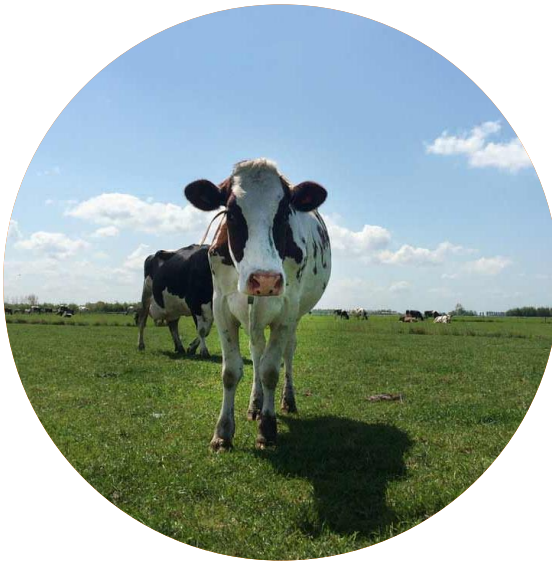


Uitdagingen en oplossingsrichtingen voor de veehouderij in het komende decennium

Melkveestudieclub Morgen, 16 November

Wim de Vries, Hoogleraar Milieusysteemanalyse

mmv Gerard Ros, Hans Kros



Inhoud

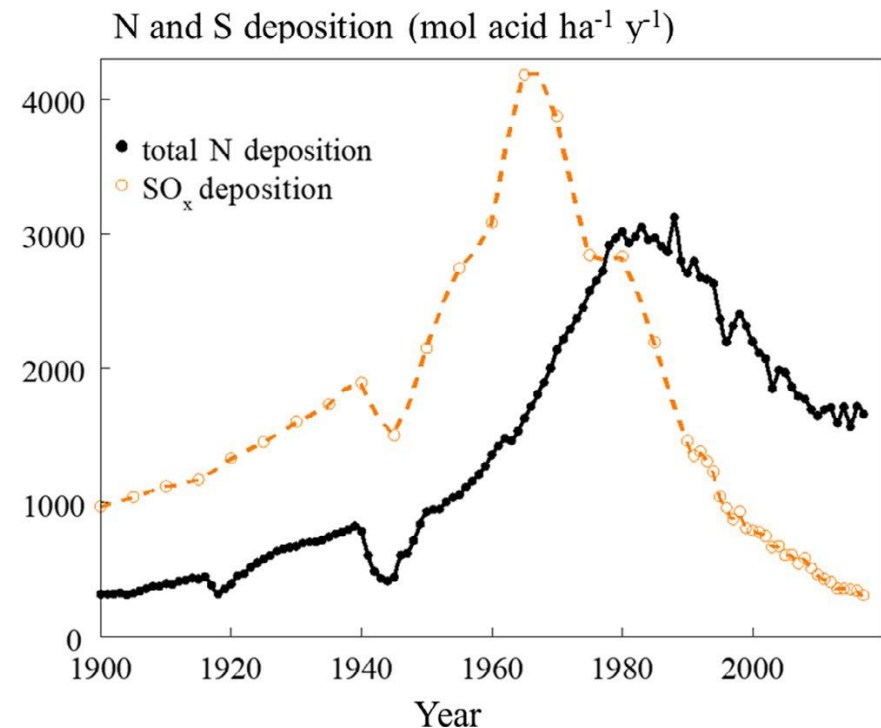
- Uitdagingen: De stikstof (landbouw) problematiek in Nederland
 - Historisch perspectief
 - Bijdrage van landbouw aan de stikstofdepositie
 - Stikstofemissies en effecten op natuur
 - Stikstofverliezen en effecten op klimaat, lucht en water
- Oplossingsrichtingen
 - Ambities en kabinetsplannen
 - Kringlooplandbouw (veestapelreductie) en innovaties

Uitdagingen: De problematiek van stikstofemissies in Nederland



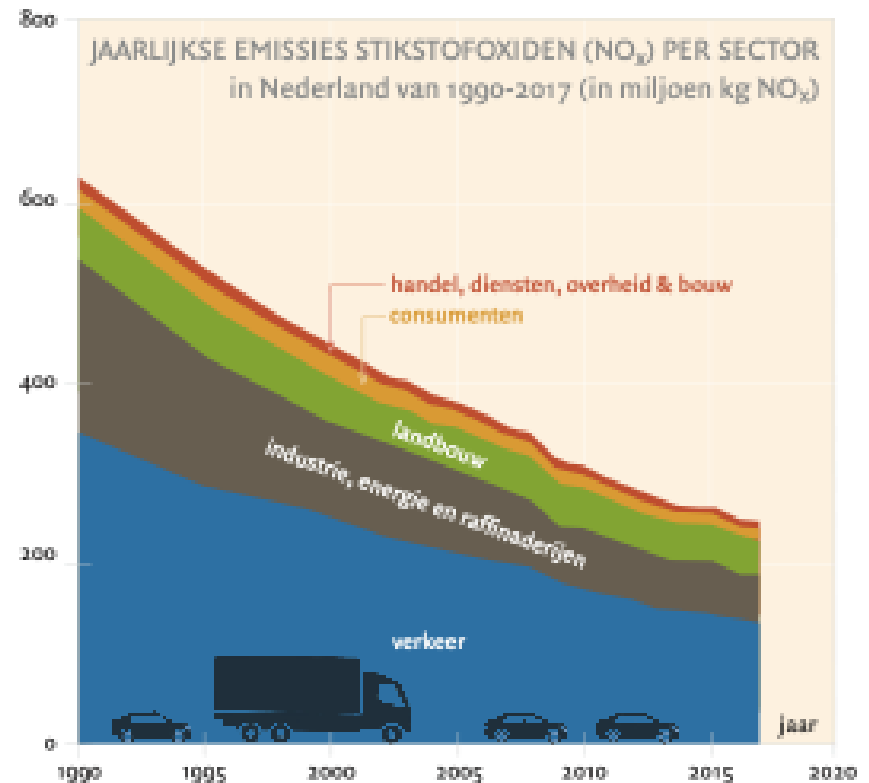
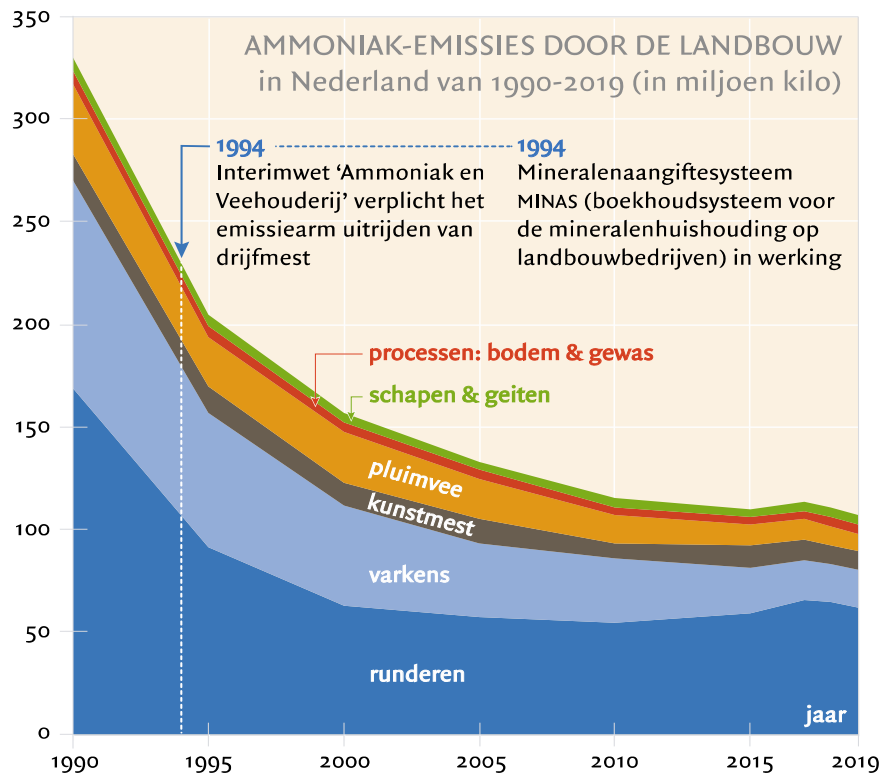
Beleid vanaf 1990 om zwavel (SO_2) en stikstof (NO_x en NH_3) uitstoot te reduceren

- **1992 Habitat Richtlijn**
- 1999: Gotenborg-protocol (UN-ECE): daarvoor aparte S en N protocollen
- 2001: NEC-richtlijn (EU) Richtlijnen voor elk land in 2030: bied onvoldoende bescherming aan natuur



Bron : Berendse et al 2021

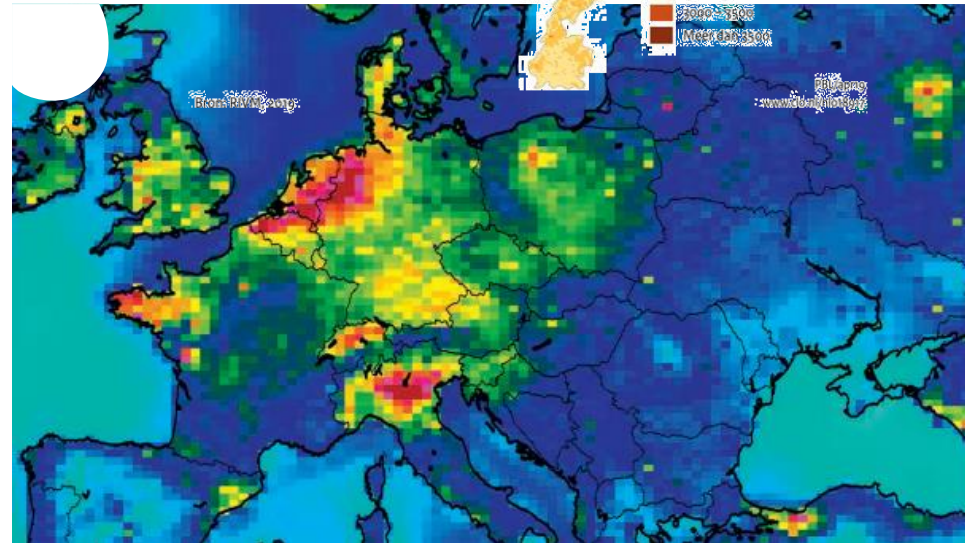
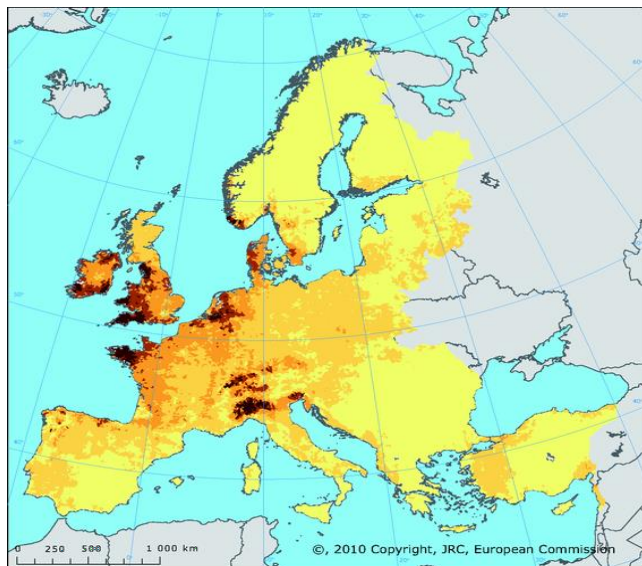
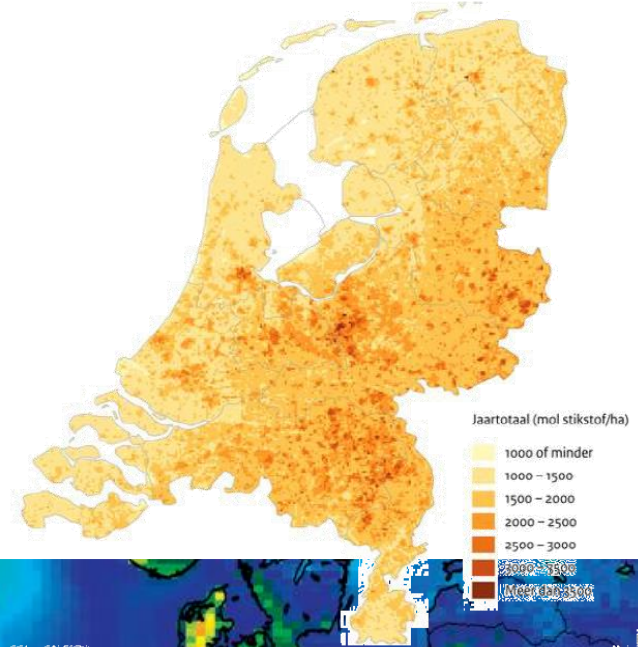
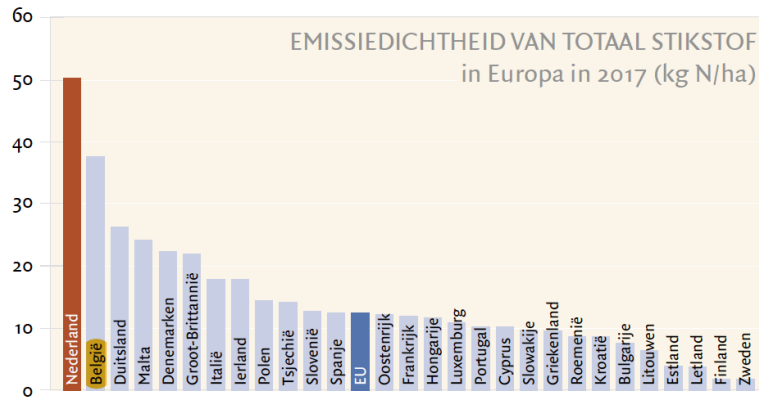
Afname stikstofemissie en depositie 1990-2017 in Nederland



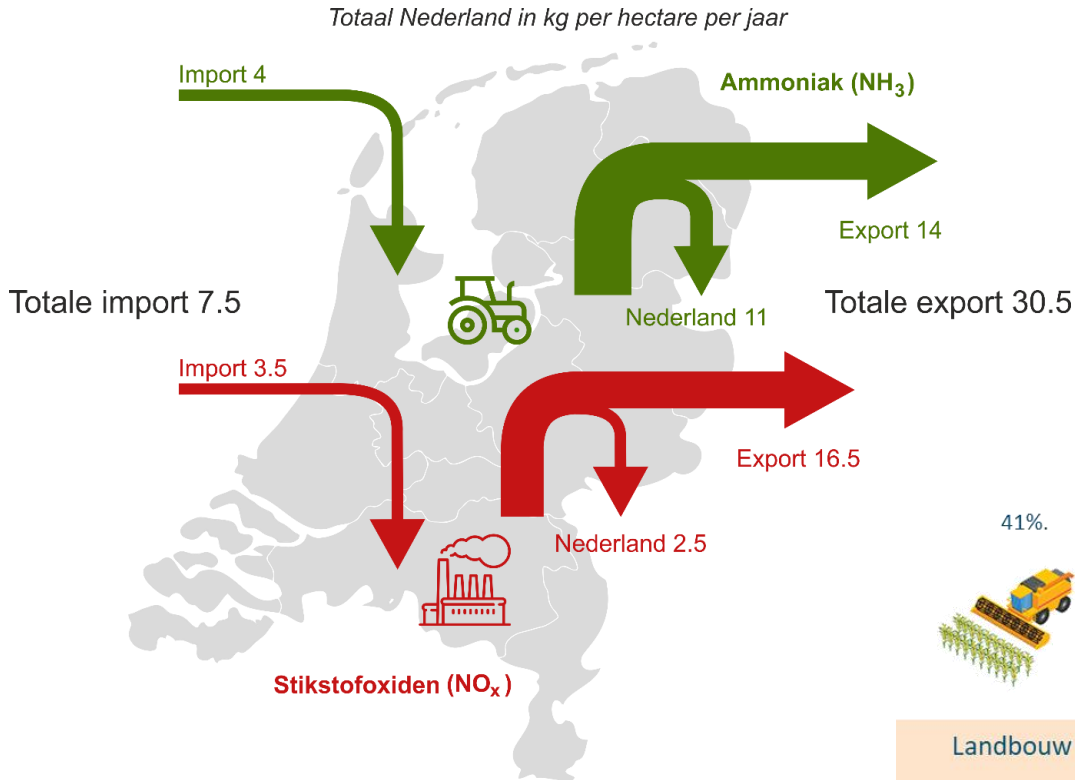
Ammoniakemissies met ruim 60% afgenomen in 1990-2017, met name door **emissiearm bemesten**, afdekken van mestopslagen, emissiearme stallen, krimp van de veestapel, eiwitarmere voer.

Geen ammoniak reductie meer sinds 2012 (loslaten melk quotum 2015; tijdens de PAS regeling). NO_x reductie is wel doorgegaan

Nederland en België zijn nog steeds stikstof hotspots vooral door intensieve landbouw

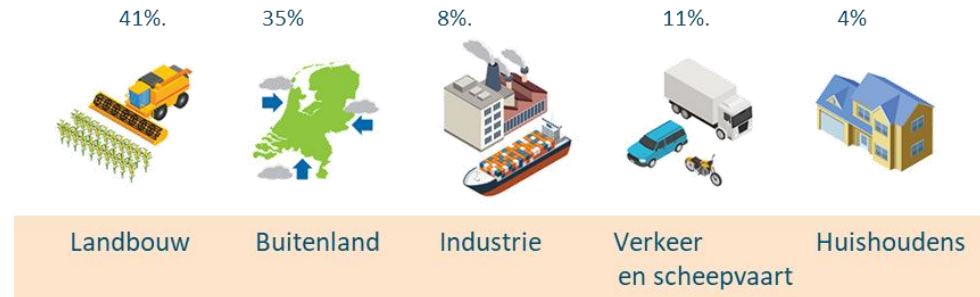


De NH_3 , NO_x en N balans voor Nederland



Dominante bijdrage is landbouw, gevolgd door buitenland en dan overige sectoren. Bijdrage landbouw minder aan kust en meer in binnenland

Bronbijdragen aan de Natura 2000 depositie, RIVM

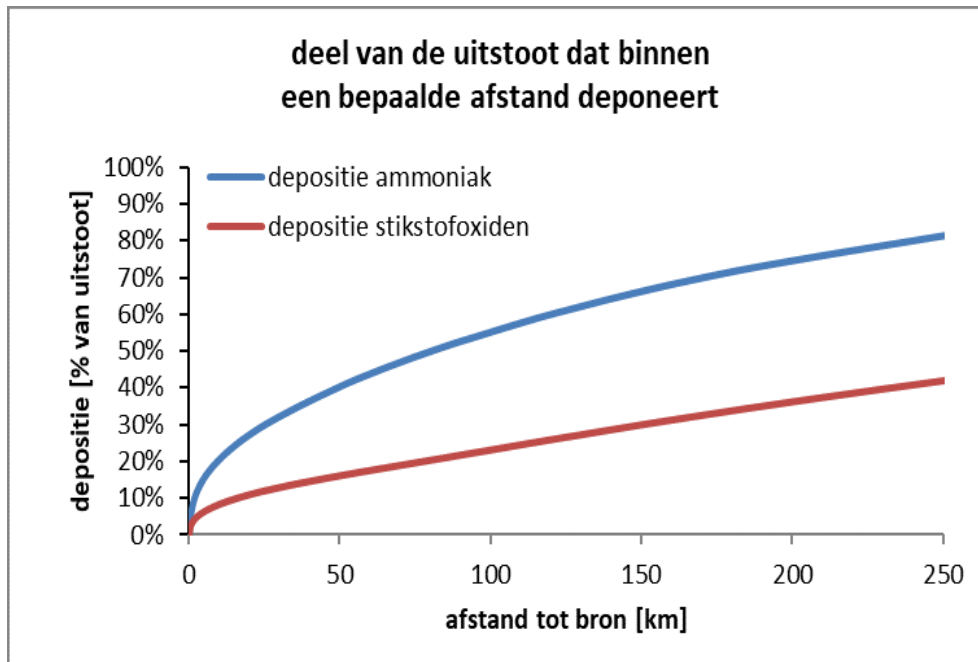


Uitgedrukt in N is uitstoot NH_3 in Nederland hoger dan NO_x . Daarnaast slaat meer NH_3 in NL neer (ca 45%) dan NO_x (ca 15%). Daardoor is de bijdrage in depositie ca 2/3 NH_3 en 1/3 NO_x

NH_3 (landbouw!) en NO_2 (transport!) zijn gasen met een duidelijk verschillende verspreiding in het leefmilieu

NH_3 gas $\leftrightarrow$ NH_3 water Henry K 56 mol/l/bar (298K)

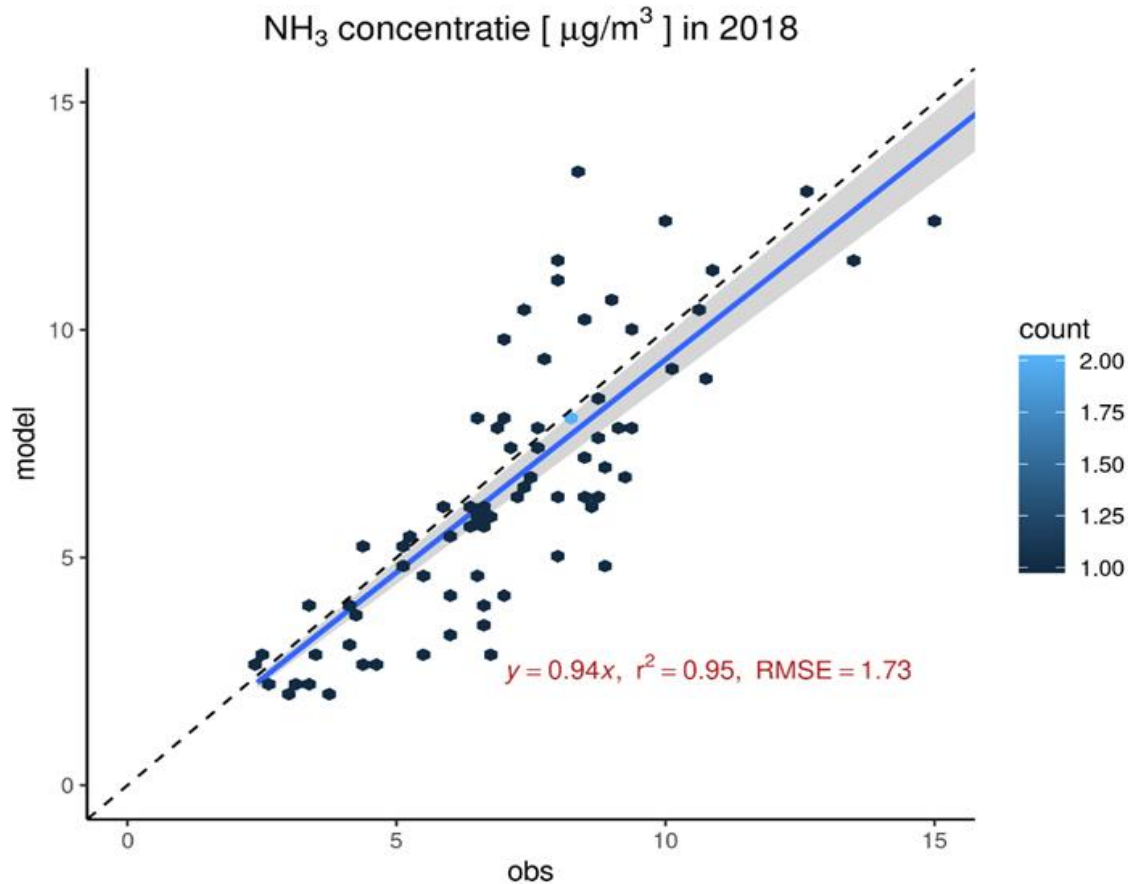
NO_2 gas $\leftrightarrow$ NO_2 water Henry K=0,0099 mol/l/bar (298K)



Op afstand van 250 kilometer deponeert ca. 80% van ammoniak (NH_3) en ca 35% van de stikstofoxiden (NO_x). Dus meer export van NO_x dan van NH_3 naar buitenland

Effectiever om NH_3 emissie aan te pakken

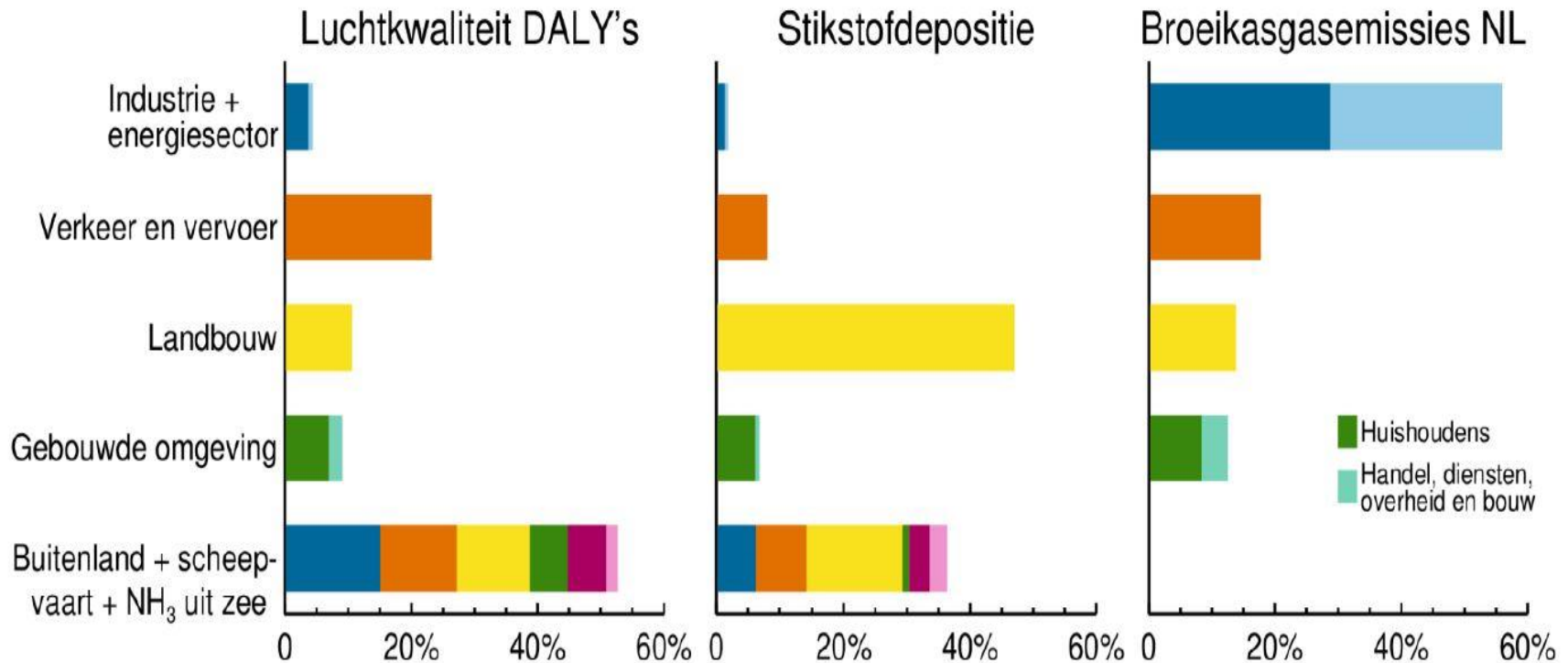
Vergelijking metingen - modelberekeningen



Conclusie
Commissie meten
en berekenen:
system voldoende
tot goed op
regionale schaal:
satellietbeelden
kunnen bijdragen

De geschatte foutmarge (95% zekerheid) in het nationale totaal is ca 30% voor NH₃ en 20% voor NO_x. Lokaal onzekerheid hoger

Bijdrage sectoren verschilt wel per thema



Luchtkwaliteit en effecten gezondheid
DALY is aantal verloren levensjaren

Stikstofdepositie op
effecten op natuur

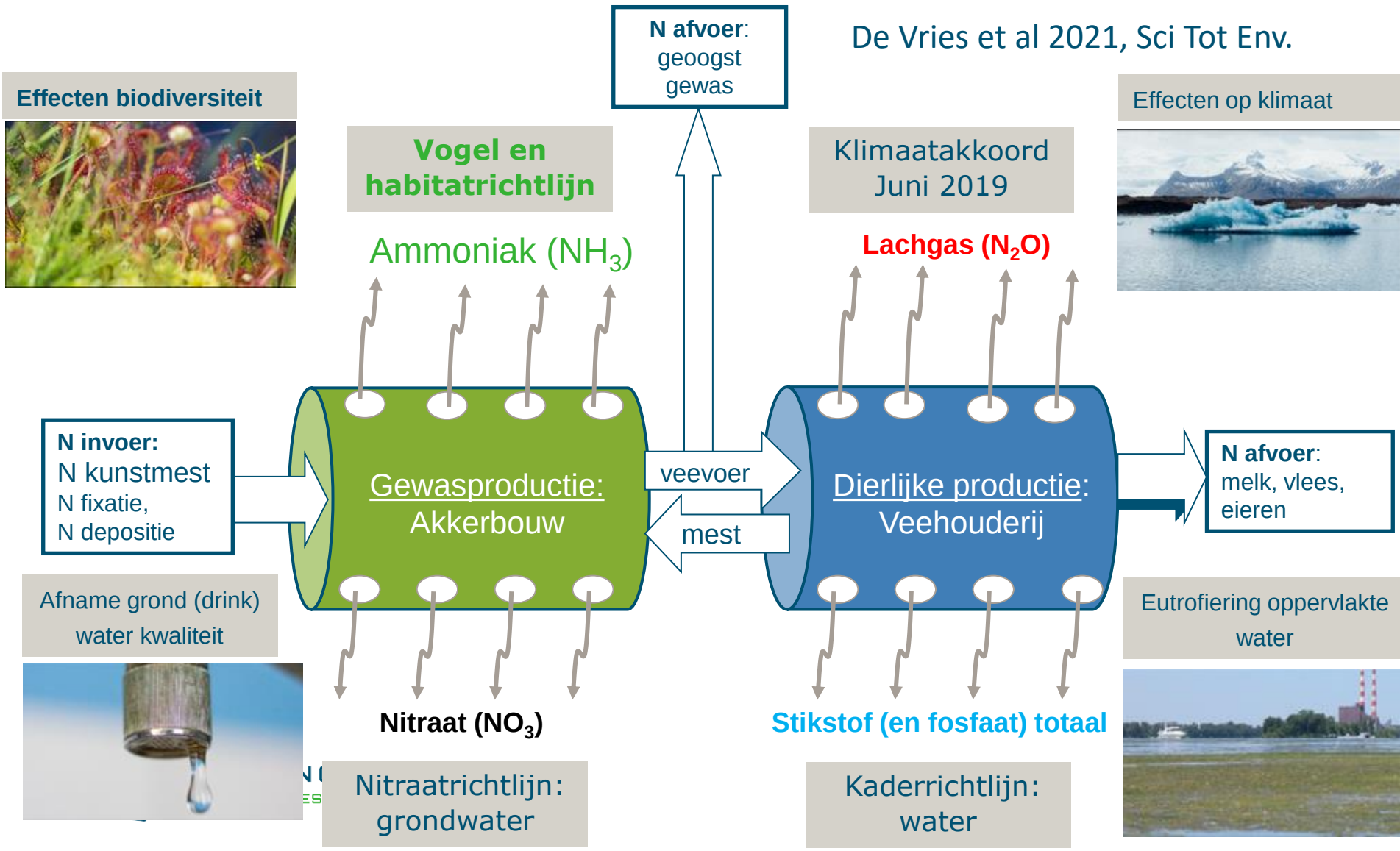
Broeikasgas emissies
(in CO₂ equivalenten) en
effecten op klimaat

Stikstofbudget landbouw Nederland 2018

Input and output fluxes	N (kton/jr)	
Input		
Krachtvoer	410	
Kunstmest	203	Veehouderij
Fixatie, compost etc	15	• Hoge N organische mest toevoer
Depositie	20	• Hoger verliezen naar lucht
Total	648	(vooral ammoniak) en water
		(vooral nitraat)
Output		
Dierlijke producten	207	
Plantaardige producten	87	Akkerbouw
Mest export	74	• High N kunstmest toevoer
Verliezen naar lucht	199	• Matige verliezen naar lucht maar
Verliezen naar water	86	veelal hoog naar water
Change N pool	-5	Bron data (CBS, jaar 2019)
Totaal	648	

Lekken in de stikstofcyclus in landbouw: meer dan ammoniak

De Vries et al 2021, Sci Tot Env.



Effecten op waterkwaliteit door stikstof (nitraat) en fosfor (fosfaat)

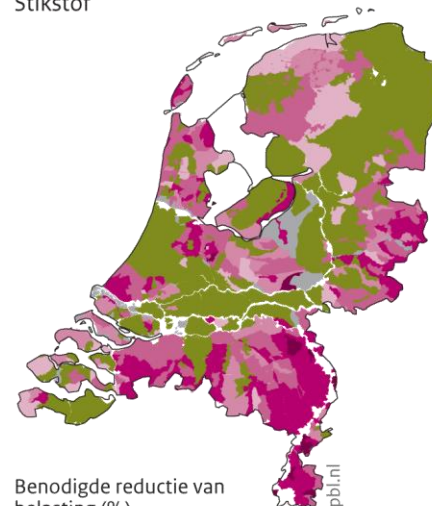
Figuur 7.1
Beoordeling biologische kwaliteit in regionale wateren volgens Kaderrichtlijn Water



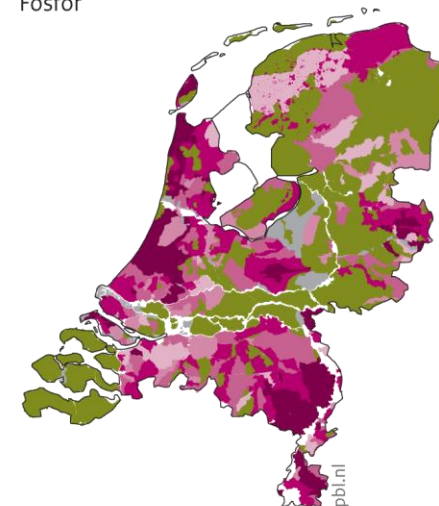
Bron: Deltares; bewerking PBL

Opgave voor realiseren van normconcentraties stikstof en fosfor in het regionale oppervlaktewater, 2011 – 2013

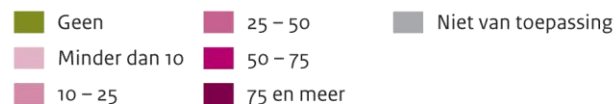
Stikstof



Fosfor



Benodigde reductie van belasting (%)



Bron: Wageningen Environmental Research

www.pbl.nl

Ca 50% van waterkwaliteit is ontoereikend tot slecht door eutrofiering; benodigde N en P reductie 20-40%

Effecten op gezondheid door stikstofdioxide en fijnstof (ca 40% aandeel van NH_3 en NO_x)

Gezondheidsindicator	Ziektelast	Aandeel in de totale ziektebelasting
Werkverzuim (dagen)	4.500.000	6% van het totale verzuim
Dagen beperkte lichamelijke activiteit	20.000.000	6% van het totale jaarlijks aantal
Bronchitisklachten bij kinderen met luchtwegaandoeningen	12.400	15% van kinderen met klachten
Nieuwe gevallen bronchitis bij volwassenen	6.900	21% van alle bronchitispatiënten
Ziekenhuisopnamen hart- en vaatklachten	2.600	1% opnamen voor hart- en vaatklachten
Ziekenhuisopnamen luchtwegklachten	2.200	2% opnamen voor luchtwegklachten
Aantal vroegtijdige doden	2.400	2% van alle jaarlijkse sterfgevallen
Sterfgevallen door longkanker	1.200	11% van alle longkankersterfte

Effecten stikstofdepositie op natuur



Afname diversiteit aan planten door
Vermesting: N overmaat (eutrofiering)
Verzuring: Ca, Mg, K gebrek.

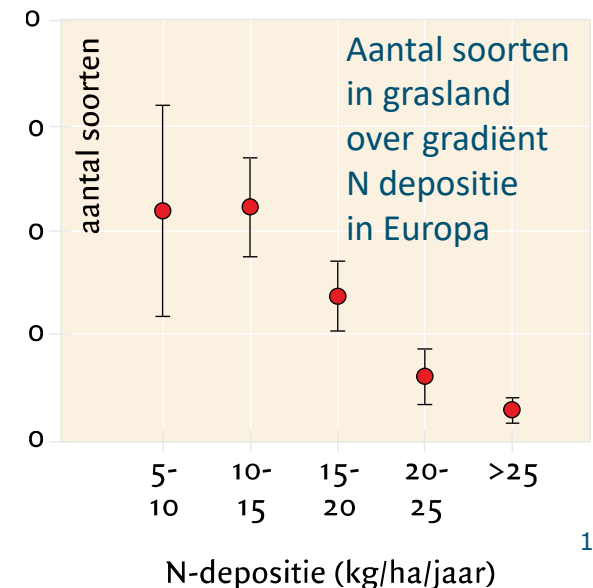
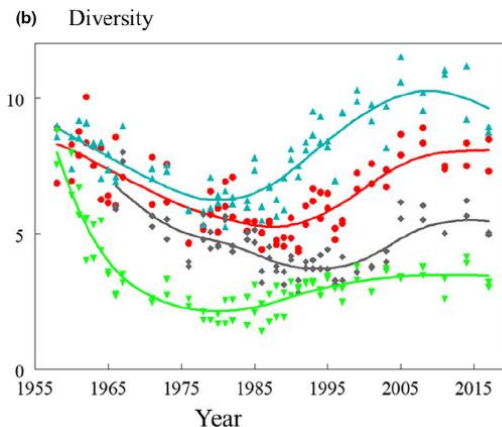
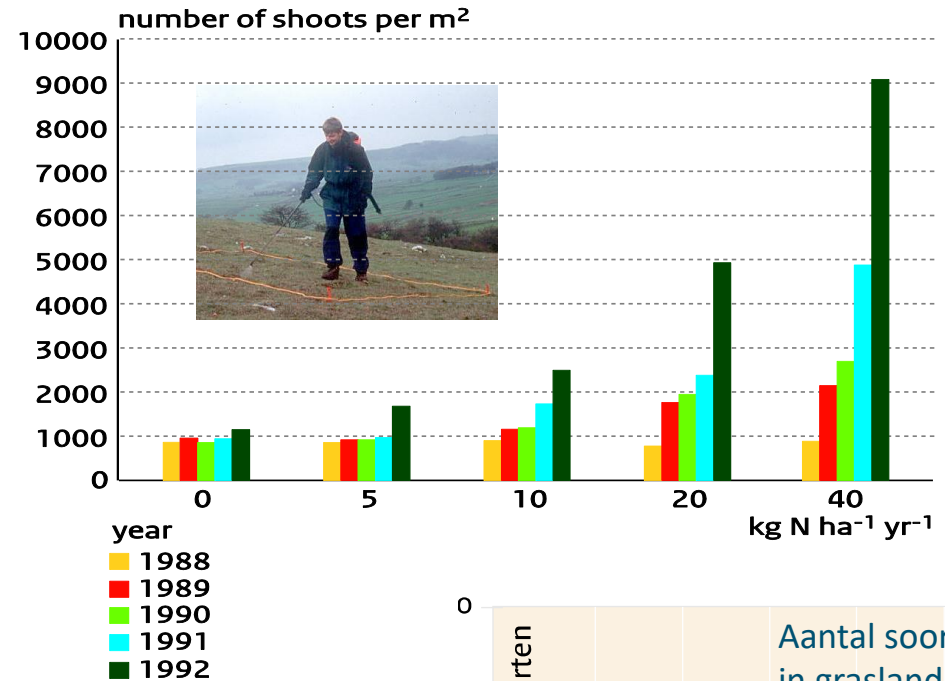


De Vries et al.
(2017) Stikstof is
de belangrijkste
oorzaak

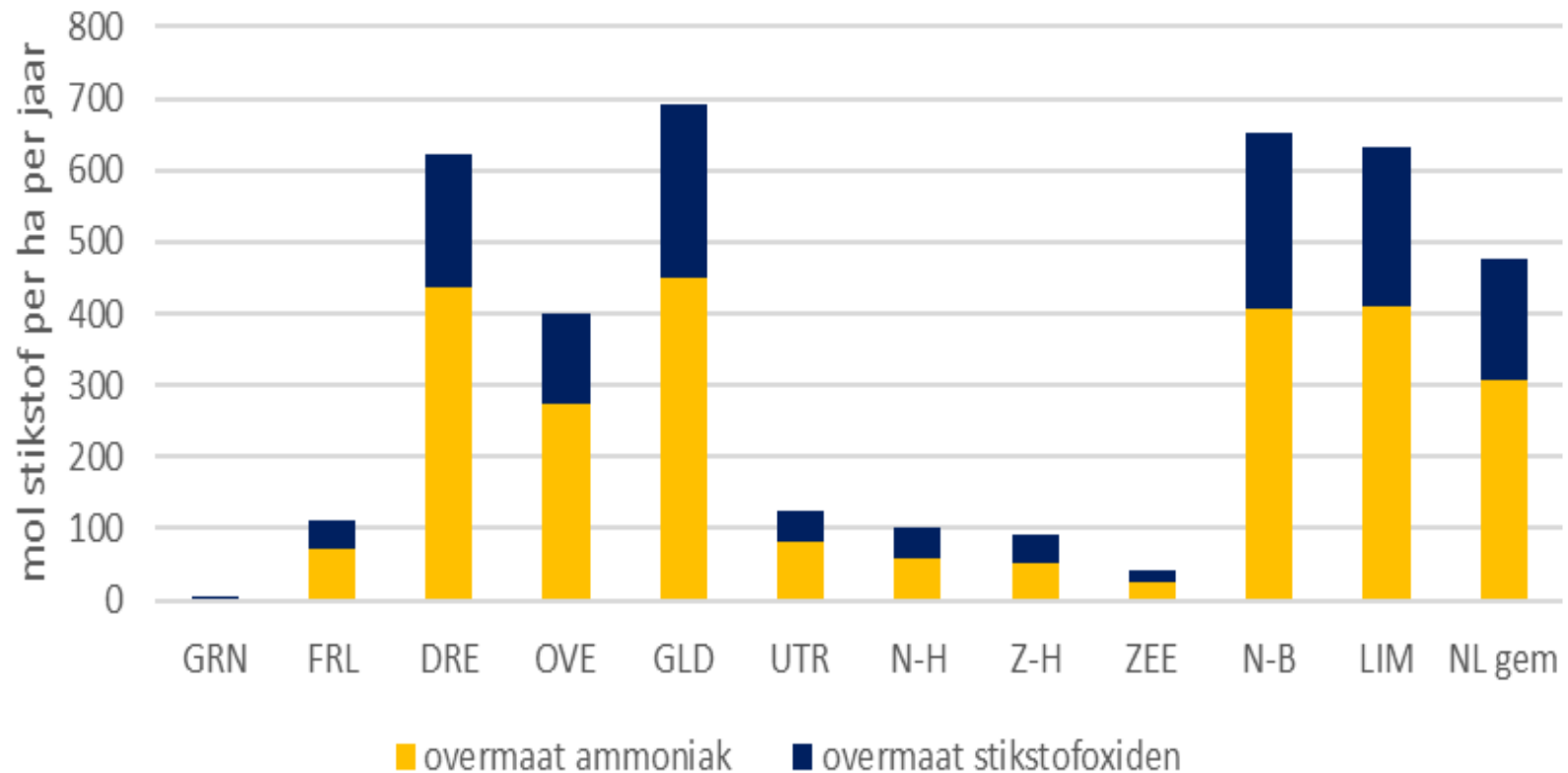
Afleiding kritische depositiewaarden: KDWs

KDWs zijn afgeleid via

- N additie experimenten
- Effecten N depositie over gradiënt
- Effecten N depositie in de tijd
- *Modelberekeningen*



Gemiddelde overschrijding kritische stikstofdepositie op natuur 2017



Bron: Gies et al., 2019

2019

PAS verworpen door
Raad van State
De Stikstofcrisis

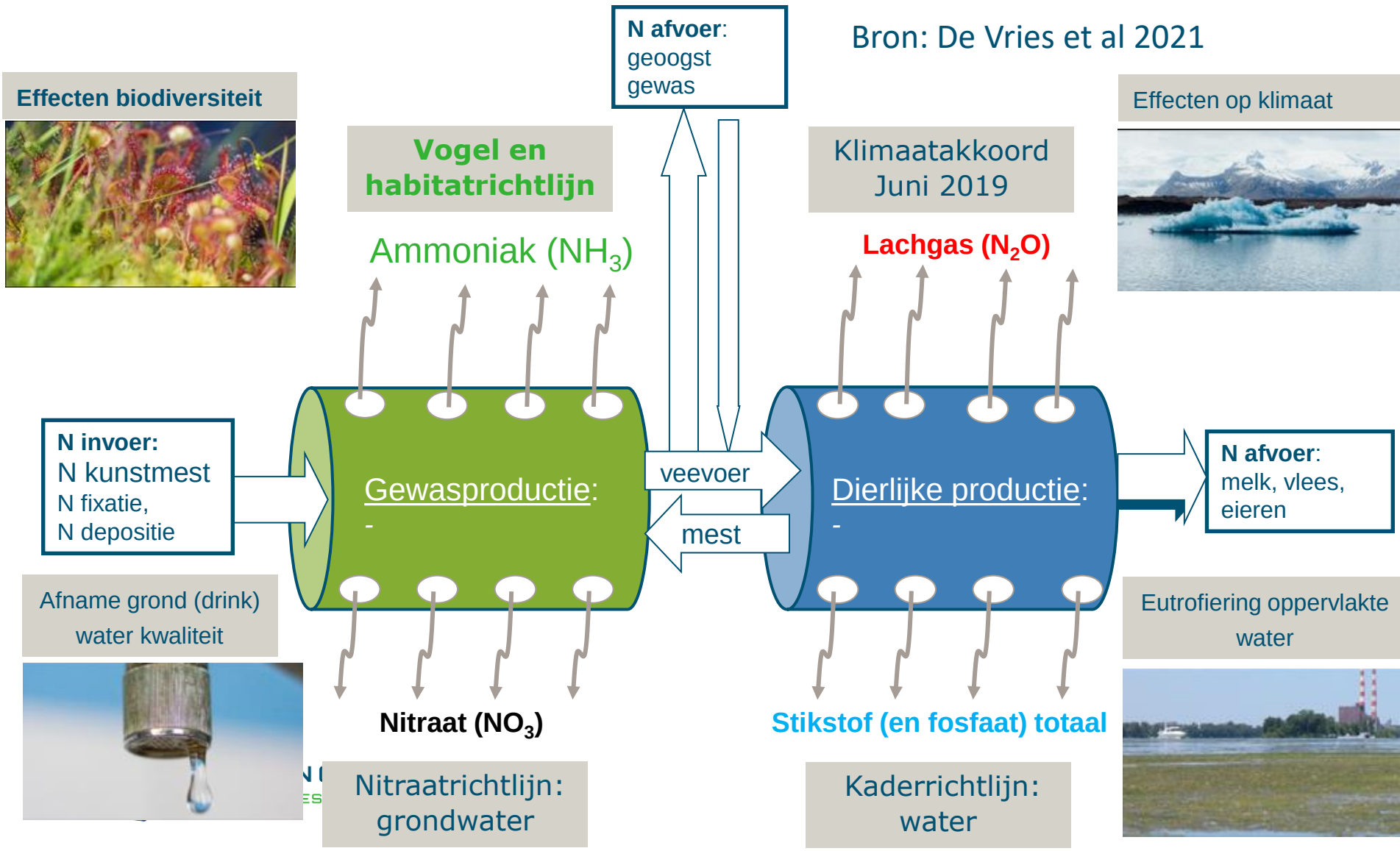


Oplossingsrichtingen

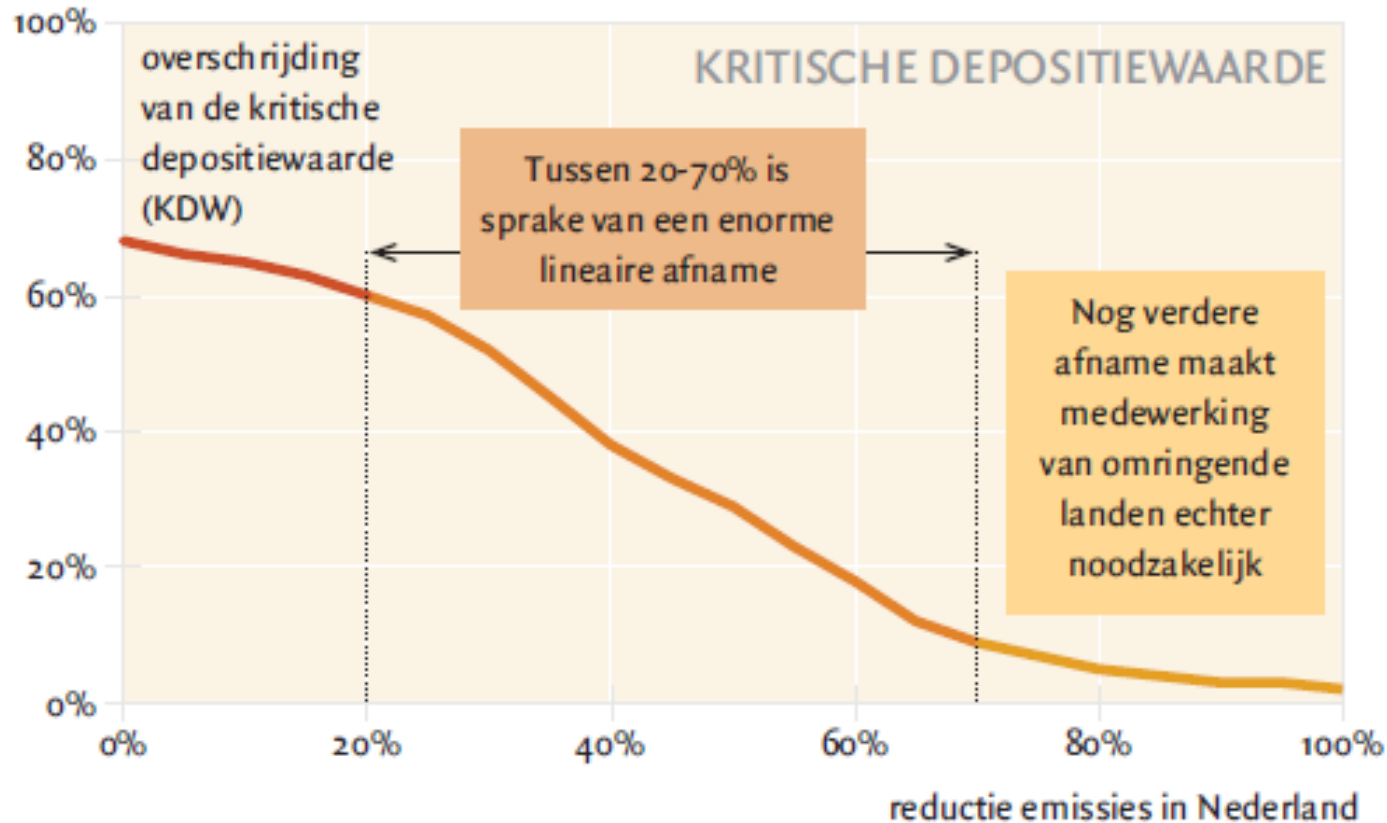


Alle emissies moeten minder: denk integraal: regeerakkoord is natuur, water en klimaat

Bron: De Vries et al 2021



Inschatting relatie gelijke N reductie en overschrijding KDW in Nederland



Areaal onder KDW bij N reductie. Schatting is dat bij 50% N reductie ca 75% natuur onder de KDW zit (Remkes, 2030; Kabinet 2035; 2030)

Ambities verlagen van N en P verliezen naar lucht en water in 2030 and 2050

Component	Policy	Aspect	Huidig 2015	Reductiedoel stelling 2030	Reductiedoel stelling 2050
Ammoniak (NH ₃)	VHR	Emissie naar atmosfeer	94 kton NH ₃ -N	50%	70%
Stikstof oxiden (NO _x)	VHR	Emissie naar atmosfeer	10 kton NO _x -N ¹	50%	70%
Nitraat (NO ₃)	NR	Areaal boven 50 mg NO ₃ l ⁻¹ in grondwater	7.1%	0%	0%
Stikstof(N) en fosfor (P)	KRW	Afspoeling naar oppervlaktewater	45 kton N 3.7 kton P	20% 40% ¹	20% 40%
CO ₂ , methaan (CH ₄) en lachgas (N ₂ O)	NKA	Emissie naar atmosfeer	25 Mton CO ₂ -eq	25%	50%

Vogel en Habitat Richtlijn (VHR D) doel is **bescherming van 75% van Natura2000** (N beneden KDW)

Kader Richtlijn Water (KRW) doel is het **bereiken van een Goed Ecologisch Potentieel (GEP)** met grenswaarden rond 2.4-2.8 mg N/l en 0.15-0.22 mg P/l. Vereiste reducties zijn daarop berekend

Nederlands Klimaat Akkoord (NKA) doel is **reduceren BKGs om binnen het 1.5 °C doel te blijven**

Regeerakkoord: Doelen, geld en ambities

Maatregelen stikstoffonds

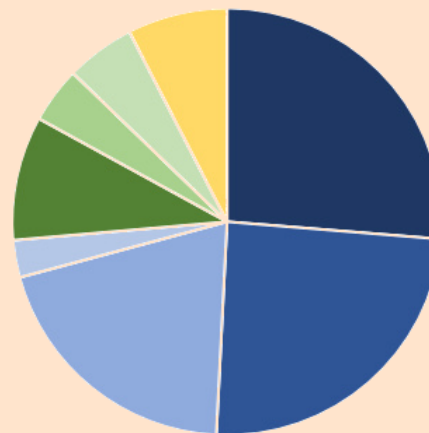
Herstructurering landbouw

- Opkoop veehouderijen
- Financiële afwaardering grond
- Uitbreiden natuurareaal
- Kaderrichtlijn Water

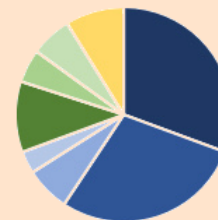
Perspectief blijvers

- Natuurinclusieve landbouw
- Innovatieve stalsystemen en managementmaatregelen
- Versterken ondernemerschap

Uitvoeringskosten



2022-2030
€20 miljard



2031-2035
€5 miljard



- Bescherming natuur (stikstof, natuurherstel)
- Klimaatdoelen
- Doelen Kaderrichtlijn water (KRW)
- Perspectief landbouw

Juli 2023: concept
gebiedsplannen

Bouwstenen voor nieuw stikstofbeleid

Wim de Vries (wim.devries@wur.nl) is hoogleraar Integrale Stikstof-effectanalyse aan Wageningen University & Research



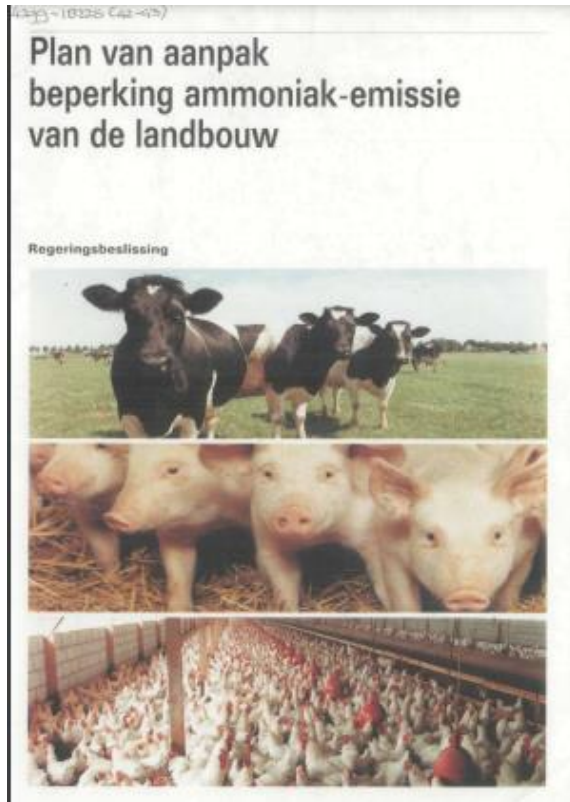
Oplossingsrichtingen nieuw beleid

- Focus op reductie van het stikstofoverschot: denk integraal
- Stap af van depositiebeleid (vergunningverlening met AERIUS) en ga naar emissiebeleid
- Bepaal vereiste emissiereductie en verdeel het nationale emissieplafond voor ammoniak over provincies (provinciale plafonds ipv kaart kamerbrief 10 juni).
- Koppel mee met beleid waterkwaliteit en klimaat!!!
- Speciale regeling/uitkoop uitsluitend voor activiteiten binnen 500 m van natuurterrein.
- Zet in op combinatie extensivering middels stoppers (binnen 10 jaar) en innovatie om doelen halen

Verbeteren management/innovatie

- Veevoeding en beweiding
- Emissiearme huisvesting en mesttoediening
- Nutriënten management (precisiebemesting)
- Verbeteren bodembeheer
- Verbeteren gewasmanagement

Veevoeder additieven

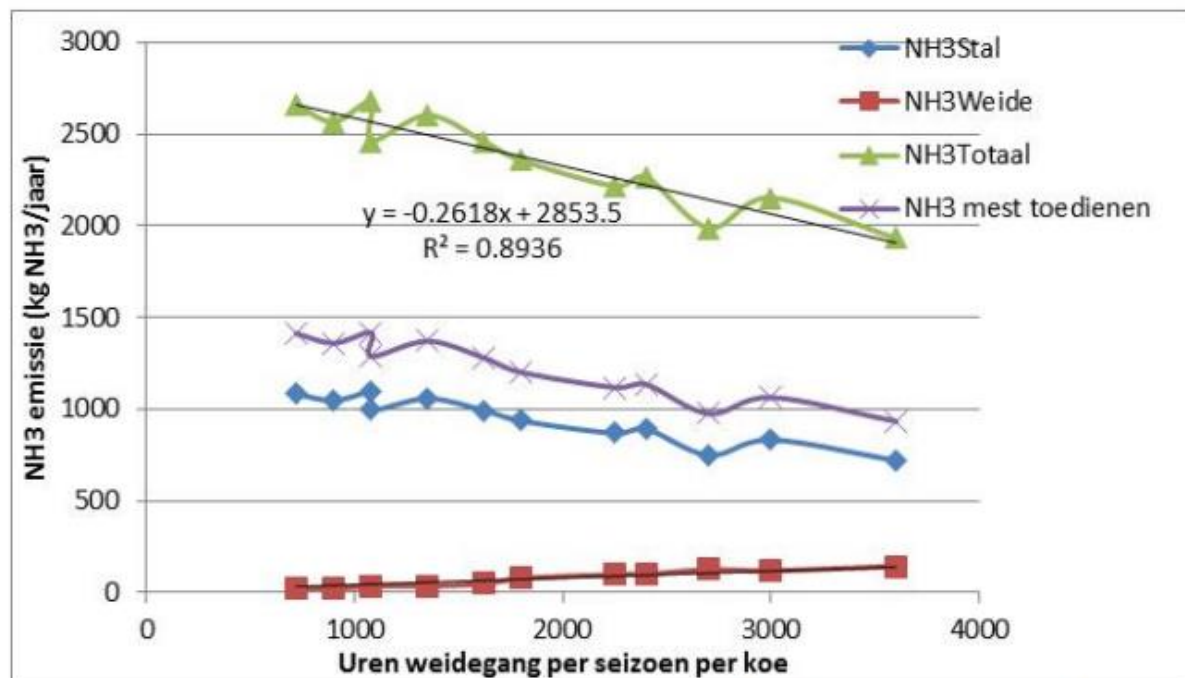


https://www.dsm.com/nederland/nl_NL/nieuws/2019/2019-11-13-stikstof-en-veevoer.html

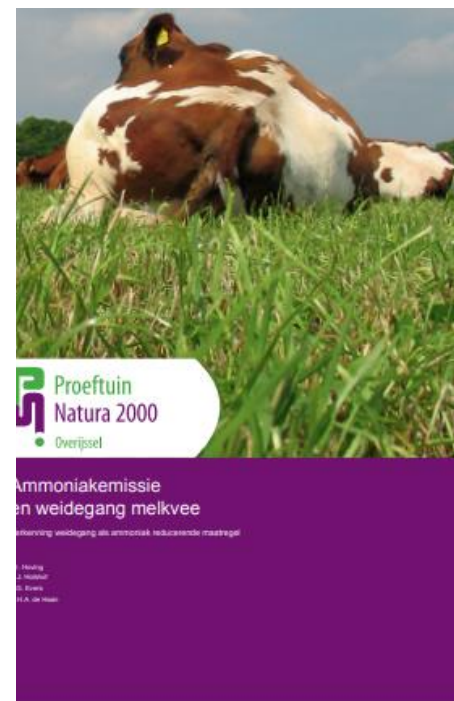
Al benoemd in 1990

Minder uitscheiding N en dus minder ammoniak emissies

Beweiding en ammoniak (NH₃) emissies

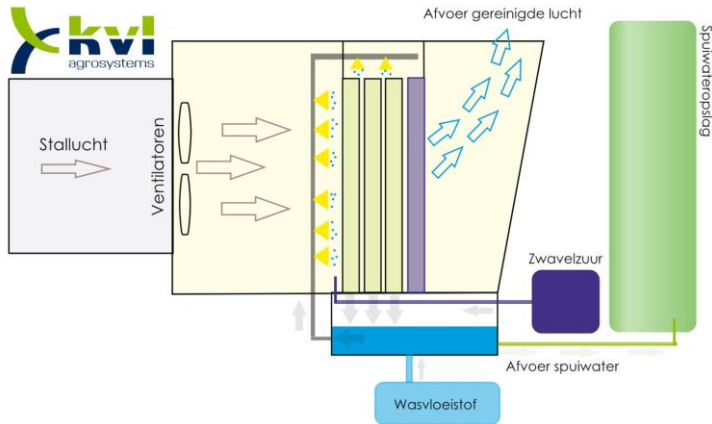


Figuur 1 De hoeveelheid ammoniakemissie (kg/jaar) afhankelijk van de hoeveelheid weidegang (uur) voor een bedrijf van 80 melkkoeien op 45 ha. Daarbij is onderscheid gemaakt in de hoeveelheid emissie die optreedt in de stal, tijdens weiden, bij het uitrijden van drijfmest en totaal op het bedrijf



<https://edepot.wur.nl/357343>

Emissiearme huisvesting



Innovatieve stalvloeren/ koetoilet

Luchtwassers



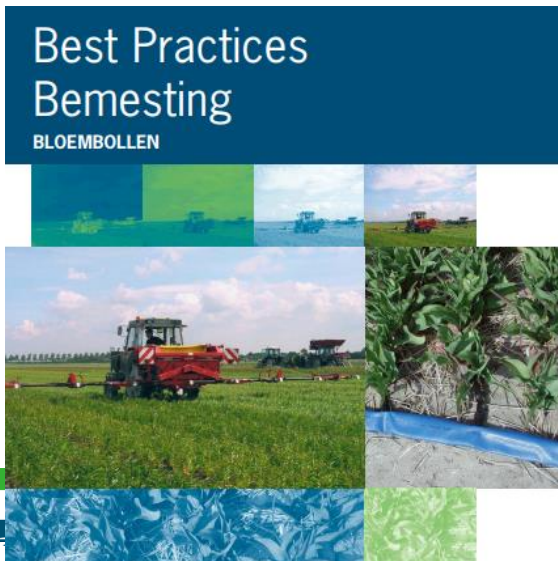
Aanzuren van mest



Verbeteren bemesting

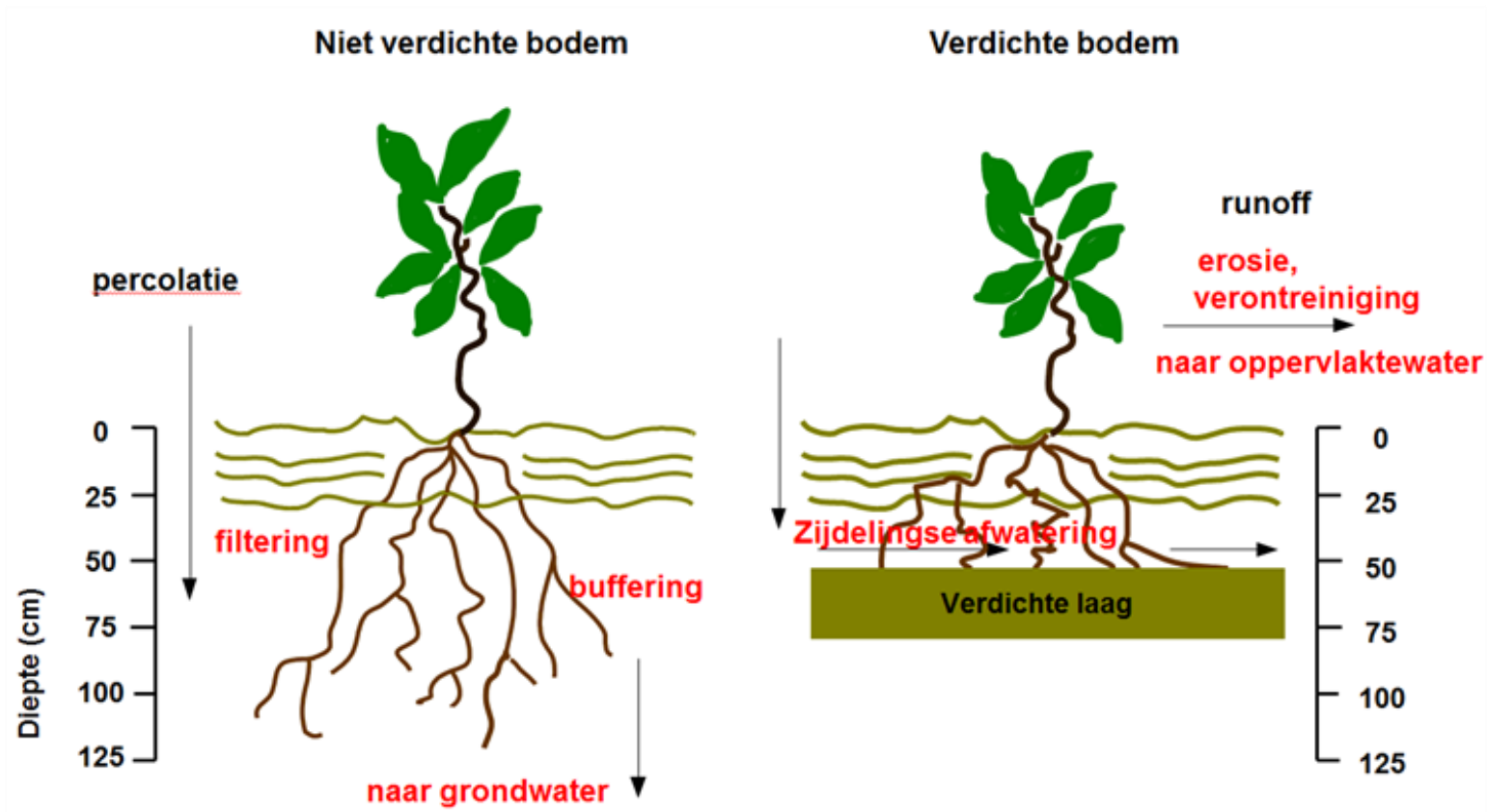


Emissiearm



Bemestingsadvies.nl

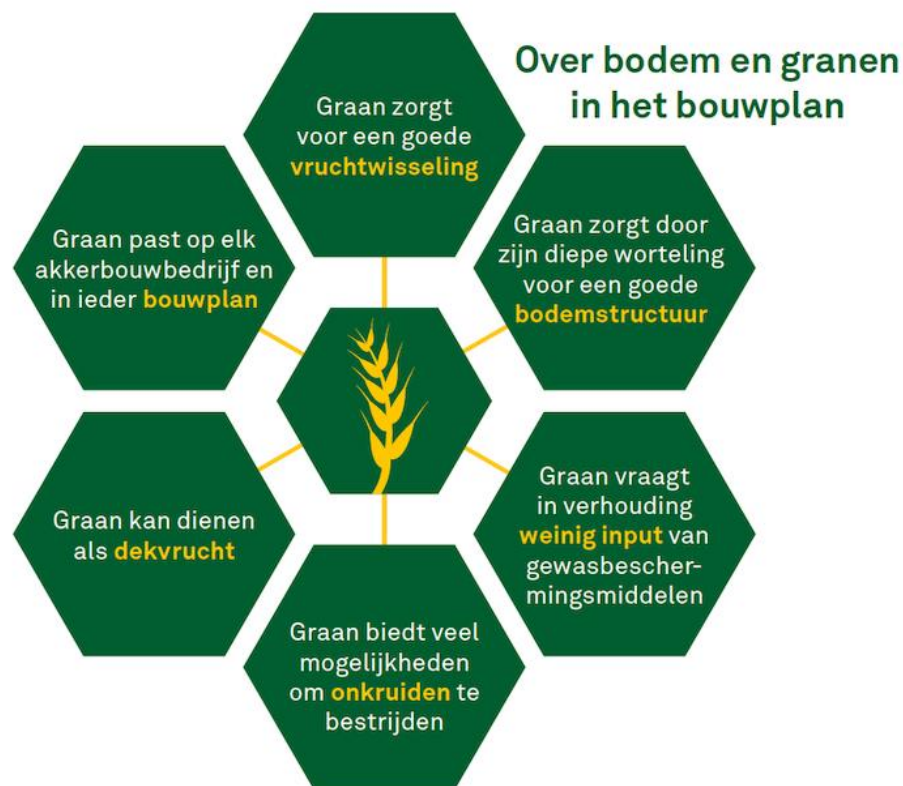
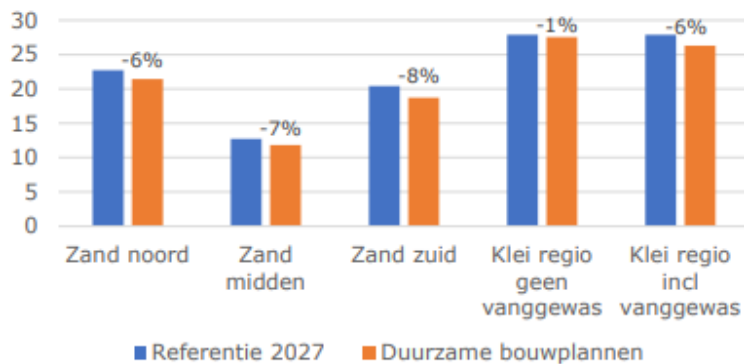
Verbeteren bodembeheer: minder bodemverdichting; koolstofvastlegging



Figuur: Vermindering van de bewortelingsdiepte en de toename van erosie als gevolg van diepe bodemverdichting (na Jones et al., 2004) Bron: The potential of reduced tillage agriculture in Flanders - Karoline D'Haene

Verbeterd bouwplan: meer granen in teelt

N-belasting oppervlaktewater ($\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$);
AT-gewassen

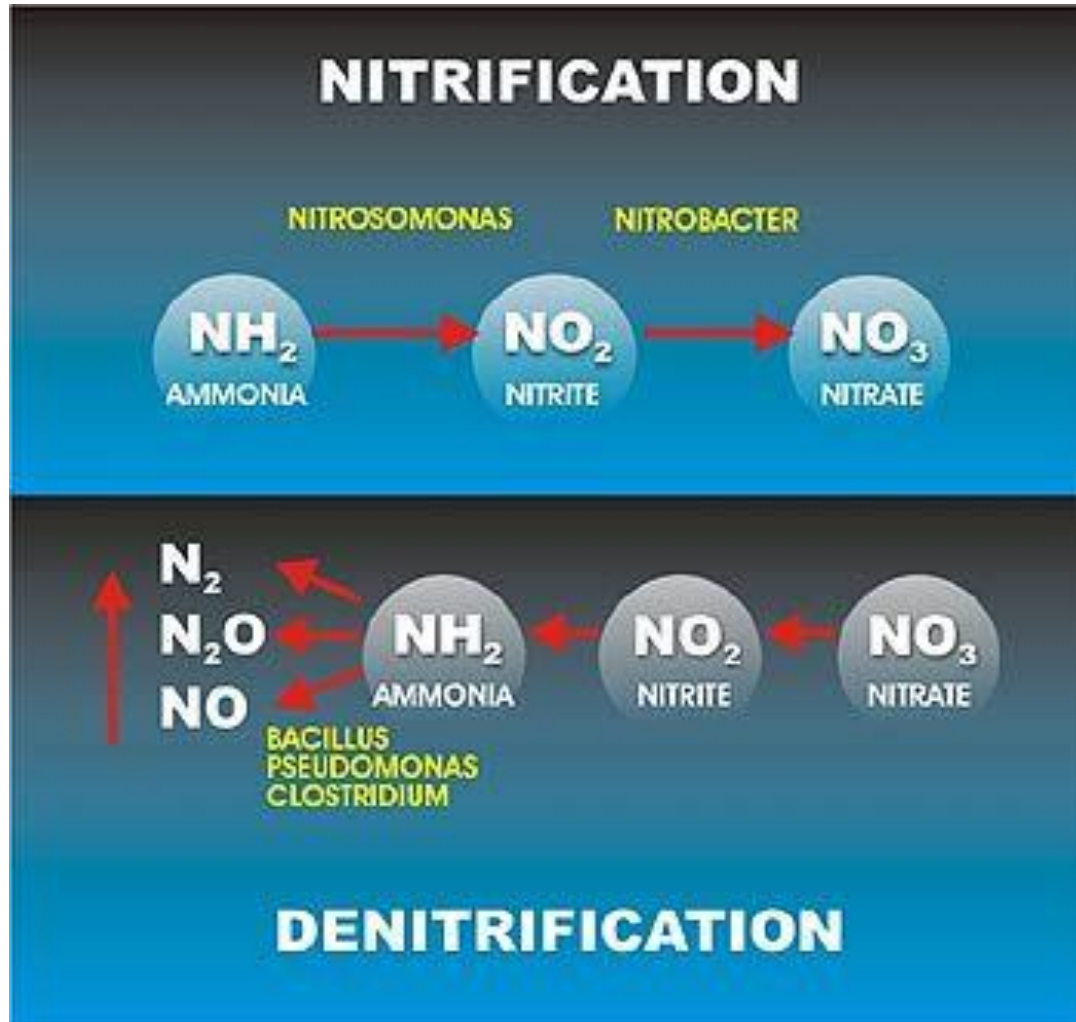


Managementmaatregelen

- Met managementmaatregelen kunnen flinke ammoniak emissie reducties behaald worden (bijdrage aan verlagen stikstofdeken:
 - Minder eiwit in voer en meer beweiden
 - Scheiden van dunne en dikke fractie mest in stal: koetoilet, stalscheiding, VrijLevenStal
 - Mest verdunnen met water of aanzuren mest
- Let op:
 - Effectiviteit maatregel niet altijd goed bekend
 - Managementmaatregelen moeten geborgd
 - **Nadruk op ammoniak; denk integraal met name bij forse investeringen: gevaar afwenteling, bv meer emissie lachgas en uitspoeling nitraat.**



Urease- en nitrificatieremmers



Ureaseremmers

- vertragen omzetting van ureum in ammonium.
- Ammoniakvervluchtiging wordt daardoor beperkt.

Nitrificatieremmers remmen nitraat vorming

- nitraat uitspoeling beperkt (ammonium wordt meer vastgelegd dan nitraat)
- lachgas (N₂O) emissie beperkt (geen nitraat is geen denitrificatie).

Landelijke evaluatie effecten van maatregelen

Overzicht van doorgerekende maatregelen voor emissie reducties.

nr	Maatregel	NH ₃	NO ₃	P	N ₂ O	CH ₄	CO ₂
0	Verhogen mestexport tot agronomisch acceptabele toevoer	x	x	x	x	x	x
1	Veevoeding/management						
1.1	Reduceren eiwit (N) gehalte in veevoer	x	x	x	x		
1.2	Toename tijdsduur begrazing (koe in de wei)	x	x				
2	Emissie arme huisvesting en toediening						
2.1	Scheiding vaste en vloeibare mest (Lely stal; koetoilet); verbetering dierconversie (fokkerij); veevoer additieven	x	x			x	
2.2	Aanzuren mest, water bij mest; gescheiden toediening vaste en vloeibare mest	x	x	x	x		
3	Verbeterd nutriënten management						
3.1	Aanscherping gebruiksnormen N en P	x	x	x	x		
3.2	Precisie bemesting (juiste plaats en tijdstip)	x	x		x		
3.3	Urease and nitrificatie remmers in combinatie met NH ₄ gebaseerde kunstmest <i>in veld</i>	x			x		
4	Verbeterd bodem management						
4.1	Niet kerende grondbewerking		x				x
4.2	Buffer strips grasland en bouwland		x	x			
4.3	Onderwater drains in veengebieden	x	x	x	x	x	x
5	Verbeterd gewasmanagement						
5.1	Toename in gebruik van vanggewassen		x	x			x
5.2	Verhoging gewasopbrengsten door verbeterde cultivars (gewasveredeling)	x	x		x		
5.3	Toename van N fixerende vlinderbloemigen in gewasrotatie en minder N kunstmest		x	x	x		

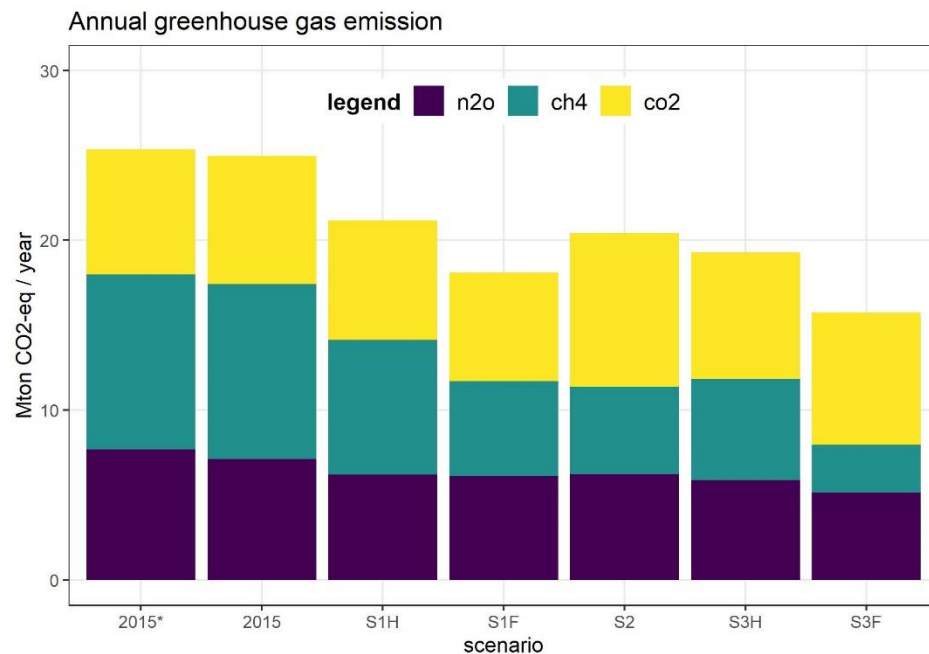
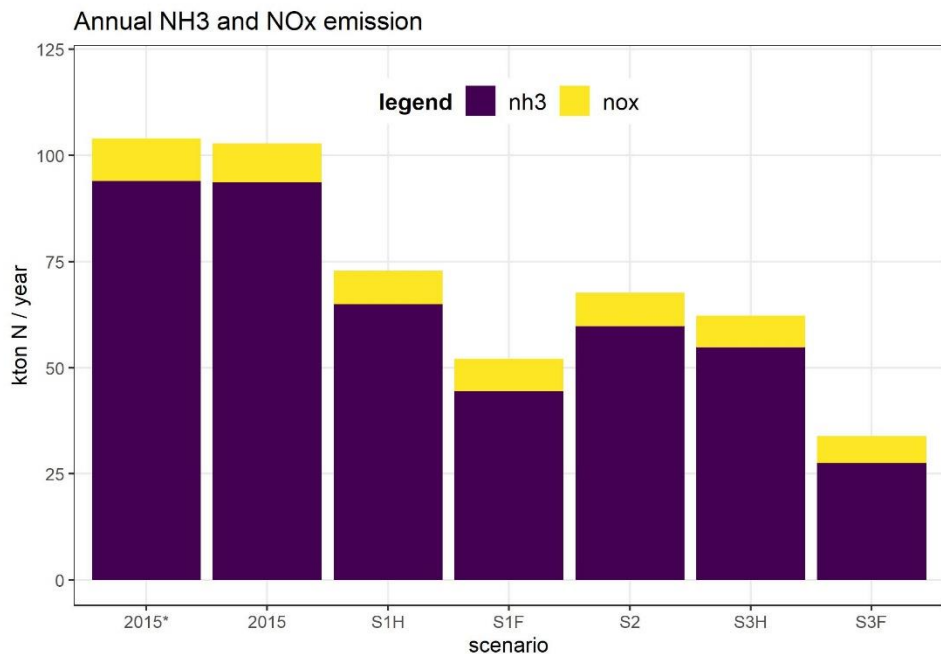
Gebruik van urease and nitrificatie remmers in de stal is niet meegenomen in verband met mogelijke effecten op diergezondheid. Er zijn indicaties dat dit de NH₃ emissies uit stallen kan reduceren tot 40-50%

Scenario's

- Maatregelpakket
realistisch: S1H
maximaal: S1F
- Veestapelreductie
50% (S2)
- Combinaties van
beide
S3H (25% reductie)
S3F (50% reductie)

Effect van maatregelen op stikstof en broeikasgassen

Bron: De Vries et al 2022



- Maatregelpakket met maximaal effect (S1F) kan theoretisch 50% N reductie halen, maar praktisch niet (S1H) en kom je ook aan veestapelreductie (S3H)
- De reductie in broeikasgassen is ca 25% bij S1F: genoeg voor korte termijn, maar afgesproken 50% in 2050 is nog lang niet in zicht: *klimaat is moeilijker*

Effect van maatregelen op stikstof en broeikasgassen

- Maatregelpakket met maximaal effect/invoering
 - Reductie in ammoniak ca 50%
 - Reductie in broeikasgassen is ca 30%
- Maatregelpakket met verwacht effect/invoering
 - Reductie in ammoniak ca 30%
 - Reductie in broeikasgassen is ca 15%
- De reductie van 15% in broeikasgassen is genoeg voor 2030, maar afgesproken 50% in 2050 is moeizaam
- Innovatie belangrijk maar doelen halen zonder veestapel reductie is moeizaam

Meer weten?



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Integrated assessment of agricultural practices on large scale losses of ammonia, greenhouse gases, nutrients and heavy metals to air and water

Wim de Vries^{a,b,*}, Johannes Kros^b, Jan Cees Voogd^b, Gerard H. Ros^a

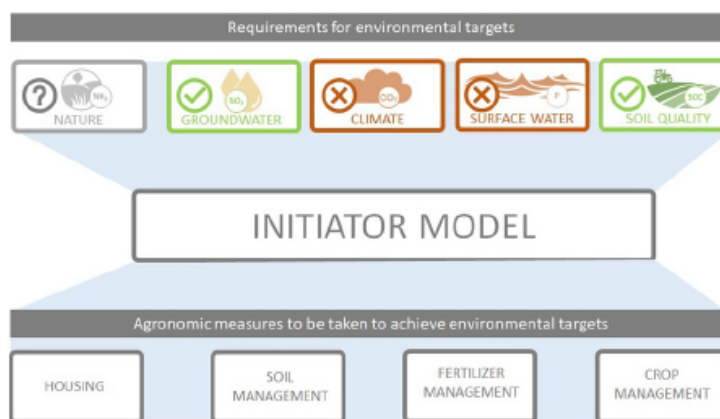
^a Wageningen University and Research, Environmental Systems Analysis Group, PO Box 47, 6700AA Wageningen, the Netherlands

^b Wageningen University and Research, Environmental Research, PO Box 47, 6700AA Wageningen, the Netherlands

HIGHLIGHTS

- Intensive agricultural production poses a threat to biodiversity, climate, soil and water quality
- Losses of ammonia, GHG, nitrate and phosphorus from Dutch agriculture are predicted with an integrated model.
- Past reductions over 20 years were larger for ammonia and nitrate losses than GHG emissions and P runoff
- Both improved management and livestock reduction is needed to achieve all policy targets
- Long term climate ambitions are more stringent than ammonia emission requirements for biodiversity

GRAPHICAL ABSTRACT



Martha Bakker, Jan Phillip Witte, Gerard Ros, Wim de Vries e.a. Milieu: April 2021



MILIEU DOSSIER

Het Milieu Dossier accepteert artikelen die de voortgang in beleid, onderzoek en maatschappelijke respons documenteren. Bijdragen worden beoordeeld door een redactieteam.

Zoneren biedt landbouw toekomstperspectief

Prof. Martha Bakker, Prof. Wim de Vries, Dr. Gerard Ros, Dr. Hans Kros, Dr. Tom Kuhlman, Dr. Bardia Mashhoodi en Dr. Sjerp de Vries zijn verbonden aan Wageningen University; Prof. Jan Philip Witte (Flip), tot mei 2020 verbonden aan KWR en VU, is zelfstandig ondernemer.

Voorzet voor een herinrichting van het landelijk gebied voor duurzaam intensief versus duurzaam extensief boeren

Zoneren (herinrichten) landelijk gebied



Type A: intensieve grondgebonden landbouw:

- Intensieve duurzame melkveehouderij
- Intensieve duurzame akkerbouw
- Vollegrondstuintbouw

Type B: niet-intensieve grondgebonden landbouw

- Biologische landbouw/natuurinclusieve landbouw en 'landbouwinclusieve natuur'
- Agrobosbouw (bomen/struiken met vee of eenjarige gewassen)
- Extensieve veehouderij

Type C: niet-grondgebonden landbouw.

- Varkens- en pluimveehouderijen (melkvee?)
- Champignonkwekerijen en glastuinbouw
- Insecten en Viskwekerij.

Argumentatie voor opname Zone A en B

Stap	Omschrijving beperking	Niet geschikt voor A (ha)	Blijft over voor A (incrementeel)	Effect per stap (verschil)
1	Lage gewasproductiviteit	209.157	1.799.694 (90%)	-209.157
2	Emissie en inklinking (veen)	172.381	1.629.935 (81%)	-169.759
3	Uitspoelingsgevoeligheid	121.844	1.520.440 (76%)	-109.495
4	Natuurbescherming en herstel	315.909	1.307.177 (65%)	-213.263
5	Sterke waardering door burgers	292.335	1.119.407 (56%)	-187.770
6	Droogte en droogtebestrijding	502.294	886.637 (44%)	-232.770
7	Grondwaterbescherming	125.032	845.906 (42%)	-40.731

Tabel 1. De arealen van de verschillende beperkingen en hun incrementele effect op de zonering.

De typering doet geen recht aan tussenvormen als precisielandbouw en strokenteelt en versimpelt milieueffecten, maar is gebruikt voor overbrengen van de essentie van het voorstel.



Gerard Ros en Wim de Vries



Typering melkveebedrijven in zone A en B

- Zone A: Intensief op rijkere gronden:
 - Innovatief stalsysteem met lage ammoniakemissie
 - Precisiebemesting/nitrificatieremmers: lage nitraat en uitspoeling en lachgasemissie

- Zone B: Extensief en natuurinclusief op armere gronden:
 - Nadruk op management in stallen en aanwending waardoor verliezen geremd worden
 - Systeem blijft door extensivering binnen milieugrenzen

Transitie naar kringlooplandbouw

- Inzet op kringlooplandbouw (reductie extern N import)
 - Gebruik gras en reststromen door dieren (beperking import van stikstof en fosfaat via veevoer)
 - Hergebruik afval van planten (compost/bermmaaisel), dieren (mest) en mensen (slib) en alleen kunstmest waar nodig
 - Houdt wel reductie van aantal dieren in
- Naast vermindering NH_3 emissies (biodiversiteit) ook
 - afname NO_3 (grondwater) en N (oppervlaktewater) verliezen
 - Verminderen lachgas (N_2O) en vastlegging koolstof (CO_2): klimaatakkoord

Transitie naar kringlooplandbouw

- Transitie van een landbouw die gericht is maximalisatie productie tegen lage prijzen, naar landbouw die
 - gericht is op kwaliteit: gezond voedsel op gezonde bodem voor een goede prijs.
 - Inzet op optimalisatie van het boereninkomen door betaling van ecosysteemdiensten naast goede prijs.
 - rekening houdt met milieugrenzen.
 - aangepast is aan de lokale omstandigheden.

- Vereist (ook) transitie in voedselsysteem, landbouw-politiek en samenleving.

Hoofdboodschappen

- Stikstof is essentieel voor voedselproductie; een landbouw zonder kunstmest is landelijk/wereldwijd een utopie
- Stikstof heeft veel vormen en leidt niet alleen tot effecten op **natuur**, maar ook op **gezondheid**, **waterkwaliteit** en **klimaat**.
- De emissies van NH_3 en NO_x emissies zijn met ca 50-60% afgenomen sinds 1990 maar uitstoot is nog steeds te hoog.
- Ambities van NH_3 reducties van 50 % zijn zeer theoretisch haalbaar met technische maatregelen, maar vereisen in de praktijk vrijwel zeker ook veestapel reductie (klimaatakkoord knelt ook).
- Naast innovaties is transitie in voedselsysteem nodig met focus op goed verdienenmodel (betaling ecosysteemdiensten).



Stikstof

De sluipende
effecten op natuur
en gezondheid

Jan Willem Erisman
Wim de Vries

Voor wie er meer
over wil weten

In samenwerking met
Stichting biowetenschappen
en maatschappij

Uitgeverij Lias

<https://www.biomaatschappij.nl/online-dossier/dossier-stikstof/>