

Bedrijfsspecifieke doelsturing op verliezen van stikstof en broeikasgassen: doelen, middelen en borging



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

wur.nl



Bedrijfsspecifieke doelsturing op verliezen van stikstof en broeikasgassen: doelen, middelen en borging

Deze publicatie is een vervolg op

Ros, G.H., W. de Vries, R. Jongeneel, M. van Ittersum 2023. Gebieds- en bedrijfsgerichte handelingsperspectieven voor een duurzame landbouw in Nederland. Wageningen University & Research, 77p.
<https://edepot.wur.nl/630025>

Auteurs

Gerard H. Ros, Leerstoelgroep Earth Systems and Global Change
Wim de Vries, Leerstoelgroep Earth Systems and Global Change
Roel Jongeneel, Leerstoelgroep Agrarische Economie en
Plattelandsbeleid & Wageningen Social & Economic Research
Martin van Ittersum, Leerstoelgroep Plantaardige Productiesystemen

Inhoud

Samenvatting	3
1 Inleiding	6
2 Varianten van doelsturing en de relevantie van KPIs	12
3 Bedrijfsgerichte milieudoelen: vier varianten	20
4 Implementatie van doelsturing op bedrijfsniveau	34
5 Conclusies	53
Dankwoord	57
Referenties	58
Bijlage 1 Innovatiepotentieel van maatwerkmaatregelen	62
Colofon	67



Samenvatting

Middelsturing versus doelsturing: die twee termen reflecteren een actueel maatschappelijk debat over hoe om te gaan met de verduurzaming van de landbouw. Via middelsturing, momenteel gangbaar, schrijft de overheid of markt aan de landbouw voor welke maatregelen ze moeten toepassen om zo landelijk doelstellingen te bereiken met betrekking tot de kwaliteit van de leefomgeving. Via bedrijfsspecifieke doelsturing krijgen bedrijven concrete doelen opgelegd om de kwaliteit van de leefomgeving te verbeteren, maar behouden boeren de ondernemersvrijheid om deze doelen op een eigen manier te realiseren. Er zijn ook tussenvormen te bedenken, waarbij een deel van de maatregelen generiek is en een deel vrij is in te vullen om te voldoen aan de doelstelling.

Anno 2024 leven er in de praktijk veel vragen welke vorm van doelsturing het meest geëigend is, welke doelen nagestreefd moeten worden, welke kritische prestatie indicatoren (KPI) gemeten of berekend moeten worden, wat de gevolgen zijn voor de bedrijfsvoering van agrarische ondernemers en wat het benodigde beleidsinstrumentarium is in verband met borging, handhaving en vergunningverlening. In opvolging op onze eerdere publicatie "*Gebieds- en bedrijfsgerichte handelingsperspectieven voor een duurzame landbouw in Nederland*" richten we ons in deze publicatie op een aantal concrete vervolgvragen omtrent bedrijfsspecifieke doelsturing met betrekking tot de realisatie van de opgaven voor de emissies van ammoniak, methaan en lachgas naar de lucht en verliezen van stikstof (nitraat) naar het grond- en oppervlaktewater. Dit betreffen vragen omtrent: (i) de meest doelmatige vorm van doelsturing, (ii) de afleiding van bedrijfsspecifieke doelen voor de genoemde KPIs, (iii) de mogelijkheid om middels berekenen en meten bovengenoemde KPIs, en de effecten van management daarop, vast te stellen en (iv) de mogelijkheid om maatregelen om emissies te verminderen betrouwbaar te borgen op bedrijfsniveau. We benoemen daarnaast ook aspecten die betrekking hebben op het realiseren van doelen rondom droogte, kwaliteit van oppervlaktewater en bodem, agrobiodiversiteit en dierenwelzijn.

Er zijn vier basisvormen van doelsturing mogelijk, te weten stimulerende doelsturing, doelsturing op basis van geleverde prestaties, doelsturing via genormeerde doelen en doelsturing via een systeem van normeren en beprijzen. Bij elke vorm kunnen generieke middelvoorschriften gehandhaafd blijven voor *die* maatregelen

die onder alle omstandigheden een bewezen effect hebben en waarvoor weinig of geen alternatieven bestaan. Doelsturing via normeren of normeren en beprijzen is onzes inziens gewenst voor de wettelijke opgaven rond ammoniak, broeikasgassen en nitraatuitspoeling. Hierbij is een sterke regierol van de landelijke overheid gewenst. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van KPIs zoals de berekende of gemeten emissie van ammoniak en broeikasgassen naar de lucht en het stikstofbodemoverschot per bedrijf. Voor de doelen rondom droogte, kwaliteit van oppervlaktewater en bodem, agrobiodiversiteit en dierenwelzijn is doelsturing gericht op stimuleren en presteren mogelijk en gewenst. Hierbij is een sterke regierol van de provinciale overheden gewenst. Hiervoor zijn bestaande KPI-systemen inzetbaar waarbij agrarische ondernemers inzicht krijgen in hun prestatie als ook de mogelijkheden om bedrijfsgericht daarop te sturen.

Een stapsgewijze omslag naar doelsturing betekent voor overheden, markt en boeren een grote en complexe stelselwijziging die meerdere jaren in beslag zal nemen. Allereerst is het belangrijk dat er zo spoedig mogelijk toelaatbare normen per bedrijf worden vastgesteld voor het stikstofbodemoverschot en de emissies van ammoniak, methaan en lachgas waarvan duidelijk is dat daarmee de kwaliteit van natuur (in relatie tot ammoniak), klimaat (in relatie tot broeikasgassen) en waterkwaliteit (in relatie tot nitraat) wordt beschermd. Hiervoor moeten de landelijke opgaven wel worden vertaald naar doelen per bedrijf. Voor het stikstofbodemoverschot kan dit worden afgeleid op basis van grondsoort en grondwatertrap. De vertaling van landelijke emissiedoelen voor ammoniak en broeikasgassen naar bedrijfsdoelen volgt met name uit de hoeveelheid landbouwgrond en het aantal dieren in Nederland. Bij de afleiding zijn verschillende keuzes te maken waaronder meer of minder nadruk op grondgebondenheid en rekening houden met natuurlijke afvloeiing van agrarische ondernemers. We illustreren dat aan de hand van meerdere varianten. Op dit punt dient door de overheid zo spoedig mogelijk een keuze te worden gemaakt zodat elke boer weet waar hij of zij aan toe is, én er concreet gewerkt kan worden aan het halen van de bedrijfsdoelen. Wanneer het verschil tussen de actuele emissies en het bedrijfsdoel erg groot is, kan dit naast veranderingen in management en innovaties ook extensivering betekenen (bijv. minder vee per hectare).

Kritiek op de overgang van middelsturing naar bedrijfsspecifieke doelsturing, zoals bijvoorbeeld verwoord door de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) in relatie tot waterkwaliteit, betreft de complexiteit van de methodiek om een KPI te berekenen die inzicht geeft in de daadwerkelijke uitspoeling van stikstof, de onder-

bouwing van maatregelen om het doel te behalen, en de moeilijkheid en administratieve lasten van borging van maatregelen en van handhaving. Vergelijkbare vragen spelen rond een betrouwbare berekening van ammoniak- en broeikasgasemissies én de monitoring van de effecten van maatregelen. Voor de implementatie van doelsturing pleiten we dan ook voor het gebruik van een eenvoudige rekentool om de benodigde KPIs op bedrijfsniveau te berekenen, gekoppeld aan al bestaande rekeninstrumenten zoals de KringloopWijzer voor de melkveehouderij. Wel blijft het uitsluitend inrekenen van emissiereducties op basis van maatregelen moeizaam omdat dit: (i) een gedegen onderbouwing van die reducties vereist, (ii) een rekenwijze vereist om de reducties van een stapeling van maatregelen te bepalen en (iii) vraagt dat alle maatregelen geborgd moeten kunnen worden. Daarom pleiten we ervoor om de te berekenen KPIs mede te baseren op eenvoudige metingen, waaronder voor ammoniak het TAN-gehalte, de pH en de N/P verhouding in de mest, en het ureumgehalte in de melk. In combinatie met sensormetingen op een beperkt aantal bedrijven geeft dit inzicht in de ammoniakemissie uit stallen. Voor borging van de waterkwaliteit zijn N-residu metingen zinvol als aanvulling op het berekende N-bodemoverschot. Gebruik van metingen maakt ook dat borging van alle genomen maatregelen minder essentieel wordt omdat het resultaat ervan wordt aangetoond. Dergelijke eenvoudige data geven naast inzicht in de huidige emissie sturing aan mogelijke verbeterstappen richting het doel om een geborgde emissiereductie te realiseren. Naast metingen blijft gebruik van een rekentool noodzakelijk, onder andere omdat het niet haalbaar is om veldemissies te meten. Wij achten het gebruik van een rekentool juridisch mogelijk als dit in de wet wordt voorgeschreven. Het nieuwe wettelijke stelsel van de Omgevingswet voorziet het bestuur van een flink aantal bevoegdheden en instrumenten voor beleid op milieu- en natuurdoelen waarbij er gestuurd kan worden op doelbereik via emissienormen op stalniveau (emissienorm per dier), een koepelnorm op bedrijfsniveau (emissienorm per hectare) en evenwicht op gebiedsniveau (met emissienormen per dier en hectare). Er zijn strategische keuzes nodig rondom het doelbereik (wat kan waar wel en wat kan waar niet), de fasering ervan (hoeveel jaren tot aan doelbereik), het vergunningsstelsel voor activiteiten, de plaats van innovaties binnen de context van vergunningsverlening, en de inzet van publiek of private controle en handhaving om daadwerkelijk de vereiste doelen voor het stikstofoverschot en emissies voor ammoniak en broeikasgassen te realiseren.

1 Inleiding

Wetenschappelijke voorstellen voor doelsturing

De landbouw staat voor grote en complexe milieukundige opgaven. Opgaven die samenhangen met de kwaliteit van bodem, water en atmosfeer. De complexiteit ervan is uitdagend en vraagt vanwege de maatschappelijke urgentie om concrete oplossingen. Dit kan enerzijds door het voorschrijven van middelen (middelsturing) en anderzijds door het vaststellen van op doelen voor een aantal kritische prestatie indicatoren (KPIs; doelsturing) om daarmee integraal te sturen op doelen voor natuur, waterkwaliteit en klimaat (Ros et al., 2023a,b; Van Doorn et al., 2021; Reijs & van Doorn, 2023). Doelsturing wordt hierbij gedefinieerd als een beleidsbenadering waarbij de overheid (en markt) stuurt op de doelen die ze wil bereiken of bevorderen, en waarbij ze er bewust van afziet om middelen voor te schrijven waarvan ze denkt dat die nodig zijn om de doelen te kunnen realiseren (Jongeneel,



2024). Doelsturing veronderstelt daarmee een doel-oriëntatie van het beleid. Bij doelsturing wordt rekening gehouden met de grote variatie tussen bedrijven in structuur en milieuprestaties en is sprake van maatwerk om tot een geborgde verlaging van de impact van landbouw op het milieu te komen.

In 2023 hebben Ros, de Vries, Jongeneel en van Ittersum een visiestuk geschreven waarin ze met concrete voorstellen komen om de opgaven in het landelijk gebied aan te pakken door middel van doelsturing op basis van normen voor een aantal zogenaamde KPI's, te weten het stikstofoverschot en emissies voor ammoniak en broeikasgassen. Dit omdat i) de huidige middelsturing onvoldoende in staat is om de beoogde emissiereducties te realiseren, ii) de daadwerkelijke milieukundige impact van middelsturing staat en valt met de motivatie van boeren om de middelen ook op de juiste manier in te zetten, en er iii) veel potentie in de sector aanwezig is om de benodigde doelen te realiseren maar prikkels om dat te doen op dit moment ontbreken.

We onderbouwen in ons eerdere rapport dat er potentie is voor een landelijk systeem van emissierechten voor ammoniak en broeikasgassen, waarbij landelijke doelen hiervoor (voor de periode 2030 tot 2050) worden vertaald naar toelaatbare emissies per landbouwbedrijf. De boer heeft daarbij zelf de keuze om te bepalen hoe hij of zij aan de doelen voldoet. Door deze toelaatbare emissies als productierecht toe te kennen aan de bedrijven en in een aanpassingstraject te werken aan emissiereductie tot de (lagere) toelaatbare emissies zijn bereikt, gaan de emissies in heel Nederland gegarandeerd omlaag. Door daarnaast te sturen op een verlaging van het stikstof-bodemoverschot en de inzet van maatwerkmaatregelen kunnen agrarische bedrijven bijdragen aan verbetering van grond- en oppervlaktewater. De kern van de visie van Ros et al. (2023a) ligt in concrete doelsturing, waarbij milieudoelen per bedrijf zijn afgeleid van landelijke doelen, en waarbij de boer bepaalt *hoe* de doelen worden gerealiseerd. Door de emissierechten tussen bedrijven verhandelbaar te maken ontstaat nog extra ruimte voor ondernemershandelen en flexibiliteit met betrekking tot bedrijfsdynamiek (groei en krimp). Daardoor stimuleert deze aanpak het ondernemerschap van boeren evenals innovaties om emissies te beperken. Alleen bij goede prestaties en bewezen impact van deze vorm van doelsturing kan dan (een deel van) de huidige middelsturing worden vervangen.

De voordelen en uitdagingen van doelsturing ten opzichte van middelsturing

In de landbouwsector is er anno 2024 een vrij brede wens om middelvoorschriften

rond ammoniak, broeikasgassen en uitspoeling te vervangen door doelvoorschriften (IPO, 2024; Ros et al., 2024). Doelsturing wordt gezien als een middel om recht te doen aan de roep om meer ondernemersvrijheid van boeren, om in hun bedrijfsvoering de relevante maatregelen te nemen om daarmee de milieu-impact van de landbouw te verminderen en opgaves voor het landelijk gebied te realiseren. Daarmee wordt het vakmanschap van de boer meer centraal gesteld dan bij het voldoen aan specifieke middelvoorschriften die de overheden opstellen. Daarbij is doelsturing een belangrijke beoogde manier om geborgde doelen te bereiken van o.a. ammoniak, broeikasgassen en nitraat ten behoeve van natuur, water en klimaat: *"Daarvoor worden voor natuur, waterkwaliteit, klimaat en luchtverontreiniging waar mogelijk bedrijfsspecifieke emissiedoelen geformuleerd. Er wordt zo snel mogelijk, juridisch houdbaar, een 'afrekenbare stoffenbalans' ontwikkeld zodat boeren weten waar ze aan toe zijn, zelf kunnen sturen op doelen en deze integraal gehaald worden. Om snelheid te maken wordt begonnen met onderdelen die snel uitvoerbaar zijn waarbij doelen, indien nodig, gebieds- en bedrijfsspecifiek zijn (Hoofdlijnenakkoord 2024 – 2028)"*.

Een *middelvoorschrift* definiëren we hier als de *verplichting* om een vooraf gekozen maatregel (een gespecificeerde techniek of methode) toe te passen om een activiteit vergund te krijgen dan wel te mogen uitvoeren. Het voordeel van middelvoorschriften is dat deze veelal relatief makkelijk controleerbaar en handhaafbaar zijn. Onder *doelvoorschriften* verstaan we de verplichting tot realisering van een doel of een van dat doel afgeleide norm, waarbij er keuzevrijheid is hoe dit wordt behaald (Remkes, 2022). Een voordeel van doelvoorschriften is dat een doel op een effectievere manier bereikt kan worden door de aanpak over te laten aan de ondernemer die bij de keuzes van maatregelen in kan spelen op de omstandigheden op en buiten zijn bedrijf en daarbij zijn vakmanschap in kan zetten om gericht te sturen op beoogde doelen. Middelvoorschriften blijken in de praktijk regelmatig onlogisch te zijn omdat ze te generiek zijn geformuleerd en daarmee de inpasbaarheid op bedrijven inperken en weinig ruimte open laten voor het inspelen op veranderende (weers)omstandigheden en bedrijfsspecifieke condities. Die knelpunten zijn bij middelvoorschriften moeilijk weg te werken door verfijning en doelsturing biedt meer vrijheden om maatwerk mogelijk te maken in het realiseren van doelen. Vanuit de landbouwkundige en economische literatuur bestaat brede consensus dat doelsturing een effectief instrumentarium kan zijn om beleidsdoelen te realiseren (zie de uitwerking door Jongeneel, 2024). Daarbij is het wel van belang dat die doelvoorschriften meetbaar, en vanuit beleidsperspectief handhaafbaar en zo nodig individueel afrekenbaar zijn. Doelsturing veronderstelt daarmee ook dat er maatre-

gelen beschikbaar zijn om het doel te realiseren, en heeft gevolgen voor monitoring en handhaving.

Sinds 2023 onderzoekt de rijksoverheid daarom diverse mogelijkheden om in de landbouw, en speciaal voor de dossiers rond stikstof, mest en broeikasgassen in de veehouderij, de regelgeving meer in te richten op het realiseren van doelen, in plaats van het voorschrijven van middelen om die doelen te bereiken. Een eerdere studie van Nieuwenhuizen et al. (2024) introduceert daarbij drie vormen van doelsturing, te weten doelsturing gericht op inzicht geven en leren (lichte doelsturing), doelsturing gericht op het belonen op basis van gerealiseerde impact (middelzware doelsturing) en doelsturing gericht op het afrekenen dan wel belonen op basis van normen (zware doelsturing). Voor elk van deze drie vormen zijn vervolgens KPI's inzetbaar om de bijdragen aan de realisatie van doelen inzichtelijk te maken.

Er is in Nederland veel discussie in welke mate de landelijke en Europese wetgeving en jurisprudentie het mogelijk maakt om de huidige middelsturing vanuit de Nitraatrichtlijn (en daaruit voortvloeiende mestwetgeving), zoals een verplicht aandeel rustgewassen in een bouwplan, een vanggewas na de hoofdteelt op alle zand- en löss-percelen, een brede teeltvrije zone bij respectievelijk ecologisch kwetsbare en overige waterlopen en wijziging in de start van het bemestingsseizoen, aan te passen richting concrete doelsturing per bedrijf (CDM,2022, 2024). Een soortgelijke discussie wordt gevoerd rond de implementatie van doelsturing in relatie tot emissies van ammoniak en broeikasgassen (Vellinga & de Haan, 2022; Nieuwenhuizen et al., 2024). Critici, dan wel tegenstanders van doelsturing benadrukken de potentiële conflicten met bestaande regelgeving (en nemen aan dat doelsturing vraagt om volledige afschaffing van middelsturing), de complexe implementatie in wet- en regelgeving als ook de moeilijkheden en benodigde aanpassingen van controle en handhaving en de mogelijkheid van toenemende fraudedruk (CDM,2022, 2024). Voorstanders benoemen dat bedrijfsspecifieke doelen vaak effectiever zijn dan ingezette middelen en dat ze niet noodzakelijkerwijs conflicteren met bestaande wetgeving (zie de argumentatie door Jongeneel, 2024). Zo is het beleid voor verdergaande reductie van ammoniakemissies anno december 2024 beperkt tot een 'Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties met piekbelasting' (Ibv-plusregeling) die zeker niet tot de gewenste reductie in ammoniakemissie gaat leiden (De Vries en Ros, 2023). Wel is het relevant te benadrukken dat bij doelsturing het landelijke doel niet verandert en dat het ook niet noodzakelijkerwijs eenvoudiger te realiseren is. Naast veestapelreductie worden echter ook andere mogelijkheden tot reductie benut, waaronder verbeterd manage-

ment en innovaties. In combinatie met een rechtenstelsel voor ammoniak is dit naar verachting effectiever dan een uitkoopregeling. De introductie van het fosfaatrechtstelsel in 2018 in Nederland heeft laten zien dat ook zware vormen van doelsturing binnen enkele jaren geïntroduceerd en geïmplementeerd kunnen worden. Zowel voor- als tegenstanders erkennen dat de introductie van doelsturing een fundamentele omslag in de systematiek van de regelgeving vereist, waarbij nog belangrijke onbeantwoorde vragen liggen rond de effectiviteit, handhaafbaarheid en juridische houdbaarheid. Als met doelsturing wordt beoogd om middelenvoorschriften te vervangen, moet het instrumentarium de goedkeuring van de rechter / Raad van State hebben. Als doelsturing alleen aanvullend is op de huidige middelenvoorschriften kan ook minder nauwkeurige monitoring of berekening in aanmerking komen.

Doel en inhoud van deze publicatie

In deze publicatie richten we ons op een aantal concrete vervolgvragen rondom de realisatie van de opgaven voor de emissies van ammoniak, methaan en lachgas naar de lucht en verliezen van nutriënten naar het grond- en oppervlaktewater. Om via doelsturing te werken aan deze opgaven zijn bedrijfsspecifieke indicatoren en doelstellingen nodig, en we bespreken hoe dat concreet vorm kan krijgen. Hiervoor focussen we ons op drie KPI's, namelijk de emissie van ammoniak, de emissie van broeikasgassen (methaan en lachgas), en het stikstofbodemschot, waarbij met name de landelijke overheid een belangrijke regierol heeft. Met deze inperking geven we niet aan dat andere KPI's voor landbouwkundige en milieukundige doelen niet relevant zijn. Bij de daadwerkelijke implementatie van doelsturing is het relevant om een koppeling te maken met andere KPI's, zoals de organische stofbalans (als onderdeel van certificering Stichting Milieu Keur), het bedrijfsbodempwaterplan voor kwaliteit oppervlaktewater, de Open Bodemindex voor de bodemkwaliteit, de Biodiversiteitsmonitor voor biodiversiteit, en watergebruik voor gewassen en gewasdiversiteit (zie Reijs & van Doorn, 2023). Hierbij kunnen lichtere vormen van doelsturing een rol spelen waarbij prestatiebeloningen, certificering en de leerfunctie een rol spelen om opgaven binnen een tijdsbestek van 10 á 20 jaar te realiseren. Veel van deze KPI's zijn of worden verwerkt in beleidsinstrumenten op provinciaal niveau of via marktinitiatieven. Bij het sturen op de drie KPI's voor ammoniak, broeikasgassen en het stikstofoverschot wordt indirect ook een positieve bijdrage geleverd aan veel andere hierboven genoemde KPI's. Bij de daadwerkelijke implementatie van maatregelen om deze doelen te bereiken liggen er veel kansen om de synergie met deze andere omgevingsdoelen te versterken.

Om doelsturing in te voeren moet een aantal zaken helder zijn. Allereerst moet duidelijk zijn welk systeem van doelsturing gewenst en nodig is om de landelijke doelen voor ammoniak, broeikasgassen en nitraatuitspoeling te realiseren. Deze vraag wordt beantwoord in hoofdstuk 2. Daarna is het belangrijk om heldere en concrete doelen op bedrijfsniveau te definiëren, waarbij rechtvaardigheid en realiseerbaarheid belangrijke randvoorwaarden zijn. We verkennen en evalueren daarbij in hoofdstuk 3 verschillende varianten om bindende landelijke doelen te vertalen naar bedrijfsspecifieke normen. Daarbij gaan we ook in op de zwaarte van de opgave en in een daarbij behorende bijlage verkennen we in welke mate deze doelstellingen realiseerbaar zijn via innovaties in de landbouwsector. In hoofdstuk 4 gaan we in op het noodzakelijke instrumentarium van meten en berekenen om op een geborgde manier de beoogde reductie in emissies te realiseren, en beschrijven aanwezige knelpunten en bottlenecks. Als laatste vatten we onze inzichten samen via een aantal puntsgewijze conclusies (hoofdstuk 5).



2 Varianten van doelsturing en de relevantie van KPIs

Varianten van doelsturing

Er bestaan verschillende vormen van doelsturing die variëren in doelrealisatie (Jongeneel, 2024). Deze doelrealisatie of doeloriëntatie in beleid kan vorm krijgen via vier basistypen van sturing, namelijk een stimulerende doelsturing (S-sturing), doelsturing op basis van geleverde prestaties (P-sturing), doelsturing via genormeerde doelen (N-sturing) en doelsturing via een combinatie van normeren en beprijzen (NP-sturing, zie Tabel 1). Van deze vier vormen wordt de verbinding met het doel van S- naar NP-sturing steeds intensiever en dwingender. Bij S- en P-sturing is er een prikkel voor de deelnemer om in de richting van het doel te bewegen. Bij normeren (N) al dan niet in combinatie met beprijzen (N&P-sturing) wordt het doel (het niet overschrijden van de milieugebruiksruimte) in principe volledig gerealiseerd.

Voor zowel N en N&P-sturing is het doel dwingend: zonder te kunnen beschikken over de benodigde rechten hebben producenten geen *'licence to produce'*. N&P-sturing maakt gebruik van het economisch proces voor de allocatie van emissierechten en verschuivingen daarin. Daarmee honoreert deze aanpak zaken als arbeidspecialisatie, samenwerking, het concurrentieproces en ondernemerschap. Het is niet zozeer de overheid die zich hiermee gaat bemoeien of aan het stuur van bedrijfsvoering gaat zitten. De belangrijkste rol van de overheid is dat ze de kaders neerzet, waarbij de rest aan de markt en de verantwoordelijkheden van ondernemers wordt overgelaten.

Tabel 1. Schematisch overzicht van vier ideaaltypen van doelsturing (Jongeneel, 2024).

Doel-oriëntatie	Korte omschrijving	Doel-relatie	Illustratie van toepassing
Doel-gerelateerde stimulering (S-sturing)	Het gaat hierbij om het bevorderen van maatregelen richting het gewenste doel. Vaak is daarbij een vereiste dat de ondernemer er vrijwillig voor kan kiezen om betaald te krijgen voor bepaalde inspanningen	Stimulering richting het doel	Agrarisch Natuur- en landschapsbeheer (ANLb), de Open Bodem index (OBI)
Prestatie-sturing (P-sturing)	De ondernemer krijgt een beloning voor activiteiten, waarvan wordt gemeten of en hoe ze bijdragen aan de realisatie van bepaalde doelen (bijv. via eco-punten). Soms is er naast prestatiemeting ook sprake van (minimale) drempelwaarden die moeten worden behaald.	Gerichte (meetbare) bevordering/verbetering in de richting van het doel	Eco-regeling, het BedrijfsBodemWaterPlan (BBWP) voor beregenings-vergunning, de Brabantse BiodiversiteitsMonitor (BBM)
Normerende sturing (N-sturing)	Het doel wordt vertaald in een norm, die vervolgens dwingend wordt opgelegd. De ondernemer moet de norm realiseren en krijgt de vrijheid hoe dit te doen. Zijn gedrag is afrekenbaar: op het niet halen van de norm staat een financiële of niet-financiële sanctie	Doel-realisatie	Afrekenbare stoffenbalans, MINAS
Normeren en beprijsen-sturing (N&P-sturing)	De milieugebruiksruimte met betrekking tot emissies is vastgelegd en wordt opgedeeld in verhandelbare emissierechten. Na een initiële toedeling staat het bedrijven vrij rechten te kopen, verkopen, huren of te verhuren	Doel-realisatie	Fosfaatquotering, dierrechten

In de landbouwsector zijn ook al diverse systemen van doelsturing in gebruik. Het Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer heeft diverse pakketten met maatregelen opgesteld waarbij een positief effect op de biodiversiteit en weidevogelstand wordt verwacht (S-sturing). Elk pakket heeft specifieke voorwaarden waarbij via (meetbare) indicatoren wordt gemonitord of de maatregel is genomen. Deelnemers kunnen via een collectief zich inschrijven op bepaalde pakketten, en krijgen daarbij een vergoeding voor de gemaakte onkosten. Agrarische ondernemers kunnen zelf kiezen of en via welk pakket ze een bijdrage willen leveren aan de kwaliteit van de Nederlandse natuur. Op een vergelijkbare manier stimuleert de stichting Open

Bodemindex en de daaraan gelieerde marktpartijen de uitrol van duurzaam bodembeheer door agrarische bedrijven de mogelijkheid te geven om de bodemkwaliteit te meten en te beoordelen, waarna deelnemers een rente-korting kunnen krijgen. Voor alle deelnemers is helder waaraan een bodem en een goede kwaliteit moet voldoen, en deelnemers kunnen zelf nadenken via welke maatregel ze aanwezige knelpunten willen oplossen. Een vorm van prestatiesturing (P-sturing) is te vinden bij het gebruik van de Biodiversiteitsmonitor in provincie Brabant (BBM), het BedrijfsBodemWaterPlan (BBWP) en de Ecoregeling. Agrarische ondernemers krijgen hierbij inzicht in hoe hun bedrijf kan bijdragen aan regio-specifieke doelen voor biodiversiteit en waterkwaliteit, worden gemonitord op basis van prestatie-indicatoren en krijgen vervolgens een beloning voor gerealiseerd resultaat. De beloning kan hierbij variëren van financiële vergoedingen tot beleidsruimte, bijvoorbeeld een vergunning voor beregening. Ook hier staat het ondernemers vrij de maatregelen te selecteren die het best inpasbaar zijn op hun bedrijf. Een normerende sturing wordt gebruikt in de huidige wetgeving voor stikstofbemesting waarbij voor elk bedrijf een stikstofgebruiksruimte is gedefinieerd op basis van de gewassen in het bouwplan; hoe de ondernemer deze ruimte invult en verdeelt over zijn bedrijf blijft echter een eigen verantwoordelijkheid. Door de stikstofgebruiksruimte te koppelen aan het stikstofoverschot dan wel aanwezige emissies naar de lucht, kan per bedrijf een norm (lees: doel) worden gedefinieerd waarmee de kwaliteit van de leefomgeving wordt gewaarborgd. De manier waarop ondernemers dit overschot of een gewenste emissie realiseren staat hierbij open. De fosfaatquotering met verhandelbare quota is een vorm van normeren en beprijzen waarbij normen bestaan voor de hoeveelheid fosfaat die mag worden geproduceerd en worden toegediend.

Gewenste systeem van doelsturing

De landbouw staat voor de opgave om de kwaliteit van de leefomgeving te verbeteren én zorg te dragen voor de productie van voldoende en gezond voedsel. Dit zijn ambitieuze doelen die alleen haalbaar zijn als ze op een eerlijke en heldere manier vertaald worden naar doelen voor elk bedrijf (Ros et al., 2023a,b). Vanuit het landelijk gebied zijn er opgaven voor natuurkwaliteit (gerelateerd aan de emissie van ammoniak), klimaat (gerelateerd aan de emissie van methaan en lachgas), waterkwaliteit (gerelateerd aan de uitspoeling van nitraat naar grondwater en emissie van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater), waterkwantiteit (in relatie tot droogte), bodemkwaliteit, en biodiversiteit (LNV, 2024). Vanwege de grote diversiteit in oorzaken en actoren, de juridische inbedding binnen wetgeving, en de concreetheid van opgaven in relatie tot de bijdrage vanuit de landbouw, is het onzes inziens noodzakelijk om te werken met verschillende vormen van doelsturing. Een

integrale aanpak is hierbij essentieel, waarbij ondersteunende beleidsinstrumenten rekening moeten houden met eventuele afwenteling tussen de verschillende opgaven en bijbehorende inzet van maatregelen.

Vanwege de wettelijke urgentie, de grootte van de opgaven én de directe koppeling met agrarische bedrijfsvoering stellen we voor om te werken met een systeem van normeren en beprijzen in relatie tot de beoogde emissiereducties voor ammoniak en broeikasgassen en het normeren van de nitraatuitspoeling (Tabel 2). Via deze route wordt er zorg gedragen voor een integrale aanpak van stikstof en koolstof op het agrarische bedrijf, waarbij er positieve bijeffecten zijn te realiseren met aanpalende provinciale of regionale programma's die sturen op de andere KPIs. Omdat de realisatie van de beoogde opgaven in praktijk niet mogelijk is binnen een aantal jaren, er nog grote onzekerheden zijn rondom de juridische borging van emissiereducties, en het belangrijk is om met elkaar een motiverende beweging tot doelrealisatie op gang te brengen, kan volgens ons in de eerste jaren gewerkt worden met een gefaseerde implementatie van doelsturing. Hierbij wordt gestart met een doelsturingssysteem dat gradueel overgaat van S- of P-sturing in de eerste jaren naar een systeem van N- of N&P-sturing in de vervolgfase tot aan de periode waarin het doel moet zijn gehaald. Het is wel belangrijk om vanaf de start al duidelijkheid te geven over de uiteindelijk noodzakelijk te realiseren doelen ten aanzien van emissiereductie.

Voor het monitoren en belonen van bedrijfsprestaties zijn vier KPI's beschikbaar: de berekende emissie van ammoniak, methaan en lachgas en het stikstofbodemoverschot als proxy voor de nitraatuitspoeling. Deze vier KPIs zijn inzetbaar om te zorgen voor een geborgde trend om emissies te verlagen en bij te dragen aan de eerder genoemde doelen.

Tabel 2. De te realiseren doelen voor het Nederlandse voedselsysteem en het gewenste systeem van doelsturing om deze doelen te realiseren. Deze studie richt zich op de eerste drie doelen.

Beoogde doelen	Gewenste doelsturing	Argumentatie
Natuur en stikstof	N of N&P	Generiek probleem dat alle bedrijven aangaat, er zijn wettelijke doelen bekend, vertaalslag naar bedrijfsniveau is mogelijk, en gewenste reductie is op veel bedrijven dermate groot dat het niet alleen met vakmanschap is te realiseren. De grootte van de opgave en de wettelijke context vereisen een normatieve sturing om zeker te zijn dat de gewenste ammoniakreductie wordt gerealiseerd.
Klimaat	N of N&P	Generiek probleem dat alle bedrijven aangaat, vertaalslag naar bedrijfsniveau is mogelijk, en gewenste reductie is op veel bedrijven dermate groot dat het niet alleen met vakmanschap is te realiseren. Er zijn nog geen wettelijke doelen bekend.
Grondwater	N	Er zijn wettelijke doelen bekend en sturing op het N-bodemoverschot is effectief om doelen te realiseren: er is een directe relatie tussen wat een boer op zijn land doet en de te halen nitraatnorm.
Oppervlaktewater	S en/of P	Bedrijven zijn individueel niet aanspreekbaar en verantwoordelijk voor de biologische kwaliteit van het oppervlaktewater, en KPIs ontbreken om een bedrijfsspecifieke en kwantitatieve relatie te leggen tussen het ecologische KRW-doel (van een watersysteem) en de bijdrage van elk bedrijf, terwijl er wel een instrumentarium bestaat om een positieve bijdrage van elk bedrijf in beeld te brengen. Dit biedt perspectief voor een stimulerende of prestatiesturing om waterkwaliteit te verbeteren.
Waterkwantiteit	S en/of P	Regionale overheden zijn verantwoordelijk voor het waterbeheer, waarbij elk bedrijf wel positief kan bijdragen. Gebiedsdoelen overstijgen het individuele belang en vragen ook om regionale besluiten.
Bodemkwaliteit	S en/of P	Er zijn geen wettelijk doelen of normen gedefinieerd voor bodemkwaliteit. Gewenste opgaven kunnen daarnaast gerealiseerd worden via bestaande instrumenten zoals Open Bodem index (OBI) en Bodemindicatoren voor Landbouwgronden in Nederland (BLN). Tegelijkertijd wordt dit al opgepakt door de markt.

Vanwege de complexiteit van het oppervlaktewatersysteem en het feit dat overheden verantwoordelijk zijn voor het definiëren én realiseren van een goede waterkwaliteit (en dus niet de individuele boer), lijkt het ons aan te bevelen om de ecologische doelen van de KRW in te vullen via een systeem van S- en P-sturing. Hiermee is het mogelijk om de waterkwaliteit te verbeteren zodra ook duidelijk is

wat er per watersysteem nodig is en hoe dat kan worden vertaald in maatwerk per bedrijf. De afgelopen jaren is hiervoor een rekenmethodiek ontwikkeld om per bedrijf en perceel in beeld te brengen hoe een individuele boer kan bijdragen aan verbetering van de waterkwaliteit (Ros et al., 2020; Groenendijk et al., 2021). Een vergelijkbare redenering geldt voor het vaststellen en realiseren van minimale slootwater- en grondwaterpeilen met het oog op droogtebestrijding en klimaatmitigatie. Het boerenbedrijf is hiervoor niet het juiste aanspreekpunt, omdat de verantwoordelijkheid voor de realisatie van deze doelen het niveau van een bedrijf overstijgt en vorm krijgt via de waterschappen. Omdat elk bedrijf wel een positieve bijdrage kan leveren aan het reguleren van waterkwantiteit en -kwaliteit via bodem-, gewas- en waterbeheer, is hier een systeem van S- en P-sturing mogelijk.

Omdat doelen voor bodemkwaliteit voorsnog niet helder zijn gedefinieerd én er geen wettelijke normen zijn, lijkt het ons verstandig om ook voor bodemkwaliteit te werken met een systeem van S- of P-sturing, en daarbij gebruik te maken van initiatieven als de Open Bodemindex en het systeem van de Bodemindicatorenset Landbouwgronden Nederland (Ros et al., 2022; 2023c).

Inzet van KPIs binnen doelsturing

Zoals eerder benoemd is het gebruik van kritische prestatie-indicatoren, berekend dan wel gemeten of afgeleid van doelen dan wel van middelen, cruciaal voor elk systeem van doelsturing. De vereisten van meten en berekenen variëren daarbij per systeem van doelsturing (zie Tabel 3). Hoewel de verschillende varianten van doelsturing principieel verschillen, is het wel mogelijk om ze in combinatie met elkaar in te zetten, en is er theoretisch ook een verschuiving mogelijk over de tijd. Zoals eerder aangegeven is het gegeven de vele vragen en leermomenten rondom doelsturing wenselijk om het systeem van doelsturing gradueel te wijzigen van S- of P-sturing naar een systeem van N of N&P-sturing. De S- of P-sturing wordt dan gebruikt om leerervaring op te doen voor de ondernemers en inregelingsissues op te lossen voor beleidsmakers. Zodra gekozen wordt voor een gefaseerde overgang is het heel belangrijk dat beide systemen van meet af aan al op elkaar zijn afgestemd. Bij afstemming kan dan worden gedacht aan de helderheid over het (uiteindelijk) dwingend te behalen doel, eventueel gehanteerde rekentools, de erkenning van de bijdragen van maatregelen die ondernemers kunnen nemen om de doelen dichterbij te brengen en dergelijke.

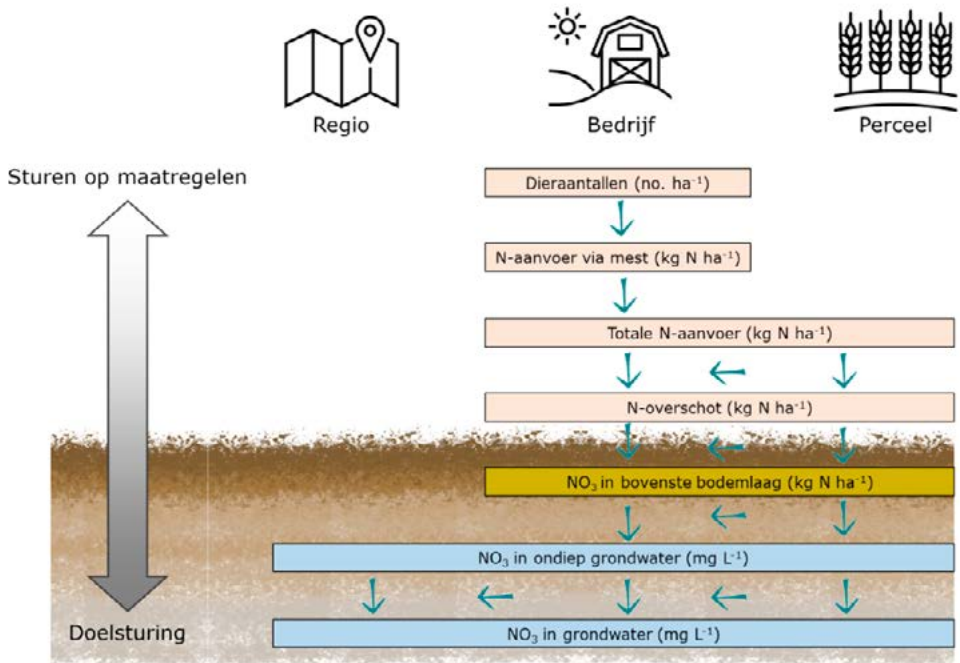
Tabel 3. Impact van type doelsturing op monitoren, meten én berekenen van doelen waarbij doelsturing op bedrijfsniveau plaatsvindt (bewerkt van Jongeneel, 2024).

Criterium	Beoogde doelen	
	Natuur en stikstof, klimaat en grondwaterkwaliteit	Kwaliteit oppervlaktewater en bodem en waterkwantiteit
Systeem van doelsturing	Normeren en beprijzen	Doel- en prestatiesturing
Meetbaarheid doel	Niet noodzakelijk, wel wenselijk, waarbij doelen worden vertaald richting afgeleide KPIs (emissie i.p.v. depositie, of N-overschot voor nitraatconcentraties grondwater)	Niet noodzakelijk (S) maar vaak gebruikelijk via maatregelen of afgeleide KPIs gerelateerd aan het doel (P)
Monitoring doel of norm	Noodzakelijk op bedrijfsniveau (voor KPIs) en op regionaal niveau (voor einddoelen omgevingskwaliteit) door overheden. Dit laatste kan via de bestaande landelijke meetnetten.	Niet noodzakelijk op bedrijfsniveau, maar gewenst op gebiedsniveau. Dit laatste kan via de bestaande landelijke meetnetten.
Bepalingsmethode doel of norm	Via berekende of gemeten KPIs op bedrijfsniveau	Via maatregelen of berekende of gemeten KPIs op bedrijfsniveau
Bepaling streef- of drempelwaarden	Noodzakelijk op bedrijfsniveau (voor KPIs)	Niet noodzakelijk (S) maar vaak gebruikelijk via maatregelen of afgeleide of indirecte KPIs gerelateerd aan het doel (P)
Meetbaarheid bijdrage middelen aan het doel	Noodzakelijk op bedrijfsniveau, waarbij "meetbaarheid" kan worden berekend en gemeten.	Wenselijk
Monitoring maatregelen	Noodzakelijk voor berekening bijdrage aan doel of norm	Belangrijk
Investeringskosten systeem van doelsturing	Hoog	Laag, omdat gebruik kan worden gemaakt van bestaande tools en instrumenten

Meetbaarheid van het doel is geen harde eis bij S-sturing omdat het daarbij gaat om verbetering in de richting van een beter doelbereik en er niet wordt afgerekend op de directe realisatie van het doel of op het bereiken van een bepaalde streefwaarde. Bij P-sturing is dit anders omdat daar de prestatie wordt beoordeeld (en/of beloond) waarbij helder moet zijn hoe deze prestatie bijdraagt aan het doel. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van metingen of berekeningen met modellen of via verwachte effecten gebaseerd op een kwalitatief beoordelingssysteem opgezet door experts. Bij N- en N&P-sturing is het kunnen meten van het doel zeker gewenst, maar is het, ook wanneer concrete meting maar beperkt mogelijk is, toch mogelijk

om met een rekentool een vorm van norm-gerichte sturing toe te passen via de eerder genoemde KPIs (voor een verdere uitwerking zie hoofdstuk 4).

Belangrijke randvoorwaarde is daarbij wel dat de KPI een goede proxy is van het doel dat men wil bereiken. Wanneer bijvoorbeeld de NO_3 concentratie in het grondwater verlaagd moet worden tot aan een norm, dan kan hiervoor een maximaal toegestaan stikstofoverschot per hectare als KPI gebruikt worden. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld een middel zoals een verplichte maximale veedichtheid per hectare (Figuur 1). Het monitoren van (regionale) doelen kan daarbij gebeuren via landelijke meetnetten (zoals het LMM, MNSLO) terwijl het monitoren van de KPIs moet gebeuren op bedrijfsniveau.



Figuur 1. Indicatoren voor sturing op het realiseren van de doelstellingen voor een nitraatgehalte in ondiep grondwater op regio-niveau, bedrijfsniveau en perceelsniveau (Bron: CDM, 2022).

3 Bedrijfsgerichte milieudoelen: vier varianten

Landelijke en provinciale doelen

Bedrijfsgerichte milieudoelen moeten worden afgeleid van bekende landelijke doelstellingen voor ammoniak- en broeikasgasemissie en waterkwaliteit. Indirect spelen bij deze landelijke doelstellingen politieke en maatschappelijke keuzes rondom een lange-termijn visie op de landbouw in Nederland een rol (Ros et al., 2023a,b). Dit omvat keuzes rondom de gewenste bijdrage van de Nederlandse landbouw aan de wereldvoedselvoorziening, de functie van de veehouderij in Nederland en de mate waarin we de afgesproken doelen voor klimaat ook buiten Nederland willen realiseren. Om landelijke doelstellingen te realiseren met behoud van de huidige agrarische productiefunctie moet de emissie van ammoniak en broeikasgassen en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfaat op bedrijven omlaag.



De mate waarin verschilt echter want er zijn grote verschillen in emissies tussen provincies (Gies et al., 2023), tussen landbouwsectoren (Van Bruggen et al., 2024) en tussen individuele bedrijven (Silva et al., 2021; Van Loon et al., 2024; Ravensbergen et al., 2024; Agrimatie, 2024). Voor een deel zijn deze verschillen afhankelijk van regionale of lokale gebiedskenmerken en voor een deel hangen deze verschillen samen met het type bedrijf en het vakmanschap van de agrarische ondernemer.

De beoogde toelaatbare emissies van ammoniak en broeikasgassen naar de lucht, zoals deze zijn uitgewerkt door Ros et al. (2023a), worden weergegeven in Tabel 4. Voor de uitspoeling van nitraat naar het grondwater geldt dat de concentratie van nitraat lager moet zijn dan 50 mg nitraat per liter en dat deze niet mag stijgen. Toelaatbare emissies zijn zo gedefinieerd dat daarmee de landelijke doelen voor bodem, grondwater, natuur en klimaat worden gerealiseerd. De toelaatbare ammoniakemissie is berekend door de landelijke NH_3 emissie in 2018 te reduceren met 50% (~49 kton NH_3) om daarmee ervoor te zorgen dat de depositie op 74% van de natuurgebieden onder de kritische depositiewaarde terecht komt, het juridisch bindend doel voor Nederland zoals dat in de wet is opgenomen (De Vries et al., 2020). De daarvoor benodigde halvering van emissie is naar rato van de emissies in 2018 toegekend aan de grondgebonden en niet-grondgebonden sectoren. De toelaatbare NH_3 -emissie op basis van deze aanpak is 21,5 kg $\text{NH}_3 \text{ ha}^{-1}$ voor grasland en mais en 16,6 kg $\text{NH}_3 \text{ ha}^{-1}$ voor bouwland. De berekende toelaatbare emissie voor de niet-grondgebonden landbouw varieert van 0,05 kg NH_3 per dier voor pluimvee tot 1,16 kg NH_3 per dier voor vleeskalveren. Deze toelaatbare emissies per provincie zijn berekend door de toelaatbare emissies per hectare of dier te vermenigvuldigen met landbouwarealen per provincie voor grondgebonden landbouw en met dieren aantallen per provincie voor niet-grondgebonden landbouw.

Voor broeikasgassen is eenzelfde methodiek gebruikt, uitgaande van de landelijke en Europese ambitie om de emissie van N_2O en CH_4 te reduceren met 50% (de norm voor 2050). De doelen voor nitraat zijn geformuleerd in overeenstemming met de Nitraatrichtlijn. Het hoofddoel van deze richtlijn is dat nitraatuitspoeling wordt verminderd en verdere verontreiniging wordt voorkomen (EC, 2000), wat concreet betekent dat er maatregelen moeten worden genomen als de nitraatconcentratie in het uitspoelingswater uit de wortelzone van de bodem hoger is dan 50 mg L^{-1} . Anno 2020 is de gemiddelde concentratie in twee provincies hoger dan deze nitraatnorm, al varieert het aantal percelen met een concentratie hoger dan deze norm van 2 tot 76% binnen de verschillende provincies (Gies et al., 2023). Voor de uitspoeling van

nitraat is het daarmee gewenst dat alle percelen een nitraatconcentratie hebben lager dan de norm. In de huidige praktijk wordt uitgegaan van een gemiddelde nitraatconcentratie per grondwaterlichaam, waardoor de nitraatuitspoeling onder teelten met een hoog uitspoelingsrisico voor een deel gecompenseerd kan worden met teelten waarbij weinig nitraat uitspoelt.

Tabel 4. Huidige emissies (2018) en toelaatbare emissies (2030-2050) van NH₃ (kton), en CH₄ en N₂O (kton CO₂-eq), en het percentage percelen in 2020 waarbij de nitraatconcentratie hoger is dan 50 mg NO₃ L⁻¹ (Gies et al., 2023)¹. Toelaatbare normen berekend via de bottom-up methode van Ros et al. (2023a). Ter vergelijking ook de toelaatbare emissies zoals opgenomen in dan wel afgeleid van de doelen in het NPLG (LNV, 2024).

Provincie	Huidige emissies van NH ₃ , CH ₄ en N ₂ O (kton), en het percentage percelen dat de norm voor NO ₃ overschrijdt (%)			Toelaatbare emissies 2030-2050 via bottom-up aanpak (kton)		Toelaatbare emissies NPLG (kton)	
	NH ₃	CH ₄ en N ₂ O	NO ₃	NH ₃	CH ₄ en N ₂ O	NH ₃	CH ₄ en N ₂ O
Groningen	5,8	1.200	19	3,5	900	4,4	900
Friesland	13,7	2.604	7,5	5,2	1.243	9,1	1.804
Drenthe	5,7	1.280	34	3,4	820	3,3	980
Overijssel	14	2.720	34	5,7	1084	8,3	2.020
Flevoland	1,8	433	5,2	1,8	495	1,4	333
Gelderland	17,7	3.300	21	7,1	1.254	10,4	2.600
Utrecht	5,1	838	7,5	1,7	347	2,8	538
Noord-Holland	4,4	1.064	7,8	2,6	694	2,6	764
Zuid-Holland	4,8	1.118	2,6	2,5	670	2,8	818
Zeeland	2,0	607	2,3	2,3	667	1,3	507
Noord-Brabant	16,8	3.698	48	9,4	1.325	9,6	2.898
Limburg	5,9	1.198	76	3,7	531	2,8	898
Nederland	97,6	20.061	24	48,7	10.030	58,7	15.061

De berekende opgaven per provincie wijken gedeeltelijk af van de provinciale doelen die gebruikt werden in de handreiking voor het Nationaal Programma Landelijk Gebied (LNV, 2024). De benodigde emissiereductie vanuit het NPLG was vastgesteld op 24-52% voor ammoniak (hier uitgedrukt als reductie ten opzichte van de emissie in 2018), met 23-32% voor broeikasgassen N₂O en CH₄, en voor nitraatconcentraties in het grondwater geldt eenzelfde opgave als hierboven beschreven. Recente bevindingen zoals de aanpassing van de kritische depositie waarden (KDW) voor

kwetsbare natuur, en nieuwe inzichten rondom emissiefactoren lieten echter zien dat de NPLG-opgave in werkelijkheid groter was dan begin 2024 was vastgesteld.

Omdat uit tientallen onderzoeken blijkt dat er een grote variatie bestaat tussen bedrijven in stikstofverliezen naar lucht en water en broeikasgasemissies, als ook in de effectiviteit van maatregelen (Velthof et al., 2020; Schipper et al., 2022), is het cruciaal dat bij de berekening van de huidige als ook toelaatbare emissies rekening wordt gehouden met de aanwezige bronnen (zoals mineralisatie, mest, en dieren) als ook de sturende gebiedsfactoren (zoals grondsoort, gewasrotatie, grondwaterdiepte). Dit geldt in het bijzonder voor de norm voor het stikstofbodem-overschot voor het grondwater als ook voor de selectie van geschikte maatregelen om emissies naar de lucht te verlagen. Daarom werken we hierna enkele meer specifieke varianten van bedrijfsdoelen uit.

Berekening van bedrijfsgerichte doelen

Voor een effectieve vorm van doelsturing in relatie tot de landelijke opgaven voor ammoniak, broeikasgassen en grondwaterkwaliteit is het noodzakelijk dat deze opgaven worden vertaald in doelen dan wel normen per bedrijf. Elk landbouwbedrijf krijgt hiermee een norm toebedeeld voor de maximaal toelaatbare uitstoot van ammoniak en broeikasgassen op basis van het areaal landbouwgrond dan wel het aantal dieren. Deze toelaatbare emissies per bedrijf kunnen op verschillende manieren worden berekend. Aanvullend op de eerdere uitwerking van Ros et al. (2023a) verkennen we hier een viertal varianten waarbij we in elke situatie uitgaan van een volledige realisatie van beleidsopgaven binnen de Nederlandse context. Het is aan de politiek om een keuze te maken uit deze vier of aanvullende varianten.

Het gaat hierbij primair om de afleiding van toelaatbare emissies voor ammoniak en broeikasgassen. Voor het realiseren van de doelen van de Nitraatrichtlijn maken we namelijk al gebruik van een bedrijfsspecifiek toelaatbaar stikstofbodemoverschot. Een toelaatbaar N-bodemoverschot kan worden gedefinieerd als het verschil tussen de aangevoerde stikstof (via mest, depositie en fixatie) en de afgevoerde stikstof (via het geogste gewas en ammoniakverliezen) per gewas(groep), grondsoort en grondwatertrap, waarmee wordt voorkomen dat het nitraatgehalte in het grondwater de norm overschrijdt. Deze toelaatbare norm varieert tussen de 50 en 125 kg N ha⁻¹. Deze norm geldt overigens alleen voor grondgebonden bedrijven, dat wil zeggen bedrijven die grond gebruiken voor de productie van landbouwgewassen. Omdat grondsoort, landgebruik en grondwatertrap variëren per provincie, zal ook de toelaatbare norm variëren in relatie tot deze gebiedseigenschappen.

Variante 1. Een grond- en dier-gebonden doel met een gelijk landelijk emissiereductiedoel voor niet-grondgebonden en grondgebonden sectoren

In de eerste variant wordt de totale gewenste landelijke emissiereductie van broeikasgassen en ammoniak toegekend aan de niet-grondgebonden en grondgebonden sectoren proportioneel aan de huidige emissies (voor de onderbouw, zie Ros et al., 2023a): beide moeten met 50% reduceren. De grondgebonden sectoren omvatten alle grondgebonden bedrijven in de akkerbouw, vollegroondsgroente, boomteelt, bollen en de melkveehouderij. Deze sectoren krijgen een toelaatbare emissienorm per hectare. Voor niet-grondgebonden sectoren geldt een toelaatbare emissie per dier (Tabel 5). Voor de analyse in dit rapport gaan we uit van de emissies uit het jaar 2018, maar hiervoor kan ook een alternatief jaar worden gekozen. Elk bedrijf kan vervolgens zijn toelaatbare emissie berekenen op basis van het areaal landbouwgrond ofwel het aantal dieren dat hij/zij bezat in 2018. Dit betekent ook dat een deel van de emissies uit de veehouderij wordt toegekend aan alle grondgebonden akkerbouwmatige teelten. Hiervoor is gekozen omdat inzet van dierlijke mest nodig blijft als basisbemesting om de bodemvruchtbaarheid op peil te houden. Voor de melkveehouderij komt dit neer op een zekere vorm van grondgebondenheid. De toelaatbare emissies voor de grondgebonden melkveehouderij ligt bij deze variant op 22 kg NH₃ ha⁻¹, 9,2 kg N₂O ha⁻¹, 148 kg CH₄ ha⁻¹ en het toelaatbaar N-bodemoverschot kan variëren tussen 80-125 kg N ha⁻¹ (Tabel 5). In elke provincie gelden daarmee dezelfde toelaatbare emissienormen.

Variante 2. Een grond- en dier-gebonden doel met verschillend emissiereductiedoel voor niet-grondgebonden en grondgebonden sectoren

In een alternatieve variant kan ook met een zwaarder ammoniakreductiedoel voor de niet-grondgebonden sectoren worden gewerkt. In deze Variante 2 gaan we uit van een gewenste emissiereductie van 75% voor niet-grondgebonden sectoren. Toepassing van dit principe leidt tot een reductiedoel van ca 40% voor de grondgebonden melkveesector, die overigens het meeste bijdraagt aan de ammoniakemissie. De toelaatbare emissies voor de grondgebonden melkveehouderij ligt bij deze variant op 25 kg NH₃ ha⁻¹, maar de toelaatbare emissies voor de niet-grondgebonden sectoren dalen van 1,16, 0,51 en 0,05 kg NH₃ per dierplaats (Variant 1) naar 0,58, 0,25 en 0,02 kg NH₃ per dierplaats (Variant 2) voor respectievelijk vleeskalveren, varkens en pluimvee (Tabel 5). Voor methaan en het N-bodemoverschot gelden dezelfde normen als in Variante 1.

Tabel 5. Berekende toelaatbare normen voor emissies van NH₃, N₂O en CH₄ als ook het N-bodemoverschot voor de grondgebonden landbouw (gb, in kg / ha) en niet-grondgebonden landbouw (ngb, in kg / dier) voor vier varianten. Voor een beschrijving van de varianten, zie de bijbehorende toelichting.

Variant	Sector	Type	Eenheid	NH ₃	N ₂ O	CH ₄	N-bodemoverschot
1	melkveehouderij	gb	kg / ha	22	9,2	148	80-125
	grondgebonden teelten	gb	kg / ha	17	6,4	-	50-125
	veehouderij, vleeskalveren	ngb	kg / dier	1,16	-	12	-
	veehouderij, varkens	ngb	kg / dier	0,51	0,05	3,24	-
	veehouderij, pluimvee	ngb	kg / dier	0,05	-	-	-
2	melkveehouderij	gb	kg / ha	25	Idem als variant 1		
	grondgebonden teelten	gb	kg / ha	20	Idem als variant 1		
	veehouderij, vleeskalveren	ngb	kg / dier	0,58	Idem als variant 1		
	veehouderij, varkens	ngb	kg / dier	0,25	Idem als variant 1		
	veehouderij, pluimvee	ngb	kg / dier	0,02	Idem als variant 1		
3	melkveehouderij [§]	gb	kg / ha	11-26	2-6	53-127	80-125
	grondgebonden teelten [§]	gb	kg / ha	11-26	2-6	-	50-125
	veehouderij, vleeskalveren [§]	ngb	kg / dier	0,4-23	-	4-247	-
	veehouderij, varkens [§]	ngb	kg / dier	0,3-3,5	0,1-1,5	1,7-22	-
	veehouderij, pluimvee [§]	ngb	kg / dier	0,03-0,1	-	-	-
4	melkveehouderij	gb	kg / ha	12-28	Idem als variant 3		
	veehouderij, vleeskalveren _§	ngb	kg / dier	0,4-25	Idem als variant 3		
	veehouderij, varkens _§	ngb	kg / dier	0,3-3,9	Idem als variant 3		
	veehouderij, pluimvee [§]	ngb	kg / dier	0,03-0,1	Idem als variant 3		

[§] voor de derde variant krijgt elke provincie zijn eigen toelaatbare normen op basis van de relatieve emissiebijdrage van grondgebonden en niet-grondgebonden bedrijven per provincie. Dit geldt alleen voor de gasvormige verliezen.

Variant 3. Een grond- en dier-gebonden doel met één landelijke emissiedoel per hectare met regionale toekenning aan sectoren

In een derde variant wordt de totale gewenste landelijke emissiereductie van broeikasgassen en ammoniak (in kton) gelijk verdeeld over het totale landbouwareaal. Dit levert een gewenste emissie per hectare. Per provincie wordt deze vervolgens opgeteld tot een toelaatbare emissie die dan wordt toegekend naar de grondgebonden en niet-grondgebonden sectoren op basis van hun huidige relatieve bijdrage aan de totale emissies per provincie. Bij de grondgebonden sectoren wordt dit vervolgens vertaald in een toelaatbare emissie per hectare, terwijl deze voor de niet-grondgebonden sectoren wordt vertaald in een toelaatbare emissie per dier. Voor het N-bodemoverschot leidt deze variant niet tot andere normen dan Variant 1.



In vergelijking met Variant 1 wordt hier nog steeds ingezet op een vergelijkbare bijdrage van zowel de grondgebonden als niet-grondgebonden sectoren op landelijke schaal, maar kan deze verdeling per provincie anders uitvallen op basis van de provinciale emissies uit beide sectoren. De toelaatbare emissies voor de grondgebonden melkveehouderij varieert daarmee per provincie en ligt tussen de 11-26 kg $\text{NH}_3 \text{ ha}^{-1}$, 2-6 kg $\text{N}_2\text{O} \text{ ha}^{-1}$, 53-127 kg $\text{CH}_4 \text{ ha}^{-1}$ (Tabel 5). De toelaatbare normen per hectare zijn hierbij het laagst in de provincies Noord-Brabant en Limburg, en het hoogst in de provincies Noord- en Zuid-Holland. Voor het N-bodemoverschot leidt deze variant niet tot andere normen dan Variant 1.

Variant 4. Geen veehouderij direct rondom stikstofgevoelige natuur, gecombineerd met Variant 3

Bij de vierde variant gaan we voor ammoniak uit van een situatie waarin alle veehouderijbedrijven binnen een straal van 500m rondom stikstofgevoelige natuur worden stopgezet dan wel worden omgezet naar akkerbouwmatige bedrijven. De argumentatie hiervoor is dat een relatief groot deel van de ammoniakemissie op korte afstand neerslaat, waardoor het effectief is om die bron aan te pakken waardoor de toerekening van toelaatbare emissies aan de overige bedrijven beduidend omhoog kan. De totale landelijke emissiereductie blijft gelijk. Het stopzetten van veehouderijbedrijven en ammonia-emitterende activiteiten in deze 500m zone (d.w.z. geen beweiding, geen bemesting met dierlijke mest, en geen stallen en mestopslagen) verlaagt de totale ammoniakemissie van Nederland met 4,7% (INITIATOR berekeningen). Dit betekent netto een lagere emissie van 4,6 kton. Gecombineerd met de aanpak van Variant 3 wordt de resterende toelaatbare emissie hierdoor hoger, en varieert deze van 12 tot 28 kg $\text{NH}_3 \text{ ha}^{-1}$ (Tabel 5). De bedrijfsdoelen voor broeikasgassen (kg ha^{-1} of kg dier^{-1}) blijven gelijk aan die van Variant 3 omdat de bijdrage van landbouwkundige activiteiten in de 500m rondom natuur aan de emissie van broeikasgassen beperkt is. Voor het N-bodemoverschot leidt deze variant niet tot andere normen dan Variant 1.

Aanvullende overwegingen bij vaststellen bedrijfsspecifieke doelen

Voor ammoniak is ook een regionale aanpak mogelijk conform de voorstellen van Erisman & Strootman (2021) waarbij de regionale emissie en depositie in circa 80 deelgebieden leidend worden voor de toelaatbare emissies. Op basis van deze aanpak kan landelijk volstaan worden met een lagere emissiereductie en worden de doelen per bedrijf binnen een regio alsnog verdeeld over het landbouw areaal, vergelijkbaar aan Variant 3. Hiermee wordt sterker aangesloten bij de regionale kenmerken per provincie en komt de hoogste emissiereductie bij die bedrijven die

het sterkst bijdragen aan de depositie van ammoniak op nabijgelegen natuurgebieden. Eerdere modelresultaten suggereren dat hiermee de landelijke opgave circa 20% lager uit kan vallen, maar met grotere verschillen tussen provincies.

Bovenop de vier beschreven varianten is het mogelijk om bij de beoogde landelijke emissiereductie te corrigeren voor autonome (toekomstige) ontwikkelingen in de landbouwsector zoals het percentage bedrijven dat de komende jaren zal stoppen vanwege het ontbreken van een erfopvolger of vanwege de reductie in dierenaantallen door hogere mest-afvoerkosten in verband met de strenger wordende mestwetgeving. In de hierboven genoemde berekening van bedrijfsspecifieke normen is deze korting niet verwerkt. In een eerdere publicatie hebben Ros et al. (2023b) laten zien dat op provinciaal niveau de benodigde reducties voor ammoniak en broeikasgassen gemiddeld 25% lager liggen wanneer met deze autonome ontwikkelingen rekening wordt gehouden, waardoor de toelaatbare normen automatisch hoger uitvallen.

Het is belangrijk om te benadrukken dat de hierboven afgeleide doelen de vertaling zijn van landelijke wettelijke doelen naar het bedrijfsniveau. Hierbij gaat het veelal om doelen die op langere termijn (2035, 2040 of 2050) moeten worden gehaald. In beleidstukken wordt vaak gesproken over haalbare doelen. Daarbij dient te worden bedacht dat de haalbaarheid van een lange-termijn doel afhangt van de uitgangssituatie van een bedrijf. Sommige bedrijven zullen momenteel ver van het doel afzitten en sommigen relatief dichtbij (zie par. 3.3. over de Zwaarte van de opgaven voor bedrijven). Daarnaast dient haalbaarheid gedefinieerd te worden. In het publieke debat wordt haalbaarheid momenteel sterk gerelateerd aan de gedachte dat de doelen voor de emissie van ammoniak en broeikasgassen en voor het N-bodemoverschot volledig gehaald moeten kunnen worden door managementverbeteringen en vakmanschap. Het is echter waarschijnlijk dat op zeer intensieve bedrijven meer nodig is dan dat; er zijn dan ofwel enorme investeringen nodig in technische oplossingen ofwel een daling van het aantal dieren. Dat kan mogelijk nog wel bij tussendoelen in de tijd maar niet voor het behalen van het einddoel. Om het einddoel haalbaar te maken door het te laten afwijken van een wettelijk doel, is in onze optiek onverstandig. Zo wordt in Vlaanderen al 20 jaar het nitraatresidu in de bodem gemeten als maat voor de nitraatuitspoeling (zie ook par. 4.1) en daarbij heeft de overheid een relatief hoge drempelwaarde gehanteerd, waar de meeste boeren aan voldoen. De wettelijke nitraatdoelen in het water worden daarmee echter niet gehaald en de EU heeft België in 2024 voor het Hof van Justitie gedaagd wegens het niet halen van de nitraatrichtlijn. Dit maakt duidelijk dat doelsturing op *haalbare* doelen op lange termijn niet voldoende is.

Implicaties op bedrijfsniveau

Uitgaande van een *worst-case* scenario (variant 1) mag elk akkerbouwbedrijf niet meer uitstoten dan $17 \text{ kg NH}_3 \text{ ha}^{-1}$ en een melkveehouderijbedrijf niet meer dan $25 \text{ kg NH}_3 \text{ ha}^{-1}$ op het hele bedrijf (Tabel 5). Op een akkerbouwbedrijf is dat realiseerbaar gegeven de maximale dierlijke mestgift van 170 kg N ha^{-1} en een ammoniakemissie die varieert van 2 tot 24% per kg ammoniakaal stikstof afhankelijk van de toedieningstechniek (Van Bruggen et al., 2024). Omdat op een deel van de bedrijven de mest nog wordt toegediend via ondiepe injectie of de mest wordt ondergewerkt na oppervlakkige toediening, ligt hier wel een opgave om meer gebruik te maken van emissiearme toedieningstechnieken. Voor de melkveehouderij is er nog een substantiële reductie noodzakelijk gegeven het feit dat ook op de 'Koeien en Kansen' - bedrijven de totale ammoniakuitstoot gemiddeld $56 \text{ kg NH}_3 \text{ ha}^{-1}$ bedraagt. Ook in het Netwerk Praktijkbedrijven lag de ammoniakemissie in 2023 na de introductie van management-maatregelen op $43 \text{ kg NH}_3 \text{ ha}^{-1}$ (NPB, 2024). Binnen de veehouderij is de bijdrage van de melkveehouderij aan de emissie van broeikasgassen het grootst. Om 50% emissiereductie te realiseren zijn veel innovaties nodig ofwel moet de veehouderijsector extensiveren (minder dieren per hectare of bedrijf, of een groter areaal bij gelijkblijvend aantal dieren) of inkrimpen (minder bedrijven). Binnen het Netwerk Praktijkbedrijven lag de gemiddelde methaanemissie op $363 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1}$. Gegeven de berekende toelaatbare norm ($148 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1}$) is er ook hier nog een substantiële reductie nodig.

De verdeling van de opgaven over de verschillende sectoren, provincies of regio's is een bestuurlijke keuze en heeft gevolgen voor het toekomstperspectief van alle bedrijven en de benodigde investeringen. Een sociaaleconomische analyse van verschillende verdeelsleutels is zinvol om deze keuze ook inhoudelijk te onderbouwen. De keuze om te werken met toelaatbare emissies in de toekomst biedt de mogelijkheid om de opgaven te realiseren, en het doet recht aan zowel het vakmanschap van ondernemers als de eerder gedane investeringen en bedrijfskeuzes rondom extensivering en intensivering. Bedrijven die al goed presteren en waarbij de uitstoot al dicht bij de toelaatbare emissienormen ligt, hebben daarmee een kleinere opgave dan bedrijven die nog minder goed presteren. Een normerings- en prijzingsaanpak gebaseerd op toelaatbare normen is een beproefd instrumentarium om binnen een gezond financieel bedrijfsmodel zowel een goede landbouwpraktijk te bevorderen als emissies te verminderen (Jongeneel, 2024). Voor elke boer betekent dit dat er emissierechten nodig zijn voor ammoniak en broeikasgassen om te kunnen produceren, waarbij deze rechten stapsgewijs worden afgebouwd in de komende jaren om aan de landelijke emissiereductieopgaven te voldoen. Wanneer

een boer zoveel reduceert dat hij onder de einddoelen (norm) komt, zijn de resterende emissies verhandelbaar en kunnen ze bijvoorbeeld worden gekocht door bedrijven die hun doel niet halen. Om een snelle daling van emissies te garanderen én risico's en kosten te minimaliseren is het mogelijk om de emissierechten van stoppende bedrijven met een zeker percentage af te romen, zodat optimaal wordt geprofiteerd van natuurlijke afvloeiing.

Om de nitraatuitspoeling te beperken zijn toelaatbare bodemoverschotten per grondsoort en landgebruik gekwantificeerd op basis van de gemiddelde gewasopname, het neerslagoverschot en de uitspoelingsfractie. Hierbij wordt aangenomen dat *elk bedrijf moet voldoen* aan dit toelaatbare overschot om de doelstelling van 50 mg nitraat per liter voor het grondwater (drinkwater) te realiseren. Er zijn bedrijven (vooral gespecialiseerde bedrijven met uitspoelingsgevoelige gewassen) waarbij het erg lastig is om aan de gewenste daling van het N-bodemoverschot te voldoen. Conform het huidige mestbeleid is het mogelijk om in de berekening van toelaatbare normen rekening te houden met de huidige bouwplannen per regio. Dit betekent dat in de afleiding van toelaatbare normen voor bedrijven met uitspoelingsgevoelige gewassen rekening kan worden gehouden met een zekere compensatie van de aanwezigheid van minder uitspoelingsgevoelige gewassen in dezelfde regio. Op gebiedsniveau moet die ruimte voor uitwisselbaarheid er dan wel zijn én deze uitwisselbaarheid moet zich vertalen in een aanpassing van gewasspecifieke gebruiksnormen voor het bodemoverschot. Concreet betekent dit dat de toelaatbare norm voor het bodemoverschot op grasland bijvoorbeeld met 10 kg N ha^{-1} wordt verlaagd, en de daarmee "voorkomen N-uitspoeling" in een gebied (d.w.z. het areaal grasland vermenigvuldigd met deze verlaging van 10 kg N ha^{-1}) kan gebruikt worden om de toelaatbare normen voor vollegrondsgroenteteelten te verhogen voor het aanwezige areaal. Als dat mogelijk is, wordt op gebiedsniveau voldaan aan de doelstelling van de Nitraatrichtlijn én blijft het mogelijk om de huidige teelten te continueren. Voor de pilot maatwerk aanpak hebben Ros et al. (2022) bijvoorbeeld in kaart gebracht wat het toelaatbare N-bodemoverschot moet zijn om een vergelijkbaar effect te hebben als de maatregelen in het 7^e Nitraatactieprogramma; dit toelaatbare N-bodemoverschot varieert van 44 kg N ha^{-1} voor mais tot 140 kg N ha^{-1} voor bollen. Vergelijkbaar met de eerder beschreven varianten rond de toekenning van bedrijfsgerichte emissienormen, is ook hier een bestuurlijke keuze nodig.

Zwaarte van de opgaven voor bedrijven

Om een indruk te krijgen van de zwaarte van de opgave voor een individueel bedrijf vergelijken we de berekende toelaatbare normen voor ammoniak, lachgas, methaan

en het N-bodemoverschot met de huidige variatie in emissies tussen landbouwbedrijven (Tabel 6).

Tabel 6. Procentuele verdeling van emissies ammoniak, lachgas, methaan en het N-bodemoverschot over vijf klassen vanuit verschillende typen landbouwbedrijven voor heel Nederland. Berekening met INITIATOR op basis van het jaar 2018. Aantal bedrijven: 51790 (totaal), 14677 (melkveehouderij), 16607 (veehouderij) en 20506 (open teelten).

Type landbouw bedrijf	Procentuele verdeling ammoniakemissies (kg NH ₃ / ha) per klasse. Doel is 17-22 kg NH ₃ / ha (Variant 1, tabel 5)				
	0 – 20	20-40	40-80	80-120	>120
Alle bedrijven	25	28	35	4	8
melkveehouderij	1	7	83	8	1
veehouderij overig	5	35	31	6	23
open teelten	57	37	5	0	0
	Procentuele verdeling lachgas emissies (kg N ₂ O / ha) per klasse. Doel is 6-9 kg N ₂ O / ha (Variant 1, tabel 5)				
	0 – 3,7	3,7 – 7,3	7,3 – 15	15 – 18	> 18
Alle bedrijven	1	33	49	5	13
melkveehouderij	0	8	73	4	15
veehouderij overig	1	14	52	10	22
open teelten	1	66	29	2	3
	Procentuele verdeling methaanemissies (kg CH ₄ / ha) per klasse. Doel is 148 kg CH ₄ / ha (Variant 1, tabel 5).				
	0 – 67	67 – 134	134 – 268	268 – 336	> 336
Alle bedrijven	49	8	14	12	17
melkveehouderij	3	1	26	38	32
veehouderij overig	35	20	18	3	24
open teelten	94	3	2	0	1
	Procentuele verdeling N-bodemoverschot (kg N / ha) per klasse. Doel is 50-125 kg N / ha (Variant 1, tabel 5).				
	0-50	50-90	90-130	130-170	>170
Alle bedrijven	4	11	29	23	32
melkveehouderij	0	7	32	28	33
veehouderij overig	2	9	25	24	39
open teelten	8	16	31	18	26

In Tabel 6 is het aantal bedrijven gegeven wat zich in een bepaalde klasse bevindt voor emissie van NH₃, N₂O en CH₄ en voor het N-bodemoverschot. Veel bedrijven

liggen momenteel aanzienlijk boven de gestelde normen. De tabel geeft daarmee dus ook een indicatie van de zwaarte van de opgave voor de bedrijven. Het merendeel van de veehouderijbedrijven heeft een ammoniakemissie van 40-80 kg NH₃ ha⁻¹ per jaar (uit stal en mesttoediening), een lachgasemissie van 7-14 kg N₂O ha⁻¹ (gelijk aan 2-4 ton CO₂-eq) en meer dan 134 kg CH₄ ha⁻¹ (gelijk aan 4 ton CO₂-eq) aan methaanemissie. Het N-bodemoverschot is op het grootste deel van de bedrijven hoger dan 130 kg N ha⁻¹. Agrarische sectoren buiten de veehouderij hebben structureel lagere emissies van ammoniak en broeikasgassen. Dit betekent dat op het merendeel van de veehouderijbedrijven extra maatregelen nodig zijn om de regionale en sectorale doelen te realiseren. Wanneer we even focussen op ammoniakemissies is duidelijk dat in de melkveehouderij gemiddeld een reductie van minimaal ca 50% noodzakelijk is. De huidige (2019-2021) landelijk gemiddelde jaarlijkse ammoniakemissie is volgens Reijs et al. (2023) circa 52 kg NH₃ ha⁻¹ waarvan 24 kg NH₃ ha⁻¹ stalemissies en 27,7 kg NH₃ ha⁻¹ veldemissies terwijl de



berekende toelaatbare totale emissie varieert tussen 12 en 28 kg NH₃ ha⁻¹ afhankelijk van de gekozen variant (Tabel 5).

Mogelijke realisatie van de opgave

Doelsturing in landbouwbeleid vraagt niet alleen een focus op een concreet gedefinieerd doel, maar vereist in veel gevallen ook het goed nadenken over de middelen. Doelsturing betekent namelijk dat de agrarische ondernemer zelf aan het stuur zit en dus zelf vrij is om (uit een gegeven set aan) middelen te kiezen. Op basis van een inhoudelijke analyse van gepubliceerde studies rond de impact van innovaties in de veehouderij is door Ros et al. (2024) in kaart gebracht wat de potentiële impact is van 36 innovaties in de melkveehouderij, 21 innovaties in de varkenshouderij en 5 innovaties in de pluimveehouderij. Bij een goede uitrol, d.w.z. gebruik en toepassing, van deze innovaties was het mogelijk om opgaves van het NPLG (Tabel 4) te realiseren: de emissie van ammoniak kan met 41-50% worden gereduceerd en de emissie van broeikasgassen met 27 tot 48%. Het gemiddelde nitraatgehalte kan via maatregelen worden verlaagd zodat in 11 van de 12 provincies de gemiddelde concentratie lager is dan 50 mg per liter. Dit vraagt echter wel om massaal gebruik van de innovaties en om goede implementatie ervan.

De impact van maatregelen op de emissies van ammoniak en broeikasgassen naar de lucht en uitspoeling van nitraat naar het grondwater zijn sterk afhankelijk van de manier waarop ze worden geïmplementeerd. Ook zijn niet alle maatregelen onder elke omstandigheid inzetbaar. Een landelijk beoogde reductie van 50% voor ammoniak en broeikasgassen vraagt daarom om een gedegen en geborgde implementatie van maatregelpakketten die aansluiten bij het type bedrijf. Deze beoogde reductie vraagt ook om versterking van kennisdoorwerking en -ontsluiting zodat ondernemers vanuit de wetenschap als ook vanuit de praktijkervaring inzicht krijgen om de juiste maatregelen te selecteren die inpasbaar zijn op hun bedrijf. Ervaringen uit het verleden rondom het effect van emissiearme stallen en toedieningstechnieken laten zien dat ammoniakverliezen sterk zijn gedaald na 1996 maar de beoogde effecten waren in de praktijk aanzienlijk lager. Het is daarom realistisch om te onderkennen dat ook de huidige doelen voor ammoniak en broeikasgassen, en in mindere mate voor het N-bodemoverschot, onder praktijkomstandigheden niet volledig gehaald kunnen worden door managementverbeteringen en vakmanschap. Dit betekent dat er voor heel Nederland ook een noodzaak is tot extensivering, dat wil zeggen een daling van het aantal dieren per hectare (De Vries et al., 2023).

4 Implementatie van doelsturing op bedrijfsniveau

De belangrijkste uitdaging bij doelsturing en waar de kritiek zich ook voornamelijk op richt (CDM, 2024) heeft voornamelijk betrekking op: (i) de (beperkte) robuustheid van de methodiek om KPIs te berekenen gezien de complexiteit ervan en de onzekerheden in data, (ii) het (beperkte) inzicht in de effectiviteit van maatregelen en (iii) de moeilijkheid om veel maatregelen te borgen. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op deze uitdagingen. Allereerst wordt ingegaan op de rol van metingen en berekeningen (4.1), aangezien metingen direct een deel van de kritiek zouden kunnen ondervangen. Vervolgens wordt ingegaan op rekeninstrumenten voor: (i) het vaststellen van de uitgangspositie van een bedrijf (4.2) en, (ii) de mogelijkheden om verbeteringen in management te kwantificeren (4.3) en (iii) borging van genomen maatregelen en behaalde resultaten (4.4) en tenslotte de juridische risico's en kansen (4.5). We gaan hierbij uit van een systeem van doelsturing via normeren (en eventueel beprijzen) van emissies van ammoniak, broeikasgassen en het N-bodemoverschot.

Metten of berekenen

Voor het succesvol uitrollen van de doelsturingssystematiek is het betrouwbaar vaststellen van emissies voor ammoniak en broeikasgassen en het N-bodemoverschot op bedrijfsniveau cruciaal. Hiervoor zijn KPI's zinvol (zie sectie 2.3), waarbij voor het kwantificeren van elke KPI verschillende verfijningsniveaus mogelijk zijn, variërend van bedrijfsspecifieke (sensor)metingen tot bedrijfsspecifieke dan wel forfaitaire berekeningen. Zowel het meten van emissies als ook het berekenen van emissies kent voor- en nadelen.

Bedrijfsspecifieke (sensor)metingen van ammoniak, broeikasgasemissies en nitraatuitspoeling

In principe geven **metingen** van de emissies van ammoniak, methaan en lachgas een betrouwbaarder beeld dan berekeningen maar ze zijn wel aan beperkingen onderhevig. Als eerste zijn metingen vooral geschikt voor monitoren van stalemissies (Van Boxmeer et al., 2024; Winkel et al., 2024). Voor het meten van emissies in stallen is het nodig om niet alleen continue concentratiemetingen met sensoren uit te voeren, maar moet ook het ventilatiedebiet worden bepaald om zo inzicht te geven in de totale emissie. Een mogelijk alternatief is het gebruik van de



tracergas-ratiomethode, waarbij continue CO_2 metingen gebruikt worden om de emissie van ammoniak te berekenen.

Er loopt anno 2024 een onderzoeksprogramma in het bedrijvenmeetnetwerk van de Regiodeal Foodvalley waarbij continue emissie monitoring van ammoniak plaatsvindt gedurende een baselinejaar (waarin tevens management en activiteiten worden geregistreerd) en een interventiejaar waarin voer- en managementmaatregelen worden toegepast in vleeskalver-, vleesvarken-, en leghebbedrijven. Op deze bedrijven worden temperatuur, relatieve luchtvochtigheid, ventilatiedebiet, koolstofdioxide en ammoniak (concentraties en emissies) continu gemeten met sensoren. Ten tweede zijn voor gasvormige emissies die optreden in open stalsystemen en in het veld via mesttoediening of beweiding nog geen goede meetinstrumenten beschikbaar. Dit belemmert het meten van de totale ammoniakemissies op bedrijfsniveau. Ten derde is meten kostbaar. Voor stalmetingen variëren de kosten voor ammoniakmetingen tussen 10.000 en 15.000 euro per jaar.

Gezien de hoeveelheid gegevens die nodig is om tot een redelijk betrouwbare bepaling van de emissieflux te komen, en de bijbehorende kosten, achten wij het meten van ammoniak en broeikasgassen niet haalbaar en ook niet wenselijk voor elk bedrijf. Metingen zijn wel nuttig als een aanvulling op berekeningen, mede ook om boeren zich ervan bewust te maken dat management in de stal er toe doet omdat concentratie-metingen met sensoren dit aangeven (zonder direct ook ventilatiestromen te moeten meten). N-mineraalmetingen kunnen laten zien dat de uitgevoerde stikstofbemesting niet aansluit bij de gewasbehoefte. Ook zijn metingen daarmee inzetbaar om de impact van specifieke maatregelen te onderbouwen en natuurlijk om modelberekeningen te evalueren (en zo nodig modellen te verbeteren).

Als indicator voor nitraatuitspoeling wordt in deze studie het stikstof-bodemover-

schot voorgesteld, ofwel een berekening van de toegediende hoeveelheid stikstof, met name via meststoffen, minus de stikstofafvoer door de plant. Hiermee wordt aangenomen dat er geen opbouw van stikstof in het bodemprofiel plaatsvindt dat zorgt voor een hogere uitspoeling in de winterperiode. Elke maatregel die een boer neemt, zoals het gebruik van vanggewassen of een verbetering van de bodemstructuur, moet daarmee resulteren in een verhoogde N-opname dan wel een verlaging van de N-aanvoer via bemesting. Omdat het toelaatbare N-bodemoverschot wordt gedefinieerd als het verschil tussen aan- en afvoer, betekent de realisatie hiervan automatisch dat de nitraatnorm wordt gerealiseerd. Als er stikstof (tijdelijk) wordt vastgelegd in de bodem, dan is het uiteindelijke effect op de nitraatuitspoeling positief. Ter ondersteuning kan ook een meting worden gedaan van de nitraatconcentratie in het grondwater en/of van het nitraatresidu aan het eind van het groeiseizoen, na de oogst, in de bovenste 90 cm van de bodem. Bij nitraatmetingen in het bodemvocht of grondwater is vooral de opschaling naar perceel- en bedrijfsniveau een grote uitdaging omdat de nitraatconcentratie sterk kan variëren in ruimte en tijd als gevolg van lokale variatie in bodemeigenschappen, grondwaterdynamiek en het weer. Derhalve lijkt een strenge norm voor het bodemoverschot, wat relatief goed te berekenen is, een robuustere methode dan meer en beter meten.

Bedrijfsspecifieke modelberekeningen van stoffenbalans en emissies

Vanwege de beperkingen van metingen is eerder in de Tweede Kamer al aangekondigd om een stoffenbalans in te zetten voor sturing op emissies (stimuleren en monitoren) in de melkveehouderij (Kamerstuk 29 383, nr. 386). Hiermee worden emissies dus **berekend**. Een bedrijfsspecifieke stoffenbalans is een instrument waarmee bedrijfsspecifiek gemonitord wordt wat de stoffstromen, met name die van stikstof en fosfaat, zijn naar en van de boerderij. Stromen naar de boerderij zijn met name (kunst)mest en krachtvoer en stromen vanaf de boerderij zijn met name gewassen, melk, eieren en vlees en mogelijk ook mest. Door de stromen van en naar het bedrijf te monitoren worden automatisch ook de overschotten en daarmee de totale verliezen in kaart gebracht. Door een stikstofbalans verder te specificeren kunnen ook emissies van ammoniak, methaan en lachgas naar de lucht en nitraat naar het grondwater worden vastgesteld. De kwaliteit van de data (o.a. forfaitair of bedrijfsspecifiek) bepaalt in grote mate de kwaliteit van de emissieschatting. In de kamerbrief van 24 oktober 2024 wordt aangegeven dat dit ook de toepassingsvormen van doelsturing beïnvloedt. *"Terwijl afrekenen (normeren of normeren en beprijzen) een zeer hoge kwaliteit van data vergt, kan het zo zijn dat de toepassingsvorm informeren mogelijk eenvoudiger kan worden ingezet. Grovere data kunnen als voordeel hebben dat deze leverbaar zijn door (bijna) alle agrarische ondernemers,*

niet alleen voor degenen met geavanceerde meetinstrumenten. Vandaar dat kan worden gekozen om te beginnen met een eenvoudiger systeem, en vervolgens over te gaan naar bedrijfsspecifieke metingen indien deze geschikt, borgbaar en handhaafbaar worden geacht voor een bepaald bedrijfstype binnen een sector”.

Om op korte termijn een instrument in te zetten waarmee een geborgde daling in emissies kan worden gerealiseerd pleiten we voor een combinatie van een eenvoudig rekeninstrument met aanvullende metingen die inzicht geven in de verliezen, te weten:

- Het berekenen van het totale stikstofoverschot per bedrijf. Dit totaal geeft aan hoeveel stikstof er per jaar verloren gaat naar de omgeving. De accumulatie in de bodem is op langere tijdschaal namelijk verwaarloosbaar en zou verdisconteerd moeten zijn in de bemestingspraktijk.
- De berekende methaanemissie als functie van diercategorie en het rantsoen.
- Het berekenen of meten van stikstof- en fosfaatgehalte onder de staart en in de mest die boerderij verlaat. Hieruit kan de totale N-emissie in de stal worden berekend (Van Bruggen & Geertjes, 2019) en deze omvat daarmee alle gasvormige verliezen. Hiervoor zijn breed inzetbare protocollen nodig die betrouwbaar per bedrijf de totale N-excretie kunnen kwantificeren. De verdeling van de totale N-emissie over ammoniak, lachgas en N_2 moeten dan worden ingeschat op basis van metingen. Kwantitatief gaat het met name over de verdeling tussen NH_3 en N_2 .
- Het meten van het totaal ammoniakaal stikstof (TAN) gehalte en de pH in urine, waarbij TAN staat voor de som van het gehalte aan ammonium-N en ureum-N die beiden kunnen worden omgezet in ammoniak. Hieruit kan de bijdrage van NH_3 aan de totale emissie worden berekend.

Door Boerenverstand is recent een tabel gemaakt van geschatte ammoniakemissies in de stal per dierplaats (melkkoe) in afhankelijkheid van het ureumgetal (het gehalte tankmelkureum in mg/dl) en het aantal uren weidegang (Tabel 7; Verbeek-Schilder en Verhoeven, 2024). De tabel is gebaseerd op een ammoniak emissie van 13 kg NH_3 per jaar in een A1.100 stal op basis van permanent opstallen, een ureumgehalte in de tankmelk van 23 mg per dL en geen weidegang. Voor het effect van tankmelkureum op de ammoniakemissie is uitgegaan van een ammoniakreductie van ca 6,1% per mg/dL tankmelkureum. Dit is gebaseerd op (i) resultaten van twee meta-analyses (Bougouin et al., 2016; Sajeev et al., 2017) die aangeven dat je een reductie van 1.7% in ammoniakemissie uit stallen kunt verwachten bij een reductie van 1 g/kg ruw eiwitgehalte in het voer en (ii) publicaties die aantonen dat

een reductie van 1 g/kg ruw eiwit overeenkomt met een reductie van 0,28 mg/dL tankmelkureum (Verbeek-Schilder en Verhoeven, 2024). Voor het effect van weidegang is uitgegaan van ammoniakreductie van 7,2% per 1000 uur weidegang op basis van meetgegevens van Ogink et al. (2014).

Tabel 7. Geschatte ammoniakemissie vanuit de stal (kg NH₃/gve) in afhankelijkheid van het ureumgehalte in tankmelk en de uren weidegang (bron: Verbeek-Schilder en Verhoeven, 2024).

Tankmelkureum(mg/dL)	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
weidegang(uur)	Ammoniakemissie vanuit de stal (kg NH ₃ /gve/jaar)										
0	5,9	6,7	7,4	8,3	9,1	9,9	10,7	11,4	12,2	13	13,8
720	5,6	6,3	7,1	7,9	8,6	9,4	10,1	10,8	11,6	12,3	13,1
1440	5,3	6	6,7	7,4	8,1	8,9	9,6	10,2	11	11,7	12,4
2160	5	5,7	6,3	7	7,7	8,3	9	9,6	10,3	11	11,7
2880	4,7	5,3	5,9	6,6	7,2	7,8	8,5	9,1	9,7	10,3	10,9
3600	4,4	5	5,5	6,1	6,7	7,3	7,9	8,5	9,1	9,6	10,2
4320	4,1	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,4	7,9	8,4	9	9,5
5040	3,8	4,3	4,7	5,3	5,8	6,3	6,8	7,3	7,8	8,3	8,8

Met behulp van deze tabellen kan op basis van het aantal melkkoeien en het aantal hectares land de ammoniakemissie vanuit de stal in kg NH₃/ha worden bepaald. Wat dan nog aan berekeningen overblijft, zijn de N-emissies in het veld, middels begrazing en mestaanwending (met name in afhankelijkheid van toedieningstechniek en mesteigenschappen, waaronder het TAN-gehalte en de pH in de mest) en nitraatuitspoeling (met name in afhankelijkheid van grondsoort en grondwatertrap).

Voor de uitspoeling van nitraat is het zinvol en gewenst om het berekende bodemoverschot te combineren met N-mineraalmetingen om zo aanwezige *hot spots* en *hot moments* van nitraatuitspoeling te identificeren en te voorkomen.

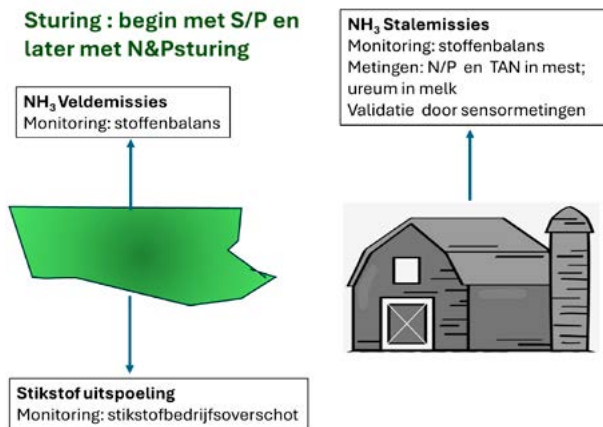
Gebruik van rekeninstrumenten

Beschikbare rekeninstrumenten

Om op bedrijfsniveau inzicht te geven in de emissies van ammoniak, broeikasgasen en het stikstofoverschot zijn rekeninstrumenten noodzakelijk. Binnen een systeem van doelsturing op basis van normeren en beprijzen moet een rekeninstrument:

- 1 robuust genoeg zijn om op bedrijfsniveau de werkelijke emissies in beeld te brengen en onderscheid te maken tussen goed en minder goed beheer van dieren, mest en land;
- 2 aanpassingen in management meenemen zodat een ondernemer gericht kan sturen op minder emissies;
- 3 breed worden geaccepteerd door alle sectoren plus betrokkenen bij regionale en landelijke overheden, zodat er draagvlak is om misbruik te voorkomen, en;
- 4 qua administratieve lasten beheersbaar zijn.

In de melkveehouderij wordt op dit moment privaat al een stoffenbalans gebruikt in de vorm van het managementinstrument de KringloopWijzer (KLW). Met het oog op de kwaliteit en kwantiteit van grond- en oppervlaktewater is er in de afgelopen jaren de BedrijfsWaterWijzer (BWW) ontwikkeld voor de melkveehouderij en het BedrijfsBodemWaterPlan (BBWP) voor alle agrarische sectoren. Voor de akkerbouw zijn er daarnaast diverse tools in omloop waarmee de aan- en afvoer van stikstof in beeld wordt gebracht, waaronder de Nutriëntenbalans Akkerbouw. Deze nutriëntenbalans omvat een set aan rekenregels die wordt ingezet binnen trajecten als KPI-K, de Monitor Ecosysteemdiensten en de pilot Maatwerk aanpak Nitraatactieprogramma. Een vereenvoudigde systematiek die gebruik maakt van de rekenregels in het *National Emission Model for Agriculture* (NEMA) is in ontwikkeling voor de provincie Noord-Holland (zie figuur 2).



De sturing richt zich op bedrijfsniveau; bedrijfsdoelen kunnen worden opgeteld tot gebiedsdoelen en gezamenlijk worden gemonitord.

Figuur 2: Opzet van het REMAS systeem conform voorstellen in dit boekje.

Daarnaast zijn er diverse andere bedrijfsmatige modellen beschikbaar binnen Wageningen waarvan onderdelen gebruikt kunnen worden om op een eenvoudige manier de aan- en afvoer van stikstof naar een bedrijf te berekenen als ook de effecten van maatregelen om de emissies naar lucht en water te verminderen. Denk hierbij aan het Snelstal en DYNAM model (voor melkveehouderij, Monteny, 2000; Snoek, 2016; Bussink et al., 2017), FarmSim (veehouderij sectoren), het BBPR (voor melkveehouderij), Anipro (voor varkenshouderij, Van Ouwkerk, 1999; Aarnink et al., 2023; Sefeedpari et al., 2024) en het model van Aarnink en Van Harn (voor vleeskuikens, Aarnink et al., 2016). Voor uit- en afspoeling van stikstof naar het grondwater op bedrijfs- en perceelniveau wordt vaak gebruik gemaakt van eenvoudige massabalansmodellen zoals NDICEA, WOG-WOD, en het Nitraatuitspoelingsmodel. Veelal berekenen deze modellen op basis van grondsoort, bouwplan, bemesting, oogstwijze en aan de bemesting gerelateerde maatregelen (toedieningswijze en -tijdstip, vanggewassen) de N-uitspoeling en de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater.

De KringloopWijzer

De KLW is voor de melkveehouderij ontwikkeld om per bedrijf inzicht te geven in de aan- en afvoer van koolstof en nutriënten en de bijbehorende emissies van ammoniak en broeikasgassen (Figuur 3). De KLW voldoet aan de vier hierboven genoemde voorwaarden. Het onderliggend rekenmodel maakt gebruik van een groot aantal gegevens die deels in de keten en deels op een bedrijf worden verzameld en vastgelegd. De KLW is daarmee in staat om de benodigde KPI's te kwantificeren in relatie tot de opgaven voor mest, stikstof en klimaat. Heel concreet gaat het dan om de overschotten van N en P op bedrijfsniveau en bodemniveau als indicator voor de verliezen van N en P naar het water. Voor de bijdrage aan de gewenste depositiereductie voor natuur kan gebruik worden gemaakt van de berekende ammoniak emissie. Voor klimaat zijn de emissies van broeikasgassen methaan en lachgas bekend (Vellinga & De Haan, 2023). Deze indicatoren kunnen daarmee met een acceptabele mate van betrouwbaarheid en nauwkeurigheid worden berekend voor de melkveehouderij. Voor de berekening van emissies op bedrijfsniveau is het daarom logisch om hiervan gebruik te maken. Een zwak onderbouwd punt is wel de onduidelijke effecten van beweiding op het stikstofoverschot en de emissie van ammoniak en lachgas.



Figuur 3. Logo's van de KringloopWijzer

De aanlevering van data aan de KringloopWijzer is sterk geprofessionaliseerd en geautomatiseerd. Er zijn geen andere instrumenten in Nederland met een dergelijke brede dekking en data-infrastructuur. De belangrijkste groepen data zijn: a) de structuur van het bedrijf; b) strategische; c) tactische; en d) operationele managementkeuzes voor invulling van de bedrijfsvoering. Bij structuur gaat het bijvoorbeeld om grondsoort, ontwatering, areaal land en hoeveelheid dieren. Bij strategisch en tactisch management gaat het bijvoorbeeld om staltype en gewaskeuze, zaken die voor minstens één jaar vastliggen. Het operationele management betreft de dagelijkse uitvoering: perceelkeuze bij beweiding, de verdere samenstelling van het rantsoen, maar ook om een nette uitvoering van de bemesting en goed graslandmanagement. In deze vier groepen gaat het om honderden invoergegevens. Als de data niet betrouwbaarder worden gemaakt en in plaats daarvan wordt gekozen voor eenvoudiger en forfaitaire benaderingen, wordt er ingeleverd op de nauwkeurigheid van de uitkomsten en de mogelijkheid om bedrijfsspecifiek emissies te berekenen.

Voor de akkerbouw is in 2018 een eerste versie van een KringloopWijzer Akkerbouw opgezet om op een vergelijkbare manier als de KLW inzicht te geven in de aan- en afvoer van nutriënten op bedrijfsniveau. Dezelfde aanpak wordt toegepast in meerdere projecten en trajecten, maar er is vooralsnog beperkte aansturing en regie over de mogelijke doorontwikkeling en toepassing ervan.

Een bedrijfsspecifieke stoffenbalans

De hierboven beschreven rekeninstrumenten maken ruim gebruik van bedrijfsspecifieke informatie en zijn inherent complex en onderhevig aan jaarlijkse updates en verbeteringen. Door specifieke tools of onderdelen van tools te combineren binnen een bedrijfsspecifieke stoffenbalans is het mogelijk om op korte termijn concrete

sturing te geven aan een geborgde daling van emissies naar lucht en water. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de landelijke instrumenten NEMA en WOGWOD. Het onderliggend principe van deze rekeninstrumenten is namelijk dat er per dier of per activiteit emissies worden berekend via zogenoemde emissiefactoren of uitspoelingsfracties. Deze emissiefactoren en uitspoelingsfracties zijn afgeleid van metingen, praktijkgegevens en modelberekeningen. Het systeem is daarmee eenvoudig en schaalbaar, dat wil zeggen dat het in principe toepasbaar is op landelijk, provinciaal en zelfs bedrijfsniveau. Het biedt daarmee potentie om gebruikt te worden als monitorings- en borgingsinstrumentarium voor de berekening van emissies op bedrijfsniveau.

Geen van de eerder beschreven instrumenten voldoet op dit moment aan de vier genoemde criteria voor brede inzet voor alle landbouwsectoren in Nederland. Vanwege de urgentie van emissiereducties pleiten we voor introductie van een eenvoudig modelinstrumentarium dat waar mogelijk aansluit op bestaande datastromen en instrumenten zoals de KLW. Vanwege de grote bijdrage aan de milieuproblematiek vanuit de melkveehouderij zijn er ook mogelijkheden om een systeem van doelsturing allereerst te ontwikkelen voor deze sector, waarna in de loop van de tijd andere sectoren kunnen aanhaken. Dit eenvoudige modelinstrumentarium kan daarbij gebruik maken van de eerdere berekende toelaatbare emissies die ook gebaseerd zijn op de NEMA-systematiek voor gasvormige emissies en de WOG-WOD systematiek voor nitraatuitspoeling naar het grondwater.

Berekening van de effecten van maatregelen

Een belangrijk onderdeel van een bedrijfsspecifiek instrumentarium is de mogelijkheid om onderbouwd inzicht te geven in het effect van genomen maatregelen, waarbij vervolgens de adoptie van maatregelen kan worden geborgd. Dit vereist dat er een overzicht van beheersmaatregelen beschikbaar is waarbij helder is wat deze maatregelen bijdragen aan het reduceren van de emissies op bedrijfsniveau. Een aanzet hiertoe is gegeven in Bijlage 1 (zie ook Ros e.a., 2025). De agrariër kan vervolgens zelf inschatten met welke combinatie van maatregelen hij kan bijdragen aan de beoogde emissiereductie. Uiteindelijk moet de daling echter gegarandeerd zijn. Het is hierbij wel een uitdaging om het effect van een combinatie van maatregelen te verrekenen; het effect van een combinatie van maatregelen is in de praktijk geringer dan de optelsom van de afzonderlijke maatregelen. Dit vereist rekenregels die kwantitatief inzicht geven in de emissiereductie van een brede set aan maatregelen waarbij rekening wordt gehouden met specifieke bedrijfskenmerken die de emissie beïnvloeden. Anno 2024 is dit echter nog niet beschikbaar.

Om rekenregels (dan wel emissiefactoren) af te leiden voor een bedrijfsspecifieke stoffenbalans, zijn de volgende werkwijzen mogelijk:

- 1 Er worden per bedrijfstype (en relevante gebiedskenmerken als grondsoort, grondwaterdiepte, intensiteit) experimenten uitgevoerd om voor een specifieke maatregel de gemiddelde (en bijbehorende bandbreedte) van emissiereducties te kwantificeren. Het gemiddelde effect wordt gebruikt als emissiefactor.
- 2 Op basis van procesmodellen (onderliggend aan de huidige KLW of bedrijfsmodellen) wordt berekend wat het effect is van een specifieke maatregel (of combinatie van maatregelen). Deze kwantificering volgt daarmee het wetenschappelijk inzicht in de sturende variabelen die een effect heeft op de emissie. De hiervan afgeleide emissies kunnen worden gespecificeerd per bedrijfstype en afhankelijk worden gemaakt van relevante gebiedskenmerken die sturend zijn op deze emissies. De gemiddelde emissiereductie wordt gebruikt als emissiefactor.
- 3 Op basis van de wetenschappelijke literatuur worden empirische reductiefactoren afgeleid voor specifieke maatregelen die beproefd zijn onder vergelijkbare condities als de situatie van de Nederlandse landbouwers. Ook hier wordt een gemiddelde reductiefactor toegepast om de impact van een maatregel (of combinatie van maatregelen) te vertalen in een emissiefactor. Deze rekenregels en emissiefactoren moeten wel periodiek en steekproefsgewijs door metingen worden gevalideerd.

Om het effect van maatregelen te kwantificeren en te borgen, kan ook worden gewerkt met relaties tussen kengetallen en reducties zoals de eerder genoemde relatie tussen de ammoniakemissie en het ruw-eiwitgehalte in het rantsoen of het ureumgehalte in de tankmelk. Op basis van dergelijke relaties laten circa 40 onderzoeks- en demonstratiebedrijven van het Netwerk Praktijkbedrijven zien dat bijna 20% ammoniakreductie werd gerealiseerd in 3 jaar tijd, op basis van rantsoen- en diermanagement, waarbij met name gestuurd werd op het ruw eiwitgehalte en de energiedichtheid van het rantsoen (verhouding RE/ VEM), naast het verlagen van het aantal stuks jongvee. Hoewel relaties altijd een bepaalde onzekerheid hebben, dient te worden bedacht dat dit ook voor directe metingen van ammoniakconcentraties geldt. Het gebruik van dergelijke relaties is inzichtelijk en bevordert het vakmanschap rond voermanagement en daarmee het verlagen van ammoniakemissies in de melkveehouderij.

Omdat wetenschappelijke inzichten niet stilstaan en er ook nieuwe innovaties beschikbaar komen, is het belangrijk om naast het rekeninstrumentarium ook te

werken aan procedures om nieuwe innovaties toe te voegen aan een lijst van “erkende” maatregelen met een bijbehorend effect. Hierbij moet er een balans worden gevonden tussen snelle goedkeuring van een alternatieve maatregel en een zorgvuldige beoordeling van het effect van deze maatregel. Als uit de periodieke validatie via metingen blijkt dat over de tijd het effect van maatregelen groter of kleiner is dan verwacht, kunnen bijbehorende rekenregels en emissiefactoren worden aangepast. Dit verandert daarmee niet de te realiseren toelaatbare normen, maar mogelijk wel het tijdspad waarbinnen de beoogde normen kunnen worden gerealiseerd. Wel is het belangrijk dat er sprake is van een structurele daling in emissies.

Aandachtspunt blijft dat het erg lastig is om het effect van een combinatie van maatregelen betrouwbaar in kaart te brengen. Dit kan via pilotstudies verder in kaart worden gebracht, maar vooralsnog moet rekening worden gehouden met een zekere onzekerheid op de gebruikte emissiefactoren gekoppeld aan maatregelen.

Borging van maatregelen

Borging is het cruciale woord bij de implementatie van doelsturing. Hierbij kunnen we onderscheid maken tussen de adoptie van maatregelen op bedrijfsniveau (en daarmee verwacht ingerekend effect) en borging van daadwerkelijke doelrealisatie met het oog op de natuur-, lucht- en waterkwaliteit in het landelijk gebied. In het eerste geval moet heel duidelijk zijn welke maatregelen zijn genomen op bedrijfsniveau om de beoogde emissiereductie te realiseren én of deze op een goede manier zijn geïmplementeerd. Op bedrijfsniveau kan en hoeft echter niet aangetoond te worden dat de omgevingsdoelen (natuur, water, etc.) worden gerealiseerd. Voor de daadwerkelijke doelrealisatie kan gebruik worden gemaakt van landelijke en regionale monitoringsmeetnetten (conform de huidige situatie) waarbij aangetoond moet worden dat het beleid van doelsturing op bedrijfsniveau ook daadwerkelijk bijdraagt aan de beoogde lagere emissies en verbeterde natuur-, water- en luchtkwaliteit. Denk hierbij aan de monitoringsmeetnetten zoals het Landelijk Meetnet Mestbeleid, het MNLISO, het depositienetwerk, etc.

De monitoring van doelrealisatie op landelijk en provinciaal niveau wordt hierbij gebruikt als overkoepelende controle op het realiseren van de landelijke emissiereductie met de gestimuleerde beheersmaatregelen per bedrijf. Op bedrijfsniveau is het mogelijk om via toetsing of certificering vast te stellen dat de genomen beheersmaatregelen juist, tijdig en volledig zijn uitgevoerd. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van administratieve controle, daadwerkelijke metingen of fysieke

controles na het doen van meldingen. In de huidige praktijk ligt hier nog een groot aantal uitdagingen in relatie tot technische realisatie, controleerbaarheid (door de boer zelf én door de bevoegde instanties) en (ook juridische) handhaafbaarheid. Als een boer maatregelen uitvoert die leiden tot een vermindering van verliezen, bijvoorbeeld een aanwendingstechniek met lagere emissies, dan moet dit effect worden aangetoond, bijvoorbeeld op basis van aanbesteding bij een gecertificeerde loonwerker. Technologische ontwikkelingen (bv. steeds goedkoper wordende sensors en ICT) maken het meten wel steeds eenvoudiger. In tabel 7 worden een aantal borgingsmogelijkheden geïllustreerd voor een serie aan maatregelen die bijdragen aan het verlagen van de emissie van ammoniak en broeikasgassen naar de lucht en nitraatuitspoeling naar het grondwater. Vanuit een juridisch oogpunt is het gewenst om na te denken welke vorm van borging noodzakelijk is. Voor de borging van genomen maatregelen en gerealiseerde emissiereductie kan worden gewerkt met een combinatie van publieke handhaving en controle en private controle (met signaalfunctie naar de handhavende instanties). Hierbij kan het zwaartepunt voor uitvoerende controles bij private (keten)partijen liggen en moet de overheid voornamelijk een normerende rol spelen zodat controles op een eenduidige wijze en met vergelijkbare diepgang en kwaliteit zullen plaatsvinden. Een voordeel van het opnemen van de borging in private certificeringssystemen is dat hierbij gebruik gemaakt kan worden van systemen waar de sector al ervaring mee heeft. Dit betekent wel dat hiervoor extra controleurs en extra bedrijfsbezoeken georganiseerd moeten worden om toe te zien dat de afspraken nagekomen worden. Bij voorkeur wordt hier de combinatie gezocht met al lopende certificeringen, zodat dit zo min mogelijk extra tijd kost voor deelnemers en certificerende instanties. De wijze waarop de bevindingen moeten worden gecommuniceerd naar de deelnemer en de overheid dient belegd te worden in handhavingsregime (protocollen, afsprakenkaders en dergelijke).

Een certificeringssysteem is primair een private aangelegenheid, maar moet voor de voorliggende opgaves in het landelijk gebied opgezet worden in samenspraak met betrokken overheden en kennisinstellingen. Certificering kan aansluiten bij het zelfregulerend vermogen van een sector en daarmee als vorm van private borging een publiek belang dienen.

Tabel 7. Illustratie van maatregelen en borgingsmogelijkheden en een kwalitatieve beoordeling van de mogelijkheid om effecten door te rekenen binnen een Afrekenbare Stoffenbalans (ASB).

Maatregel	Borgingsmogelijkheden		Berekenbaar in ASB
	Lichte borging	Zware borging	
Maatregelen voor minder ammoniakemissies			
Minder ruw eiwit in rantsoen	kuilanalyses	kuilanalyses	+++
Meer beweiden	urenregistratie	GPS-tracking	++
Netjes werken bij toedienen mest	mestboekhouding	Geotack fotos	0
Juiste kunstmestkeuze	mestboekhouding	mestboekhouding	++
Diepe mestinjectie	meldingsplicht	Aankoopbon / inhuurbon	+++
Aanzuren van mest	boekhouding	pH meting	+++
Aanpassing stalsysteem	meldingsplicht	aankoopbonnen plus onderhoudscontract	++
Extensiveren (minder GVE per ha)	dierregistratie	dierregistratie	+++
Maatregelen voor minder broeikasgas emissies en meer koolstofvastlegging			
Aanpassing rantsoenen	aankoopbonnen plus kuilanalyses (laag frequent)	aankoopbonnen plus kuilanalyses (hoog frequent)	++
Aanpassing stal en mestopslag	meldingsplicht	Aankoopbonnen plus onderhoudscontract	+
De bemesting op het juiste tijdstip		GPS-tracker plus mestboekhouding	0
Ontwatering van veen	meldingsplicht	peilbuis plus meting, aanleg drains	+
Verhogen aandeel granen of leeftijd van grasland	Mei-telling, RS	Mei-telling, RS	++
Extra aanvoer van organische stof	mestboekhouding	mestboekhouding	+++
Extensiveren (minder GVE per ha)	dierregistratie	dierregistratie	+++
Maatregelen voor minder nitraatuitspoeling			
Verhogen aandeel granen of leeftijd van grasland	Mei-telling, RS	Mei-telling, RS	++
Minder beweiden in het najaar	urenregistratie	GPS-tracker	0
Aanpassing stikstofbemesting (4R principes)	Digitale Grasland Gebruikskalender	GSP-tracker plus mestboekhouding	++
Bemesten conform bemestingsadvies	bemestingsplan		+
Tijdig zaaien veggewas	remote Sensing	remote sensing (RS)	++
Korting op gebruiksnorm	bemestingsplan	mestboekhouding	++

Er blijft een scheiding tussen de publieke verantwoordelijkheid van een toezichhouder (handhaven en toezicht conform wettelijk kader met uitgebreide (opsporings) bevoegdheden) en de verantwoordelijkheid van een certificerende instantie (controle of er wordt voldaan aan criteria van certificeringsschema en daarmee de toets of het certificaat kan worden verleend). Hierbij kan eventueel ook een adviserende rol worden toegevoegd voor de certificerende instantie. Het uitwisselen van gegevens waarbij de ondernemer zelf machtigingen verleend heeft hierbij de voorkeur.

Voor een geborgd en betrouwbaar systeem van certificering zijn er een aantal randvoorwaarden:

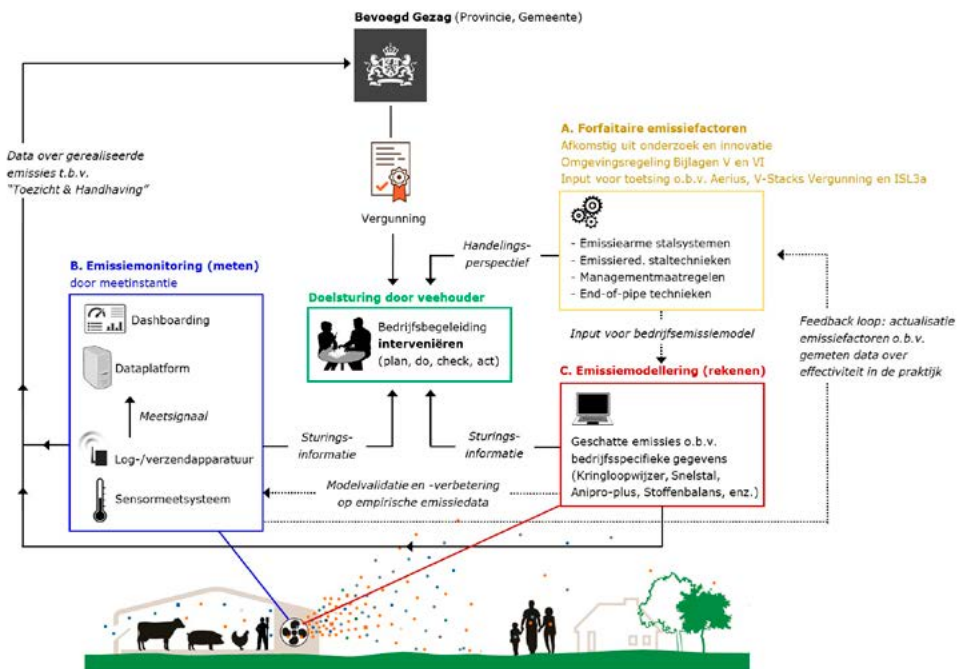
- Er moet een duidelijke opdrachtgever zijn (in dit geval de overheid) die helder inzicht geeft in de te realiseren doelen / normen die wetenschappelijk als betrouwbaar zijn aanvaard. Dit kan bijvoorbeeld worden gerealiseerd door de



toelaatbare emissienormen als ook de bijbehorende rekenmethodiek op te nemen in de bijbehorende wetgeving. Over zowel de norm als ook het effect van de genomen dan wel te nemen maatregel moet geen discussie zijn.

- De methodiek om te controleren of een norm wordt gerealiseerd als ook hoe de implementatie van maatregelen wordt gemonitord, moet vooraf zijn gedefinieerd. De genomen maatregelen op bedrijfsniveau moeten toetsbaar zijn door een derde.
- De overheid stelt een controleprotocol op waaraan een controlerende partij moet voldoen en schrijft ook voor hoe en wat er moet worden gerapporteerd.
- De publieke toezichthouder is in staat om te controleren wat een private, zelfregulerende entiteit uitvoert en inzet qua personeel, middelen en kennis.

Een mogelijk meet en rekensysteem voor de implementatie en borging van doelsturing is gegeven in figuur 4.



Figuur 4: Mogelijk meet en rekensysteem voor de implementatie en borging van doelsturing (Bron: Wageningen Livestock Research, Albert Winkel).

Juridische risico's en kansen

De Omgevingswet heeft als motto: 'ruimte voor ontwikkeling, waarborgen voor kwaliteit van de fysieke leefomgeving.' Het nieuwe wettelijke stelsel voorziet het bestuur van een flink aantal bevoegdheden en instrumenten om te sturen op milieu- en natuurdoelen (Borgers et al., 2024). Hierbij kan er langs drie manieren worden gestuurd op doelbereik, namelijk met emissienormen op stalniveau, een koepelnorm op bedrijfsniveau, en evenwicht op gebiedsniveau.

Mogelijkheden binnen de Omgevingswet

De 'klassieke vorm' van regulering van de veehouderij vindt plaats door middelsturing op stalniveau, waarbij met emissiearme stallen of andere vastgestelde technieken meer dieren kunnen worden gehouden dan zonder deze stallen en technieken. Dit is een relatief eenvoudige methode van regulering die toepasbaar is op standaardsituaties. Zolang er alleen gebruik wordt gemaakt van berekeningen is er echter een reëel risico dat de beoogde reductie niet wordt gerealiseerd. Door per staltype te sturen op gemeten dan wel berekende emissies (of een slimme combinatie van beide) kan elke ondernemer zelf bepalen hoe hij de emissiereductie in de stal realiseert. Er wordt inmiddels gewerkt aan pilots met doelvoorschriftvergunningen en het wordt meer en meer helder waaraan zo'n vergunning moet voldoen. De komende tijd zal ervaring moeten worden opgedaan om dit instrument op waarde schatten. Dat geldt ook voor de toepassing van de experimenteerbepaling voor innovatieve systemen en maatwerkvoorschriften waarmee overheden goed gemotiveerd meer flexibel kunnen zijn bij de beoordeling van aanvragen. In de praktijk zal ook ervaring moeten worden opgedaan met meer flexibele systemen, waarbij de ondernemer (met metingen) aantoont dat er een zekere emissiereductie is gerealiseerd los van de al bestaande geaccordeerde maatregelen en innovaties.

Uitgaande van toelaatbare emissienormen per bedrijf zoals opgesteld in Hoofdstuk 3 is het nodig om doelgerichte regels en voorschriften (emissiegrenswaarden) vast te stellen voor het geheel van activiteiten op een bedrijf. De toelaatbare norm geldt voor het hele bedrijf, waarbij een ondernemer dus "intern kan salderen" om tot een gewenste verlaging op bedrijfsniveau te komen. Op basis van de aanvraag door de veehouder van een koepelnorm voor het hele bedrijf, net als bij doelsturing op stalniveau, kan het bevoegde gezag met een goed onderbouwde motivering beoordelen wat een passende grenswaarde is voor het geheel van de activiteiten ('de optelsom van activiteiten') of deze beoordelen in het licht van opgenomen normen in de wetgeving. Het voordeel van doelsturing op bedrijfsniveau is dat de veehouder in de keuzes voor de bedrijfsvoering veel meer flexibiliteit heeft dan wanneer de

beoordeling en borging op basis van één (of enkele) vooraf gedefinieerde activiteit (zoals nieuwe stalvloer of extra beweiding) plaatsvindt. Daardoor wordt het bijvoorbeeld makkelijker een kringloop van activiteiten, op basis van een gesloten stoffenbalans en/of op basis van KPI's, te organiseren. Integrale sturing op meerdere KPI's kan daarbij afwenteling voorkomen. Bij doelsturing op bedrijfsniveau moet voorts nog worden getoetst of sprake is van significantie voor de instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000-gebieden en moet met zekerheid worden gesteld dat die doelstellingen niet worden ondermijnd. Als het huidige depositiebeleid wordt gewijzigd in een emissiebeleid dan is deze relatie automatisch van toepassing en valt het buiten de verantwoordingsplicht van een bedrijf om aan te tonen dat de natuurkwaliteit in de Natura2000-gebieden niet verslechtert. Het intern salderen kent overigens wel een ondergrens, met name voor grote intensieve veehouderijen die gecategoriseerd zijn als IPPC-bedrijven (d.w.z. bedrijven die onder de richtlijn industriële emissies vallen). De emissie van elke IPPC-installatie die op het bedrijf aanwezig is moet blijven binnen de ranges van wat uit de Best Beschikbare Technieken (BBT) is af te leiden.

In sommige regio's kunnen de toelaatbare normen het voortbestaan van het bedrijf in de huidige vorm onmogelijk maken, zoals de zeer lage toelaatbare N-bodemoverschotten in zandgebieden. Dit kan deels samenhangen met het gebied, maar ook met de huidige emissies op het bedrijf of het bedrijfssysteem. Doelsturing op gebiedsniveau betekent dat het bevoegd gezag de milieugebruiksruimte binnen een bepaald gebied bepaalt, om deze daarna te kunnen verdelen over de locaties en activiteiten in dat gebied. Daarmee kan worden gestuurd op het evenwicht van de effecten tussen alle activiteiten en beschermde belangen in het gebied. De Omgevingswet voorziet in de instrumenten om doeltreffend te sturen op realisatie van de natuur- en milieudoelen, terwijl er ruimte is voor economische activiteiten. Deze instrumenten zijn het omgevingsplan, een gebiedsprogramma met maatregelen en bijbehorende financiering, een programmatische aanpak en eventueel een landherinrichting via een gebiedsproces. De provincies kunnen hierin de regie nemen, in aansluiting op de programma's voor het landelijk gebied. Mogelijk kunnen bedrijven daarin regionaal samenwerken om gezamenlijk tot de realisatie van gebiedsopgaven te komen.

Op dit moment is een doelsturing met in de tijd (afnemende) emissienormen die mede zijn afgeleid uit de plaatselijke gebiedskwaliteit waarschijnlijk wettelijk nog niet mogelijk. De emissienormen worden thans afgeleid enerzijds uit de Best Beschikbare Technieken (vooral ten tijde van de toelating van het bedrijf) en

anderzijds uit het verbod van een toename van de emissie die mogelijk een significant effect op een Natura 2000 gebied zou hebben. In de wet zou moeten worden voorzien in de mogelijkheid om (dalende) emissiedoelen op te leggen die los staan van deze twee factoren en erop gericht zijn een bijdrage te leveren aan de vermindering van de overbelasting van nabij gelegen Natura 2000 gebieden of andere milieugevolgen, zoals de afname van de broeikasgasuitstoot vanuit de landbouw.

Bedrijfsgerichte monitoring en juridische borging

De uitvoerbaarheid van bedrijfsgerichte monitoring en sturing, een randvoorwaarde voor implementatie van een systeem van doelsturing, wordt bemoeilijkt door de toegenomen complexiteit van wet- en regelgeving voor mest, bodem, water en natuurbeheer met bijbehorende vergunningen. Voor een bedrijfsspecifieke verantwoording en sturing moeten meer gegevens worden verzameld en gecontroleerd dan onder het huidige instrumentarium. Dat leidt in beginsel tot een toename van administratieve lasten bij bedrijven en uitvoeringslasten bij de overheid. Digitalisering kan die lasten verlichten. De totale druk op de mestmarkt, en daarmee de fraudeprikkel, zal niet substantieel afnemen, omdat het huidige productierechtenstelsel blijft gelden en de plaatsingsruimte gelijk blijft. Evaluaties (Bestman & Erisman 2016) van bedrijfsspecifieke systemen wijzen op de gevoeligheid voor zowel invulfouten als fraude; deze risico's vragen daarom specifieke aandacht.

In 2022 hebben Vellinga en de Haan een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden van een Afrekenbare Stoffenbalans (ASB) voor de melkveehouderij. Verwijzend naar de ervaringen met de Bedrijfsspecifieke Excretie (BEX) binnen de KLV stellen zij dat de combinatie van handhaving via punitieve sancties en bedrijfsspecifiek willen beoordelen niet goed werkt vanwege i) de grote onzekerheid in de berekende hoeveelheid eiwit die op eigen bedrijf wordt geproduceerd (veelal middels grasproductie), ii) de onmogelijkheid om alle factoren in die berekening en in de bedrijfsvoering betrouwbaar te meten, en iii) het feit dat er geen enkele twijfel mag zijn als er een overtreding is begaan en dat alle informatie die de onschuld kan ondersteunen in beschouwing moet worden genomen. Deze conclusies zijn van toepassing op de KLV als ook op nieuw te ontwikkelen stoffenbalansen voor inzet in andere landbouwkundige sectoren.

Waar Vellinga en de Haan (2023) en ook Nieuwenhuizen et al. (2024) op basis hiervan concluderen dat invoering van (zware) doelsturing middels een ASB vrijwel onmogelijk is, zien wij die mogelijkheden wel. Vellinga en de Haan (2023) benoemen namelijk ook dat een ASB-methodiek die gebruik maakt van regulerende

heffingen in combinatie met bedrijfsspecifiek beoordelen wel haalbaar is omdat de rekenwijze en de norm dan in de wet worden voorgeschreven. Bij handhaving moet dan getoetst worden of aan de rekenwijze van de wet wordt voldaan. Dat er sprake is van onzekerheid in de berekening is dan geen belemmering. Wat wel essentieel is, is dat de toegepaste methodiek niet mag leiden tot een systematische overschatting of onderschatting van een bepaalde bron categorie, waardoor een bepaald type boer bevoordeeld of benadeeld wordt. Omdat dit op voorhand niet zo lijkt te zijn, zien wij juist wel potentie in het gebruik van een ASB-methode

Een juridisch struikelblok voor het eerdere (1998-2005) bedrijfsspecifieke MINAS-stelsel was het bestaan van verliesnormen in plaats van gebruiksnormen (Van Rijswijk, 2004). In de voorgestelde normerings- en beprijzingsaanpak blijft het huidige gebruiksnormenstelsel gehandhaafd. Daarmee lijken er geen directe obstakels te zijn om dit juridisch passend te maken.

Regie op doelsturing

Om de landelijke doelen als ook de doelen op bedrijfsniveau te realiseren en om de sectoren duidelijkheid en perspectief te bieden, zijn heldere doelen op langere termijn cruciaal als ook inzicht in de mogelijkheden om daar te komen. Voor de brede uitrol van bewezen innovatieve technieken zijn andere instrumenten nodig. In 2024 concludeerde Backus (2024) dat het aan regie ontbreekt om de noodzakelijke acties van de verschillende partijen in het innovatielandschap op elkaar af te stemmen en tijdig in te zetten, dat innovatieve ondernemers langdurig grote risico's lopen, dat het versnellen van innovaties ook een zaak is van het voorkomen van onnodige vertragingen, en dat het vooralsnog onzeker is of de uitkomst van de ingezette innovaties en het realiseren van de beoogde transitie positief zal zijn. Het risico op marginalisering en een teruglopende omgevingskwaliteit van het buitengebied is aanwezig. Er zijn strategische keuzes nodig rondom het doelbereik (wat kan waar wel en wat kan waar niet), de fasering ervan (hoeveel jaren tot aan doelbereik), de plaats van innovaties binnen de context van vergunningsverlening, en de inzet van publiek of private controle en handhaving om de daadwerkelijke emissie-reducties te realiseren.

5 Conclusies

De belangrijkste reflecties in relatie tot de implementatie van doelsturing zijn:

- 1 Nuanceer de gedachte dat bij doelsturing alle middelvoorschriften kunnen worden afgeschaft. Generieke middelvoorschriften die onder alle omstandigheden een bewezen effect hebben zullen zeker gehandhaafd blijven. Denk bijvoorbeeld aan de gebruiksnormen voor stikstofbemesting per gewas en het verbod op bovengronds uitrijden van dierlijke mest. Alleen bij specifieke voorschriften waarvan het effect lang niet in alle situaties duidelijk is of als er alternatieve middelen bestaan om hetzelfde doel te bereiken, zou doelsturing overwogen moeten worden.
- 2 Maak onderscheid tussen vier soorten (ideaaltypen) doelsturing, die elk eigen kenmerken en randvoorwaarden hebben voor doelmatig gebruik, te weten stimulatie (S), prestatie (P), normeren (N) en normeren en beprijzen (N&P), waarbij er vooral een principiële onderscheid is tussen S- en P-sturing enerzijds versus N- en N&P-sturing anderzijds.
- 3 Ontwikkel zo spoedig mogelijk doelen per bedrijf op basis van de landelijke opgaven voor natuur (met toelaatbare emissies van ammoniak), klimaat (met toelaatbare emissie van broeikasgassen) en grondwaterkwaliteit (met toelaatbare stikstofbodemoverschotten) die in een gegeven doeljaar (2035 of 2040 of een ander te specificeren jaar) moeten zijn gerealiseerd. Op die manier weet elke boer waar hij of zij aan toe is.
- 4 Die vertaling van lange-termijn wettelijke landelijke doelen naar bedrijfsdoelen volgt met name uit de hoeveelheid landbouwgrond en het aantal dieren in Nederland. Bij de afleiding zijn wel verschillende keuzes te maken (waaronder meer of minder nadruk op grondgebondenheid en rekening houden met natuurlijke afvloeiing). Doelsturing op haalbare doelen kan op korte termijn maar op lange termijn dienen de wettelijke doelen gehaald te worden.
- 5 Het is realistisch om te onderkennen dat de uiteindelijke doelen voor ammoniak en broeikasgassen, en in mindere mate voor het N-bodemoverschot, niet op elk bedrijf volledig gehaald kunnen worden door managementverbeteringen en vakmanschap, maar dat op verschillende bedrijven ook een noodzaak is tot een daling van het aantal dieren per hectare dan wel andere bedrijfsaanpassingen of teeltverboden om de beoogde emissiereductie te realiseren.
- 6 Vanwege de wettelijke context van de opgaven voor ammoniak, broeikasgassen en het N-bodemoverschot, is een integrale N- of N&P-sturing gewenst voor deze

-
- drie doelen. Wel zou in de eerste jaren gewerkt kunnen worden met een gefaseerde implementatie van doelsturing, waarbij het systeem gradueel wordt gewijzigd van S- of P-sturing in de eerste periode naar een systeem van N- of N&P-sturing in de vervolgfase tot aan de periode waarin het doel moet zijn gehaald. Hiermee is een geleidelijke transitie mogelijk, mede in relatie tot de acceptatie ervan in de praktijk en de juridische en praktische haalbaarheid. Een geleidelijke overgang is echter alleen mogelijk als vooraf helder is welke doelen op termijn als normen worden gehanteerd en welke consequenties het wel of niet realiseren van deze normen heeft.
- 7 De doelen en opgaven in het landelijk gebied in relatie tot agrobiodiversiteit, droogte, kwaliteit oppervlaktewater, dierenwelzijn, en bodemkwaliteit kunnen onzes inziens beter gerealiseerd worden via (bestaande) systemen van S- en/of P-sturing. Omdat de doelen voor ammoniak, broeikasgassen en stikstofoverschot indirect hieraan bijdragen, is het belangrijk om te zorgen dat beide vormen van doelsturing elkaar versterken. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van de integraliteit van de KPI-K systematiek als ook bestaande KPI-systemen op het vlak van S- en P-sturing binnen Nederland zoals het ANLB, de Ecoregeling, de Biodiversiteitsmonitoren, de Open Bodemindex en het BedrijfsBodemWaterPlan.
 - 8 Voor borging en monitoring is altijd een combinatie van meten en modellen (rekeninstrumenten) nodig om op bedrijfsniveau een betrouwbare uitspraak te doen over de huidige emissies als ook de impact van management en innovaties. Maak bij implementatie van doelsturing bij voorkeur gebruik van een eenvoudig (en integraal) rekentool om emissies naar de lucht en het N-bodemoverschot te berekenen, waarbij voor de melkveehouderij het wenselijk is om gebruik te maken van de KringloopWijzer. Belangrijke benodigde metingen voor borging en advisering zijn de excretie van stikstof, het stikstof- en TAN gehalte en de pH van de mest, het ureum gehalte in de melk en mogelijk N-mineraalmetingen in de bodem in het najaar.
 - 9 Gebruik van een rekentool achten wij juridisch mogelijk als die in de wet wordt voorgeschreven. Wel is het inrekenen van emissiereducties van maatregelen moeizaam omdat dit: (i) een gedegen onderbouwing van die reducties vereist, (ii) een rekenwijze vereist om de reducties van een stapeling van maatregelen te berekenen en (iii) alle maatregelen geborgd moeten kunnen worden. Om deze redenen achten wij een eenvoudig meetsysteem zoals beschreven onder punt 8 cruciaal. Dan spelen voornamelijk de borging van data voor het berekenen van een bedrijfsbalans en metingen van het stikstof - en TAN gehalte en de pH van de mest en het ureum gehalte in de melk een rol.
 - 10 De verantwoordelijkheid voor ontwerp, implementatie en monitoring van N&P-

sturing rond emissies van ammoniak (voor natuur), emissies van broeikasgassen (voor klimaat), en uitspoelingsverliezen van nitraat (voor grondwaterkwaliteit) ligt onzes inziens bij de landelijke overheid. De beoogde doelen rondom waterkwantiteit, bodemkwaliteit en kwaliteit van het oppervlaktewater passen onzes inziens beter bij een gerichte inzet van stimulering of prestatiesturing (S- of P-sturing) onder verantwoordelijkheid van de provinciale overheid.

Samenvattend is onze belangrijkste aanbeveling om een duidelijk onderscheid te maken tussen twee principiële verschillende vormen van doelsturing, te weten vormen van N- of N&P-sturing versus S- of P-sturing. In alle gevallen zijn zogenoemde KPIs nodig. We pleiten ten aanzien van de reductie van emissies van ammoniak, broeikasgassen en nitraat voor N- of N&P sturing. Voor N- of N&P-sturing moet voor elk bedrijf onderbouwd worden wat de huidige en acceptabele emissies zijn, waarbij gebruik gemaakt kan worden van KPIs zoals de toelaatbare ammoniakemissie, toelaatbare broeikasgasemissies en het bedrijfsgemiddelde bodemoverschot voor stikstof. Metingen zijn ondersteunend bij de onderbouwing en afleiding van deze doelen/normen volgens een wetenschappelijke rekensystematiek. Voor S- en P-sturing geldt een vergelijkbare wens tot monitoren en borging. Bij de selectie van KPIs kan gebruik worden gemaakt van de set indicatoren ontwikkeld binnen het KPI-K project, maar het is daarnaast aan te bevelen om aansluiting te zoeken bij bestaande (en al succesvolle) initiatieven waarbij KPIs worden ingezet binnen de markt als ook in provinciaal beleid.

Momenteel is het volledig meten van emissies geen beter alternatief voor een rekeninstrument. Er zijn nog verschillende vragen: a) het meten van emissies in open stallen is nog een lastig vraagstuk en is nog in ontwikkeling; b) in aansluiting daarop, het aggregeren van puntmetingen van concentraties en van luchtstromen tot een totale hoeveelheid voor een bedrijf vergt ook rekenmodellen; c) de beschikbaarheid en kosten van apparatuur om lage concentraties te meten; en d) de borging van metingen. Veldemissies van ammoniak en broeikasgassen zijn te diffuus om op praktijkschaal te meten, de concentraties van lachgas zijn te laag om ook op stalniveau te meten. De verliezen van stikstof naar het grondwater kunnen wel worden *geschat* aan de hand van een bepaling van de hoeveelheid minerale N in de bodem aan het einde van het groeiseizoen.

Het nieuwe wettelijke stelsel van de Omgevingswet voorziet het bestuur van een flink aantal bevoegdheden en instrumenten om te sturen op milieu- en natuurdoe-

len, waarbij er gestuurd kan worden op doelbereik via emissienormen op stalniveau (emissienorm per dier), een koepelnorm op bedrijfsniveau (emissies per hectare), en evenwicht op gebiedsniveau (combinatie van emissienormen per dier en per hectare). Er zijn strategische keuzes nodig rondom het doelbereik (wat kan waar wel en wat kan waar niet), de fasering ervan (hoeveel jaren tot aan doelbereik), de plaats van innovaties binnen de context van vergunningsverlening, en de inzet van publiek of private controle en handhaving om daadwerkelijke de beoogde emissie-reducties te realiseren.



Dankwoord

Dit rapport is mede tot stand gekomen na discussiesessies met onderzoekers en experts betrokken bij het meten, beoordelen en innoveren van de impact van de landbouwpraktijk. We danken hiervoor dr. Koos Verloop (WUR, onderzoeker Agro Field Technology Innovations), ir. Gerard Migchels (WUR, coördinator Netwerk Praktijkbedrijven), dr. Albert te Winkel (WUR, coördinator Emissie monitoring), prof. Chris Backes (UU, hoogleraar Omgevingsrecht), prof. Duur Aanen (WUR, Laboratorium voor erfelijkheidsleer), drs. Gerbert de Leeuw RA RO (auditor, accountant, Veenendaal), dr. Joan Reijs (WUR, senior onderzoeker Duurzame Melkveehouderij), dr. Anne van Doorn (WUR, programma coördinator Biodiversiteit in de landbouw), drs. Edo Gies (WUR, senior onderzoeker Dynamiek ruimtegebruik), en prof. Gerard Velthof (WUR, buitengewoon hoogleraar Nutriënten- en koolstofbeheer in de bodem).

Referenties

- Aarnink et al. (2016). Ontwikkeling van een rekentool om de ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen te kunnen voorspellen. Rapport 990. Wageningen Livestock Research. <https://edepot.wur.nl/397953>.
- Aarnink et al. (2023). A simple model as design tool for low-ammonia emission pig housing. Technology for environmentally friendly livestock production. Book chapter. ISBN 9783031197291. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-19730-7_2.
- Agrimatie (2024) Informatie over de agrosector. Beschikbaar via www.agrimatie.nl.
- Backus G (2024) Werk aan de winkel. Versnellen innovatie in de veehouderij. Rapportage aan de provincie Noord-Brabant, Connecting Agri & Food, 34 pp.
- Bestman M & JW Erisman (2016), Geschiktheid van de KringloopWijzer als beleidsinstrument – Expert judgement. Bunnik: Louis Bolk Instituut.
- Borgers H, Baars L & L d'Hondt (2024) Doelsturing met toepassing van de Omgevingswet. Handelingsperspectieven voor de duurzame regulering van veehouderij in Nederland. Whitepaper, KokxDeVoogd, 51 pp.
- Bougouin et al. (2016). Nutritional and environmental effects on ammonia emissions from dairy cattle housing: A meta-analysis. *Journal of Environmental Quality*, 2016. 45(4): p. 1123-1132.
- Bussink DW, Doppenberg G, Ros GH & CL van Duijvendijk (2017). Minder ammoniak door betere voeding. Deel B: Emissiemetingen, modelberekeningen en evaluatie in de praktijk. NMI-rapport 1531.N.15.
- CDM (2022). Advies Maatwerkakaanpak van het 7e Actieprogramma Nitraatrichtlijn.
- CDM (2024). Advies 'Verkenning korte en lange termijn maatregelen voor realisatie van waterkwaliteitsdoelen'.
- Erisman JW & B Strootman (2021). Naar een ontspannen Nederland, 188 pp. <https://ontspannennederland.nl/>.
- De Vries W, Ros GH, Kros H & R Jongeneel (2020) Eindrapport Adviescollege Stikstofproblematiek: een evaluatie. MILIEU, 41-47.
- De Vries W & GH Ros (2023). Uitleg lokale bijdrage piekbelasters en herhaald voorstel voor ander stikstofbeleid. <https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=31357>.
- De Vries, W., J. Kros, J.C. Voogd and G. H. Ros, 2023. Integrated assessment of agricultural practices on the loss of ammonia, greenhouse gases, nutrients and heavy metals to air and water. *Science of the total Environment* 857, 2023,159220, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159220>
- Gies E, Cals T, Groenendijk P, Kros H, Hermans T, Lesschen JP, Renaud L, Velthof G & J-C Voogd (2023). Scenariostudie naar doelen en doelrealisatie in het kader van het Nationaal Programma Landelijk Gebied. Een integrale verkenning van regionale water-, klimaat- en stikstofdoelen en maatregelen in de landbouw. WEnR-rapport 3236, 116 pp.
- Groenendijk P, van Gerven L, Schipper P, Jansen S, Buijs S, van Loon A, Lukacs S, Verhoeven F,

-
- Housmans B, van Rotterdam D, Ros GH, Verloop K & G-J Noij (2021). Maatregel op de Kaart (Fase 2). Identificeren van kansrijke perceelsmaatregelen voor schoner grond- en oppervlaktewater. STOWA-rapport 2021-26, 44 p.
- IPO (2024) Verkenning doelsturing. Een zoektocht naar een route voor invoering. IPO-rapport, 33 pp.
- Jongeneel R (2024) Reflecties over doelsturing: wat het is, wat het kan, en waar je aan moet denken bij implementatie. Wageningen Social & Economic Research en Wageningen University, <https://edepot.wur.nl/671481>.
- LNV (2024) Handreiking voor de gebiedsprogramma's NPLG versie februari 2024, 112 pp.
- Monteny G-J (2000). Modelling of ammonia emissions from dairy cow houses. PhD Thesis. Wageningen University. <https://edepot.wur.nl/194569>.
- NPB (2024). Netwerk Praktijkbedrijven. Artikelen gepubliceerd op www.netwerkpraktijkbedrijven.nl
- Nieuwenhuizen W, Walther C, Kuindersma W & M Berkhof (2024). Natuurinclusief loont; Een verkenning van de (on)mogelijkheden om met doelsturing op basis van KPI's 50 procent natuurinclusief landbouwareaal in Nederland te realiseren. Wageningen, WEnR-rapport 3323.
- Ogink NWM, Groenestein CM & J Mosquera, (2014). Update of ammonia emission factors for cattle categories: advisory report for amendments in regulations on ammonia and livestock. Wageningen UR Livestock Research, Report 744.
- Ravensbergen APP, van Ittersum MK, Hijbeek R, Kempenaar C & P Reidsma (2024). Field monitoring reveals scope to reduce environmental impact of ware potato cultivation in the Netherlands without compromising yield. *Agricultural Systems*, 220. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104091>
- Reijs J, Jager J, Daatselaar C & V Beekman V (2023). KPI-sturing op NPLG-doelen, <https://edepot.wur.nl/639104>.
- Reijs J & A Van Doorn (2023). Sturen met Kritische Prestatie Indicatoren. Onmisbaar instrument om duurzaamheidsprestaties van landbouwbedrijven te meten en waarderen. WUR document 2023.
- Remkes J (2022) Wat wel kan. Uit de impasse en een aanzet voor perspectief. 60 pp.
- Ros GH, Verweij S, Quist N & N van Eekeren (2020). BedrijfsBodemWaterPlan. Maatwerk voor duurzaam bodem en waterbeheer. Nutriënten Management Instituut BV, Wageningen, Rapport 1805.N.20, 34 pp.
- Ros GH, Verweij SE, Janssen SJC, de Haan J & Y Fujita (2022) An open soil health assessment framework facilitating sustainable soil management. *Environ. Sci. Technol.* 56, 23, 17375-17384.
- Ros GH, Van Dijk W & E Wattel (2022) Aflleiding toelaatbare en kritische N-bodemoverschotten ten behoeve van de maatwerkaanpak. Interne notitie t.b.v. consortium maatwerkaanpak, 16 april 2022.
- Ros GH, de Vries W, Jongeneel R & M van Ittersum (2023a). Gebieds- en bedrijfsgerichte handelingsperspectieven voor een duurzame landbouw in Nederland. Wageningen University & Research. <https://doi.org/10.18174/630025>

-
- Ros GH, de Vries W, Jongeneel R & M van Ittersum (2023b). Een helder toekomstperspectief voor boeren. Emissierechten kunnen overheden helpen regionaal maatwerk te leveren. *BODEM 3*, 3 pp.
- Ros GH, de Haan JJ, Fuchs LM & L Molendijk (2023c) Bodembeoordeling van landbouwgronden voor diverse ecosysteemdiensten. Ontwikkeling van de BLN, versie 2.0, WPR-OT rapport 1030, 92 pp.
- Ros GH, De Vries W, van Ittersum M & R Jongeneel R (2024) Reflectie op IPO verkenning doelsturing. Bijlage bij IPO (2024) Verkenning doelsturing. Een zoektocht naar een route voor invoering. IPO-rapport, 33 pp.
- Ros GH, Kager H, Boom G & W de Vries (2025) Verkenning effecten landbouwinnovaties. Potentieel van landbouwinnovaties om emissies van ammoniak en broeikasgasemissies naar de lucht en verliezen van nutriënten naar het water te verlagen. WU-rapport 2024.159, 72 pp. In press.
- Sajeev EPM et al. (2017). Evaluating the potential of dietary crude protein manipulation in reducing ammonia emissions from cattle and pig manure: A meta-analysis. *Nutrient cycling in Agroecosystems.*, 2017. DOI: 10.1007/s10705-017-9893-3.
- Schipper P, Van Loon A, Rozemeijer J, Groenendijk P & S Lukacs (2022). Effectiviteit nutriëntenmaatregelen om uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden te verminderen. STOWA-deltafact, 21 pp.
- Sefeedpari et al. (2024). Model adaptation and validation for estimating methane and ammonia emissions from fattening pig houses: effect of manure management system. *Animals 14*, 18 pp. <https://doi.org/10.3390/ani14060964>.
- Silva JV, van Ittersum MK, ten Berge HFM, Spätjens L, Tenreiro TR, Anten NPR & P Reidsma (2021). Agronomic analysis of nitrogen performance indicators in intensive arable cropping systems: An appraisal of big data from commercial farms. *Field Crops Research*, 269. doi:10.1016/j.fcr.2021.108176
- Snoek DJW (2016). Refining a model-based assessment strategy to estimate the ammonia emission from floors in dairy cow houses. PhD Thesis. Wageningen University. <https://edepot.wur.nl/387486>.
- Van Boxmeer, E.G.G., N. Verdoes, L.D. Workel, J. Vonk, J.W.H. Huis in 't Veld, 2024. Emissies uit verse drijfmest, urine en feces van rundvee, varkens en kalveren; onderzoek in klimaatrespiratiecellen naar emissies van ammoniak, lachgas, koolstofdioxide, methaan en niet-methaan vluchtige organische componenten, waaronder vluchtige vetzuren. Wageningen Livestock Research, Rapport 1495.
- Van Bruggen C, Bannink A, Bleeker A, Bussink DW, Dooren HJC, Groenestein CM, Huijsmans JFM, Kros J, Oltmer K, Ros MBH, van Schijndel MW, Schulte-Uebbing L, Velthof GL & TC van der Zee (2024) Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2022, WOT-rapport 264, 251 pp.
- Van Bruggen C & K Geertjes (2019). Stikstofverlies uit opgeslagen mest Stikstofverlies berekend uit het verschil in verhouding tussen stikstof en fosfaat bij excretie en bij mestafvoer. CBS | Paper, 1, 60 pp.
- Van Doorn A, Reijs J, Erisman JW, Verhoeven F, Verstand D, de Jong W, Andeweg K, van

-
- Eekeren N, Hoes AC, van Kernebeek H, Koopmans C, Wagenaar JP & P de Wolf (2021). Integraal sturen op doelen voor duurzame landbouw via KPI's. White paper WEnR, 14 pp.
- Van Loon MP, Hijbeek R, Vonk WJ & J Oenema (2024) Nutrient cycling on dairy farms in the Netherlands: The role of farm structure, management and trade-offs. *Resources, Conservation & Recycling* 211, 107878.
- Van Ouwkerk E (1999). ANIPRO: klimaat- en energiesimulatiesoftware voor stallen. Rapport IMAG. <https://wur.on.worldcat.org/oclc/196674320>.
- Van Rijswijk HFMW (2004) The implementation of the water framework directive in Dutch Law : a slow but steady improvement. *Journal for European Environmental & Planning Law*, volume 4, pp. 218 - 227
- Vellinga Th & M de Haan (2022) Onderzoek naar de mogelijkheden van een Afrekenbare Stoffen Balans voor de melkveehouderij; Een analyse van datakwaliteit en handhaving. Wageningen, Wageningen Livestock Research. Rapport nr. 1349.
- Velthof G et al. (2020). Identification of most promising measures and practices. FAIRWAY report, 74 pp.
- Verbeek-Schilder Y & F Verhoeven (2024). De emissiearme bedrijfsvoering. Een praktische en onderbouwde aanpak om ammoniakemissie te reduceren op grondgebonden melkveebedrijven. Rapport BV Boerenverstand.
- Winkel A, Burselman E, Hensen A, Otten G, Vonk J, Laanen L, Verfaillie A, van Dinther D, Mosquera J & N Ogink (2024). Richtlijnen voor het bepalen van emissies uit veestallen: Guidelines for determination of emissions from livestock barns. WUR-rapport 1470, 112 pp.

Bijlage 1 Innovatiepotentieel van maatwerkmaatregelen

Doelsturing in landbouwbeleid vraagt niet alleen een focus op een concreet gedefinieerd doel, maar in veel gevallen ook het goed nadenken over de middelen.

Doelsturing betekent namelijk dat de agrarische ondernemer zelf aan het stuur zit en dus zelf vrij is om (uit een gegeven set aan) de middelen te kiezen. Gezien de grootte van de opgave (zie hoofdstuk 3) is het daarom gewenst om te weten of deze opgave via innovaties rond huisvesting, mestopslag, diervoeding en mestaanwending de emissie van ammoniak, lachgas en methaan in voldoende mate kan worden gereduceerd. Hieronder volgt een korte samenvatting van de studie van Ros et al. (2025).

Impact van maatwerkmaatregelen

Op basis van een inhoudelijke analyse van gepubliceerde studies rond de impact van innovaties in de veehouderij is door Ros et al. (2025) in kaart gebracht wat de potentiële impact is van 36 innovaties in de melkveehouderij, 21 innovaties in de varkenshouderij en 5 innovaties in de pluimveehouderij. Daarbij is onderzocht hoe groot de emissiereductie kan zijn voor ammoniak en broeikasgassen bij volledige implementatie in Nederland. Bij een goede uitrol van deze innovaties was het mogelijk om de eerder gedefinieerde opgaves van het NPLG (LNV, 2024) te realiseren: de emissie van ammoniak kan met 41-50% worden gereduceerd en de emissie van broeikasgassen met 27 tot 48%. Het gemiddelde nitraatgehalte kan via maatregelen worden verlaagd zodat in 11 van de 12 provincies de gemiddelde concentratie lager is dan 50 mg per liter. Voor het oppervlaktewater is een reductie mogelijk die op kan lopen tot 49% voor stikstof en 26% voor fosfor. Dit betekent dat de NPLG-doelen voor deze verliezen kunnen slechts in 6 provincies (voor stikstof) en 3 provincies (voor fosfor) worden gerealiseerd.

De grootste bijdrage voor ammoniak wordt in vrijwel alle provincies geleverd door maatregelen in de melkveehouderij. De gemiddelde landelijke reductie ten opzichte van de emissie in 2019 ligt rond de 40-45%. Belangrijke maatregelen met veel impact op de emissies vanuit stallen en mestopslagen zijn het (biologisch) aanzuren van mest, eventueel in combinatie met vergisting, en de inzet van luchtwassers, dagontmesting of de inzet van plasmatechnologie om drijfmest om te zetten in een NEO-meststof. Al deze innovaties leveren een reductie van de stalemissie van

gemiddeld 70% of meer. Belangrijk hierbij is wel dat over hele agrarische bedrijf de verschillende maatregelen op elkaar zijn afgestemd zodat de reductie van emissies verdisconteerd wordt in een lagere aanvoer van externe nutriëntenbronnen. Via optimalisatie van dierrantsoenen is ook een reductie van 5-20% mogelijk. Als laatste kan via innovaties in de toediening van mest in zowel de veehouderij als akkerbouw de emissie van ammoniak tot 60% dalen, waarbij dit effect gerealiseerd kan worden via de toepassing van aangezuurde mest, toevoegingsmiddelen aan de mest, de inzet van precisiebemesting (de juiste meststof op de juiste plek met de juiste gift op het juiste moment) en diepe injectie van drijfmest. Veel van de maatregelen rond mesttoediening zijn inwisselbaar, waarbij netjes werken het uitgangspunt vormt.

Door de verschillende maatregelen te combineren (voor zover ze additief zijn) is het mogelijk om de emissie van broeikasgassen met 27 tot 48% te verlagen. Belangrijke maatregelen met veel impact op de emissies vanuit stallen en mestopslagen zijn ook hier de vergisting van mest (eventueel in combinatie met biologisch aanzuren), inzet van dagontmesting of stalvloer-aanpassingen of de inzet van plasmatechnologie. Via optimalisatie van dierrantsoenen kan 11-20% van de methaanemissie worden verlaagd door te sturen op de verteerbaarheid van het rantsoen, de leeftijd van de veestapel, en inzet van voeradditieven. Via gerichte fokkerij kan de emissie per jaar ook met 1% worden verlaagd. Bij mesttoediening kan gericht gestuurd worden op lagere emissies van lachgas, waarbij reducties kunnen variëren tussen de 1-10% voor dierlijke mest en kunnen oplopen tot 50% voor kunstmest.

Maatregelen om de uit- en afspoeling van nutriënten te verminderen, behoren vrijwel allemaal tot de goede landbouwpraktijk. Dit betreft maatregelen rondom efficiënter toedienen van mest, verlaging van de dierlijke mestgift, verhoging van de leeftijd van grasland, verruiming van het bouwplan, het toepassen van vanggewassen, en de inzet van bufferstroken. Deze maatregelen zorgen ofwel voor een verlaging van het N- en P-bodemoverschot ofwel voor een hogere retentie (en daarmee minder verliezen) in de bodem.

Illustraties van maatwerkmaatregelen

Ter illustratie, een verlaging van het eiwitgehalte van het rantsoen met 6 g kg⁻¹ reduceert de ammoniakemissie met 10%. Een stijging van het aantal weide-uren kan aanvullend de emissie met 5-10% doen dalen. Netjes werken bij toedienen van mest en de juiste meststofkeuze in het voorjaar verminderen de emissie bij toedie-

ning met 5-10%, waarbij het gebruik van diepe injectie of aanzuring het mogelijk maakt om de ammoniakemissie bij toediening te beperken tot 2% van de toegevoerde hoeveelheid stikstof. Om de ammoniakemissie in de stal te verlagen zijn ingrijpende en prijzige maatregelen nodig, waarbij met name veel perspectief ligt voor systemen die urine snel afvoeren en scheiden van de mest, en het gebruik van biologisch aanzuren, eventueel gecombineerd met vergisting. Verlagen van de methaanemissie kan deels verlopen via aanpassing van dierrantsoenen, waarbij het mogelijk is om 1-5% lagere methaanemissie per liter melk te realiseren. Een recent ontwikkeld veevoer additief van DSM kan de methaan uitstoot met 27% tot 40% per koe verminderen, afhankelijk van hoeveelheid ingezette methaanremmer. In mestopslagen komt methaan vrij bij de omzetting van organisch materiaal door bacteriën in de mest. Bij vergisting van mest kan dit methaan worden afgevangen en worden omgezet in energie. De emissie van CH₄ kan hierdoor met 63% dalen. In tegenstelling tot methaan is bemesting de grootste bron van lachgas in landbouwgronden. Het gebruik van ammonium meststoffen in combinatie met urease en nitrificatie-remmers kan de lachgasemissie sterk verminderen, zeker in combinatie met de 4-juistheden van bemesting (juiste hoeveelheid, meststof, plaats en tijdstip).

Het stikstofbodemoverschot is het verschil tussen N-aanvoer en N-afvoer naar de bodem, en kan per jaar per bedrijf worden berekend op basis van bestaande meetgegevens. Gerichte sturing op het N-bodemoverschot heeft veel potentie om de verliezen van stikstof naar het grondwater te verlagen. Een lager N-bodemoverschot zorgt daarbij structureel voor een lagere nitraatuitspoeling, waarbij de nitraatuitspoeling lineair is gekoppeld aan de variatie in N-bodemoverschotten: een verlaging van het N-bodemoverschot met 1 kg N ha⁻¹ zorgt voor een daling van het nitraatgehalte met <0.01 mg L⁻¹ in de kleigebieden tot > 0.6 mg L⁻¹ in het zuidelijk zandgebied. Vergelijkbare resultaten worden getoond voor het oppervlaktewater via berekeningen met het STONE-model, waarbij een vermindering van het N-bodemoverschot met 1 kg N ha⁻¹ de N-vracht naar het oppervlaktewater kan verlagen met 0,1 tot 0,2 kg N ha⁻¹.

Adoptie van maatwerkmaatregelen

De impact van maatregelen op de emissies van ammoniak en broeikasgassen naar de lucht en verliezen van nutriënten naar grond- en oppervlaktewater zijn sterk afhankelijk van de manier waarop ze worden geïmplementeerd. Ook zijn niet alle maatregelen onder elke omstandigheid inzetbaar. Een landelijk beoogde reductie

van 50% van de ammoniakemissie vraagt daarom om een gedegen en geborgde implementatie van maatregelpakketten die aansluiten bij het type bedrijf en voor kennisdoorwerking en ontsluiting om te zorgen voor een goede implementatie in de praktijk. Ervaringen uit het verleden rondom het effect van emissiearme stallen en toedieningstechnieken laten zien dat er een substantiële daling in ammoniakverliezen is gerealiseerd na 1996 maar ook dat de beoogde effecten groter waren dan de gerealiseerde effecten in de praktijk. Het is daarom realistisch om te erkennen dat ook de huidige doelen voor ammoniak, broeikasgassen en het N-bodemoverschot onder praktijkomstandigheden niet volledig ingevuld kan worden door managementverbeteringen en vakmanschap. Dit betekent dat er voor heel Nederland ook een noodzaak is tot extensivering, dat wil zeggen een daling in het aantal dieren per hectare.

Colofon

Auteurs

Gerard H. Ros
Leerstoelgroep Earth Systems and Global Change
gerard.ros@wur.nl

Wim de Vries
Leerstoelgroep Earth Systems and Global Change
wim.devries@wur.nl

Roel Jongeneel
Leerstoelgroep Agrarische Economie en Plattelandsbeleid &
Wageningen Economic Research
roel.jongeneel@wur.nl

Martin van Ittersum
Leerstoelgroep Plantaardige Productiesystemen
martin.vanittersum@wur.nl

Gesuggereerde citatie van deze publicatie

Ros, G. H., W. de Vries, R. Jongeneel, & M. van Ittersum (2025). Bedrijfsspecifieke doelsturing op verliezen van stikstof en broeikasgassen: doelen, middelen en borging. Wageningen University & Research. DOI <https://doi.org/10.18174/685327>

Fotografie

Bert Rijk (Plantaardige Productiesystemen, Wageningen University & Research): cover, p.2, 6, 11, 20, 24 en 32

Albert Winkel, WLR: p 35

Wageningen Beeldbank: p 47

Stein Temmermans: p 56

Vormgeving

Wageningen University & Research, Communication Services

DOI

<https://doi.org/10.18174/685327>



©2025 Wageningen Research. This work is licensed under the Creative Commons CC-BY-SA license. The license terms are available on: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

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



Wageningen University & Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl
