlaging op langere termijn meer onderzoek op het gebied van productiviteit vraagt.

6 Mobiliteit

Dit hoofdstuk beschrijft de effecten en kosten van vijf beleidsopties die zijn voorgesteld voor mobiliteit. De snelheidsverlaging op het hoofdwegennet waartoe in het najaar van 2019 reeds is besloten maakt hier geen onderdeel van uit. De analyse is gebaseerd op de omschrijving van de opties zoals die door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) is aangeleverd op 19 februari 2020. IenW heeft PBL een lijst van 21 beleidsopties aangeleverd voor mobiliteit. Deze opties zijn voor zover de huidige kennis dat toelaat beoordeeld op kosten en effecten door TNO, PBL en CE Delft. Voor sommige beleidsopties zijn meerdere varianten onderzocht. Dit hoofdstuk geeft een samenvatting van de analyses van de vijf opties die door het kabinet zijn opgenomen in het voorgestelde pakket stikstofmaatregelen van april 2020. De maatvoering van deze maatregelen zoals die door het kabinet is voorgesteld wijkt in sommige gevallen af van de opties zoals die zijn onderzocht. Waar relevant wordt dat toegelicht bij de effectschattingen in dit hoofdstuk. Dit hoofdstuk beschrijft de effecten van de volgende beleidsopties:

1. Gerichte handhaving op gemanipuleerde katalysatoren van vrachtauto's.
2. Een subsidieregeling voor verschoning van de binnenvaartvloot.
3. Een stimulering en/of verplichting voor inzet van schone werktuigen in de bouw.
4. Een subsidieregeling voor walstroom voor zeeschepen.
5. Een subsidieregeling voor elektrisch taxiën in de luchtvaart.

Voor iedere optie is een factsheet uitgewerkt waarin de kosten en effecten van de betreffende optie zijn toegelicht. Deze factsheets zijn gepubliceerd in TNO & CE Delft (2020).

6.1 Bevindingen voor mobiliteit

In tabel 6.1 worden de kosten en effecten gepresenteerd van drie van de vijf beleidsopties voor mobiliteit. Het stimuleren van elektrisch taxiën is niet opgenomen in de tabel omdat hiervoor alleen een technisch potentieel kon worden geraamd, zonder dat er een volledig beeld bestaat van de kosten die daarmee gepaard gaan en welk beleid nodig is om dit potentieel te ontsluiten. Dit wordt toegelicht in sectie 6.7. Voor de binnenvaart zijn twee varianten van een subsidieregeling onderzocht. Dit wordt toegelicht in sectie 6.4. Tabel 6.1 presenteert alleen de kosten en effecten van de variant die door het kabinet is voorgesteld: een subsidieregeling voor het inbouwen van katalysatoren in bestaande schepen (retrofit).
Tabel 6.1 bevat ook de voorgenomen introductie van een innovatieregeling voor proeftoepassingen met nul-emissie mobiele werktuigen in de bouw. Voor deze beleidsoptie zijn drie varianten onderzocht. Deze varianten worden toegelicht in sectie 6.5. Het kabinet heeft gekozen voor een innovatieregeling. Daaraan kan geen effect op de uitstoot van stikstof of andere stoffen worden toegekend. Dat heeft enerzijds te maken met het feit dat de uitkomst van de gestimuleerde innovatietrajecten onzeker is. Maar anderzijds zal ook bij succesvolle innovatietrajecten het product in de regel niet goedkoper zijn (in aanschaf en/of gebruik) dan het conventionele product dat het moet vervangen, en zal opschaling dus niet vanzelf gaan. Daarvoor is additioneel beleid nodig. Daarin is momenteel niet voorzien, daarom staan in Tabel 6.1 geen effecten bij deze beleidsoptie vermeld.

In het basispad uit de KEV 2019 wordt tussen 2018 en 2030 een daling verwacht van de NO_x-uitstoot door mobiliteit van circa 74 kton, ofwel circa 32 procent. Het pakket aan stikstofopties voor mobiliteit levert in 2030 een additionele afname van de NO_x-uitstoot op van circa 8,7 kton. De NH_3-uitstoot neemt minimaal toe. De hieruit resulterende daling van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden bedraagt circa 7,4 mol per hectare.

Tabel 6.1 Kosten en effecten van beleidsopties voor mobiliteit in 2030

	Reductie NO_x-uitstoot (kt)	Reductie NH_3-uitstoot (kt)	Reductie stikstof-depositie (Mol/ha)	Nationale kosten (Meuro)	Kosteneffectiviteit (Meuro/(mol N/ha)	Cumulatieve overheidsuitgaven t/m 2030 (Meuro)
1. Handhaving katalysatoren vrachtauto's	2,2	-0,03	2,0	4,2	2,1	18
2. Subsidieregeling retrofit binnenvaart	5,0	nb	4,2	27	6,4	78
3. Innovatieregeling nul-emissie mobiele werktuigen bouw	-	-	-	-	-	-
4. Walstroom zeevaart	0 – 0,6	0	0,3	6,2	21	nb

nb= niet bekend

Met gerichte handhaving op het correcte gebruik van katalysatoren in vrachtauto's (optie 1) kan in 2030 naar schatting circa 80 procent van het probleem van slecht of niet werkende katalysatoren worden voorkomen of opgelost. Dit resulteert in een daling van de NO_x-uitstoot van circa 2,2 kton. Wel leidt deze optie tot een lichte verhoging van de NH_3-uitstoot. De resulterende daling van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden in 2030 bedraagt circa 2 mol per hectare. Binnen het pakket voor mobiliteit is dit een kosteneffectieve optie: de nationale kosten bedragen in 2030 circa 4,2 miljoen euro waarmee een kosteneffectiviteit resulteert van circa 2 miljoen euro per mol per hectare stikstofreductie. De effectiviteit van deze optie is onzeker. Het effect van strengere handhaving is vooraf moeilijk in te schatten. Ook de huidige omvang van het probleem van niet-werkende katalysatoren is niet goed bekend. Als handhaving meer of minder effectief is in het oplossen van de problematiek of als de huidige omvang van het probleem groter of kleiner is dan nu geraamd, verandert de (kosten)effectiviteit van de optie navenant. Dit wordt toegelicht in sectie 6.3. De overheidsuitgaven tot 2030 zijn geraamd op 18 miljoen euro.

De subsidieregeling voor verschoning van de binnenvaartvloot (optie 2) heeft binnen de beleidsopties voor mobiliteit het grootste effect. De geraamde daling van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden in 2030 bedraagt circa 4,2 mol per hectare. Dit is een onzekere inschatting die sterk afhankelijk is van de animo en mogelijkheden in de branche om te investeren in schone technologie. Bij de effectschatting is aangenomen dat er voldoende subsidiebudget beschikbaar komt voor de verwachte deelname aan de regeling. Als het subsidiebudget lager uitvalt, vermindert ook de effectiviteit van de optie. De kosteneffectiviteit van deze beleidsoptie is geraamd op 6,4 miljoen euro per mol per hectare stikstofreductie. Deze optie resulteert ook in een lichte daling van de uitstoot van fijnstof ($PM_{2,5}$). De overheidsuitgaven tot 2030 zijn geraamd op bijna 80 miljoen euro, zoals is weergegeven in Tabel 6.1. Deze optie brengt een risico met zich mee van lock-in op dieseltechnologie. Als de sector de komende jaren investeert in schone dieseltechnologie, dan beperkt dit de investeringsmogelijkheden en -bereidheid voor andere aandrijvingsvormen, zoals elektrisch varen. In het licht van de lange termijn ambities voor reductie van broeikasgasuitstoot is een transitie naar schonere aandrijvingsvormen op langere termijn waarschijnlijk noodzakelijk.

Met de subsidieregeling voor walstroomvoorzieningen voor de zeevaart (optie 4) kunnen naar verwachting vijf extra walstroomvoorzieningen worden gerealiseerd. Dit kan in 2030 leiden tot een reductie van de stikstofdepositie van naar schatting circa 0,3 mol per hectare. De nationale kosten bedragen circa 6 miljoen euro in 2030, waarmee een kosteneffectiviteit resulteert van 21 miljoen

euro per mol per hectare. Daarbij is verondersteld dat het gebruik van de walstroomvoorzieningen ook wordt gestimuleerd via andere beleidsopties. Dit wordt toegelicht in sectie 6.6. De benodigde overheidsuitgaven voor deze vijf aansluitingen konden binnen het tijdsbestek van deze analyse niet worden geraamd. De walstroomvoorzieningen leiden ook tot een daling van de uitstoot van fijnstof en CO_2.
Met elektrisch taxiën in de luchtvaart kan ten slotte potentieel circa 0,4 mol per hectare aan stikstofdepositie worden bespaard in 2030. In hoeverre de voorgenomen innovatiesubsidie hieraan kan bijdragen is niet bekend. Ook de nationale kosten van deze optie konden in het tijdsbestek van dit onderzoek niet worden bepaald. Deze beleidsoptie is daarom niet opgenomen in Tabel 6.1.

De effectschattingen in tabel 6.1 zijn gemaakt in de periode van half februari tot half maart 2020, voor de coronocrisis. Ook in het basispad dat is gebruikt voor deze effectschattingen, dat wordt toegelicht in sectie 6.2, is geen rekening gehouden met de coronacrisis en de economische recessie die daar waarschijnlijk uit volgt. Dit is een extra onzekere factor in de analyse van de beleidsopties. De impact van een recessie op de effectiviteit van de opties verschilt en is mede afhankelijk van het tempo van economisch herstel dat daarop volgt.
Bij optie 1 is de impact van een recessie beperkt. Bij lagere vervoersvolumes over de weg is het potentieel van de optie ook wat lager, maar dat valt weg in de onzekerheid rond de huidige omvang van het probleem en de effectiviteit van de optie. Bij optie 2 is de impact waarschijnlijk groter. Een recessie kan ertoe leiden dat de investeringsmogelijkheden en investeringsbereidheid in de binnenvaartsector worden beperkt waardoor de deelname aan een subsidieregeling voor verschoning van de vloot lager kan uitvallen dan is geraamd. Dit beperkt de effectiviteit van de optie maar is niet wezenlijk van invloed op de kosteneffectiviteit. Ook bij optie 4 geldt dat marktpartijen investeringen moeten doen, in dit geval in voorzieningen op het schip die gebruik van walstroom mogelijk maken. De investeringsbereidheid kan worden beïnvloed door een economische recessie. Als de beoogde vijf walstroomaansluitingen hierdoor minder worden benut daalt de effectiviteit van de optie navenant.

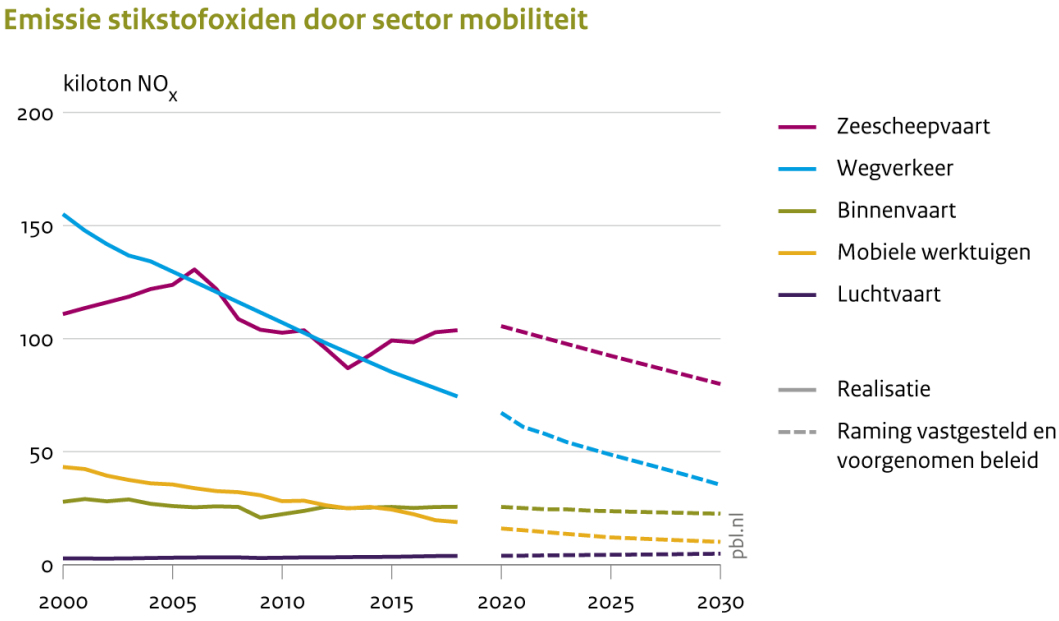
Tabel 6.1 presenteert geen kosteneffectiviteitsschattingen voor de cumulatieve overheidsuitgaven tot en met 2030. Een vergelijking van de uitgaven tot 2030 met de effecten in 2030 is niet altijd zinvol. Bij sommige opties zijn de effecten op korte termijn anders dan op lange termijn. Een verplichting voor inzet van Stage-V werktuigen in de bouw (optie 3a) heeft vooral op de korte(re) termijn effect. De effectiviteit in 2030 is wezenlijk lager dan op de korte termijn. Dat maakt een vergelijking van de effecten in 2030 met de cumulatieve uitgaven tot 2030 niet zinvol.

6.2 Uitstoot van stikstof door mobiliteit in het basispad

De effecten van de opties voor reductie van stikstofdepositie door mobiliteit zijn geraamd ten opzichte van het basispad voor de uitstoot van stikstof uit de Klimaat- en Energieverkenning 2019, met als scope de uitstoot op Nederlands grondgebied (de zogenoemde *fuel used* emissies). Dit basispad wordt toegelicht in PBL et al. (2020)[17]. Het basispad bevat de beleidsmaatregelen van 1 mei 2019. De verlaging van de maximumsnelheid op het hoofdwegennet naar 100 km/u, waartoe het kabinet eind 2019 heeft besloten, is niet verwerkt in het basispad. Dit is niet van invloed op de effectiviteit van de vijf opties die in dit hoofdstuk worden besproken omdat er geen nieuw beleid wordt voorgesteld voor personen- en bestelauto's.

[17] In PBL et al. (2020) worden voor mobiliteit de zogenoemde *fuel sold* emissieramingen gepresenteerd. Dit zijn de emissies die volgens internationale afspraken aan Nederland worden toegerekend. Nederland is volgens die afspraken verantwoordelijk voor alle emissies die voortvloeien uit de in Nederland verkochte brandstoffen aan het wegverkeer. Een deel van die emissies vindt echter in het buitenland plaats. PBL maakt ook ramingen voor de uitstoot van stikstof op Nederlands grondgebied. Deze zogenoemde *fuel used* ramingen worden door RIVM gebruikt voor de Grootschalige Depositiekaarten Nederland (Hoogerbrugge et al. 2019). Vanwege de directe(re) link tussen deze fuel used ramingen en de stikstofdepositie in Nederland zijn ze ook gebruikt als basis voor de voorliggende analyse. De getallen wijken daardoor iets af van die in PBL (2020), maar de onderliggende gegevensbasis is identiek.

Figuur 6.1



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

Mobiliteit levert momenteel van alle sectoren de grootste bijdrage aan de uitstoot van stikstofoxiden (NO_x) in Nederland. Tegelijkertijd daalt de NO_x-uitstoot van mobiliteit relatief snel: van 233 kton in 2018 naar circa 159 kton in 2030. De bandbreedte rond deze raming voor 2030 bedraagt ongeveer 15 procent (PBL et al. 2020). De belangrijkste oorzaken van de verwachte daling worden hieronder geduid. Daarbij wordt vooral stilgestaan bij de modaliteiten waarvoor in het stikstofpakket nieuw beleid is voorgesteld. Deze ramingen zijn gemaakt voor de coronacrisis en houden dus geen rekening met de impact daarvan op de omvang en samenstelling van de mobiliteit in Nederland.

Wegverkeer

De NO_x-uitstoot van wegverkeer daalt historisch relatief snel (zie Figuur 6.1) en daalt de komende jaren naar verwachting verder van 74 kton in 2018 naar 35 kton in 2030. Dit is voor een groot deel het gevolg van het schoner worden van nieuwe voertuigen door strengere Europese emissiewetgeving. Het wagenpark wordt hierdoor snel schoner, waardoor ondanks de verwachte groei van de verkeersvolumes sprake is van een sterke daling van de NO_x-uitstoot. Zowel bij het personenautoverkeer (16 kton) als bij het bestelauto- (12 kton) en vrachtverkeer (9 kton) wordt tussen 2018 en 2030 een forse daling van de uitstoot verwacht.

Voor vrachtverkeer gelden er sinds 2014 strenge Euro-VI-emissienormen, waardoor Euro-VI vrachtauto's in de praktijk aanzienlijk schoner zijn dan eerdere generaties. Wel zijn Euro-VI vrachtauto's in de praktijk minder schoon dan eerder werd verwacht. De SCR-katalysator (Selectieve Catalytische Reductie) die wordt gebruikt om de NO_x-uitstoot terug te dringen functioneert niet goed onder bepaalde rijomstandigheden (Ligterink et al. 2019). Bij lage motorbelasting is de temperatuur van het uitlaatgas te laag om de katalysator (goed) te laten functioneren. Daarnaast heeft een deel van de Euro-V en Euro-VI vrachtauto's een defecte of gemanipuleerde katalysator, waardoor ze een tot wel 10 keer hogere NO_x-uitstoot hebben dan is toegestaan (IenW 2020). De voorgestelde handhaving op het correcte gebruik van SCR-katalysatoren bij vrachtauto's is erop gericht om manipulatie met SCR-katalysatoren te voorkomen.

Binnenvaart
De NO_x-uitstoot van de binnenvaart daalt tussen 2018 en 2030 naar schatting van 26 naar 23 kton. De vernieuwing van scheepsmotoren gaat relatief langzaam in verhouding tot de vlootverjonging in het wegverkeer en er gelden pas sinds 2020 strenge NO_x-emissienormen voor nieuwe scheepsmotoren, de zogenoemde Stage-V-normen. Stage-V motoren zijn aanzienlijk schoner dan eerdere generaties, maar omdat scheepsmotoren lang meegaan duurt het decennia voordat de nieuwe normen volledig zijn doorgewerkt in de binnenvaartvloot. In 2030 bedraagt het aandeel van Stage-V motoren in de vloot naar verwachting circa 30 tot 40 procent (De Wilde & Eijk 2020).

Om aan de Stage-V normen te voldoen zijn binnenvaartmotoren uitgerust met een SCR-katalysator. Net als bij vrachtauto's bestaat ook bij binnenvaart een risico dat Stage-V motoren niet onder alle omstandigheden een lage NO_x-uitstoot hebben. De mate waarin dit optreedt is onzeker bij gebrek aan meetdata. TNO heeft hiervoor een inschatting gedaan op basis van de ervaringen bij vrachtauto's en data over de motorbelasting van schepen (De Wilde & Eijk 2020). Dit is verwerkt in het basispad. De voorgenomen subsidieregeling voor de binnenvaart is erop gericht om de groei van het aantal schepen dat is uitgerust met een SCR-katalysator te versnellen.

Mobiele werktuigen
De NO_x-uitstoot van mobiele werktuigen daalt tussen 2018 en 2030 naar verwachting van 19 naar 10 kton. Mobiele werktuigen is een verzamelnaam voor allerlei typen machines die in verschillende sectoren worden gebruikt maar onder dezelfde emissiewetgeving vallen, zoals landbouwtractoren, graafmachines, bouwkranen en vorkheftrucks. De uitstoot van mobiele werktuigen wordt bij mobiliteit meegerekend. Als gevolg van strenge Europese emissienormen (Stage-IV en Stage-V) ligt de NO_x-uitstoot van nieuwe generaties machines aanzienlijk lager dan die van eerdere generaties. Deze werktuigen zijn uitgerust met een SCR-katalysator. Dat verklaart de verwachte daling van de NO_x-uitstoot tot 2030. De NO_x-uitstoot van mobiele werktuigen in de bouw daalt bij huidig beleid naar verwachting van 6,3 kton in 2018 naar 4,1 kton in 2030. Daarbij is net als bij vrachtauto's en binnenvaartmotoren rekening gehouden met de beperkte effectiviteit van SCR-katalysatoren bij lage motorbelasting, zie ook De Wilde & Eijk (2020).

Zeescheepvaart
De NO_x-uitstoot van de zeescheepvaart op de Nederlandse wateren, waaronder het Nederlands Continentaal Plat (NCP)[18], daalt naar verwachting van 100 kton in 2017 naar 80 kton in 2030 [69-100 kton]. Deze daling is het gevolg van de introductie van schonere scheepsmotoren. Vanaf 2021 geldt op de Noordzee een zogenoemd emissiecontrolegebied voor NO_x (kortweg NECA), waardoor nieuwe schepen die vanaf 2021 in de vaart worden genomen op de Noordzee aan strenge emissienormen voor NO_x moeten voldoen. De omvang van de geraamde daling is sterk afhankelijk van de naleving van de normen en de goede werking van de technologie.

De NO_x-uitstoot van zeescheepvaart binnengaats daalt tussen 2018 en 2030 naar verwachting van 16 naar 12 kton en de uitstoot voor stilliggende schepen van 6,6 naar 5,1 kton. De voorgenomen extra walstroomaansluitingen voor de zeescheepvaart zijn erop gericht om de NO_x-uitstoot tijdens stilliggen verder te reduceren.

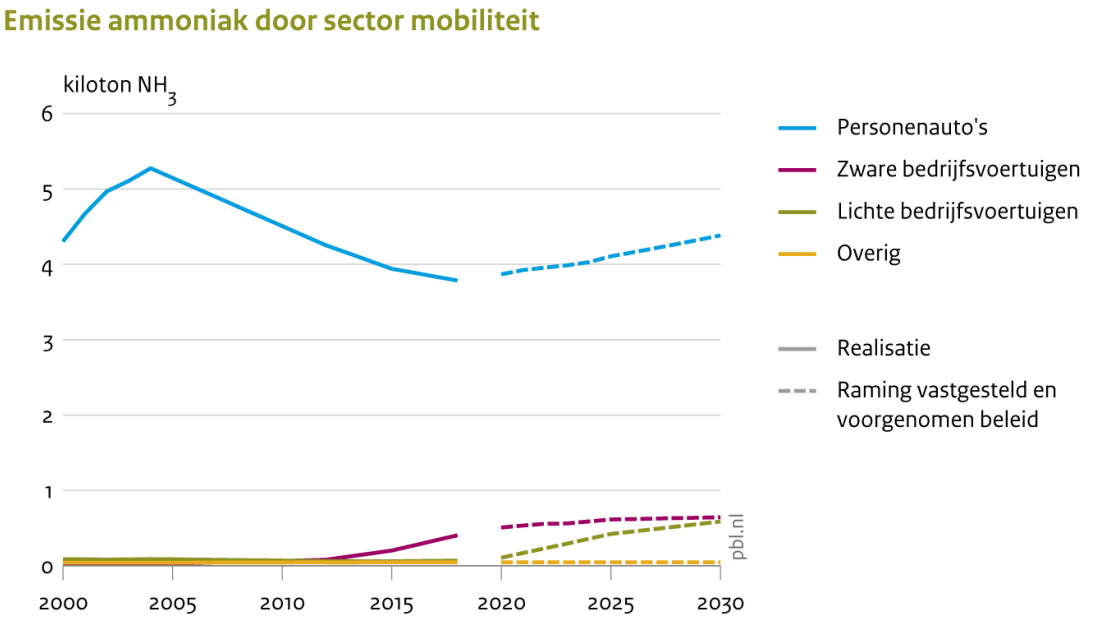
[18] Dit is het deel van de Noordzee dat tot het Nederlands grondgebied wordt gerekend.

Luchtvaart
Het basispad bevat voor luchtvaart de uitstoot van stikstof tijdens het landen en opstijgen tot een hoogte van 3000 voet (circa 1 kilometer) en de uitstoot op de luchthaven zelf. De NO_x-uitstoot van de luchtvaart stijgt naar verwachting van 3,9 naar 4,9 kton tussen 2018 en 2030. Dit wordt verklaard door een verwachte sterke groei van het aantal vluchten. Op korte termijn is de raming voor de luchtvaart niet realistisch vanwege de coronacrisis die daarin nog niet is verwerkt. Het is niet bekend wat het effect hiervan op de raming voor 2030 is. De voorgenomen stimulering van elektrisch taxiën is erop gericht om de uitstoot tijdens het taxiën van vliegtuigen van en naar de start- en landingsbanen te reduceren.

Uitstoot van ammoniak door mobiliteit
De ammoniakuitstoot door mobiliteit stijgt naar verwachting van 4,3 kton in 2018 naar 5,7 kton in 2030. Deze stijging is volledig toe te schrijven aan het wegverkeer, zoals blijkt uit figuur 6.2. De stijging wordt veroorzaakt doordat de SCR-katalysatoren die in moderne dieselvoertuigen worden gebruikt om de NO_x-uitstoot terug te dringen een hogere NH_3-uitstoot met zich meebrengen (Ligterink et al. 2019). Om de NO_x-uitstoot terug te dringen wordt ammoniak (in de vorm van ureumoplossing AdBlue) in het uitlaatgasmengsel ingespoten. Dit reageert in de katalysator met NO_x naar stikstofgas en water. Een deel van de ingespoten ammoniak reageert echter niet en wordt als NH_3 uitgestoten (ammoniakslip).

Van de vijf beleidsopties voor reductie van stikstofuitstoot binnen mobiliteit zijn er drie die gericht zijn op het gebruik van SCR-katalysatoren. Dit kan gepaard gaan met een lichte extra NH_3-uitstoot. Waar mogelijk is dit meegenomen in de analyses. Per saldo resulteert nog steeds een forse daling van de stikstofuitstoot bij (normaal) gebruik van een SCR-katalysator.

Figuur 6.2



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

6.3 Gerichte handhaving defecte en gemanipuleerde AdBlue systemen vrachtwagens

Beschrijving maatregel

Deze beleidsoptie behelst een gerichte handhaving op de correcte werking van SCR-katalysatoren op moderne vrachtauto's. Door inzet van zogenoemde 'snuffelbussen' moet bewuste manipulatie en afschakeling van die katalysatoren worden voorkomen. Met een goed werkende SCR-katalysator kan de NO_x-uitstoot van vrachtauto's met 80 tot 90 procent worden gereduceerd. Sinds de introductie van de zogenoemde Euro-V emissienormen voor vrachtauto's in 2009 zijn vrijwel alle nieuwe vrachtauto's voorzien van een SCR-katalysator (Selectieve Catalytische Reductie). Deze katalysator brengt kosten met zich mee in de vorm van onderhoud en aanschaf van AdBlue, dat apart moet worden getankt. De kosten van AdBlue variëren grofweg tussen de 500 en 1000 euro per jaar per vrachtauto, afhankelijk van hoeveel er wordt gereden en waar er wordt getankt (TNO & CE Delft 2020). Door de SCR-katalysator af te schakelen kan op deze kosten worden bespaard. Manipulatie van SCR-katalysatoren komt ook voor als kosten moeten worden gemaakt voor onderhoud en reparatie van het SCR-systeem. Dit afschakelen kan met een kastje of door de software aan te (laten) passen. Manipulatie van SCR-katalysatoren is verboden, maar de pakkans is momenteel klein. Als de SCR-katalysator wordt uitgeschakeld, ligt de NO_x-uitstoot per kilometer tot 10 keer hoger dan wanneer die normaal functioneert.

Uit recente onderzoeken in Vlaanderen en Denemarken blijkt dat circa 5 tot 10 procent van de vrachtauto's rondrijdt met een slechte of niet-werkende SCR-katalysator. Ook in andere landen lopen onderzoeken die dit beeld bevestigen (IenW 2020). In het basispad is aangenomen dat in Nederland 5 procent van de Euro-V en Euro-VI vrachtauto's met gemanipuleerde SCR-katalysator rondrijdt (PBL et al. 2020). Door gerichte handhaving op of langs de weg kan beter worden gehandhaafd op correcte werking van de SCR-katalysator. Het voorstel is om hiervoor drie snuffelbussen in te zetten. Dit zijn bestelbussen die zijn voorzien van allerlei meetapparatuur waarmee onder andere de NO_x- en CO_2-concentraties kunnen worden gemeten van de lucht die via twee inlaten de bus wordt ingezogen (Gijlswijk & Paalvast 2020). Door enige tijd achter een vrachtauto te rijden ontstaat zo een beeld van de hoogte van de NO_x-uitstoot. Ook wordt het kenteken van de vrachtauto ingelezen, dat vervolgens kan worden gekoppeld aan de Euroklasse waaraan de vrachtauto voldoet. Per Euroklasse worden drempelwaarden gehanteerd: als de uitstoot hier gedurende enige tijd boven ligt is dat een indicatie dat er sprake is van slechte of niet werkende uitlaatgasnabehandeling. In dat geval kan een voertuig van de weg worden gehaald voor nadere inspectie.

Effecten op emissies en stikstofdepositie

Met gerichte handhaving kan naar schatting 80 procent van de manipulatie met SCR-katalysatoren worden voorkomen of opgelost (TNO & CE Delft 2020). Op de korte termijn is het potentieel lager ingeschat omdat het tijd kost om een goede handhaving op te tuigen. Voor 2021 en 2022 is gerekend met respectievelijk 40 en 60 procent. Dit zijn eerste inschattingen die inherent onzeker zijn. Bij grotere of kleinere effectiviteit van handhaving veranderen de effecten op de emissie- en depositie-effecten van de opties navenant. Deze aannames over de effectiviteit van gerichte handhaving resulteren in een geraamde afname van de NO_x-uitstoot die oploopt van 0,9 kton in 2021 tot 2,2 kton in 2030. Wel neemt de uitstoot van NH_3 licht toe, zoals is toegelicht in sectie 6.2. In totaal gaat het naar schatting om circa 0,02 a 0,03 kton NH_3. De daling van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden loopt op van 0,7 mol per hectare in 2021 tot 2 mol per hectare in 2030.

Het effect van deze optie is het grootst voor snelwegverkeer, omdat de SCR-katalysator op de snelweg gemiddeld genomen het best functioneert als gevolg de relatief beperkte dynamiek in het rijgedrag en de hoge motorbelasting op de snelweg. In stedelijk gebruik is de effectiviteit van

SCR-katalysatoren lager, onder andere omdat de katalysator bij lage motorbelasting niet altijd de benodigde temperatuur bereikt om goed te functioneren.

Tabel 6.2: Kosten en effecten van gerichte handhaving op manipulatie met SCR-katalysatoren bij vrachtauto's

	Reductie NO_x-uitstoot (kt)	Reductie NH_3-uitstoot (kt)	Reductie stikstof-depositie (Mol/ha)	Nationale kosten (Meuro)	Kosteneffectiviteit (Meuro/(mol N/ha)	Cumulatieve overheidsuitgaven t/m 2030 (Meuro)
1. Handhaving katalysatoren vrachtauto's	2,2	-0,03	2,0	4,2	2,1	18

De effectiviteit van de door het kabinet voorgenomen gerichte handhaving neemt toe als dit in meerdere landen gebeurt. Tevens zal door gerichte handhaving in Nederland ook buiten Nederland sprake zijn van een daling van de uitstoot. Veel vrachtauto's zijn immers internationaal actief. Tabel 6.2 presenteert de afname van stikstofdepositie die resulteert uit de emissiereductie in Nederland. De emissiereductie buiten Nederland kan ook van invloed zijn op de stikstofdepositie in Nederland. De mate waarin is sterk afhankelijk van de locatie van de emissies. Dit effect kon binnen de doorlooptijd van dit onderzoek niet worden ingeschat. Het effect van deze optie op de stikstofdepositie in Nederland zou dus groter kunnen zijn dan in tabel 6.2 is gepresenteerd. Daar staat tegenover dat door gerichte handhaving in het buitenland de omvang van de manipulatie in Nederland mogelijk afneemt, waardoor het effect van handhaving in Nederland lager kan uitvallen. Deze effecten strepen we in de analyse tegen elkaar weg.

Kosten en kosteneffectiviteit

In het voorstel worden 3 snuffelbussen ingezet in Nederland. De investering per snuffelbus, inclusief apparatuur, wordt geschat op 250 duizend euro (TNO & CE Delft 2020). Deze kosten worden over een periode van 5 jaar afgeschreven. De operationele kosten worden geschat op 25 duizend euro per jaar voor onderhoud en, naar inschatting van IenW, op 550 duizend euro per bus per jaar voor personeel en administratieve ondersteuning. Bij aankoop van de bussen in 2021 en 2026 lopen de cumulatieve overheidsuitgaven op tot 18 miljoen euro in 2030, zoals is weergegeven in Tabel 6.2.

Het merendeel van de gebruikers die voorheen fraudeerden met hun SCR-katalysator zal met extra kosten worden geconfronteerd voor onderhoud en AdBlue als gebruikers door aangescherpte handhaving niet meer (kunnen) manipuleren. Deze extra jaarlijkse kosten worden geschat op 1,2 miljoen euro in 2021, oplopend tot 2,4 miljoen in 2030 (TNO & CE Delft 2020). De nationale kosten van deze optie komen daarmee in totaal op 3 miljoen euro in 2021, oplopend tot 4,2 miljoen euro in 2030. Dit is het totaal van de extra kosten voor de gebruikers en voor de snuffelbussen. Of de extra kosten voor de gebruikers die bewust fraudeerden aan de beleidsoptie moeten worden toegekend is overigens discutabel. Als deze kosten niet aan de beleidsoptie worden toegekend, dan bedragen de nationale kosten in 2030 circa 1,8 miljoen euro. De opbrengsten van boetes die worden uitgeschreven en de juridische en administratieve kosten voor proces-verbalen en afhandeling van bezwaren zijn niet meegenomen in de berekening.

De kosteneffectiviteit van deze optie is geraamd op 2,1 miljoen euro per gereduceerde mol per hectare stikstofdepositie in 2030. Dit is weergegeven in Tabel 6.2. Als de extra kosten voor gebruikers buiten beschouwing worden gelaten resulteert een kosteneffectiviteit van 0,9 miljoen euro per mol per hectare.

Neveneffecten

De optie heeft geen noemenswaardige effecten op de uitstoot van andere stoffen dan NO_x en NH_3.

Uitvoering en handhaving
De snuffelbussen die gebruikt gaan worden om voertuigen op te sporen met hoge NO_x-uitstoot worden momenteel getest. De effectiviteit van deze manier van gerichte handhaving moet zich nog bewijzen. Eerste ervaringen zijn positief (TNO & CE Delft 2020). Als de snuffelbussen naar behoren functioneren is gerichte handhaving goed uitvoerbaar.
Alternatief voor de inzet van snuffelbussen is het gebruik van metingen langs de wegkant (*remote sensing*). Deze technologie is ingezet in Vlaanderen en is dus bewezen effectief. Nadeel daarvan is dat minder gericht kan worden gehandhaafd omdat slechts een momentopname op een specifieke locatie wordt verkregen van de hoogte van de NO_x-uitstoot. Door dynamiek in rijgedrag kan de NO_x-uitstoot van seconde tot seconde sterk variëren. Een hoge instantane uitstoot duidt dus niet per definitie op een slecht of niet functionerende SCR-katalysator maar kan ook samenhangen met pieken in de uitstoot die bij normaal gebruik zichtbaar zijn. Door een voertuig enige tijd te volgen met een snuffelbus kan nauwkeuriger worden bepaald of mogelijk sprake is van een slecht of niet werkende SCR-katalysator en kan dus veel gerichter worden gecontroleerd. Ook kan de snuffelbus flexibeler worden ingezet, zodat voorkomen wordt dat chauffeurs worden gewaarschuwd over de inzetlocatie. De kostenberekening voor deze beleidsoptie is gebaseerd op inzet van snuffelbussen. Gebruik van andere technologie brengt andere kosten met zich mee. Die zijn niet ingeschat.

Onzekerheden
De belangrijkste onzekerheden in de effectschatting van deze optie zitten in de effectiviteit van de handhaving en de huidige omvang van de manipulatie. Er is nog geen ervaring opgedaan met gerichte handhaving op manipulatie van SCR-katalysatoren. Zoals is toegelicht zijn globale inschattingen gedaan van de effectiviteit daarvan. Daarbij is aangenomen dat met drie snuffelbussen een groot deel van het probleem kan worden opgelost. Dit is mede gebaseerd op de verwachte afschrikkende werking van gerichte handhaving. Niet alle vrachtauto's die in Nederland actief zijn kunnen met drie snuffelbussen worden gecontroleerd, maar bij een voldoende hoge pakkans wordt verwacht dat een groot deel van de manipulatie kan worden voorkomen. Als de effectiviteit van de handhaving hoger of lager uitvalt, dan zal ook de (kosten)effectiviteit van deze beleidsoptie naar rato verbeteren of verslechteren.
Ook is onzeker welk deel van de vrachtauto's momenteel met een gemanipuleerde SCR-katalysator rondrijdt. Ervaringen in het buitenland duiden op 5 tot 10 procent van de vrachtauto's. Voor Nederland is gerekend met een inschatting van 5 procent. Als dit 10 procent mocht zijn, dan kan de effectiviteit van gerichte handhaving wezenlijk hoger uitvallen. De kosten voor transporteurs vallen dan echter ook hoger uit. Als deze kosten buiten beschouwing worden gelaten verbetert de kosteneffectiviteit.

6.4 Subsidieregeling verschoning binnenvaartmotoren

Beschrijving maatregel
Deze beleidsoptie is gericht op het versneld verschonen van de binnenvaartvloot. Hiertoe wordt beoogd een subsidieregeling te introduceren voor toepassing van schone technologie. De subsidie kan worden verleend voor vervanging van een oude motor door een moderne motor, of voor het inbouwen van een SCR-katalysator in een bestaande motor (retrofit), eventueel in combinatie met een roetfilter. In beide gevallen resulteert een wezenlijk lagere NO_x-uitstoot. In de analyse van deze beleidsoptie zijn twee varianten onderzocht:

1. Een subsidieregeling voor alleen de retrofit van bestaande scheepsmotoren met een SCR-katalysator en mogelijk ook een roetfilter.
2. Een gecombineerde subsidieregeling voor retrofit van SCR-katalysatoren en roetfilters op bestaande motoren en voor vervanging van oude motoren door Stage-V motoren.

Aangenomen is dat bij variant 1 de helft van de investering wordt gesubsidieerd. Bij variant 2 is hetzelfde subsidiebedrag per schip verondersteld als bij variant 1, ongeacht of wordt gekozen voor retrofit of voor motorvervanging. TNO heeft een inschatting gemaakt van de verwachte deelname

op basis van het realistisch potentieel vanuit de business case van de gebruiker, het verwachte aantal motorvervangingen op basis van de leeftijd van de motor en de animo in de branche voor deelname aan de regeling en beschikbaar budget per jaar vanuit de overheid.

De Stage-V emissienormen voor scheepsmotoren voor de binnenvaart zijn sinds 2020 van kracht. Tot 2020 golden de in vergelijking met het wegverkeer relatief soepele CCRII-emissienormen. Toepassing van een SCR-katalysator (Selectieve Catalytische Reductie) is noodzakelijk om aan de Stage-V normen te voldoen. De Nederlandse binnenvaartvloot bestaat momenteel uit meer dan 4000 schepen. Jaarlijks wordt grofweg bij 90 schepen de motor vervangen en bij ongeveer 180 schepen wordt de motor gereviseerd. Een vervangende motor moet voldoen aan de op dat moment geldende emissienormen. Dit zijn vanaf 2020 de Stage-V normen. Bij motorrevisie blijft de bestaande motor in het schip en blijft die voldoen aan de normen die golden toen die motor werd ingebouwd. Doordat motoren gereviseerd kunnen worden, kunnen scheepsmotoren lang meegaan (30 tot 40 jaar is geen uitzondering). Dat maakt dat penetratie van Stage-V motoren in de vloot langzaam verloopt in vergelijking met bijvoorbeeld het vrachtautopark. Vanwege de complexiteit en onderhoudskosten van Stage-V motoren, kan een eigenaar er ook voor kiezen om een vervanging naar een Stage-V motor uit te stellen en een extra motorrevisie te doen. De NO_x-uitstoot van de binnenvaart daalt dan ook relatief langzaam in het basispad.
Met een subsidieregeling kan de penetratie van Stage-V motoren worden versneld. En door retrofit van bestaande motoren met een SCR-katalysator kan de NO_x-uitstoot van de betreffende schepen worden teruggebracht tot een vergelijkbaar niveau als bij een Stage-V motor. Als ook een roetfilter wordt geïnstalleerd dan daalt de uitstoot van fijnstof tot een vergelijkbaar niveau als die van een Stage-V motor.

Effecten op emissies en stikstofdepositie
TNO heeft ingeschat dat een subsidieregeling voor de retrofit van SCR-katalysatoren (variant 1) ertoe leidt dat er tussen 2021 en 2030 jaarlijks 90 extra schepen van een SCR-katalysator worden voorzien (TNO & CE Delft 2020). Dit resulteert in Nederland in een emissiereductie van 0,6 kton NO_x in 2021, oplopend tot 5 kton in 2030 (tabel 6.3). De hieruit resulterende reductie van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden bedraagt 0,5 mol per hectare in 2021, oplopend tot 4,2 mol per hectare in 2030. Daarbij is aangenomen dat 70 procent van de emissiereductie plaatsvindt op Nederlandse vaarwegen. Alleen dat deel van het effect is meegenomen in de effectschattingen in tabel 6.3. De emissiereductie buiten Nederland kan ook van invloed zijn op de stikstofdepositie in Nederland, maar de omvang daarvan kon binnen de doorlooptijd van deze analyse niet worden bepaald.

Het gebruik van een SCR-katalysator kan leiden tot een lichte toename van de NH_3-uitstoot, zoals is toegelicht in sectie 6.2. Door de relatief hoge NO_x-uitstoot uit de motor en de minder dynamische belasting van de motor in de binnenvaart is dit probleem van ammoniakslip bij binnenvaart mogelijk een stuk kleiner dan bij vrachtauto's. Er zijn nog geen meetdata beschikbaar voor de binnenvaart, daarom kan de omvang van dit effect niet worden berekend.

Tabel 6.3: Kosten en effecten van subsidieregeling voor retrofit van SCR-katalysatoren op binnenvaartschepen

	Reductie NO_x-uitstoot (kt)	Reductie NH_3-uitstoot (kt)	Reductie stikstof-depositie (Mol/ha)	Nationale kosten (Meuro)	Kosten-effectiviteit (Meuro/(mol N/ha)	Cumulatieve overheids-uitgaven t/m 2030 (Meuro)
Subsidieregeling retrofit binnenvaart	5,0	nb	4,2	27	6,4	78
Subsidieregeling retrofit en motorvervanging binnenvaart	5,0	nb	4,2	12	2,9	156

nb= niet bekend

Als de beoogde subsidieregeling ook wordt opengesteld voor vervanging van oude motoren door Stage V motoren (variant 2), dan verdubbelt naar schatting het aantal schepen dat deelneemt. Waarschijnlijk zal een deel van de schippers die anders voor retrofit hadden gekozen nu voor motorvervanging kiezen. In het basispad is echter al sprake van een instroom van Stage-V motoren van circa 90 motoren per jaar. Deze motorvervangingen worden ook gesubsidieerd, maar resulteren ten opzichte van het basispad niet in emissiereductie. De extra Stage-V motoren die bovenop het basispad worden geïnstalleerd, naar schatting circa 45 per jaar, resulteren wel in een extra emissiereductie. Per saldo resulteert voor deze schepen een emissiereductie die gelijk is aan die van variant 1. Stage-V motoren zijn standaard voorzien van een roetfilter en zijn ook efficiënter zijn dan oudere motoren, waardoor ook de uitstoot van fijnstof ($PM_{2,5}$) en CO_2 bij variant 2 afneemt. Dit wordt toegelicht bij de neveneffecten.

Kosten en kosteneffectiviteit

De kosten voor het retrofitten van binnenvaartmotoren zijn afhankelijk van de grootte van het schip en de technologie die wordt toegepast: alleen een SCR-katalysator of ook een roetfilter. In de kostenschatting is een bandbreedte verondersteld van 90.000 tot 250.000 euro per schip, met een middenwaarde van 170.000 euro (TNO & CE Delft 2020). Daarbij is uitgegaan van een gemiddeld schip en van een aandeel van 50 procent van de schepen waarin zowel een SCR-katalysator als een roetfilter wordt geïnstalleerd. Momenteel wordt door de sector en het Rijk gewerkt aan een milieulabel voor schepen. Dat label zou een stimulans kunnen zijn voor schippers om bij retrofit te kiezen voor zowel een SCR-katalysator als een roetfilter. De investeringen voor retrofit worden over een termijn van tien jaar afgeschreven. Als alleen de retrofit van SCR-katalysatoren wordt gesubsidieerd dalen de kosten van de regeling en verbetert de kosteneffectiviteit voor stikstofreductie, maar is sprake van een aanzienlijk kleiner effect op de uitstoot van fijnstof.

Retrofit brengt ook operationele kosten met zich mee van onderhoud en van aanschaf van AdBlue, de ureumoplossing die in de SCR-katalysator wordt ingespoten om NO_x in onschadelijke stoffen om te zetten. De extra onderhoudskosten zijn door TNO geschat op circa 5000 euro per schip per jaar en de kosten voor Adblue op 4300 euro per schip per jaar. In totaal lopen de nationale kosten van variant 1 van de regeling daarmee op van 3,2 miljoen euro in 2021 tot 27 miljoen euro in 2030. De kosteneffectiviteit van deze variant bedraagt circa 6,4 miljoen euro per mol stikstofreductie per hectare in 2030 (tabel 6.3).

Als motorvervanging ook onder de subsidieregeling valt, veranderen de kosten van de regeling. De extra investering voor aanschaf van een Stage-V motor ten opzichte van een oude motor is van dezelfde ordegrootte als de investering die voor retrofit is verondersteld (TNO & CE Delft 2020).

Daarmee zijn ook de afschrijvings- en rentekosten op die investering vergelijkbaar. Dat het bij variant 2 gaat om twee keer zoveel deelnemende schepen is niet relevant voor de nationale kosten, omdat van de 135 schepen die hun motor vervangen onder de regeling er 90 ook in het basispad hun motor al hadden vervangen (zie ook tabel 6.4). De kosten voor die 90 schepen uit het basispad komen niet ten laste van de beleidsoptie. Vanuit overheidsperspectief leidt dit wel tot een hogere kosten en dus een ongunstigere kosteneffectiviteit.

Tabel 6.4: Verondersteld aantal schepen dat deelneemt aan de subsidieregeling

		2021-2030
Basispad	Motorvervanging per jaar	90
	SCR retrofit per jaar	0
Subsidieregeling variant 1	Motorvervanging per jaar	90
	SCR retrofit per jaar	90
Subsidieregeling variant 2	Motorvervanging per jaar	135
	SCR retrofit per jaar	45

NB: het betreft een eerste indicatieve inschatting van de deelname aan de regelingen. Dit wordt toegelicht bij de beschrijving van de onzekerheden.

De operationele kosten van de regeling liggen bij variant 2 lager dan bij variant 1. Stage-V motoren zijn circa 10 procent efficiënter dan eerdere generaties, waardoor bij motorvervanging wordt bespaard op de brandstofkosten. De nationale kosten vallen daardoor lager uit, waardoor vanuit nationaal perspectief een gunstigere kosteneffectiviteit resulteert. Dit is weergegeven in tabel 6.3. In de kostenschatting is aangenomen dat de 45 motoren per jaar die vroegtijdig worden vervangen nog een restwaarde hebben die overeenkomt met de resterende afschrijvingskosten in de jaren daarna. Daarmee is geen sprake van vervroegde afschrijving en van extra kosten. Dit is een onzekere inschatting. De overheidsuitgaven liggen bij variant 2 van de regeling twee keer zo hoog als bij variant 1, gegeven de aanname dat het gemiddelde subsidiebedrag per schip in beide varianten van de regeling gelijk is. Dit komt door het hogere aantal deelnemers. Vanuit nationaal perspectief is variant 2 kosteneffectiever, maar vanuit overheidsperspectief juist niet bij de hier veronderstelde vormgeving van de regeling.

Neveneffecten

Deze beleidsoptie leidt tot een vermindering van de uitstoot van fijnstof ($PM_{2,5}$) en CO_2. Bij retrofit van alleen een SCR-katalysator treedt een verlaging op van de $PM_{2,5}$-uitstoot van het betreffende schip die kan oplopen tot zo'n 20 procent. Als bij retrofit wordt gekozen voor zowel een SCR-katalysator als een roetfilter dan resulteert een afname van de $PM_{2,5}$-uitstoot van meer dan 95 procent. Dat geldt ook bij motorvervanging omdat Stage-V motoren standaard zijn voorzien van een roetfilter. Onder de aanname dat 50 procent van de schepen ook wordt voorzien van een roetfilter bedraagt de daling van de $PM_{2,5}$-uitstoot van variant 1 circa 0,1 kton in 2030. Bij variant 2 kan dit oplopen tot bijna 0,2 kton in 2030. Stage-V motoren zijn naar schatting circa 10 procent efficiënter dan eerdere generaties. Bij motorvervanging is daarmee ook sprake van een daling van de CO_2-uitstoot. Deze bedraagt bij variant 2 circa 50 kton in 2030.

Een stimuleringsregeling voor retrofit of motorvervanging brengt het risico met zich mee dat de mogelijkheden voor uitrol van (semi-)elektrische aandrijving op langere termijn worden beperkt. Als de sector de komende jaren investeert in SCR-katalysatoren of Stage-V motoren, dan gaat dat ten koste van de investeringsmogelijkheden en mogelijk ook de investeringsbereidheid voor elektrische aandrijving. Op langere termijn streeft de sector naar forse emissiereducties. Zo is in de verklaring van Mannheim uit 2018 door onder andere de Nederlandse overheid de ambitie

uitgesproken om de uitstoot van broeikasgassen en milieuverontreinigende stoffen van de binnenvaart in 2035 met 35 procent te reduceren. Voor 2050 is de ambitie om volledig nul-emissie te zijn. Als de komende jaren op grote schaal wordt geïnvesteerd in (schone) dieseltechnologie wordt het realiseren van deze lange termijn ambities bemoeilijkt, zeker gezien de lange levensduur van de motoren in de binnenvaart.

Uitvoering en handhaving
Beide varianten van de regeling zijn technisch en praktisch uitvoerbaar. Wel is retrofit van een SCR-katalysator, vooral in combinatie met een roetfilter, voor sommige schepen technisch uitdagend vanwege de beperkte ruimte in de machinekamer. Er is eerder een subsidieregeling geweest voor retrofit van SCR-katalysatoren op binnenvaartschepen die succesvol is gebleken (Den Boer & Smit 2014).

Om het reductiepotentieel te realiseren is goede handhaving op het correcte gebruik van SCR-katalysatoren en roetfilters noodzakelijk, mede gezien de ervaringen bij het vrachtverkeer zoals die in sectie 6.3 zijn toegelicht. Momenteel wordt gewerkt aan een labelsysteem voor schepen. In dat kader wordt gekeken of er eisen kunnen worden gesteld aan het periodiek laten testen van de schepen. Daarmee zou periodiek gecontroleerd kunnen worden of de apparatuur nog functioneert. Met pluimmetingen vanaf de wal of met volgbootjes kan ook in de praktijk de NO_x-uitstoot van de schepen worden gemonitord (TNO & CE Delft 2020). Zonder goede handhaving bestaat het risico dat een deel van de SCR-katalysatoren op termijn weer wordt afgeschakeld om te besparen op de kosten. De (kosten)effectiviteit van de regeling verslechtert daardoor.

Onzekerheden
Er zijn verschillende onzekere factoren die de (kosten)effectiviteit van deze optie beïnvloeden:
- De *animo vanuit de branche*: het is onzeker hoe groot de animo is in de branche om deel te nemen aan een regeling. Een eerdere regeling van de provincie Zuid-Holland was kort na opening al uitgeput, maar dat ging om een kleiner budget van 7,5 miljoen euro. Bij het schrijven van dit rapport is nog grotendeels onduidelijk wat de invloed is van de coronacrisis en de verwachte economische recessie op de vervoersvolumes in de binnenvaart en daarmee op de investeringsmogelijkheden en -bereidheid in de branche. De kosteneffectiviteit wordt niet wezenlijk beïnvloed door het aantal deelnemende schepen per jaar, maar de daling van de stikstofdepositie en het benodigde subsidiebudget uiteraard wel.
- *Effectiviteit van SCR-katalysator*: de effectiviteit van een SCR-katalysator in het reduceren van de NO_x-uitstoot varieert en is mede afhankelijk van het type gebruik. Bij lage motorbelasting blijven de uitlaatgassen relatief koud waardoor de SCR-katalysator niet (goed) functioneert. Uit praktijkmetingen blijkt dat binnenvaartmotoren een aanzienlijk deel van de bedrijfsuren stationair of bij lage motorlast draaien. De mate waarin varieert per schip (PROMINENT 2018). In de effectschatting is hier rekening mee gehouden op basis van een eerste inschatting van de impact hiervan op het functioneren van de SCR-katalysator (De Wilde & Eijk 2020). Dit is een onzekere inschatting. Als de SCR-katalysator beter functioneert resulteert een betere (kosten)effectiviteit van de regeling.
- *Ammoniakslip*: het gebruik van een SCR-katalysator kan gepaard gaan met een hogere ammoniakuitstoot. Hoewel het om kleine hoeveelheden gaat, kan dit invloed hebben op reductie van stikstofdepositie omdat NH_3 een veel grotere invloed heeft op stikstofdepositie dan NO_x (zie ook Tabel 4.1).
- *Effect van emissiereductie buiten Nederland*: in de effectschatting is alleen de emissiereductie in Nederland meegenomen bij het bepalen van het effect op stikstofdepositie. Het werkelijke effect is waarschijnlijk groter omdat de reductie die buiten Nederland plaatsvindt, naar schatting 30% van het totale effect, ook van invloed kan zijn op de stikstofdepositie in Nederland. De mate waarin kon in het kader van deze analyse niet worden bepaald.

- *Langdurige werking van de SCR-katalysator*: in de analyse is verondersteld dat de SCR-katalysatoren die tussen 2020 en 2030 worden geïnstalleerd minimaal tot 2030 naar behoren blijven functioneren. Dit vereist goede handhaving en onderhoud zoals hiervoor is toegelicht.
- *Substitutie met basispad*: in de effectschatting is verondersteld dat retrofit van bestaande motoren niet van invloed is op de motorvervanging die in het basispad is geraamd. Een subsidie voor retrofit zou ertoe kunnen leiden dat een deel van de scheepseigenaren in plaats van voor motorvervanging kiest voor motorrevisie met retrofit van een SCR-katalysator. In dat geval resulteert geen emissiereductie ten opzichte van het basispad en vermindert de effectiviteit van de regeling. In hoeverre dit zich gaat voordoen is niet bekend.

6.5 Verduurzaming mobiele werktuigen in de bouw

Beschrijving maatregel

Deze beleidsoptie is gericht op verduurzaming van de mobiele werktuigen die worden ingezet in de bouw. De in februari 2019 aangereikte informatie over deze optie bevatte drie onderdelen:

1. *Verplichte inzet van Stage-V machines*: via aanbestedingseisen kan door overheidsorganisaties zoals Rijkswaterstaat, provincies en waterschappen op korte termijn worden afgedwongen dat alleen nog Stage-V werktuigen worden ingezet in de Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW) en in de utiliteitsbouw. De meerkosten daarvan worden gecompenseerd via een exploitatiesubsidie.
2. *Innovatieregeling*: de ontwikkeling en toepassing van nul-emissie werktuigen kan worden gestimuleerd via innovatieprojecten onder de reeds bestaande DKTI-regeling[19] voor en binnen innovatieprojecten van overheidsorganisaties zoals Rijkswaterstaat, ProRail, Rijksvastgoedbedrijf, provincies, gemeenten en waterschappen. Hieronder valt de ontwikkeling en proeftoepassing van nul-emissie werktuigen en van de mobiele infrastructuur die nodig is voor de energievoorziening daarvan op de bouwlocatie.
3. *Implementatie-stimulering nul-emissie werktuigen*: in een tweede fase, indien de ervaringen uit de innovatieprojecten succesvol zijn, kan opschaling van nul-emissie werktuigen worden bevorderd via een verplicht minimum aandeel in te zetten nul-emissie werktuigen in de aanbestedingseisen voor bouwprojecten. De meerkosten daarvoor worden gecompenseerd via een exploitatiesubsidie. De hoogte van deze verplichting zou op een later moment vastgesteld moeten worden, afhankelijk van onder andere de ervaringen uit de innovatieregeling. Om het potentieel van een verplichting te verkennen is in de voorliggende analyse uitgegaan van een oplopende verplichting tot 25% in 2030. Een steeds groter deel van het energiegebruik door mobiele werktuigen in de bouw zou dan elektrisch moeten zijn.

In haar brief aan de Tweede Kamer van april 2020 stelt het kabinet voor om een innovatieregeling te introduceren voor nul-emissiewerktuigen (onderdeel 2). Het kabinet kiest niet voor een verplichting voor Stage-V werktuigen of voor nul-emissiewerktuigen. Deze keuze is verwerkt in de samenvatting van dit rapport en van dit hoofdstuk. In deze sectie en in de onderliggende factsheet worden de kosten en effecten van alle drie de onderdelen van deze optie beschreven, zoals die door TNO en PBL zijn onderzocht.

Effecten op emissies en stikstofdepositie

Aan de door het kabinet voorgestelde innovatieregeling voor nul-emissie werktuigen kan geen effect op de uitstoot van stikstof worden toegekend. Dat heeft te maken met het feit dat de uitkomst van de innovatietrajecten inherent onzeker is. Ook zal bij succesvolle innovatietrajecten het innovatieve product in de regel niet goedkoper zijn (in aanschaf en/of gebruik) dan het conventionele product dat het moet vervangen, en zal opschaling dus niet vanzelf gaan.

[19] Demonstratie klimaattechnologieën en -innovaties in transport. https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/dkti-transport

Een verplichting voor toepassing van Stage-V werktuigen in de bouw (onderdeel 1 van de optie) leidt vooral op de korte(re) termijn tot een daling van de stikstofuitstoot. De uitstoot van luchtvervuilende stoffen door mobiele werktuigen is gereguleerd via Europese emissienormen. Hierdoor ligt de NO_x-uitstoot van nieuwe generaties werktuigen, die voldoen aan de zogenoemde Stage-IV en Stage-V emissienormen, aanzienlijk lager dan die van eerdere generaties. Stage-IV en Stage-V werktuigen met een vermogen groter dan 56 kW zijn uitgerust met een SCR-katalysator. De NO_x-emissienormen voor Stage-V werktuigen liggen op hetzelfde niveau als die voor Stage-IV. De komende jaren zal een steeds groter deel van het park bestaan uit Stage-V werktuigen, ook zonder additioneel beleid. Tabel 6.5 laat zien hoe de aandelen zich in het basispad uit de KEV2019 ontwikkelen in de bouw. In 2030 bestaat naar schatting ruim 90 procent van het park uit Stage-V werktuigen. Het effect van verplichte inzet van Stage-V werktuigen in de bouw, ten opzichte van het basispad, neemt hierdoor af in de tijd.

Tabel 6.5: Verdeling mobiele werktuigen in de bouw naar Stage in het basispad

	2020	2025	2030
Pre-Stage-IV	57%	15%	4%
Stage-IV	31%	13%	2%
Stage-V	11%	72%	94%

Bron: KEV2019. NB: het betreft een onzekere inschatting omdat momenteel geen goed beeld bestaat van de omvang en samenstelling van het park van mobiele werktuigen in Nederland. Dat maakt ook de raming van de verjonging van het park onzeker.

Bij de effectschatting voor een Stage-V verplichting is aangenomen dat reeds aangegane verplichtingen niet kunnen worden aangepast. De verplichting wordt alleen op nieuwe aanbestedingen toegepast. Daarom is voor 2021 en 2022 gerekend met respectievelijk 1/3 en 2/3 van het maximale effect. Het effect van een Stage-V verplichting loopt hierdoor op van 0,4 kton NO_x-emissiereductie in 2021 tot 0,6 kton in 2022. Vervolgens daalt het effect omdat in het basispad het aandeel van Stage-V werktuigen in de vloot toeneemt. De emissiereductie in 2025 en 2030 wordt geraamd op respectievelijk 0,3 en 0,2 kton NO_x.

In de effectschatting is aangenomen dat alle werktuigen in de bouw vanaf 2023 aan de Stage-V normen moeten voldoen. Het gaat hierbij primair om graafmachines en laadschoppen, maar ook landbouwtrekkers en generatoren leveren een bijdrage aan de uitstoot van stikstof in de bouw. Een groot deel van de bouwprojecten wordt uitgevoerd in de opdracht van overheden. Die overheden kunnen via aanbestedingsregels bepalen welk type werktuigen wordt ingezet in hun projecten. Wanneer de verplichting niet voor alle bouwprojecten geldt, valt het effect lager uit. Ook is er dan een gerede kans op een verplaatsingseffect waarbij Stage-V werktuigen worden ingezet in projecten waar eisen worden gesteld en andere projecten met oudere machines worden uitgevoerd. Netto levert dit geen emissiedaling op, maar enkel een verplaatsing binnen Nederland.

De NH_3-uitstoot van mobiele werktuigen is laag. Er bestaat wel een risico dat het gebruik van SCR-katalysatoren leidt tot een hogere NH_3-uitstoot, zoals is toegelicht in sectie 6.2. In welke mate dit zich bij mobiele werktuigen voordoet is onbekend en hangt sterk samen met de wijze waarop de inspuiting van ureum is afgesteld en hoe de systemen worden onderhouden. Mogelijk is hierdoor sprake van een beperkte afname van de berekende stikstofreductie. Bij gebrek aan metingen kan hiervoor geen effect worden berekend.

Het derde deel van de beleidsoptie, de verplichte inzet van een minimum aandeel nul-emissie werktuigen, is indicatief onderzocht op basis van een veronderstelde ingroei van deze werktuigen beginnend in 2024 en oplopend tot 25 procent in 2030. De mate waarin elektrificatie van werktuigen in de bouw technisch en financieel haalbaar is in de periode tot 2030 is momenteel nog

onzeker. Deze effectschatting moet dus worden beschouwd als potentieelverkenning. De reductie van de NO_x-uitstoot door de verplichting wordt geraamd op 0,2 kton in 2025 en 0,9 kton in 2030. Dit is additioneel ten opzichte van het effect van de Stage-V verplichting. Zonder die Stage-V verplichting is het effect van de verplichte inzet van nul-emissie werktuigen iets groter.

De effecten van deze beleidsoptie zijn weergegeven in tabel 6.6. In 2021 en 2022 wordt het effect bepaald door de Stage-V verplichting. Vanaf 2025 wordt het belang van de verplichte inzet van nul-emissie werktuigen groter en in 2030 is die verplichting dominant in het totale effect.

Tabel 6.6: Kosten en effecten van verplichte inzet van Stage-V en nul-emissie werktuigen in de bouw

	Reductie NO_x-uitstoot (kt)	Reductie NH_3-uitstoot (kt)	Reductie stikstof-depositie (Mol/ha)	Nationale kosten (Meuro)	Kosten-effectiviteit (Meuro/(mol N/ha)	Cumulatieve overheidsuitgaven t/m 2030 (Meuro)
3a. Mobiele werktuigen: verplichting Stage-V	0,2	nb	0,2	-0,1	-0,5	13
3c. Mobiele werktuigen: verplichting nul-emissie	0,9	nb	0,7	122	132	438

nb= niet bekend

Kosten en kosteneffectiviteit

Een Stage-V verplichting leidt tot hogere rente- en afschrijvingskosten omdat Stage-V werktuigen in aanschaf iets duurder zijn dan eerdere generaties. De meerkosten bij aanschaf zijn geraamd op 1000 tot 2500 euro (TNO & CE Delft 2020). Deze meerkosten zijn over een periode van 10 jaar afgeschreven. De brandstofkosten Van Stage-V werktuigen liggen circa 10 procent lager dan die van Stage IIIb en oudere machines (De Wilde & Eijk, 2020). Daar staan hogere kosten tegenover voor aanschaf van AdBlue (zie de toelichting in sectie 6.3) en voor onderhoud van de SCR-katalysator en het roetfilter. De besparing op de brandstofkosten compenseert een groot deel van de kapitaalkosten (afschrijving en rente) van de extra investering, onderhoud en AdBlue, waardoor per saldo beperkte extra kosten resteren van circa 2 miljoen euro in 2025. In 2030 zijn de nationale kosten van een Stage-V verplichting naar verwachting nihil. De kosteneffectiviteit van een Stage-V verplichting is geraamd op 10 miljoen euro per mol per hectare stikstofreductie in 2025 en -0,5 miljoen euro per mol per hectare in 2030.

De inschatting van de meerkosten voor aanschaf van elektrische bouwmachines en het verschil in gebruikskosten tussen elektrische en conventionele bouwmachines is gebaseerd op een casestudie voor een elektrische rupsgraafmachine uit TNO (2020). De directe energiekosten van elektrische machines liggen lager dan van werktuigen met dieselmotor en compenseren grofweg de extra kapitaalskosten van de batterij. Dit is een eerste indicatieve inschatting die nader wordt toegelicht in TNO & CE Delft (2020).

Om elektrische werktuigen op de bouwlocatie op te laden is een tijdelijke voorziening nodig om de benodigde elektriciteit naar de bouwlocatie te brengen, in combinatie met laadpunten met hoge vermogens. De kosten daarvan zijn voor deze toepassing niet bekend. Er zijn daarom indicatieve inschattingen gemaakt op basis van informatie uit Van Mensch et al. (2018). Gecombineerd met het geraamde elektriciteitsgebruik dat resulteert bij de veronderstelde aandelen elektrische werktuigen resulteren kostenschattingen van 27 miljoen euro in 2025 en 122 miljoen in 2030. Ook hier geldt dat dit eerste indicatieve inschattingen zijn, die nader worden toegelicht in TNO & CE

Delft (2020). Met deze indicatieve kostenschattingen bedraagt de kosteneffectiviteit van de nul-emissie verplichting circa 132 euro per mol per hectare stikstofreductie in 2030.

Als de meerkosten voor de inzet van Stage-V en nul-emissie werktuigen door de overheid worden vergoed, dan bedragen de cumulatieve extra overheidsuitgaven tot 2030 circa 450 miljoen euro (tabel 6.6). Het overgrote deel daarvan bestaat uit de kosten voor de nul-emissie verplichting. De overheidsuitgaven voor een Stage-V verplichting bedragen naar schatting circa 13 miljoen euro tot 2030.

Neveneffecten
Stage-V werktuigen met vermogens hoger dan 19 kW zijn standaard voorzien van een roetfilter en hebben daardoor in het algemeen een lagere uitstoot van fijnstof ($PM_{2,5}$) dan oudere werktuigen. Stage-V werktuigen zijn bovendien circa 10 procent efficiënter dan eerdere generaties waardoor ook een reductie van de CO_2-uitstoot resulteert. Nul-emissie werktuigen leveren voor alle stoffen een grote winst op. De mate waarin is afhankelijk van hoe de elektriciteit wordt opgewekt. De totale reductie van de $PM_{2,5}$-uitstoot wordt geraamd op 0,04 kton in 2030, terwijl de daling van de CO_2-uitstoot op 0,2 tot 0,3 megaton wordt geraamd. De uitstoot bij elektriciteitsopwekking is daarin niet meegenomen.

Een Stage-V verplichting brengt het risico met zich mee van een lock-in op dieseltechniek. Als de bouw de komende jaren een groot deel van haar materieel vervroegd vervangt door Stage-V werktuigen, verkleint dat mogelijk het draagvlak en de investeringsbereidheid in de markt voor nul-emissie werktuigen. De CO_2-winst van Stage-V werktuigen is bescheiden in het licht van de huidige klimaatambities. Het Klimaatakkoord zet daarom in op nul-emissie werktuigen. Dit risico zou deels kunnen worden ondervangen door de verplichting te richten op Stage-IV en -V. De emissienormen voor Stage-IV en Stage-V zijn voor NO_x identiek, dus het effect op de NO_x-uitstoot verandert hierdoor niet. En momenteel zijn er relatief veel Stage-IV werktuigen in het park, zoals blijkt uit tabel 6.5. Als deze Stage-IV binnen enkele jaren verplicht moeten worden vervangen door Stage-V werktuigen vereist dat relatief grote investeringen terwijl dit niet gepaard gaat met een lagere uitstoot van stikstof. Wel is op de korte termijn het effect op fijnstof en CO_2 wat kleiner, maar als het marktpotentieel van nul-emissie werktuigen hierdoor op langere termijn wordt vergroot, kan het langetermijneffect op fijnstof en met name CO_2 wezenlijk groter uitpakken dan het verlies op korte termijn.

Uitvoering en handhaving
Stage-V is bestaande techniek. Alle motorbouwers leveren inmiddels Stage-V motoren. Gelijktijdig wordt gewerkt aan hybride en elektrische oplossingen. Hybride en nul-emissie werktuigen zijn momenteel maar beperkt beschikbaar. Bij nul-emissie gaat het om kleine werktuigen met lage vermogens. Voor (middel)grote werktuigen is nul-emissie voorlopig nog geen marktrijpe optie, maar er vinden in andere landen wel pilots plaats. Het is onzeker hoe snel het marktaandeel van nul-emissie werktuigen zonder extra beleidsimpuls zou toenemen. Een oplopende verplichting voor inzet van nul-emissie zal dit proces versnellen.
PBL en TNO kunnen niet inschatten of een Stage-V verplichting voor alle bouwprojecten juridisch stand zal houden. De facto worden oude(re) machines hiermee verboden. Het lijkt in ieder geval waarschijnlijk dat een verplichting niet op bestaande contracten kan worden toegepast, waardoor de infasering op de totale vloot van mobiele werktuigen ongeveer 3 jaar zal duren.

Onzekerheden
De analyse van deze beleidsoptie kent verschillende onzekerheden:

- *Praktijkemissies Stage-V werktuigen*: De NO_x-uitstoot van Stage-V werktuigen in de praktijk is onzeker omdat deze machines pas net op de markt zijn. Er zijn nog geen praktijkmetingen beschikbaar. Wel is er een beperkt aantal metingen beschikbaar voor Stage-IV werktuigen (Ligterink et al. 2018). Daaruit blijkt dat de NO_x-uitstoot bij lage motorlast relatief hoog is. De hoogte van de NO_x-uitstoot is daarmee sterk afhankelijk van de inzet van de werktuigen, in vergelijking met de typekeuringstest, en de mate waarin de motor stationair en bij lage last draait. In de berekeningen is uitgegaan van een gemiddelde waarde, die relatief onzeker is gezien de beperkte hoeveelheid onderliggende metingen en de variatie in die metingen.
- *Manipulatie met SCR-katalysatoren*: In sectie 6.3 is toegelicht dat bij circa 5 tot 10 procent van de vrachtauto's de SCR-katalysator niet (goed) functioneert. Dit is onder andere het het gevolg van bewuste manipulatie met het systeem om te besparen op kosten van AdBlue en onderhoud. In hoeverre dit ook bij mobiele werktuigen speelt is niet bekend. Bij gebrek aan data is in het basispad geen rekening gehouden met manipulatie met SCR-katalysatoren. Ook in de effectschatting van de beleidsoptie is hier geen rekening mee gehouden. Mocht er wel sprake zijn van relevante aantallen niet-werkende SCR-katalysatoren, dan beïnvloedt dat de effectiviteit van de onderzochte beleidsopties. Bij gebrekkige handhaving op het correcte gebruik van SCR-katalysatoren kan het effect van de Stage-V verplichting lager uitvallen. De effectiviteit van de nul-emissie verplichting neemt hierdoor toe. Als echter aan de Stage-V verplichting ook een striktere handhaving wordt gekoppeld op correcte werking van de SCR-katalysator dan kan een Stage-V verplichting effectiever zijn dan geraamd.
- *Ammoniakslip*: net als bij de binnenvaartoptie kan ook deze optie leiden tot een lichte verhoging van de NH_3-uitstoot. Dit is hiervoor toegelicht.
- *Invloed van corona, stikstof en PFAS*: in het basispad voor inzet van mobiele werktuigen in de bouw is geen rekening gehouden met eventuele belemmeringen van bouwprojecten door de stikstof- en PFAS-regels en met de invloed van de coronacrisis en de mogelijk resulterende economische crisis op de bouw. Als hierdoor bouwprojecten worden vertraagd is het potentieel van een Stage-V verplichting op de korte termijn ook kleiner dan hiervoor is berekend. Ook kan dit de investeringsmogelijkheden beperken waardoor de effectiviteit van het beleid eveneens lager kan uitvallen.

6.6 Walstroom zeescheepvaart

Beschrijving maatregel
Dit voorstel behelst een stimuleringsregeling voor de realisatie van walstroomlocaties voor de zeescheepvaart. Om dit te stimuleren wordt een subsidieregeling geïntroduceerd die bedoeld is voor financiering van de onrendabele top van de walstroomvoorzieningen. IenW verwacht dat hiermee vijf extra walstroomvoorzieningen kunnen worden gerealiseerd. De aansluitingen zijn beoogd in de Rotterdamse haven en in IJmuiden. Voor de effectschatting is op basis van informatie van IenW aangenomen dat vier aansluitingen zijn bedoeld voor Ro-Ro[20] schepen en één voor cruiseschepen. Aangenomen is verder dat er voldoende subsidie beschikbaar wordt gesteld om de onrendabele top te financieren voor de beoogde vijf aansluitingen, en dat het gebruik van de walstroomlocaties ook wordt gestimuleerd of verplicht, bijvoorbeeld via de vrijstelling van de energiebelasting voor walstroom die in de Green Deal scheepvaart is aangekondigd.

Effecten op emissies en stikstofdepositie
De walstroomvoorzieningen geven een daling van de NO_x-uitstoot van stilliggende schepen. In de huidige situatie draaien de voorzieningen van zeeschepen die aangemeerd liggen in de havens op dieselmotoren. Dankzij de walstroomvoorziening kan het schip de motoren (deels) uitzetten en

[20] Roll-on-roll-off, voor het vervoer van rollend materieel zoals auto's

gebruik maken van elektriciteit via de walstroomaansluiting. Het effect van de vijf beoogde walstroomlocaties is geraamd met een bandbreedte van 0 – 0,6 kton NO_x-emissiereductie in 2025 en 2030 (TNO & CE Delft 2020). De daling van de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden bedraagt circa 0,3 mol per hectare in 2030, zoals is weergegeven in Tabel 6.7[21]. In 2021 en 2022 is het effect kleiner omdat op dat moment naar verwachting nog niet alle locaties operationeel zijn. De emissiefactoren die zijn gebruikt voor deze effectschatting zijn ontleend aan een studie naar het stimuleren van walstroom (Schroten et al. 2020).
Zeeschepen stoten nauwelijks tot geen NH_3 uit, dus heeft deze optie geen effect op de NH_3-uitstoot. De effectschatting gaat ervan uit dat de business case voor beide scheepstypen sluitend wordt gemaakt door stimuleringsmaatregelen of financiële prikkels vanuit de overheid, additioneel aan de investering voor walstroom aan walzijde.

Kosten en kosteneffectiviteit
De nationale kosten voor deze optie zijn geraamd op circa 6,3 miljoen euro in 2023 en 6,2 miljoen euro in 2030 (TNO & CE Delft 2020). Dit is gebaseerd op een ruwe kosteninschatting van de benodigde investeringen aan wal uit Schroten et al. (2020). Die investeringen bedragen naar schatting 12 miljoen euro, uitgaande van een investering van circa 2 miljoen euro per walstroominstallatie voor Ro-Ro schepen en van circa 4 miljoen euro voor cruiseschepen. De benodigde investeringen voor de aanpassingen op de schepen zelf zijn geraamd op 0,5 tot 0,9 miljoen euro per schip. De jaarlijkse kosten voor onderhoud van de walstroomvoorzieningen zijn geraamd op 1,8 miljoen euro. Ten slotte zijn er kosten van elektriciteitsgebruik (exclusief energiebelasting) ter vervanging van de (kosten van) het gebruik van gasolie. Voor de mate van gebruik van de walstroomlocatie is de business case voor schepen doorslaggevend. Deze bestaat uit de investering aan het schip, de besparing van de brandstofkosten en de kosten van elektriciteit. Aangenomen is dat vier unieke Ro-Ro schepen jaarlijks 250 keer, en dertig unieke cruiseschepen jaarlijks drie keer van één walstroominstallatie gebruik maken.
De kosteneffectiviteit van de optie bedraagt daarmee circa 21 miljoen euro per mol per hectare stikstofreductie in 2030. IenW schat de benodigde overheidsuitgaven op circa 10 tot 20 miljoen euro. Dit budget is bedoeld voor het financieren van de onrendabele top van de investeringskosten aan de wal.

Tabel 6.7: Kosten en effecten van walstroom zeescheepvaart

	Reductie NO_x-uitstoot (kt)	Reductie NH_3-uitstoot (kt)	Reductie stikstof-depositie (Mol/ha)	Nationale kosten (Meuro)	Kosten-effectiviteit (Meuro/(mol N/ha)	Cumulatieve overheids-uitgaven t/m 2030 (Meuro)
4. Walstroom zeevaart	0 – 0,6	0	0,3	6,2	21	nb

nb= niet bekend

Neveneffecten
De beoogde extra walstroomvoorzieningen geven een daling van de uitstoot van $PM_{2,5}$ en CO_2 en van de geluidsoverlast in de havens. De daling van de uitstoot in 2030 wordt geraamd op 0,01 kton $PM_{2,5}$ en 9,3 kton CO_2 (TNO & CE Delft 2020).

[21] Voor deze optie is een omrekenfactor gebruikt van 0,8 om de NOx-emissiereductie te vertalen naar een effect op de stikstofdepositie. Deze factor is door RIVM bepaald op basis van een specifieke berekening voor de walstroomlocaties. De factor is hoger dan de generieke factor voor zeescheepvaart uit Tabel 4.1, omdat in die generieke factor ook de uitstoot van de scheepvaart op het Nederlands Continentaal Plat is meegenomen, die verder van land plaatsvindt.

Uitvoering en handhaving
Het gebruik van walstroom is zowel aan wal als op het schip technisch haalbaar. Er zijn momenteel echter relatief hoge investeringen aan verbonden. Zonder stimuleringsmaatregelen is de business case voor beide scheepstypen niet sluitend. Er is op dit moment geen duidelijkheid over de wijze van stimulering voor de schepen of hoe bepaald zal worden welke schepen een eventuele financiële bijdrage zullen krijgen. Voor de subsidieregeling van de walstroomlocatie zelf is nog geen staatssteuntoets uitgevoerd. Een dergelijke rijkssubsidie is wel eerder toegepast voor Stena Line in Hoek van Holland. Ten slotte is voor de beleidsoptie de medewerking van havens nodig.

Onzekerheden
De belangrijkste onzekerheid in de effectschatting is dat de reductie alleen haalbaar is als schepen daadwerkelijk uitgerust zijn en bereid zijn om gebruik te (kunnen) maken van walstroom. Op dit moment is dat maar ten dele het geval. Verder hangt het effect af van de bezettingsgraad van de walstroompunten. Mede op basis van informatie uit interviews met marktpartijen is gerekend met bezettingsgraden van 47 procent voor RoRo-schepen en 12 procent voor cruiseschepen. Als aangenomen wordt dat het aantal schepen dat gebruik maakt van de walstroomvoorziening hoger wordt, of wanneer schepen vaker de Nederlandse havens aandoen, dan neemt ook het effect van de optie toe. Gegeven deze forse onzekerheden wordt een bandbreedte aangehouden van 0 tot 0,6 kton NO_x-emissiereductie in 2030 en wordt aanbevolen nader onderzoek te doen naar wat de realistische en maximale bezettingsgraden per walstroompunt kunnen zijn.

6.7 Stimuleren elektrisch taxiën in de luchtvaart

Beschrijving maatregel
Deze beleidsoptie stimuleert luchthavens in het versneld ontwikkelen van elektrisch taxiën. Onder taxiën in de luchtvaart verstaan we het rijden van het vliegtuig van de gate naar de startbaan en het rijden van het vliegtuig van de landingsbaan naar de gate. Momenteel gebeurt dat op het eigen motorvermogen van het vliegtuig. Elektrisch taxiën houdt in dat vliegtuigen door taxibots worden opgehaald en gebracht van en naar de start- en landingsbaan. Daardoor wordt er geen brandstof verbruikt tijdens het taxiën. Om deze innovatie te stimuleren wordt voorgesteld een innovatiesubsidie te introduceren van 10 miljoen. Van alleen een innovatiesubsidie kan geen effect worden berekend omdat de uitkomst van innovatietrajecten inherent onzeker is. En ook als die trajecten succesvol blijken, zal de nieuwe technologie veelal duurder zijn dan de conventionele tegenhanger waarmee er dus additioneel beleid moet worden ingezet om het gebruik van de nieuwe technologie, in dit geval de taxibots, te laten groeien. Van deze optie is daarom alleen een potentieelschatting gedaan. Daarbij is op basis van onderzoek van Van den Berg et al. (2019) aangenomen dat 70 procent van de vliegtuigen in 2030 wordt bediend met een taxibot.

Effecten op emissies en stikstofdepositie en neveneffecten
De NO_x-uitstoot van de taxifase op Schiphol bedroeg de afgelopen jaren circa 0,3 kton per jaar (NLR 2018). Als gevolg van de verwachte groei van het aantal vliegtuigbewegingen groeit de NO_x-uitstoot in het basispad naar verwachting tot circa 0,5 kton in 2030. Deze verwachting houdt geen rekening met de effecten van de coronacrisis. Volgens Van den Berg et al. (2019) kunnen taxibots in 2030 circa 70 procent van de vloot bedienen. Bij inzet van taxibots voor 70 procent van de vliegtuigen kan de NO_x-uitstoot in 2030 met circa 0,3 tot 0,4 kton afnemen. Dit is het maximale potentieel van deze optie. Deze afname zou resulteren in een afname van de stikstofdepositie van 0,3 tot 0,4 mol per hectare in 2030[22].

[22] Voor deze optie is een omrekenfactor gebruikt van 0,8 om de NOx-emissiereductie te vertalen naar een effect op de stikstofdepositie. Dit is de factor voor het wegverkeer uit Tabel 4.1. De factor is hoger dan de generieke factor voor luchtvaart uit Tabel 4.1, omdat die generieke factor hoofdzakelijk wordt bepaald door de uitstoot van de luchtvaart het opstijgen en dus deels op grote(re) hoogte plaatsvindt. In overleg met RIVM is voor het taxiën van vliegtuigen de omrekenfactor van wegverkeer gebruikt.

Naast een effect op de stikstofuitstoot verlaagt deze technologie ook de fijnstofuitstoot, CO_2-uitstoot en (in zeer beperkte mate) de geluidsoverlast van de luchtvaart. De omvang van deze neveneffecten konden binnen de doorlooptijd van dit onderzoek niet worden geraamd.

Kosten en kosteneffectiviteit
Er is niet voldoende informatie beschikbaar voor een (indicatieve) schatting van de nationale kosten van deze beleidsoptie. De benodigde investering voor de taxibots bedraagt naar schatting 1,5 tot 3 miljoen euro per taxibot. Naar schatting zijn er minimaal 10 taxibots nodig zijn om 70 procent van de inkomende en uitgaande vliegtuigen te kunnen bedienen op Schiphol (TNO & CE Delft 2020). Uitgaande van een levensduur van 10 jaar zouden de jaarlijkse kosten voor 10 taxibots op Schiphol circa 2,8 miljoen euro bedragen. Dit betreft alleen de afschrijvings- en rentekosten op de benodigde investeringen en niet de extra kosten van elektriciteitsgebruik, de besparing op kosten voor kerosine en de andere operationele kosten van de taxibots.

Neveneffecten
Inzet van taxibots leidt ertoe dat er geen milieuvervuilende stoffen en broeikasgassen worden uitgestoten tijdens het taxiën. Ook de uitstoot van fijnstof en CO_2 zal dus afnemen. De mate waarin kon binnen de doorlooptijd van deze analyse niet worden bepaald.

Uitvoering en handhaving
Het is niet bekend in hoeverre de beleidsoptie op korte termijn haalbaar is. IenW verwacht dat op korte termijn een subsidie kan worden verstrekt aan Schipholgroep of andere initiatiefnemers. Luchthavens zijn in het kader van het Ontwerpakkoord Duurzame Luchtvaart met deze beleidsoptie aan de slag gegaan. De uitvoerbaarheid is mede afhankelijk van de Luchtverkeersleiding Nederland en Inspectie Leefomgeving en Transport.

Onzekerheden
In de potentieelschatting is geen rekening gehouden met het feit dat vliegtuigmotoren voor het opstijgen moeten warmdraaien. Ook kunnen de motoren na het landen niet meteen worden uitgezet. Niet alle uitstoot tijdens het taxiën kan dus worden voorkomen met taxibots. Het effect van deze optie wordt daarmee iets overschat. Hoe groot die overschatting is, kon binnen de doorlooptijd van dit onderzoek niet worden bepaald. Daarnaast zal het benodigde aantal taxibots in werkelijkheid waarschijnlijk groter zijn dan bovengenoemd minimum van tien, omdat vluchten niet gelijk zijn verdeeld over de dag, maar geconcentreerd in piekuren, en de taxibots ook moeten opladen. Waarschijnlijk liggen de investeringen dus hoger dan hiervoor geraamd.

7 Industrie en overige sectoren

7.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de effecten en kosten van drie maatregelen die zijn voorgesteld voor overige sectoren. De analyse is gebaseerd op de omschrijving van de maatregelen zoals die door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) in de vorm van fiches is aangeleverd op 19 februari 2020 en latere aanvullingen daarop. Die maatregelen zijn beoordeeld op kosten en effecten door TNO en PBL.

Dit hoofdstuk geeft een samenvatting van de analyses van de drie maatregelen die door het kabinet zijn opgenomen in het voorgestelde pakket stikstofbronmaatregelen:

1. Subsidiestop ISDE (pelletkachels en biomassaketels) vanaf 2020
2. Aanscherpen eisen BBT
3. Specifieke maatwerkaanpak industriële piekbelasters

Twee van deze maatregelen (aanscherpen eisen BBT en de specifieke maatwerkaanpak industriële piekbelasters) zijn nog onvoldoende geïnstrumenteerd om te kunnen beoordelen op hun effect. Daarom heeft de analyse heeft in dit geval het kenmerk van een potentieelschatting en geeft een indicatie van de kosteneffectiviteit.

De emissiereductie als gevolg van het niet meer openstellen van de ISDE voor pelletkachels en biomassaketels zal in verschillende sectoren neerslaan: deels bij huishoudens en deels bij bedrijven, waaronder de dienstensector, landbouw en de industrie. In de KEV2019 is het effect van het niet meer openstellen van de ISDE voor pelletkachels en biomassaketels al meegenomen vanaf 2021. Ten opzichte van de KEV2019 heeft deze maatregel dus een beperkt aanvullend effect. Een aanvullend effect wordt bereikt omdat het kabinet vorig jaar heeft besloten om ook al in 2020 de ISDE niet open te stellen voor pelletkachels en biomassaketels.

Bevindingen
In Tabel 7.1 worden de kosten en effecten gepresenteerd van de optie Subsidiestop ISDE (pelletkachels en biomassaketels). Het gaat om effecten ten opzichte van het basispad (zie sectie 7.2). Voor de andere twee opties is alleen een indruk gegeven van het technisch potentieel (aanscherpen eisen BBT) of te realiseren potentieel (maatwerkaanpak industriële piekbelasters met een indicatief subsidiebudget van in totaal 20 mln. euro). Het potentieel van deze maatregelen overlapt met elkaar. Het te ontsluiten potentieel is afhankelijk van de te kiezen instrumentatie van het beleid. Dit is nader toegelicht in de paragrafen 7.4 en 7.5.

Tabel 7.1: Kosten en effecten van beleidsopties voor industrie en overige sectoren in 2030

	Reductie NO_x (kt)	Reductie NH3 (kt)	Reductie stikstofdepositie (Mol/h/jr)	Nationale kosten (Meuro)	Kosteneffectiviteit (Meuro/(Mol/ha/jr)	Cumulatieve overheidsuitgaven t/m 2030 (Meuro)
Subsidiestop ISDE (pelletkachels en biomassaketels)	0 - 0,1	0	0 – 0,1	nb	nb	0
Indruk technisch potentieel (aanscherping BBT) of realiseerbaar potentieel (maatwerkaanpak piekbelasters)						
Aanscherpen eisen BBT	0 - 12 kton	nb	0 - 6	0 - 120	20	gering
Specifieke maatwerkaanpak industriële piekbelasters	0,6	0	0 - 0,3	0 - 9	30	20

nb = niet bekend

In het basispad (KEV2019VV) is verondersteld de ISDE vanaf 2021 niet meer wordt opengesteld voor pelletkachels en biomassaketels. Vorig jaar heeft het kabinet besloten om de subsidiestop echter al in 2020 te laten ingaan. Het aanvullende effect hiervan is een NO_x-emissiereductie van 0,1 kton in 2030. Deze emissiereductie zal in verschillende sectoren neerslaan: deels bij huishoudens en deels bij bedrijven, waaronder de dienstensector, landbouw en de industrie. Door het niet meer openstellen van de ISDE voor bovengenoemde categorieën zal het budget van de ISDE naar andere categorieën verschuiven (warmtepompen en zonneboilers). De overheidskosten zijn daarmee nihil. De nationale kosten van deze maatregel zijn in het kader van dit rapport niet onderzocht. Daardoor is ook de kosteneffectiviteit niet bekend.

Het kabinet geeft aan nog twee andere beleidsopties te willen verkennen (aanscherpen eisen BBT en specifieke maatwerkaanpak industriële piekbelasters) met een (eenmalig) subsidiebudget van 20 mln. euro. Deze twee beleidsopties zijn op dit moment nog onvoldoende uitgewerkt om te kunnen beoordelen op hun effect. De analyse volstaat daarom met een potentieel schatting en een indicatie van de kosteneffectiviteit. Het technisch potentieel dat met deze beleidsopties kan worden aangeboord overlapt; het totale potentieel bedraagt zo'n 12 kton NO_x-emissiereductie in 2030. De kosteneffectiviteit van deze maatregelen ligt gemiddeld op zo'n 10 euro/kg NO_x, en daarmee op zo'n 20 mln. euro per mol/ha depositiereductie.

7.2 Ontwikkeling van uitstoot van stikstof in het basispad bij de industrie en elektriciteitsproductie

De emissieontwikkelingen in het basispad zijn beschreven in PBL et al. (2020b). Onderstaande passage is grotendeels daaraan ontleend.

Met het vastgestelde en voorgenomen beleid in de KEV2019 zal de NO_x-uitstoot in de elektriciteitssector (incl. olie- en gaswinning) tussen 2017 en 2030 dalen met 12 kton (70 procent). Dit wordt voor 9 kton verklaard door het uit bedrijf nemen van kolencentrales en door de stimulering van de hernieuwbare elektriciteitsproductie (wind en zon). Daarnaast dalen de emissies bij olie- en gaswinning met 3 kton doordat het energiegebruik voor gaswinning daalt. Bovendien gelden er vanaf 2019 strengere emissie-eisen voor gasmotoren en gasturbines in de offshore sector.

In de sector industrie voorzien we tussen 2017 en 2030 een daling in de emissies met circa 3 kton (8 procent). Dit is het resultaat van een optelsom van de ontwikkelingen in verschillende industriesectoren. De emissies door raffinaderijen dalen tussen 2017 en 2030 met 1,6 kton door emissieregelgeving en een dalend energiegebruik. Bij zowel de voedings- en genotmiddelenindustrie als de chemie dalen de emissies beide met circa 1 kton door nationale emissieregelgeving en/of een dalend energiegebruik. Bij de bouwmaterialenindustrie stabiliseren de emissies. Bij de basismetaal verwachten we dat de emissies met 1,2 kton zullen stijgen door groei in de fysieke staal- en aluminiumproductie bij continuering van het bestaande emissiebeleid. De stijging bij de basismetaal wordt verklaard door de relatief grote bijdrage van de zogeheten procesemissies in het emissietotaal van deze sector. De procesemissies hangen direct samen met het productieproces, en voor de raming is aangenomen dat de toegepaste technieken ter vermindering van deze procesemissies tot 2030 niet substantieel verder zullen verbeteren. Bij de rest van de industrie dalen de emissies met 0,5 kton door nationale emissieregelgeving en een dalend energiegebruik.

In het basispad is rekening gehouden met een toekomstige verdere stijging in de inzet van vaste biomassa in (grootschalige) verbrandingsinstallaties als gevolg van de stimuleringssubsidies voor duurzame energie vanuit de SDE+. Deze ontwikkeling treedt op bij de industrie, landbouw, energiesector en diensten. De totale uitstoot van stikstofoxiden door vaste biomassa-installaties in deze sectoren stijgt naar verwachting met 1,3 kton tussen 2017 en 2030. De inzet van vaste biomassa leidt daarbij tot minder inzet van aardgas. Doordat ook bij de verbranding van aardgas stikstofoxiden vrijkomen is het netto effect van de stimuleringssubsidies op de emissie van stikstofoxiden minder dan de berekende toename in de uitstoot van vaste biomassa-installaties.

In het basispad is ook rekening gehouden met het niet langer openstellen van de ISDE voor pelletkachels en (kleinschalige) biomassaketels, maar vanaf het jaar 2021. Het kabinet heeft vorig jaar besloten om dit met een jaar te vervroegen, waardoor ook in 2020 de ISDE niet meer is opengesteld voor pelletkachels en (kleinschalige) biomassaketels.

7.3 Subsidiestop ISDE (pelletkachels en biomassaketels)

Beschrijving van de maatregel
De maatregel houdt in dat de ISDE-regeling vanaf 2020 niet langer opengesteld is voor pelletkachels en biomassaketels bij huishoudens en bedrijven (kleinschalige biomassaverbranding). Dit is daarmee een jaar eerder dan in het basispad verondersteld.

De ISDE-regeling is gericht op het verminderen van CO_2-emissies. Een neveneffect van het stimuleren van pelletkachels en kleinschalige biomassaketels is een negatief effect op de lokale luchtkwaliteit. Uit een evaluatie van de ISDE-regeling is gebleken dat de gemonetariseerde kosten van PM10-, NO_x- en CO-uitstoot door pelletkachels een omvang hebben van 122 procent van de gemonetariseerde CO_2-baten; voor biomassaketels is dat 104 procent (indien vergeleken met een gasgestookt verwarmingstoestel) (SEO, 2019). Op basis van dit negatieve maatschappelijk saldo zou het welvaartsbevorderend zijn om de subsidie voor biomassaketels en pelletkachels af te schaffen. Als de apparaten een bestaande houtgestookte voorziening vervangen, kan de impact op de luchtkwaliteit per saldo evenwel positief zijn.

Uitgangspunten voor de berekening:
Uit de evaluatie van de ISDE-regeling is gebleken dat pelletkachels en biomassaketels die in de periode 2016-2018 met ISDE subsidie zijn aangeschaft jaarlijks 0,3 kton meer NO_x uitstoten dan wanneer deze warmte zou zijn opgewekt met gasketels. Deze effecten en het stopzetten van de subsidieregeling per 2021 is meegenomen in het basispad. Het eerder stopzetten van de subsidieregeling (per 2020 in plaats van in 2021) zou een emissiereductie-effect kunnen hebben

van 0,11 kton NO_x. Dit is te zien als bovengrens, onder de aanname dat er zonder ISDE geen pelletkachels zouden worden verkocht. SEO concludeert echter dat de additionaliteit van de ISDE-regeling op de verkoop van pelletkachels en biomassaketels waarschijnlijk beperkt is.

Effecten op emissie en depositie
In het basispad (KEV2019VV) is verondersteld de ISDE vanaf 2021 niet meer wordt opengesteld voor pelletkachels en biomassaketels. Vorig jaar heeft het kabinet besloten om de subsidiestop echter al in 2020 te laten ingaan. Het aanvullende effect hiervan is een NO_x-emissiereductie van 0-0,1 kton in 2030. De bijbehorende reductie in stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden in 2030 komt daarmee naar schatting op ca. 0-0,1 mol stikstof per hectare per jaar.

Kosten en kosteneffectiviteit
De nationale kosten van het doorvoeren van deze maatregelen zijn onbekend.

Het vervallen van de subsidiemogelijkheden voor pelletkachels en biomassaketels leidt niet tot aanvullende kosten voor de overheid. Met gelijkblijvend subsidiebudget zijn er alternatieven binnen de ISDE (zonneboilers en warmtepompen) die geen of juist een positief effect hebben op de luchtkwaliteit.

Uitvoering en handhaving
Deze maatregel heeft geen consequenties voor uitvoering en handhaving.

Neveneffecten van de maatregel
Door deze maatregel zal het subsidiebedrag uit het ISDE budget verschuiven richting andere CO_2-reducerende maatregelen. Er is naar verwachting daardoor geen netto negatief effect de CO_2 emissie. Ook de uitstoot van fijn stof vermindert door deze maatregel, en daarmee draagt het bij aan een verbetering van de lokale luchtkwaliteit.

Onzekerheden
Het effect van een jaar eerder stopzetten van de ISDE-regeling voor pelletkachels en biomassaketels is onzeker. Een bovengrens is een NO_x-reductie-effect van 0,11 kton. Als echter ook zonder ISDE pelletkachels en biomassaketels worden verkocht is dit effect lager.

7.4 Aanscherpen eisen BBT

Beschrijving van de maatregel
De maatregel betreft een mogelijke aanscherping van de NO_x-emissie-eisen aan industriële installaties. Industriële installaties zijn verplicht om 'best beschikbare technieken' (BBT) toe te passen. Dit zijn technieken die op zodanige schaal ontwikkeld zijn dat ze economisch en technisch haalbaar kunnen worden toegepast in de industriële context. Ook het kostenniveau van een maatregel is dus relevant om te beoordelen of een maatregel al dan niet als BBT wordt aangemerkt.

In Nederland ligt het afwegingsgebied voor de kosteneffectiviteit van maatregelen die als BBT worden aangemerkt tussen de 5 en 20 euro per kg NO_x-emissiereductie. Deze grens is vastgelegd in het Activiteitenbesluit Milieubeheer. Liggen de kosten beneden de 5 euro/kg NO_x-emissiereductie dan wordt de maatregel als BBT aangemerkt. Ligt het kostenniveau boven de 20 euro/kg NO_x-emissiereductie, dan is de techniek geen BBT. In het tussenliggende gebied is er sprake van een afwegingsgebied. Voor het bepalen van het kostenniveau van BBT wordt uitgegaan van een rekenrente van 10%. De BBT-grenzen die worden gehanteerd zijn in de loop der jaren niet gecorrigeerd voor inflatie.

De rijksoverheid gebruikt deze BBT-grenzen bij het opstellen van generiek eisen aan installaties in het Activiteitenbesluit. Als er op landelijk niveau geen NO_x-eisen zijn opgenomen in het Activiteitenbesluit, dan hebben lokale overheden de mogelijkheid om NO_x-eisen op te nemen in vergunningen. Bij dit laatste gaat het vooral om emissies die direct samenhangen met chemische of fysische processen (procesemissies) en om emissies van ovens en drogers met direct contact tussen rookgas en product.

De manier waarop de aanscherping zou worden geïnstrumenteerd kan (nog) niet door het kabinet worden aangegeven. Het kabinet wil aansluiten bij het lopende proces rond het Schone Luchtakkoord (SLA). Mogelijkheden zijn bijvoorbeeld het corrigeren van de BBT-grenzen voor inflatie die er in de loop der jaren is geweest, of het aanpassen van de rekenrente op basis waarvan gerekend wordt aan de kosten van de maatregelen.

Uitgangspunten voor de berekeningen
Omdat de vormgeving van de maatregel nog onbekend is, kon de maatregel niet door het PBL worden doorgerekend. We schetsen hieronder wel een beeld van het technisch potentieel van maatregelen die een kostenniveau hebben van minder dan 20 euro/kg NO_x-reductie (volgens de nu geldende criteria).

Effecten op emissie en depositie (technisch potentieel)
In 2017 heeft ECN berekeningen gedaan naar mogelijkheden voor een reservepakket in geval de PAS-regeling niet door zou gaan (Kroon 2017). In het genoemde rapport zijn kosten en emissiereducties opgenomen voor 2020 en 2030. Omdat er inmiddels een aantal jaren verstreken zijn, is het niet meer mogelijk om voor alle onderzochte maatregelen het niveau van emissiereductie in 2030 te halen dat in dat rapport was voorzien. Uitgaande van het basismateriaal uit Kroon (2017) heeft TNO een nieuwe inschatting gemaakt van het technisch potentieel van NO_x-reductiemaatregelen bij de industrie met een kostenniveau onder de 20 euro/kg NO_x-reductie. Hierbij is door TNO aangesloten bij de ontwikkelingen conform klimaat en energieverkenning KEV 2019 (Schoots en Hammingh 2019). Inhoudelijk moet wel benadrukt blijven dat de berekeningen omgeven zijn met de nodige onzekerheidsmarges.

De maatregelen die door TNO zijn onderzocht betreffen het plaatsen van selectieve katalytische reductie-installaties (SCR) bij nieuwe en bestaande (bio)gasmotoren, toepassen van schonere branders bij grotere gasgestookte ketels, en maatregelen gericht op het verminderen van (proces)emissies in de industrie (inclusief raffinaderijen). De kosteneffectiviteit van de maatregelen ligt, uitgaande van een rente van 3% zoals dat bij nationale kosten gebruikt wordt, tussen de 4 en 18 euro/kg vermeden NO_x-emissie (middenschatting kosten). Er is echter een aanzienlijke onzekerheid in de kosten waardoor mogelijk een deel van het potentieel lagere kosten kan hebben, maar ook een deel hogere kosten.

Het geïdentificeerde technische potentieel van maatregelen bij de industrie met een kostenniveau van lager dan 20 euro/kg bedraagt circa 11,5 kton NO_x in 2030 (op basis van middenschatting kosten). De bijbehorende reductie in stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden in 2030 komt daarmee naar schatting op ca. 5 mol stikstof per hectare per jaar.

Kosten en kosteneffectiviteit
De cumulatieve investeringen tot 2030 bedragen zo'n 600 mln. euro (middenschatting kosten; Tabel 7.2). De nationale kosten in 2030 bedragen zo'n 120 mln. euro per jaar. De gemiddelde kosteneffectiviteit is daarmee dus zo'n 10 euro/kg NO_x-reductie. Dit vertaalt zich in een gemiddelde kosteneffectiviteit voor stikstofdepositiereductie van zo'n 20 mln. euro/mol/ha/jaar (middenschatting kosten).

Tabel 7.2: Kosten en effecten (technisch potentieel) van maatregelen binnen afwegingskader BBT

		2030
Effect op NO_x*	kton/jaar	11,5
Effect op NH_3*	kton/jaar	0
Effect op depositie	mol/ha/jaar	5
Nationale kosten	Meuro/jaar	120
Kosteneffectiviteit nationaal	Meuro/mol/ha/jaar	20
Overheidsuitgaven cumulatief	Meuro	-

Uitvoering en handhaving
Een eventuele aanscherping van BBT-eisen sluit aan bij de huidige uitvoeringspraktijk. Het zal tijdelijk (beperkte) extra aandacht vragen van bevoegde gezagen om de maatregel uit te voeren.

Neveneffecten van de maatregel
De maatregel leidt ook tot een verbetering van de lokale luchtkwaliteit in de omgeving van bedrijven waar maatregelen worden genomen.

Onzekerheden
De onzekerheden zijn aanzienlijk; er zal een aanzienlijke variatie zijn in kosten van het toepassen van een identieke maatregel (zoals het plaatsen van een SCR-installatie) bij verschillende bedrijven, bijvoorbeeld als gevolg van verschillen in inpassingskosten. Als de kosten van maatregelen 2 keer zo hoog liggen als hierboven verondersteld, zal een groot deel van het potentieel terecht komen op een kostenniveau van boven de 20 euro/kg NO_x.

7.5 Specifieke maatwerkaanpak industriële piekbelasters

Beschrijving van de maatregel
De maatregel richt zich op het reduceren van de emissie van stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH_3) afkomstig van enkele grote industriële installaties. Het betreft installaties bij raffinaderijen, chemische industrie en overige industrie.

De instrumentering van deze maatregel is nog niet uitgewerkt. De maatregel zou kunnen leiden tot het plaatsen van een SCR (selectieve katalytische reductie), waarmee per installatie de NO_x -emissies met zo'n 80% kunnen verminderen. Ook zou het kunnen gaan om het reduceren van de emissie van ammoniak (NH_3) bij installaties die gebruikt worden voor de productie van o.a. kunstmest, isolatiematerialen en voedings- en genotsmiddelen.

De uitvoering vraagt om maatwerk waarbij in nauw overleg met de bedrijven een plan wordt gemaakt om de emissie te reduceren. Er is een indicatief bedrag genoemd van (eenmalig) 20 miljoen euro voor maatwerksubsidie.

Uitgangspunten voor de berekening
De totale NO_x-emissie door raffinaderijen, chemische industrie en overige industrie bedroeg in 2017 29,6 kton. De NO_x-emissie vanuit de industrie is sinds 1990 afgenomen met 55 procent. De emissie in 2017 van de chemische industrie was 9,1 kton NOx, van de raffinaderijen 4,7 kton NO_x en van de overige industrie 15,7 kton NO_x. De negen grootste piekbelasters hadden in 2017 een gezamenlijke emissie van 21,8 kton NO_x. De piekbelasters uit deze top negen zijn verantwoordelijk voor circa 6% van totale NO_x emissie in Nederland in 2017.

De emissie van ammoniak (NH_3) van de industrie bedroeg in 2017 circa 1,5 kton. Daarvan is 80% afkomst van 20 grote bedrijven. Volgens de emissieregistratie beslaan de ammoniakemissies uit de industrie (chemische industrie, raffinaderijen, en overige industrie) gemiddeld 1,1% van de nationale ammoniakemissies. Sinds 1990 is de ammoniakemissie uit de industrie met 66 procent afgenomen.

Effecten op emissie en depositie (inschatting potentieel)
Reductie van emissies van NO_x-emissies en NH_3-emissies door industriële piekbelasters kan in het algemeen niet op korte termijn worden gerealiseerd. Dit heeft te maken met de lange aanloopperiode die de technische aanpassingen vergen. Indien maatregelen worden genomen, zal samenvallen met de timing van onderhoudsstops van de betreffende bedrijven; normaal gesproken is er elke 6 jaar een grote onderhoudsstop waarbij een dergelijke maatregel genomen zou kunnen worden. De realisatie hangt af van de bereidheid van de bedrijven om over te gaan tot de benodigde investeringen, hetgeen weer af zal hangen van de mate van subsidie.

Gezien de onzekerheden of bedrijven gaan investeren in maatregelen om NO_x-emissies of NH_3-emissies te reduceren, en de onzekerheid over de nog nader uit te werken instrumentering schatten wij in dat de bandbreedte van de emissiereductie loopt van 0-0,6 kton NO_x per jaar (uitgaande van het plaatsen van SCR). De bovengrens is berekend op basis van het beschikbare budget van 20 miljoen euro en onder de aanname dat bedrijven 60% van de investering zelf dragen (dan wordt 40% gedekt via subsidie door de overheid). De ondergrens is nul, in geval bedrijven niet zelf bijdragen in de kosten. De bijbehorende reductie in stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden in 2030 komt daarmee naar schatting op ca. 0 tot 0,3 mol stikstof per hectare per jaar.

De reductie van de emissie van ammoniak door piekbelasters is in deze analyse niet nader uitgewerkt. Om inzicht te krijgen in de potentie voor emissiereductie is gedetailleerde informatie nodig van de bedrijven. Het gaat bij de piekbelasters over het algemeen om complexe aanpassingen, die alleen door maatwerk in beeld kunnen worden gebracht. Om de potentie voor ammoniakreductie goed in beeld te krijgen is een nadere verkenning nodig. In lijn met de historische reductie is een verdere reductie voorstelbaar. Uitgaande van een gemiddelde jaarlijkse reductie van 2 à 3 procent is, in 2030 mogelijk ca. 0,3 Kton NH_3 extra reductie realiseerbaar.

Kosten en kosteneffectiviteit
Uit een analyse van een aantal projecten door TNO blijkt dat voor het reduceren van 2,7 kton NO_x (optelling van meerdere bedrijven) een investering in SCR technologie nodig is van naar schatting ca. 230 miljoen euro. Op basis van het beschikbare subsidiebudget van in totaal 20 miljoen kan er, bij een subsidiepercentage van 40%, voor 50 miljoen euro worden geïnvesteerd. De NO_x-reductie bedraagt dat geval op zo'n 0,6 kton.

Bij een afschrijving over 10 jaar en een discontovoet van 3% komen de jaarlijkse afschrijvingskosten van een investering van 50 mln. euro uit op ruim 6 miljoen euro. De operationele kosten zijn geschat op ca. 3 miljoen per jaar. De totale nationale kosten bedragen daarmee naar schatting ca. 9 miljoen euro per jaar. De kosteneffectiviteit bedraagt daarmee zo'n

15 euro/kg. De kosteneffectiviteit op basis van de nationale kosten komt daarmee op ca. 30 mln. euro per mol N/ha/jr (Tabel 7.3).

Tabel 7.3: Kosten en effecten van maatwerk industriële piekbelasters

		2030
Effect op NO_x*	kton/jaar	0 – 0,6
Effect op NH_3*	kton/jaar	n.b
Effect op depositie	mol/ha/jaar	0 – 0,3
Nationale kosten	Meuro/jaar	9
Kosteneffectiviteit nationaal	Meuro/mol/ha/jaar	30
Overheidsuitgaven cumulatief	Meuro	0-20

Uitvoering en handhaving

De NO_x reductiemaatregelen zijn goed uitvoerbaar, aangezien het een bestaande techniek betreft. De bestaande SCR techniek is beproefd en inzetbaar op veel schaalniveaus.

Neveneffecten van de maatregel

Deze maatregel draagt ook bij aan een verbetering van de lokale luchtkwaliteit in de omgeving van bedrijven die maatregelen nemen.

Onzekerheden

Omdat de vormgeving van de maatregel nog onbekend is, kon de maatregel niet door het PBL worden doorgerekend. Wel is een inschatting geven van kosten en potentie van de maatregel, uitgaand van een eenmalig subsidiebudget van 20 mln euro. De effecten van de maatregel hangen af van de omvang van het subsidiebudget en de mate waarin de subsidie de kosten afdekt.

Bronnen

- Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof (2020), *Niet uit de lucht gegrepen. Eerste rapport van het adviescollege meten en berekenen stikstof*, Den Haag: Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof.
- Berg, M. van den, J. Zuidema, F. Oudman & C. Driessen (2019), *Emisisereductiepotentieel in de Nederlandse luchtvaart,* Amersfoort: Royal Haskoning DHV.
- Boer, L.C. den & M.E. Smit (2014), *Evaluatie subsidieregeling binnenvaart. Analyse gemaakt in het kader van het programma mini-MKBA,* Delft: CE Delft.
- Boerderij (2019), Deze voermaatregelen verlagen uitstoot ammoniak, *Boerderij* 26-11-2019, https://www.boerderij.nl/Home/Achtergrond/2019/11/Deze-voermaatregelen-verlagen-uitstoot-ammoniak-504406E/
- Born, G.J. van den, A. van Hinsberg, M. van Schijndel, S. van der Sluis, M. van Eerdt, J. van Dam en K. Smekens (2019), Achtergronddocument Effecten Ontwerp Klimaatakkoord - Landbouw en Landgebruik. PBL-publicatienummer 3704. Den Haag: PBL
- Bruggen, C. van & Geertjes, K. (2019), *Stikstofverlies uit opgeslagen mest: Stikstofverlies berekend uit het verschil in verhouding tussen stikstof en fosfaat bij excretie en bij mestafvoer*, Den Haag (NL): Centraal Bureau voor de Statistiek.
- CBS (2015) *Trends in beweiden en opstallen van melkkoeien en het effect op emissies naar lucht,* https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2015/20/trends-in-beweiden-en-opstallen-van-melkkoeien-en-het-effect-op-emissies-naar-lucht
- CBS (2019), Fosfaatproductie dierlijke mest opnieuw lager, https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2019/07/fosfaatproductie-dierlijke-mest-opnieuw-lager.
- CPB (2020), *Scenario's economische gevolgen coronacrisis*, Den Haag: Centraal Planbureau.
- CDM (2019) *Effecten van verdunning van mest bij mestaanwending op zandgrond. Notitie van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet, 6 december 2019*
- Dijk, W. Van, J.J. Schröder, L.B. Šebek, J. Oenema, J.G. Conijn, Th. Vellinga, J. de Boer, M. de Haan & K. Verloop (2020), *Rekenregels van de KringloopWijzer 2019 Achtergronden van BEX, BEA, BEN, BEP en BEC: actualisatie van de 2018-versie,* Wageningen: Wageningen Research.
- Egmond, P. van & A. van Hinsberg (2020), *QuickScan intensivering natuurmaatregelen. Eerste inschatting van potentiële effecten,* Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- EMEP (2019), *Transboundary air pollution by main pollutants (S, N, O3) and PM in 2017*, Oslo: Norwegian Meteorological Institute.
- Gies, E., H. Kros & J.C. Voogd (2019). *Inzichten Stikstofdepositie Op Natuur: Memo*, Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Gijlswijk, R. van & M. Paalvast, *De werkingsprincipes van de snuffelbus,* Den Haag: TNO.
- Groenestein, K., N. Ogink, H. Ellen, L. Šebek, van C. Bruggen, J. Huijsmans & I. Vermeij (2019), *PAS Update Aanvullende Reservemaatregelen Landbouw*, Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- Groenestein, K., P., Bikker, C. van Bruggen, H. Ellen, J. van Harn, J. Huijsmans, N. Ogink, L. Şebek & I. Vermeij (2017), *PAS Aanvullende reservemaatregelen Landbouw: uitwerking van een Quick scan*, Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- Hekkenberg, M. & R. Koelemeijer (2018), *Analyse van het voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Hoogerbrugge, R., G.P. Geilenkirchen, H.A. den Hollander, E. van der Swaluw, S. Visser, W.J. de Vries & R.J. Wichink (2019), *Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland Rapportage 2019*, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Hulskotte, J.H.J. & S.N.C. Dellaert (2020, in voorbereiding), *Mephisto 1.4. Gebruikshandleiding Machinery Emissions Prognosis Helped by Information on Sales of Technology and Oils,* Utrecht: TNO.

- IenW (2020), *Zevende overzichtsbrief dieselfraude. Brief aan de Tweede Kamer,* IENW/BSK-2020/11808, Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- Kenniscentrum InfoMil (2020), *D 1.1 diercategorie biggenopfok (gespeende biggen)*, https://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/emissiearme-stalsystemen/emissiefactoren-per/map-staltypen/1-1-diercategorie/
- Kroon, P., K.E.L. Smekens (2017), *Reservepakket PAS:* NO_x*-maatregelen in energie en industrie*, Petten: ECN.
- KWIN (2018), *Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2018-2019,* Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- 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 & J. Vonk (2019), *Methodology for Estimating Emissions from Agriculture in the Netherlands : Calculations of CH4, NH3, N2O, NOx, NMVOC, PM10, PM2.5 and* CO_2 *with the National Emission Model for Agriculture (NEMA), Update 2019*, Wageningen: The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment.
- Ligterink, N.E., R. Louman, E. Buskermolen & R. Verbeek (2018), *De inzet van bouwmachines en de bijbehorende* NO_x *en* CO_2*-emissies,* Den Haag: TNO.
- Ligterink, N.E., R.N. van Gijlswijk, G. Kadijk, R.J. Vermeulen, A.P. Indrajuana, M. Elsgeest, P. van Mensch, J.M. de Ruiter, R.P. Verbeek, J.H.J. Hulskotte, G.P. Geilenkirchn & M. Traa (2019), *Emissiefactoren wegverkeer – Actualisatie 2019,* Den Haag: TNO.
- LNV (2019), *Wijziging van de Meststoffenwet in verband met tijdelijke verhoging van het afromingspercentage bij overgang van een fosfaatrecht*, https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-35208-1.html
- Mensch, P. van, R. Verbeek & R. Louman (2018), *Handelingsperspectief voor duurzaam personenvervoer over water in 2022,* Den Haag: TNO.
- Nilsson, S.I. & P. Grenfelt (eds.) (1988), *Critical Loads for Sulphur and Nitrogen,* Kopenhagen: Nordic Council of Ministers.
- NLR (2018), *Proxies ruimtelijke verdeling NOx en PM10 luchthaven Schiphol,* Amsterdam: NLR
- PBL (2020a), *Compendium voor de Leefomgeving - Verzuring en Vermesting*, https://www.clo.nl/onderwerpen/verzuring-en-vermesting.
- PBL (2020b), *Emissieramingen Luchtverontreinigende Stoffen - Rapportage Bij de Klimaat- En Energieverkenning 2019*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PROMINENT (2018), *Standardized model and cost/benefit assessment for right-size engines and hybrid configurations,* Den Haag: TNO, EICB & STC.
- RIVM. (2019), *Emissieregistratie*, http://emissieregistratie.nl/.
- RIVM (2020a), *Notitie conversiefactoren van emissie naar depositie,* https://www.rivm.nl/stikstof.
- RIVM (2020b), https://www.rivm.nl/stikstof/vragen-en-antwoorden-over-stikstof-en-ammoniak
- RIVM (2020c), *GCN & GDN kaarten*, https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten.
- RIVM (2020d), https://www.rivm.nl/stikstof.
- RIVM (2020e), *Gemiddelde Depositie per Sector per Receptor*, https://www.aerius.nl/nl/documenten.
- Romijn, G. & G. Renes (2013), *Algemene Leidraad Voor Maatschappelijke Kosten-Batenanalyse*, Den Haag: Centraal Planbureau & Planbureau voor de Leefomgeving.
- Schoots, K. & P. Hammingh (2019), *Klimaat- En Energieverkenning 2019,* Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Schroten, A., A. Kleijn, E. den Boer, M. Blom & J. de Vries (2020, in voorbereiding), *Stimulering van walstroom. Een vergelijkende analyse van drie potentiële stimuleringsmaatregelen,* Delft: CE Delft.
- SEO (2019), *Evaluatie ISDE-KA Effecten en kosten van subsidies voor duurzame warmte*, SEO-rapport nr. 2019-45, Amsterdam: SEO.

- Sutton, M. A., O. Oenema, J.W. Erisman, A. Leip, H. van Grinsven & W. Winiwarter (2011), 'Too Much of a Good Thing', *Nature* 472: 159 – 161.
- TNO (2019), *Factsheet Emissies En Depositie van Stikstof in Nederland*, Den Haag: TNO.
- TNO (2020), *Haalbaarheidsonderzoek naar d eelektrificatie van zware mobiele werktuigen,* Den Haag; TNO, Topsector Logistiek & Spike.
- TNO & CE Delf (2020), *Factsheets stikstofmaatregelen mobiliteit,* Den Haag: TNO.
- Velthof, G.L., C. van Bruggen, E. Arets, C.M. Groenestein, J.F.M. Helming, H.H. Luesink, M.J. Schelhaas, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, & J. Vonk (2019), *Referentieraming van emissies naar de lucht uit landbouw en landgebruik tot 2030; Achtergronddocument bij de Klimaat-En Energieverkenning 2019, met ramingen van emissies van methaan, lachgas, ammoniak, stikstofoxide, fijnstof en NMVOS uit de Landbouw en kooldioxide en lachgas door landgebruik*, Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Vink, M., & A. van Hinsberg (2019), *Stikstof in Perspectief,* Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- VROM (1998), *Kosten en baten in het milieubeleid – Definities en berekeningsmethoden*, Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
- VROM (2004), *Handreiking voor monitoring en evaluatie van klimaatmaatregelen*, Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
- Welle, A.J. van der, M. Hekkenberg, G. Geilenkirchen, M. van Hout, M. Menkveld, K. Peek, A.J. Plomp, M. van Schijndel, S. van der Sluis, K.E.L. Smekens, J. van Stralen, M. Traa, C. Tigchelaar & W. Wetzels (2017), *Achtergronddocument Onzekerheden Nationale Energieverkenning 2017*, Petten: ECN.
- WUR (2015), *Proeftuin Natura 2000 Overrijssel*, Wageningen Livestock Research https://www.wur.nl/nl/project/Proeftuin-Natura-2000-Overijssel-1.htm
- ZLTO (2020), *Toekomstbestendige stallen veehouderij*, https://www.zlto.nl/toekomstbestendigestallen/varkenshouderij #Gekoeldemestpan