

Stikstofmaatregelen akkerbouw provincie Zuid-Holland

Wageningen, 23 maart 2023



Stikstofmaatregelen akkerbouw provincie Zuid-Holland

Finale versie

Wageningen, 23 maart 2023
Harry Kager
Sanne Hooiveld
Iris Bouwers

In opdracht van Provincie Zuid-Holland

Redactie en uitgave

Schuttelaar & Partners
Zeestraat 84
2518 AD Den Haag
Nederland
t +31 (0) 70 318 44 44
f +31 (0) 70 318 44 22
info@schuttelaar.nl
www.schuttelaar.nl

© 2020 Schuttelaar & Partners B.V.
Schuttelaar & Partners is onderdeel van de Healthy World Cooperation.



**The
Agency
for a
Healthy
World**

Zeestraat 84
2518 AD Den Haag

+31 70 318 44 44
info@schuttelaar.nl
www.schuttelaar.nl

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Emissies	5
3	Cijfers Zuid-Holland	7
3.1	Achtergronden berekening ammoniakuitstoot	7
3.2	Ammoniakemissie akkerbouw Zuid-Holland	11
3.3	Berekening uitstoot stikstofoxiden akkerbouw Zuid-Holland	12
4	Reductiemaatregelen ammoniakuitstoot	14
4.1	Mestaanwendings technieken	14
4.2	Type mest	20
4.3	Mestopslag	25
4.4	Teeltmaatregelen	26
5	Reductiemogelijkheden NOx	31
6	Overzicht maatregelen en aanbevelingen	36
	Bijlage 1. Berekening emissiefactoren, arealen en stikstofgebruiksnormen akkerbouw	40
	Bijlage 2. Berekening emissies	42

1 Inleiding

Stikstof is een belangrijke bouwstof voor gewassen en al het leven op aarde. Alle organismen hebben stikstof nodig, omdat het een essentieel bestanddeel is van alle aminozuren, eiwitten, DNA en van co-enzymen. Stikstof is op zichzelf niet gevaarlijk, maar door onze manier van leven komen er te veel stikstofverbindingen in de lucht terecht. Het gaat daarbij vooral om stikstofemissies van de industrie, het verkeer en boerenbedrijven. Deze emissies slaan deels neer in de natuur als voedingsstof en kunnen het natuurlijk evenwicht verstoren. Als gevolg hiervan staat de biodiversiteit in sommige gebieden onder druk.

De agrarische sector in Nederland levert de grootste bijdrage aan de stikstofdepositie in Nederland (45% volgens het CBS¹), waarbij het precieze aandeel van de landbouw in de depositie verschilt per regio. De bijdrage van de landbouw aan de stikstofdepositie is primair toe te schrijven aan de emissie van ammoniak (NH₃). Ammoniak komt vrij bij het houden van landbouwhuisdieren en in beperkte mate bij aanwending van dierlijke meststoffen en bijvoorbeeld kunstmest. Mestaanwending is nodig om gewassen passend te voeden en de bodem in goede conditie te houden. Tevens dragen landbouwwerktuigen en tractoren bij aan de uitstoot van stikstofoxiden (NO_x). In de periode 1990-2018 is de berekende emissie van ammoniak door de land- en tuinbouw met 66% afgenomen², maar de daling in ammoniakemissie is de laatste jaren gestagneerd. Tegelijkertijd zijn er naast de stikstofopgave, ecologische en maatschappelijke uitdagingen op het gebied van klimaat, (oppervlakte)waterkwaliteit en biodiversiteit.

De provincie Zuid-Holland heeft Schuttelaar & Partners (S&P) gevraagd informatie te verschaffen over de stikstofuitstoot van de akkerbouw in Zuid-Holland en om de mogelijke maatregelen voor stikstofreductie in de akkerbouwsector in kaart te brengen. Daarbij dienen ook de effecten op klimaat, waterkwaliteit, biodiversiteit en het verdienvermogen van akkerbouwers in kaart te worden gebracht. De akkerbouw is in dit rapport gedefinieerd als het telen van gewassen op bouwland, exclusief fruit, bollen, groente en maïs. S&P heeft de opdracht uitgevoerd middels een deskstudie en daarbij de eigen kennis en expertise over de akkerbouw en emissies gebruikt. De inzichten inzake emissies en oplossingsrichtingen zijn vervolgens besproken in een klankbordsessie.

In deze rapportage is, in hoofdstuk 3, de huidige stikstofemissie van de akkerbouw in Zuid-Holland bij benadering berekend. In het 4e en 5e hoofdstuk zijn er verschillende maatregelen en potentiële oplossingen voor emissiereductie gedefinieerd en uitgewerkt. Alle maatregelen zijn daarbij integraal gescoord. Ten slotte geeft hoofdstuk 6 een overzicht van alle mogelijke maatregelen voor emissiereductie in de akkerbouw in Zuid-Holland en de belangrijkste aanbevelingen.

1 Bron: www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-stikstof/stikstofdepositie

2 Bron: www.clo.nl/indicatoren/nl010117-ammoniakemissie-door-de-land-en-tuinbouw

2 Emissies

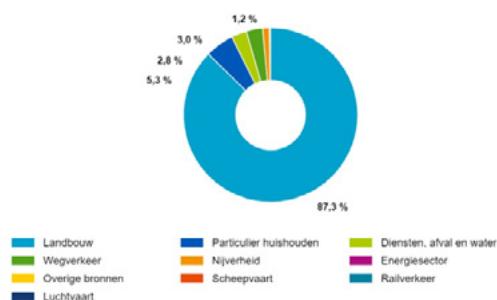
Landbouwkundige activiteiten vormen in Nederland een belangrijke bron van gasvormige stikstofemissies van onder andere ammoniak, lachgas en in beperkte mate stikstofoxiden. De emissies in de land- en tuinbouw worden in Nederland jaarlijks berekend met het National Emission Model for Agriculture (NEMA).

Stikstof

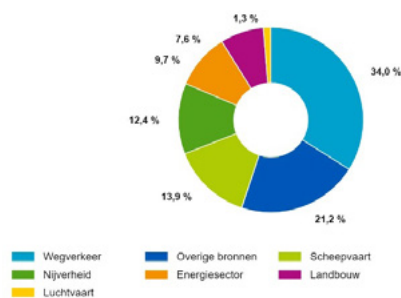
Stikstof (N₂) is het meest voorkomende gas in de atmosfeer, die hier voor ongeveer 78% uit bestaat. Stikstof is van zichzelf niet schadelijk voor mens en milieu; het is een inert gas dat geen chemische reacties aangaat. We kunnen er zelfs niet zonder: stikstof is een bouwsteen van ons DNA en planten hebben het nodig om te groeien. Binnen de context van het milieubeleid wordt met de term 'stikstof' geduid op de stikstofverbindingen ammoniak (NH₃) en stikstofoxiden (NO_x). Deze verbindingen komen vrij bij economische activiteiten zoals landbouw, industrie en transport.

De uitstoot van **ammoniak (NH₃)** in Nederland is met name toe te schrijven aan de landbouwsector (figuur 1). Ongeveer 87% van de totale ammoniakuitstoot komt door de landbouw (bron: CBS). De daaropvolgende bron zijn de particuliere huishoudens, met ongeveer 5%. Binnen de landbouw is de grootste bron van uitstoot de veehouderij (80%). Ammoniak ontstaat met name wanneer mest en urine van koeien zich mengt. Ook bij het aanwenden van meststoffen op gras- en bouwland komt ammoniak vrij.

Stikstofoxiden (NO_x) komen vooral vrij bij de verbranding van fossiele brandstoffen: in Nederland vaak van het verkeer en de industrie (figuur 2), de landbouw heeft slechts een bijdrage van 1,3% aan de totale NO_x emissie (bron: CBS). Bij hoge temperaturen (bijvoorbeeld in een verbrandingsmotor) reageert stikstof met zuurstof en komt het als NO_x uit de uitlaat of de schoorsteen. NO_x bestaat uit zowel stikstofmonoxide (NO) als stikstofdioxide (NO₂). In de landbouw zijn met name de tractoren en andere landbouwvoertuigen verantwoordelijk voor de uitstoot van NO_x.



Figuur 1: Emissies van ammoniak naar aandeel bron (2020)



Figuur 2: Emissies van stikstofoxiden naar aandeel bron (2020)

Bron: www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-stikstof/stikstofemissies-naar-lucht

Effecten stikstofoverschot voor de natuur

Te veel stikstof in de bodem is nadelig voor planten die houden van een stikstofarme grond. Deze planten worden weggeconcentreerd door planten juist profiteren van een stikstofrijke bodem, zoals brandnetels, bramen en gras. Wanneer plantensoorten verdwijnen, verdwijnen ook de insecten die van deze planten afhankelijk zijn. Dit is ook nadelig voor diersoorten verder in de voedselketen. De biodiversiteit neemt dan af in de natuur. Naast dat er planten zijn die niet goed tegen te veel stikstof kunnen, zijn er ook planten die niet goed tegen een zure bodem kunnen. Stikstof zorgt er ook voor dat de bodem verzuurd.

Van nature komen er broeikasgassen (zoals koolstofdioxide, methaan en lachgas) en stikstof voor in de atmosfeer. Broeikasgassen zijn essentieel voor een leefbaar klimaat op aarde. Sinds de industriële revolutie stoten wij als mensheid steeds meer broeikasgassen uit. Die houden extra warmte vast, waardoor sinds 140 jaar de gemiddelde temperatuur op aarde stijgt. Dit noemen we het versterkte broeikaseffect. Sinds 250 jaar is de concentratie koolstofdioxide met 40% toegenomen³.

De belangrijkste broeikasgassen zijn:

- Koolstofdioxide (CO₂). De twee belangrijkste bronnen van CO₂ zijn fossiele brandstoffen en verandering van landgebruik.
- Methaan (CH₄). Methaan komt vooral vrij bij de veeteelt. Koeien, schapen en geiten produceren methaan bij het verteren van voedsel. Die methaan komt via hun adem, boeren en scheten in de lucht. Methaan is een 28x sterker broeikasgas dan CO₂.
- Lachgas (N₂O). Lachgas komt vooral vrij uit grond die bemest is met kunstmest of dierlijke mest. Lachgas is een zeer sterk broeikasgas: wel 265 keer sterker dan CO₂.

3 Bron: www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/klimaatverandering/wat-is-het-broeikaseffect/

3 Cijfers Zuid-Holland

In Zuid-Holland zijn ongeveer 600 boerenbedrijven met akkerbouw als hoofdtak. Daarnaast zijn er nog 350 boerenbedrijven die akkerbouw als neventak hebben (peiljaar 2020⁴). Deze bedrijven beheren gezamenlijk rond de 30.000-35.000 hectare grond. Gemiddeld heeft een akkerbouwbedrijf in Zuid-Holland 36,8 hectare in gebruik.

De ammoniakemissie van de akkerbouw wordt op dit moment door het CBS en de werkgroep NEMA niet sectorspecifiek berekend en gepubliceerd. De belangrijkste reden hiervoor is dat het berekenen van de emissies in de akkerbouw eerst een discussie vereist over of emissies uit mestopslag en de aangewende dierlijke mest op akkers toe te schrijven zijn aan de akkerbouw of aan de veehouderij. Om toch een indicatie van de ammoniakemissie in de akkerbouw te kunnen geven, wordt in dit rapport uitgegaan van de veronderstelling dat alle emissies bij het gebruik van meststoffen op bouwland in de akkerbouw toe te schrijven zijn aan de akkerbouw.

3.1 Achtergronden berekening ammoniakuitstoot

Veel verschillende factoren bepalen de stikstofuitstoot van de akkerbouw in Zuid-Holland. Factoren die mede de uitstoot bepalen zijn: het type gewas, het aantal hectares van het gewas, de manier van mest aanwenden en het type meststof dat gebruikt wordt. Daarnaast is het management op het akkerbouwbedrijf ook een belangrijke factor voor de hoogte van de emissie. Als een ondernemer schoon en precies werkt en zich aan de wet- en regelgeving houdt, zal de emissie lager zijn dan wanneer (een deel van) de regels genegeerd wordt. Natuurlijke omstandigheden, zoals neerslag en wind, hebben ook een effect op de emissies.

De werkelijke ammoniakemissie in de akkerbouw is niet of nauwelijks meetbaar, maar wel goed bij benadering te berekenen. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de wetenschappelijk vastgestelde emissiefactoren van NEMA. Omdat de emissie van zoveel factoren afhangt (gewas, mest, management, natuurlijke omstandigheden) is het alleen mogelijk om bij benadering een uitspraak te doen over de hoogte van de emissie.

De volgende factoren zijn meegenomen in de berekening van de stikstofemissie uit de akkerbouw:

1. Het aantal hectares per gewas: Gemiddelde op jaarbasis voor de provincie Zuid-Holland.
2. De stikstofgebruiksnorm per gewas: Dit is de hoeveelheid werkzame stikstof die per kalenderjaar maximaal op een hectare landbouwgrond mag worden gebruikt. Waar nodig uitgesplitst op dierlijke mest en kunstmest. Er wordt hierbij vanuit gegaan dat de werkelijke mestgift uitgedrukt in stikstof gelijk is aan de stikstofgebruiksnorm.
3. Totaal ammoniakaal stikstof (TAN) van de mest: Niet alle stikstof in dierlijke mest kan vervluchtigen als ammoniak. Alleen ureumstikstof heeft de mogelijkheid om te vervluchtigen als ammoniak. Dit percentage wordt de TAN-waarde of werkingscoëfficiënt

4 Bron: opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/80783ned/table?searchKeywords=landbouw%20oppervlakte

- genoemd. De TAN-waarde is per mestsoort verschillend. Zo heeft drijfmest van graasdieren een TAN van gemiddeld 60% en vaste mest een gemiddelde TAN waarde van 47%, afhankelijk van het soort vaste mest. De TAN-waarde van kunstmest is 100%.
4. De emissiefactor van de aanwendingstechniek: Mest wordt op verschillende manieren aangewend. De gekozen techniek is afhankelijk van (1) het soort mest: drijfmest, vaste mest of kunstmest, (2) of de mest wordt uitgereden op betaalde of onbetaalde grond en (3) grondsoort (het soort grond, maar ook het vochtgehalte van de grond bepaald mede wat voor techniek er gekozen wordt).

Hectares gewassen

In de Zuid-Hollandse akkerbouw wordt, op basis van areaal, het meest wintertarwe en consumptieaardappelen geteeld (resp. ± 10.000 en ± 9.000 hectare per jaar). Dit zijn landelijk gezien ook de grootste gewassen in de akkerbouw. Het derde gewas is de suikerbiet (± 4.750 hectare per jaar). Naast deze grote teelten zijn er ook veel kleinere teelten, zoals zomertarwe en pootaardappelen. In bijlage 1 staat de top 10 van gewassen op basis van areaal in de provincie Zuid-Holland (bijlage 1, tabel 1). Dit zijn ook de gewassen die meegenomen worden in de berekening in dit rapport. Uiteraard worden er ook nog andere kleinere gewassen geteeld. Deze zijn in oppervlakte te klein om nu mee te nemen. Verder is snijmais buiten beschouwing gelaten. Snijmais wordt met name door veehouders geteeld en maakt dus meestal geen deel uit van de gewasrotatie van akkerbouwers.

Stikstofgebruiksnormen

Elk gewas heeft zijn eigen stikstofgebruiksnorm, de maximale hoeveelheid werkzame stikstof per kalenderjaar mag worden aangewend. De hoogte van de norm is afhankelijk van het type gewas en de grondsoort waarop het gewas geteeld wordt. In bijlage 1 staan de gebruiksnormen voor de top 10 meest geteelde gewassen in Zuid-Holland (bijlage 1, tabel 2). Dit zijn de normen voor de teelt van gewassen op kleigrond. De gebruiksnormen voor veengronden worden buiten beschouwing gelaten, omdat deze met name gebruikt worden voor grasland door de veehouderij.

Conform de Europese Nitraatrichtlijn mag er maximaal 170 kg stikstof uit dierlijke en organische meststoffen per hectare worden uitgereden. Nederland heeft geen derogatie op deze richtlijn voor akkerbouwbedrijven, wat betekent dat akkerbouwers zich ook aan de 170 kg stikstof moeten houden. Hiervoor wordt in de Zuid-Hollandse akkerbouw met name drijfmest gebruikt. Landelijke cijfers in de akkerbouw wijzen op 97%⁵ gebruik van drijfmest, maar in Zuid-Holland zou volgens de deelnemers aan de klankbordsessie meer compost en vaste mest worden gebruikt. Van de totale hoeveelheid stikstof in drijfmest is niet alles werkzame stikstof. De werkingscoëfficiënt van graasdierendrijfmest is 60%⁶. Wanneer de uitkomst van de berekening $170\text{kg/ha} \cdot 0,6$ lager is dan de stikstofgebruiksnorm, dan mag het restant van de stikstofruimte aangevuld worden met kunstmest.

5 Bron: Compendium voor de leefomgeving. 09-03-2022. Gevonden via www.mestverwaarding.nl/kenniscentrum/2576/totale-mestproductie-in-nederland-bedroeg-734-miljoen-ton-in-2021

6 Bron: www.rvo.nl/sites/default/files/2019/01/Tabel-3-Werkingscoefficient-2019-2021.pdf

TAN-Waarde

De hoeveelheid ammoniak die uit de mest kan vervluchtigen tijdens het aanwenden is, naast de techniek, ook afhankelijk van de hoeveelheid totaal ammoniakaal stikstof (TAN-waarde) die de mest bevat. Dit wordt ook wel de werkingscoëfficiënt genoemd. De TAN-waarde/werkingscoëfficiënt van de mest geeft aan hoeveel stikstof in de mest makkelijk omzetbaar is in ammoniak (zie tabel 1). Zo heeft drijfmest heeft een hoge TAN-waarde vergeleken met vaste mest. De TAN waarde van kunstmest is 100 procent.

Tabel 1: TAN-waarden mestsoorten

Type mest (bron: RVO ⁷)	TAN waarde
Drijfmest	60%
Vaste mest (bij benadering)	47,5%
Stikstofkunstmest (KAS)	100%

Emissiefactoren

Voor het aanwenden van mest worden verschillende soorten mest en machines gebruikt. Afhankelijk van het type mest, het type machine en de wijze van aanwending, heeft de mest een bepaalde emissiefactor. Zo is de emissiefactor bij het uitrijden van drijfmest hoger wanneer er bovengronds wordt uitgereden in vergelijking met injecteren. In Zuid-Holland wordt volgen de klankbordsessie relatief vaak de zodenbemester gebruikt (zeker in het voorjaar), waarbij de emissies in de praktijk tussen bovengronds uitrijden en injectie inliggen. Bij het gebruik van de zodenbemester wordt de sleepslang gebruikt, waarbij mest wordt verdund met water. De verdunning van de mest zorgt voor emissiereductie. De emissiefactor is in sommige gevallen ook nog afhankelijk van het gebruik van de grond (grasland/bouwland) en of de grond braak ligt.

Voor bouwland in Zuid-Holland staan de gemiddelde emissiefactoren weergegeven in tabel 2, waarbij rekening is gehouden met de verschillende manieren van mestaanwending. In bijlage 1 is de berekening van deze factoren te vinden (bijlage 1, tabel 3). Voor de berekening is uitgegaan van de emissiefactoren die de werkgroep NEMA heeft gepubliceerd⁸.

Tabel 2: Gemiddelde emissiefactoren ammoniak gebruik meststoffen op bouwland in Zuid-Holland (% van de TAN). De berekening van de cijfers is te vinden in bijlage 1.

Type bouwland en mestsoort	Gem. emissiefactor
Onbeteeld bouwland, drijfmest	13,2
Onbeteeld bouwland, vaste mest	46,69
Beteeld bouwland, drijfmest	27,6
Bouwland, kunstmest (kalkammonsalpeter)	2,5

7 Bron: www.rvo.nl/sites/default/files/2019/01/Tabel-3-Werkingscoefficient-2019-2021.pdf

8 Bron: Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2020. Juni 2022. C. van Bruggen et al.

Berekening ammoniakuitstoot

De ammoniakuitstoot kan bij benadering met de volgende formule worden berekend:

Ammoniakuitstoot bij mestaanwending = aantal hectares x de toegestane stikstofgift x TAN x emissiefactor aanwendingstechniek x omrekenfactor van N naar NH₃[#]

[#]Omrekenfactor N naar NH₃ = 1,21. Molaire massa NH₃ = 17 g/mol. Molaire massa N = 14g/mol.
17/14 = 1,21.

Voor de berekening is de aanname gemaakt dat de maximale ruimte van stikstof uit dierlijke mest (170kg) wordt gebruikt door de akkerbouwer. Per gewas kan nu berekend worden wat de ammoniakuitstoot is.

Hieronder wordt de ammoniakuitstoot voor het gewas 'wintertarwe' berekend:

Aantal hectares wintertarwe: **10.000** ha

Stikstofgift wintertarwe:

Stikstofgebruiksnorm wintertarwe: 245 kg N/ha

Waarvan:

- Dierlijke mest: **170 kg N** (aanname dat de volledige plaatsingsruimte van dierlijke mest gebruikt wordt)
- Kunstmest: **143 kg N**
 - Berekening: 170*0,6=102 kg werkzame stikstof. 245-102=143kg. Deze ruimte mag opgevuld worden met kunstmest.

Gemiddelde emissiefactor onbeteeld bouwland drijfmest:

30% mestinjectie, emissiefactor 2%

70% in sleufjes in de grond (zodenbemester), emissiefactor 24%. Aan de zodenbemester wordt een sleepslang toegevoegd (mest wordt verdund met water), dit resulteert in 25% reductie van de emissiefactor⁹. De emissiefactor wordt dan 18%.

Berekening gemiddelde emissiefactor: 2*0,3+0,7*18 = **13,2%**

Emissiefactor kunstmest (kalkammonsalpeter): **2,5%**

TAN-waarde drijfmest: **0,6**

TAN-waarde kunstmest: **1**

Berekening N emissie: ((170*0,132*0,6)+(143*0,025*1))*10.000 = 170.390 kg N

Omrekening naar NH₃-emissie: 170.390*1,21 = 206.853 kg NH₃

Totale ammoniakemissie door het gebruik van meststoffen in de wintertarwe in Zuid-Holland: 206.853 kg NH₃

9 Bron: CDM-advies 'Effecten van verdunning van mest bij mestaanwending op zandgrond'.

Ammoniakemissie drijfmest

Op bovenstaande manier kan worden berekend wat de ammoniakemissie is van de top 10 akkerbouwgewassen in Zuid-Holland. Hierbij gaan wij nu uit dat alle dierlijke mest als drijfmest wordt toegediend op onbeteeld bouwland. De emissies staan weergegeven in tabel 3.

Tabel 3: Ammoniakemissie Zuid-Hollandse akkerbouw indien uitsluitend drijfmest zou worden gebruikt op onbeteeld bouwland

Gewas	Kg NH ₃
Wintertarwe	206.853
Consumptieaardappelen	187.534
Suikerbieten	84.560
Pootuien	25.773
Zaaiuien	36.818
Zomertarwe	22.253
Pootaardappelen	10.135
Erwten	2.884
Wintergerst	6.125
Zomergerst	4.487
Totaal NH₃ emissie onbeteeld bouwland drijfmest	587.422
Totaal per hectare (30.300ha)	19,4 kg NH₃

3.2 Ammoniakemissie akkerbouw Zuid-Holland

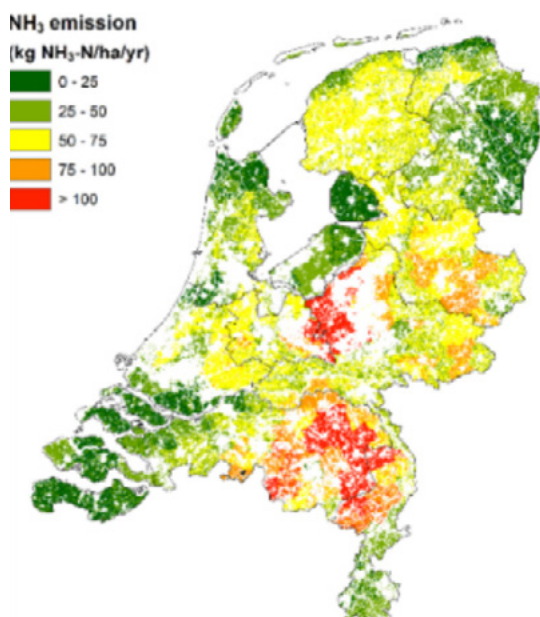
Expert judgement van S&P is dat 85% van de hectares bouwland drijfmest wordt toegediend op onbeteeld bouwland, op 10% van de hectares drijfmest wordt toegediend op beteeld bouwland (gemiddelde uitstoot 36,9 kg NH₃/ha, berekening bijlage 2.1) en dat op 5% van het areaal vaste mest wordt gebruikt (gemiddelde uitstoot 48,3 kg NH₃/ha, berekening bijlage 2.2). De gemiddelde ammoniakemissie is dan 23,5 kg NH₃ per hectare (berekening: $0,85 \cdot 19,4 + 0,05 \cdot 48,3 + 0,1 \cdot 36,9 = 23,2$).

Het areaal van de akkerbouw in Zuid-Holland is circa 35.000 hectares (exclusief bollen, groenten, fruit en voedermais). Dat betekent dat de totale ammoniakemissie van de akkerbouw in Zuid-Holland komt op circa $35.000 \times 23,2 = 812.000$ kg NH₃. Hierbij is geen rekening gehouden met de emissies uit mestopslagen en gewasresten.

Deze berekening kan worden vergeleken met een kaartje van de ammoniakemissie berekend door INITIATOR (versie 5). INITIATOR is een model dat alle belangrijke stikstof (N)- en fosfaat (P)-fluxen in landbouw- en natuurlijke ecosystemen op nationale en regionale schaal berekent. Een belangrijk onderdeel van INITIATOR betreft de berekeningen van de mestproductie, mesttoediening en beweiding en het gebruik van kunstmest alsmede de emissie van ammoniak die hiermee gepaard gaat. De berekening omvat dus de emissies uit mest in de akkerbouw én de veehouderij. INITIATOR laat zien dat de totale emissie van de landbouw in Zuid-Holland tussen de 25-75 kg NH₃ per hectare per jaar ligt (kaart 1). Bouwland in de akkerbouw heeft daarbij lagere emissies dan grasland in de veehouderij.

De totale NH_3 uitstoot van Nederland is 132 miljoen kg (peiljaar 2017)¹⁰. Dit betekent dat de akkerbouwsector in Zuid-Holland 0,6% bijdraagt aan de totale NH_3 uitstoot.

Kaart 1: *Berekende NH_3 -emissie ($\text{NH}_3\text{-N}$ per ha/jaar)*



3.3 Berekening uitstoot stikstofoxiden akkerbouw Zuid-Holland

De grootste uitstootbron van stikstofoxiden (NO_x) in de akkerbouw zijn tractoren en landbouwmachines. Deze voertuigen rijden op diesel. Volgens de website Agrimatie¹¹, lag het dieselverbruik in de akkerbouw in 2020 op gemiddeld 270 liter per hectare.

De NO_x uitstoot per liter voor tractoren is voor ieder type en merk anders. Dit maakt het berekenen van de daadwerkelijke uitstoot moeilijk. De maximale toegestane NO_x -uitstoot voor dieselveertuigen is wel bekend. Sinds 1999 kent de Europese Unie emissiestandaarden voor zogenoemde 'non-road mobile machinery'¹². Hieronder vallen ook landbouwtractoren, zelfrijdende (oogst)machines en vele andere voertuigen. De norm komt tegenwoordig voor nieuwe tractoren neer op maximaal 4,26 gram NO_x per liter diesel. Dit wordt echter onder laboratoriumomstandigheden gemeten. Uit een onderzoek van TNO¹³ blijkt dat de werkelijke uitstoot hoger uitvalt, namelijk 18,7gr NO_x /L diesel.

10 Bron: www.tno.nl/nl/duurzaam/klimaat-luchtkwaliteit/stikstof/

11 Cijfers uit het BIN-net van Wageningen Economic Research www.agrimatie.nl/PublicatieRegio.aspx?subpubID=2518&themaID=7203&indicatorID=2032§orID=7225

12 Bron: [Emission Standards: Europe: Heavy-Duty Truck and Bus Engines \(dieselnet.com\)](http://EmissionStandardsEuropeHeavyDutyTruckandBusEngines(dieselnet.com))

13 Bron: TNO-2018-R10465.pdf

TNO hanteert in de bouw omgerekend een emissiefactor voor tractoren van 13,2 gram NO_x per liter diesel¹⁴. Dezelfde norm lag in 1992 nog op 83,2 gram NO_x per liter diesel (8 gr NO_x x 10,4 kWh per liter). Dit terwijl tractoren ouder dan 7 jaar gemiddeld circa 100 gram NO_x per liter diesel zouden uitstoten. De moderne tractoren zorgen dus voor minder emissie van NO_x.

Tractoren in de akkerbouw gaan zeker langer mee dan 7 jaar en worden soms wel 40 jaar gebruikt. Naar inschatting van S&P is de gemiddelde tractor in de akkerbouw in Zuid-Holland circa 12,5 jaar oud is. Er zijn oudere en modernere tractoren in gebruik. Expert judgement van S&P is dat de gemiddelde emissie per liter diesel van tractoren ligt rond de 50 gram NO_x per liter diesel.

Berekening NO_x uitstoot

De NO_x uitstoot kan vervolgens bij benadering worden berekend met onderstaande formule: Uitstoot = gemiddeld dieselgebruik/ha x gemiddelde NO_x uitstoot/L diesel 270 liter/ha x 50 gram NO_x = 13500 gram NO_x/ha = 13,5 kg NO_x/ha.

Het volledige areaal van de akkerbouw in Zuid-Holland is circa 35.000 hectares. Dat betekent dat de totale NO_x uitstoot van de akkerbouw in Zuid-Holland komt op circa 35.000 x 13,5 = 472.500 kg NO_x.

De totale NO_x uitstoot van Nederland is 242 miljoen kg (peiljaar 2017)¹⁵. Dit betekent dat de akkerbouwsector in Zuid-Holland 0,2% bijdraagt aan de totale NO_x uitstoot.

14 Bron: [TNO-2022-R10527.pdf](#)

15 Bron: www.tno.nl/nl/duurzaam/klimaat-luchtkwaliteit/stikstof/

4 Reductiemaatregelen ammoniakuitstoot

Er zijn verschillende mogelijkheden om de ammoniakuitstoot van de akkerbouwsector in Zuid-Holland te reduceren.

De mogelijke maatregelen zijn in te delen in 4 categorieën:

1. Mestaanwendingstechnieken
2. Type meststoffen
3. Mestopslag
4. Teeltmaatregelen

Naast het effect op de stikstofemissie is elke maatregel ook gescoord op het effect op klimaat (lachgas, N_2O), waterkwaliteit, koolstofvastlegging en biodiversiteit. Ook is er per maatregel geanalyseerd of de maatregel praktisch haalbaar is, wat het effect is op het verdienvermogen van de akkerbouwer en of de maatregel handhaafbaar is door de overheid. Ten slotte is er ook gekeken of de maatregel inrekenbaar is in het kader van de stikstofrekenmodellen (NEMA en/of Initiator5).

4.1 Mestaanwendingstechnieken

Er zijn verschillende manieren om drijfmest uit te rijden in de akkerbouw (zie tabel 4). Eén van de voorgeschreven emissiearme methoden is het injecteren van de mest in de bodem op 15 cm diepte. Bij het uitrijden van drijfmest op bouwland in Nederland wordt circa 80 procent van de mest op deze manier uitgereden. Het is ook mogelijk om mest op 5 cm diepte uit te rijden, dit wordt ook wel zodenbemester of 'in sleufjes uitrijden' genoemd. Deze methode wordt ook relatief veel gebruikt voor het uitrijden van drijfmest (16%). In Zuid-Holland wordt de zodenbemester echter veel meer gebruikt in combinatie met een sleepslang en verdunning van de mest met water. Dit valt ook onder emissiearm uitrijden. Vaste mest wordt bovengronds uitgereden en daarna ondergewerkt in twee werkgangen.

Elke mestaanwendingstechniek heeft zijn eigen emissiefactor (zie tabel 5). Deze emissiefactor is het percentage van de TAN (Totaal Ammoniakaal N) wat emitteert bij de aanwendingstechniek. Mestinjectie op bouwland heeft de laagste emissiefactor, namelijk 2 procent. De daaropvolgende techniek met de laagste emissiefactor is de zodenbemester. Deze heeft een emissiefactor van 24%, dit is 12x zo hoog als injecteren. Het aanwenden van vaste mest (bovengrondse aanwending) heeft de hoogste emissiefactor, namelijk 69%.

Tabel 4. Aanwendingsmethoden mest in de praktijk (% toegediende mest)¹⁶

Grasland - drijfmest ¹⁾ / Grassland - slurry ¹⁾	1990	1991	1992-1993	1994	1995-1999	2000-2003	2004	2005-2007	2008-2014	2015-2018	2019	2020
in sleufjes in de grond / shallow injection	0	10	30	20	57	56	56	60	62	64	84	80
deels in sleufjes in de grond en deels op de grond / sod injection	0	0	0	0	22	23	23	15	24	22	0	8
in strookjes op de grond / narrow band application	0	0	0	50	19	20	20	24	14	13	15	10
bovengronds bemesten / surface spreading	100	90	70	30	2	1	1	1	1	1	2	2
Onbeteeld bouwland - drijfmest ¹⁾ / Uncultivated arable land - slurry ¹⁾	1990	1991	1992-1993	1994	1995-1999	2000-2003	2004	2005-2007	2008-2014	2015-2018	2019	2020
mestinjectie / injection	0	0	0	0	39	51	51	38	80	86	81	81
in sleufjes in de grond / shallow injection	0	0	0	0	0	0	0	0	14	9	16	16
deels in sleufjes in de grond en deels op de grond / sod injection	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
in strookjes op de grond / narrow band application	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
onderwerken in 1 werkgang / incorporation in 1 track	0	2,5	50	50	18	12	12	30	6	5	3	3
onderwerken in 2 werkgangen / incorporation in 2 tracks	0	2,5	50	50	41	36	36	24	0	0	0	0
bovengronds bemesten / surface spreading	100	95	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0
Onbeteeld bouwland - vaste mest ²⁾ / Uncultivated arable land - solid manure ²⁾	1990	1991	1992-1993	1994	1995-1999	2000-2003	2004	2005-2007	2008-2014	2015-2018	2019	2020
onderwerken in 2 werkgangen / incorporation in 2 tracks	0	3	100	100	100	100	100	100	95	97	97	97
bovengronds bemesten met mest en zuiveringsslib / surface spreading of manure and sewage sludge	100	97	0	0	0	0	0	0	5	3	3	3
Beteeld bouwland - drijfmest ³⁾ / Cultivated arable land - slurry ¹⁾	1990	1991	1992-1993	1994	1995-1999	2000-2003	2004	2005-2007	2008-2014	2015-2018	2019	2020
in sleufjes in de grond / shallow injection	0	0	0	0	0	0	70	70	70	70	70	70
in strookjes op de grond / narrow band application	0	0	0	0	0	0	30	30	30	30	30	30

¹⁾ Landbouwtelling / Agricultural census.

²⁾ Landbouwtelling. Het cijfer van de landbouwtelling 2016 is toegepast vanaf 2015 / Agricultural census. The figure from the agricultural census 2016 is applied from 2015 onwards.

³⁾ Landbouwtelling (tot 2004), overige jaren: Huijsmans en Verwijs (2008) / Agricultural census (till 2004), other years: Huijsmans and Verwijs (2008).

Tabel 5. emissiefactoren bij mesttoediening (% van de TAN)¹⁷

Grasland - drijfmest ¹⁾ / Grassland - slurry ¹⁾	1990-1991	1992-1993	1994-1998	1999-2018	2019-2020
in sleufjes in de grond / shallow injection	10,0	10,0	13,5	17,0	17,0
deels in sleufjes in de grond en deels op de grond / sod injection	18,2	18,2	20,0	21,7	17,0
in strookjes op de grond / narrow band application	26,4	26,4	26,4	26,4	17,0
bovengronds bemesten / surface spreading	64,0	68,0	68,0	68,0	68,0
Grasland - drijfmest ¹⁾ / Grassland - slurry ¹⁾	1990-1991	1992-1993	1994-1998	1999-2018	2019-2020
mestinjectie / injection	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
in sleufjes in de grond / shallow injection	13,0	13,0	19,0	24,0	24,0
deels in sleufjes in de grond en deels op de grond / sod injection	24,5	24,5	27,5	30,0	30,0
in strookjes op de grond / narrow band application	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0
onderwerken in 1 werkgang / incorporation in 1 track	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
onderwerken in 2 werkgangen / incorporation in 2 tracks	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0
bovengronds mest en zuiveringsslib / surface spreading of manure and sewage sludge	64,0	69,0	69,0	69,0	69,0
bovengronds compost / surface spreading of compost	69,0	69,0	69,0	69,0	69,0

Bronnen / Sources: Huijsmans en/and Schils (2009); Huijsmans en/and Hol (2021); Huijsmans et al. (2018; ook/also Van Bruggen et al./ 2018 bijlage/annex 4 en/and 5).

Op het gebied van mestaanwending beschrijven we in deze paragraaf de volgende drie reductiemaatregelen:

1. Maak akkerbouwers bewust van de juiste uitvoering
2. Stimuleer diepe bouwlandinjectie
3. Stimuleer gebruik van precisiebemesting

¹⁷ Bron: Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2020. edepot.wur.nl/570194

1. Maak akkerbouwers bewust van de juiste uitvoering

Schoon en accuraat werken is erg belangrijk om de uitstoot van ammoniak te beperken. Op de juiste manier gebruik maken van de mestaanwendingstechnieken is belangrijk om de uitstoot laag te houden. Diepe bouwlandinjectie heeft een lage emissiefactor (2%), wanneer de mest op 15 cm diep wordt geïnjecteerd. Wordt de mest minder diep geïnjecteerd, dan loopt de emissiefactor snel op. Bij 5 cm diepte is de emissiefactor al 24%. Door de mest goed te injecteren of goed onder te werken voorkom je besmeuring, overlap van mestgift en overlopende sleuven. Dat verbetert de stikstofbenutting en beperkt de ammoniakemissie. Nadeel van injectie is dat in bepaalde omstandigheden (afhankelijk van temperatuur en vocht) lachgasemissies kunnen ontstaan. Ook is injectie niet altijd mogelijk, vanwege een hoog risico op bodemverdichting (dit komt met name voor op natte kleigronden). Sleuven goed afdekken bij het gebruik van de zodenbemester zorgt ook voor verminderde emissie. Verder is het belangrijk om met gunstige weersomstandigheden mest aan te wenden.

Uit de praktijk blijkt dat akkerbouwers niet altijd op voorgestelde diepte de mest injecteren. Een verkeerd afgestelde machine kan er al voor zorgen dat de mest minder diep wordt geïnjecteerd. Sommige ondernemers kiezen er ook bewust voor om minder diep te injecteren. Dit kost minder capaciteit, en daarmee minder brandstof en/of tijd. Kortom, netjes werken kan zorgen voor meer kosten en daardoor enigszins strijdig zijn met een goed verdienmodel. In de praktijk wordt de mest veelal uitgereden door loonwerkers en zijn akkerbouwers zich er niet altijd van bewust dat de mestinjectie niet op de voorgeschreven diepte plaats vindt.

Ook bij toepassing van de zodenbemester hangt de emissie mede af van hoe netjes wordt gewerkt. Uit onderzoeken in de veehouderij blijkt dat de uitstoot van ammoniak op grasland bij netjes werken gemiddeld 17 procent is. Bij zeer slordig werken ligt het percentage tussen de 25 en 35 procent. Bij netjes werken kan dan op grasland twintig kilogram stikstof worden bespaard per hectare¹⁸. Voor de akkerbouw zijn deze cijfers niet beschikbaar. Maar ook in de akkerbouw kan accuraat werken veel schelen in de emissies. Omdat er in de berekening van de uitstoot in de stikstofrekenmodellen wordt uitgegaan van de meest nette vorm van werken, kan accuraat en schoon werken niet worden doorgerekend als nieuwe maatregel in de emissiecijfers. In de berekeningen is de aanname dat er altijd netjes gewerkt wordt. Het is echter een voor de ondernemer relatief eenvoudige methode om ammoniakuitstoot te reduceren in de praktijk.

18 Uitspraak van Albert Jan Bos van DLV Advies namens de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (CBGV). www.nieuweoogst.nl/nieuws/2022/05/03/geld-besparen-door-netjes-te-bemesten

Effecten bewustmaking juiste uitvoering mestaanwending:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Zorgvuldig werken	++	-	0	0	0

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk
Zorgvuldig werken	0	-	0

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Nee

Het is belangrijk dat akkerbouwers zich bewust zijn van hun impact op de emissies bij mestaanwending. De manier van aanwending en de netheid hiervan, heeft een groot effect op de hoogte van de emissies in de praktijk.

- Zet in op communicatie en bewustwording. Accuraat en netjes mest toedienen moet komen vanuit een intrinsieke motivatie van de akkerbouwer. Boerenorganisaties en ketenpartijen kunnen een grote rol spelen in de communicatie en bewustwording omtrent dit onderwerp. Zij kunnen ook een belangrijke rol in de communicatie spelen.
- Informeer loonwerkbedrijven. Voor het aanwenden van mest maken akkerbouwers veel gebruik van loonwerkers. Het is dus belangrijk dat niet alleen de akkerbouwer, maar ook de loonwerker goed op de hoogte is van de nut en noodzaak van net en accuraat werken.
- Benadruk dat accuraat mest aanwenden ervoor zorgt dat minder stikstof vervluchtigt en meer stikstof beschikbaar is voor de groei van de gewassen.
- De NVWA doet in Nederland de handhaving op de emissiearme mestaanwending. Bespreek met de NVWA de mogelijkheden om accuraat werken handhaafbaar te maken. Dit zou kunnen door het plaatsen van data-loggers op de tractoren. Deze loggers kunnen bijvoorbeeld de diepte van de mestinjectie en de snelheid van de tractor bijhouden.

2. Stimuleer diepe bouwlandinjectie

Diepe bouwlandinjectie heeft de laagste emissiefactor van de verschillende aanwendingsmethoden. Omdat er weinig ammoniak vrijkomt is emissiearm mest aanwenden via injectie beter voor de biodiversiteit in de omgeving van het perceel, er is namelijk minder stikstof naar de lucht vervluchtigt wat kan neerslaan in de omgeving. Het injecteren van zure mest in de bodem kan mogelijk wel gevolgen hebben voor de bodembiodiversiteit. Niet alle schimmels, bacteriën, insecten en wormen kunnen goed tegen een zure bodem.

Een nadeel van diepe bouwlandinjectie is dat de lachgasemissie omhoog kan gaan, dit is nadelig voor het klimaat¹⁹. Dit komt omdat er lokaal hoge concentraties stikstof in de bodem worden geïnjecteerd. Hierdoor is er een grotere kans op zuurstofloosheid, waardoor meer lachgas ontstaat.

Uit de klankbordsessie kwam naar voren dat in Zuid-Holland op de kleigronden in het voorjaar voornamelijk mest wordt uitgereden met een zodenbemester in combinatie met een sleepslang. Wanneer er gebruik gemaakt wordt van een sleepslang is dit eigenlijk altijd in combinatie met een zodenbemester. Een zodenbemester is lichter in vergelijking met een mestinjecteur en dankzij de sleepslang zijn ook minder rijbewegingen nodig. Met name in het voorjaar wanneer de grond nog nat is, zorgen zware machines voor bodemverdichting en dus structuurbederf van de bodem. Het is dus niet altijd praktisch gewenst om diepe bouwlandinjectie toe te passen.

Effecten stimuleren diepe bouwlandinjectie:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Stimuleer bouwlandinjectie	++	-	0	0	0

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk
Stimuleer bouwlandinjectie	0	0	-

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Ja

3. Stimuleer precisiebemesting

Precisiebemesting is een werkwijze om de nutriënten uit mest optimaal te benutten ten behoeve van de groei van gewassen. Op basis van data worden meststoffen toegediend op het juiste moment, met de juiste voeding, in de juiste vorm en in de juiste dosering. Hierbij wordt gebruik gemaakt van geavanceerde apparatuur en informatieverwerkingstechnieken. Precisiebemesting kan de emissie van stikstof en andere mineralen vanuit de landbouw naar de omgeving verminderen, zonder dat het ten koste gaat van de gewasproductie. Precisiebemesting is dus een bruikbare tool om te zorgen dat de productie hoog blijft, met een verlaging van de impact op de omgeving (lucht, water en natuur). De hogere stikstofefficiëntie in de gewasproductie leidt niet direct tot andere berekende emissies, maar er zou wel een nutriëntenbalans op perceels-, bedrijfs- of gebiedsniveau kunnen worden opgesteld, om de emissiereductie in te schatten.

¹⁹ Bron: Emissiearm bemesten geëvalueerd. PBL 2009.
www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/500155001.pdf

Op dit moment is precisiebemesting nog erg duur. Het zit ook nog in de ontwikkelingsfase. Ondernemers geven aan dat ze niet over de (financiële) middelen beschikken om gebruik te maken van precisiebemesting. Loonwerkers hebben meer ervaring met het gebruik van precisiebemesting, maar kunnen dat regelmatig niet toepassen op percelen, omdat taakkaarten ontbreken. Ook laten akkerbouwers weten niet bereid te zijn een hogere prijs te betalen voor precieze aanwending van mest. Veel loonwerkers zijn daarom terughoudend bij het doen van (grote) investeringen inzake precisiebemesting. In feite is er sprake van startkosten, waarbij precisiebemesting op termijn juist ook kan leiden tot betere gewasopbrengsten. Precisiebemesting leidt tot een hogere stikstofefficiëntie bij de teelt van gewassen. Dat betekent ook dat minder stikstof in de vorm van ammoniak zal emitteren.

Effecten stimuleren precisiebemesting:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Precisiebemesting	+	+	0	+	+

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk
Precisiebemesting	+	0	+

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Matig

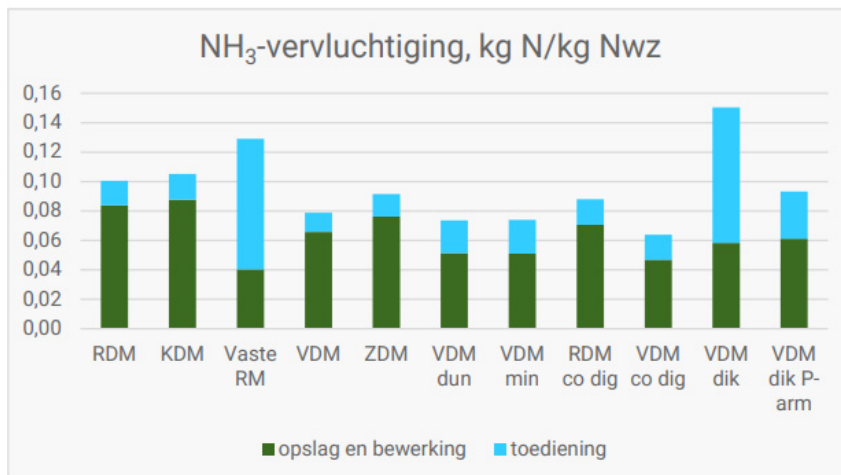
Aanbevelingen precisiebemesting:

- Zet in op pilots rondom precisiebemesting in de Zuid-Hollandse akkerbouw. Het is belangrijk dat ondernemers (in akkerbouw en loonwerk) vertrouwd raken met het gebruik van precisiebemesting. Mogelijke financiering voor deze pilots kan uit POP-gelden (Plattelandsontwikkelingsprogramma) worden gehaald.
- Maak subsidies beschikbaar voor het maken van bodemscans en taakkaarten. Hierdoor kunnen loonwerkers vaker gebruik maken van precisiebemesting. Suggestie is om een percentage van de kosten voor het maken van bodemscans en taakkaarten te subsidiëren en dit percentage door de jaren heen langzaam af te bouwen. Ondernemers krijgen hierdoor een prikkel om de mogelijkheden voor precisiebemesting op hun tractoren en overig materiaal daadwerkelijk te gaan benutten.
- Tijdens de klankbordsessie is de suggestie gedaan om vanuit de provincie subsidies beschikbaar te maken voor het uitrusten van zodenbemesters en injecteurs van akkerbouwers en loonwerkers met infrarood apparatuur (NIR). Deze apparatuur maakt het mogelijk om de mest die wordt uitgereden te scannen en daarmee precieze giften van drijfmest te geven. In combinatie met bodemscans en taakkaarten kan zo heel precies drijfmest worden aangewend, rekening houdend met de bodemkwaliteit.

4.2 Type mest

Het type mest en de bijbehorende mogelijkheden voor mestaanwending maken uit voor de emissies bij mesttoediening in de akkerbouw. Drijfmest die kan worden geïnjecteerd en kunstmest hebben de laagste emissiefactoren. In figuur 3 zijn de emissies weergegeven voor diverse mestsoorten.

Figuur 3. NH_3 -vervluchtiging per type dierlijke mest²⁰



Figuur 3.1. Berekende ammoniak-vervluchtiging (uitgedrukt in kg N per kg werkzame N, ofwel Nwz) bij opslag en bewerking en toediening voor een aantal geselecteerde mestproducten. RDM= rundveedrijfmest, KDM= kalveedrijfmest, vaste RM= vaste rundveemest (stro), VDM= vleesvarkensdrijfmest, ZDM= zeugendrijfmest, VDM dun= dunne fractie van varkensdrijfmest, VDM min= mineralenconcentraat uit varkensdrijfmest, RDM co dig= digestaat van co-vergiste rundveedrijfmest, VDM co dig= digestaat van co-vergiste varkensdrijfmest, VDM dik= dikke fractie van varkensdrijfmest en VDM dik P-arm= P-arme dikke fractie van varkensdrijfmest.

Op het gebied van type mest beschrijven we in deze paragraaf de volgende vijf potentiële maatregelen:

4. Gebruik minder dierlijke mest en meer kunstmest
5. Toevoegen ureaseremmer aan de mest
6. Toevoegen nitrificatieremmer aan de mest
7. Ander type kunstmest
8. Geen kunstmest / lagere N-gift / biologische landbouw

4. Gebruik minder dierlijke mest en meer kunstmest

Een mogelijkheid is om in de akkerbouw minder dierlijke mest te gebruiken en de vrijvallende stikstofruimte te benutten voor de toepassing van meer stikstofkunstmest. Op die manier kan aan de volledige stikstofbehoefte van de gewassen worden voorzien.

Hoewel de emissiefactor bij mestaanwending via bouwlandinjectie laag is, wordt een deel van de drijfmest niet geïnjecteerd. Dat betekent dat de gemiddelde emissiefactor bij de aanwending van drijfmest hoger ligt dan de emissiefactor bij het gebruik van kunstmest. De stikstofemissie per hectare zal dus bij de vervanging van dierlijke mest door kunstmest dalen. Bij de productie van kunstmest komt, met de huidige productiemethode, echter veel CO_2 vrij, wat slecht is voor het klimaat.

20 Bron: www.bo-akkerbouw.nl/files/Pdfs-Kennis-en-Innovatie/O21006_WaardeMeststoffenVoorHuidigeEnToekomstigeAkkerbouw_211215_Rapport_BOAkkerbouw.pdf

Verwachting van S&P is dat de lachgasemissie met minder gebruik van dierlijke mest in de akkerbouw nagenoeg gelijk zal blijven, omdat de stikstofgift gelijk blijft. De koolstofvastlegging wordt, door het verlagen van de drijfmestgift, die deels bestaat uit organische stof, minder. Een minder positief effect van deze maatregel is dus de impact op de organische stofbalans van het perceel, wat ook negatief is voor de aanwezige bodembiodiversiteit. Naar verwachting is de potentiële maatregel 'minder dierlijke mest en meer kunstmest' negatief voor het verdienenvermogen van de teler. Enerzijds moet de teler namelijk meer kunstmest moeten aanschaffen en op termijn kan door de verminderde bodemkwaliteit de gewasopbrengst lager worden. Daarnaast liggen de kosten voor kunstmest ten opzichte van dierlijke mest, vaak hoger.

Effecten gebruik minder dierlijke mest en meer kunstmest:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Minder dierlijke mest/ meer kunstmest	+	0	-	+	-

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk
Minder dierlijke mest/ meer kunstmest	0	-	0

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Ja

5. Toevoegen ureaseremmer aan de mest

Ureaseremmers vertragen de omzetting van ureum door het enzym urease in ammonium, waarmee de ammoniakvervluchtiging kan worden beperkt. Sommige akkerbouwers gebruiken reeds ureaseremmers, om hiermee meer stikstof voor de groei van het gewas beschikbaar te krijgen. Volgens onderzoek van leveranciers kan met ureaseremmers bij de drijfmest tientallen procenten aan ammoniakemissie worden beperkt²¹. S&P is niet bekend dat het gebruik van ureaseremmers leidt tot gevolgen voor de waterkwaliteit en/of biodiversiteit.

De toevoeging van ureaseremmers kent weinig nadelen, behalve dat de akkerbouwer extra kosten moet maken om het aan te schaffen. Geheel of gedeeltelijk kan dit echter worden terugverdiend in de vorm van extra gewasopbrengsten. Borging en/of handhaving dat de ureaseremmers in de praktijk daadwerkelijk goed worden toegepast, is echter een aandachtspunt. De correcte toepassing is immers achteraf op de akker moeilijk aantoonbaar te maken, anderzijds is de aanschaf van ureaseremmers te bewijzen via bijvoorbeeld facturen van de aankoop.

²¹ Bron: www.triferto.eu/nl/nieuws/86/ureaseremmers

Effecten toevoegen ureaseremmers aan de mest:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Toevoegen ureaseremmer aan mest	+	0	0	0	0

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk
Toevoegen ureaseremmer aan mest	+	0/-	0

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Ja

6. Toevoegen nitrificatieremmers aan de mest

Een van de mogelijkheden om de uitspoeling van nitraat en emissie van lachgas naar de lucht bij mestaanwending te reduceren is de inzet van nitrificatieremmers. Deze stoffen remmen de omzetting van ammonium naar nitraat. Er is weinig bekend over de effecten op de ammoniakemissie in Nederlandse omstandigheden. Buitenlandse studies, onder andere uit Nieuw-Zeeland, laten zien dat nitrificatieremmers de emissie van lachgas zo'n 50 tot 70% kunnen verlagen²². Tevens kan het gebruik van nitrificatieremmers de gewasopbrengst verhogen, doordat meer stikstof voor de gewassen beschikbaar blijft.

Een optie is om nitrificatieremmers altijd toe te voegen bij het gebruik van kunstmest en dierlijke mest of om het juist alleen bij emissiegevoelige omstandigheden toe te voegen (gerichte toepassing). Aanbeveling is om, samen met de akkerbouwsector en rijksoverheid, meer kennis op te doen over de effecten van nitrificatieremmers onder Nederlandse omstandigheden.

De maatregel om nitrificatieremmers toe te voegen aan kunstmest en dierlijke mest is reeds mogelijk en zal tot verlaging van lachgasemissies leiden. Een effect op de ammoniakemissie is onder Nederlandse omstandigheden niet precies bekend. Nitrificatieremmers zijn te verkrijgen bij de Nederlandse leveranciers aan akkerbouwers en worden reeds op kleine schaal toegepast.

²² Bron: Nitrificatieremmers in de Nederlandse landbouw. edepot.wur.nl/136455

Effecten toevoegen nitrificatieremmers aan de mest:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Toevoegen nitrificatieremmer	0	+	0	0	0

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk
Toevoegen nitrificatieremmer	+	0/-	0

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Ja, maar geen effect

7. Ander type kunstmest (vloeibare ureum)

In de Nederlandse land- en tuinbouw wordt al jaren kunstmest gebruikt in de vorm van Kalkammonsalpeter (KAS). Dit is een vorm van stikstofkunstmest in korrelvorm. In de regio Zuidwest Nederland zijn echter aanbieders van andere typen (stikstof)kunstmest, waaronder vloeibare ureum kunstmest.

De emissiefactor bij injectie van vloeibare ureum kunstmest is met 1,5% van de TAN iets lager dan de emissiefactor bij gebruik van KAS (2,5% van de TAN). Dit verschil is echter zeer beperkt en is erg afhankelijk van een accurate toediening. Het effect op de ammoniakemissie in vergelijking tot KAS-korrels wordt daarom door S&P als zeer beperkt gezien. Desondanks wordt vloeibare ureum in Zuid-Holland regelmatig toegepast en is het toepassen ervan goed controleerbaar.

Effecten ander type kunstmest:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Ander type kunstmest (vloeibare ureum)	0/+	0	0	0	0

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk
Ander type kunstmest (vloeibare ureum)	+	0	+

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Ja

8. Geen kunstmest / lagere N-gift / biologische landbouw

Een (theoretische) mogelijkheid is om in het geheel geen kunstmest te gebruiken in de akkerbouw. Dat betekent eveneens dat per hectare de stikstofgift wordt verlaagd. De ammoniak- en lachgasemissies zullen bij een lagere stikstofgift dalen en er kan minder stikstof uit- of afspoelen. Dat betekent dat de waterkwaliteit potentieel kan verbeteren. In hoeverre ook de biodiversiteit op en rondom het perceel kan verbeteren, is mogelijk een punt van discussie. S&P gaat er op basis van expert judgement vanuit dat de biodiversiteit door het niet meer geven van kunstmest nagenoeg niet veranderd.

Groot aandachtspunt is dat de gewasopbrengst door de lagere stikstofgift lager zal zijn en dat mogelijk teelten zelfs zullen mislukken door een te lage gift. Indien van kunstmest wordt afgezien, kan een teler ervoor kiezen om volledig biologisch te worden. In dat geval mogen ook geen gewasbeschermingsmiddelen meer worden gebruikt. Dit is echter in de teelt van diverse akkerbouwgewassen momenteel nog lastig en er kunnen relatief vaker misoogsten optreden. Daarnaast is er soms discussie in hoeverre er momenteel voldoende vraag is naar biologische (akkerbouw)producten. De beoordeling is dan ook dat een verbod op kunstmest op bouwland geen haalbare maatregel is en dat biologisch telen een vrijwillige keuze voor de akkerbouwer moet blijven.

Effecten geen kunstmest / lagere N-gift / biologische landbouw:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Geen kunstmest / lagere N-gift / biologisch	+	+	0	+	0

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk
Geen kunstmest / lagere N-gift / biologisch	-	0	+

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Ja

4.3 Mestopslag

9. Afdekken buitenopslag mest

Om verontreiniging van de bodem te voorkomen, moet de opslag van mest in een mestbassin of -silo, goed en veilig gebeuren. Voorbeelden van typen mestopslag buiten de stal zijn flexo- en foliebassins en betonnen, stalen, golfplaat- en gaasmatsilo's. Zoals eerder genoemd, wordt in dezen, de emissie bij de opslag van mest op een veehouderijbedrijf toegerekend aan de veehouderij. Sinds 1 januari 2018 bestaat de wettelijke verplichting om alle (nieuwe en oudere) mestopslagsystemen af te dekken. Zoals voorgeschreven in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal), moet de mestopslag gecertificeerd en lekdicht zijn.

Ook aansluitpunten van de vul-, aftap- en roerleidingen moeten zoveel mogelijk lekdicht zijn om verontreiniging van lucht (en bodem) te voorkomen.

Deze maatregel zorgt ervoor dat er geen uitwisseling plaatsvindt tussen de lucht in de opslag en de buitenlucht, waardoor de lucht in de opslag verzadigt raakt en minder ammoniak kan ontstaan. Het afdekken van mest en het beperken van het emitterend oppervlak zijn in de praktijk zeer effectief om de ammoniakuitstoot te beperken.

Effecten afdekken buitenopslag mest:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Afdekken buitenopslag mest	++	0	0	0	0

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdienmodel	Handhaving mogelijk
Afdekken buitenopslag mest	++	+	++

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Ja

4.4 Teeltmaatregelen

Op het gebied van de teelt beschrijven we in deze paragraaf de volgende vier potentiële reductiemaatregelen:

10. Meer bouwland in de regio
11. Meer biobased teelten
12. Meer eiwitgewassen
13. Gewasresten mee oogsten

10. Meer bouwland in de regio

De gemiddelde emissie bij bemesting van bouwland is lager dan bij bemesting op grasland. Ook zijn overige stikstofemissies uit de akkerbouw lager dan de emissies in de veehouderij. Om lokale of regionale ammoniakemissie te beperken, kan omschakeling naar akkerbouw in plaats van veehouderij, daar waar mogelijk, dus raadzaam zijn.

Vanwege de goede beworteling is blijvend grasland wel positief voor de koolstofvastlegging. Veranderend landgebruik, van grasland naar bouwland, leidt tot een afname van de koolstofvoorraad in de bodem. Meer bouwland in de regio lijkt praktisch wel haalbaar en is visueel gemakkelijk handhaafbaar. De impact op het verdienmodel zal lokaal verschillend uitpakken. Wanneer ruwvoer door veehouders aangekocht moet worden omdat er akkerbouwgewassen verbouwd worden op eigen grond, heeft dit hoogstwaarschijnlijk een negatieve impact op het verdienmodel. Wanneer de veehouderij-activiteiten op bedrijfsniveau worden afgebouwd, kan de teelt van akkerbouwgewassen, onderhevig aan vraag- en aanbodeffecten, zowel een positief als een negatief effect hebben op het verdienvermogen.

Overigens is niet alle grasland in Zuid-Holland per definitie geschikt om bouwland van te maken. Dit heeft onder andere te maken met bodem en grondsoort. Zo is op de meeste veengronden akkerbouw geen optie door de zuurtegraad van de grond. Deze percelen kunnen wel uitermate geschikt zijn voor veehouderij-activiteiten.

Effecten meer bouwland in de regio:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Meer bouwland in de regio	++	0	-	0	0

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk
Meer bouwland in de regio	+	0	+

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Ja

11. Meer biobased teelten (lage N-gift)

'Biobased teelt' gaat over de teelt van agrarische grondstoffen die worden toegepast als vezels in de bouwsector. Voorbeelden hiervan zijn bijvoorbeeld hennep, vlas en lisdodde.

De genoemde gewassen hebben een lagere toegestane stikstofgift dan andere akkerbouwgewassen. Hierdoor zijn de emissies van respectievelijk ammoniak en lach-gas per hectare lager. Ook kan de teelt een potentieel positieve impact op waterkwaliteit hebben, aangezien er mogelijk minder nitraat uitspoelt. Zowel meer gewasdiversiteit in de regio heeft een positief effect op de biodiversiteit, als ook het zeer beperkte gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Natte teelten (lisdodde) kunnen mogelijk wel leiden tot een toename van methaanemissies. Afhankelijk van de locatie van de teelt, kunnen natte teelten in de zomer leiden tot een grote watervraag.

Een nadeel van de genoemde teelten zijn de beperkte verwerkingscapaciteit en afzetmarkt. Door de huidige beperkte marktvraag, is de teelt van vezelgewassen vaak niet of nauwelijks winstgevend voor telers. Ter vergelijking: wintertarwe (een laag winstgevend gewas) levert €1350/ha op, vlas €950/ha, hennep €500/ha en lisdodde €150/ha²³. De provincie zou samen met andere stakeholders ketens voor biobased materiaal kunnen ontwikkelen, ondersteunen en opschalen. Zo kan de provincie een bijdrage leveren aan het ontwikkelen van een passend verdienmodel voor de teelt van vezelgewassen. Eventuele (nationale) maatregelen als het (deels) verplicht inzetten van lokaal geteelde vezels in de bouw, zouden de markt ook kunnen stimuleren. Er lijkt momentum te zijn om de bouw versneld te laten omschakelen van isolatiemateriaal op basis van fossiele grondstoffen naar biobased bouw materiaal.

23 Bron: www.rabobank.nl/kennis/d011271181-akkerbouw-kan-bouw-helpen-verduurzamen-met-bio-based-grondstoffen

Effecten meer biobased teelten:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Meer biobased teelten (lage N-gift)	+	+	+	+	+

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk
Meer biobased teelten (lage N-gift)	+	--	++

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Ja

12. Meer eiwitgewassen

De teelt van zogenoemde 'eiwitgewassen', zoals luzerne, veldbonen en sojabonen vraagt een lagere N-gift dan de teelt van veel andere akkerbouwgewassen. De genoemde gewassen zijn vlinderbloemigen en dat betekent daarnaast dat ze door een symbiose met bacteriën, in staat zijn om stikstof uit de lucht te binden. De lagere stikstofgift maakt dat de ammoniak- en lachgasemissies lager zullen zijn en de potentiële uit- en afspoeling van nitraat naar het water minder is dan bij andere gewassen. Verder is het zelfs zo dat vlinderbloemigen ingezet kunnen worden als stikstofbron, waardoor de effecten langjarig zijn. Meer gewasdiversiteit in de regio is ook positief voor de biodiversiteit. Op de lange termijn kunnen lokale eiwitbronnen mogelijk (een deel van) de soja-import van Nederland vervangen en zo dienen als lokale eiwitbron voor zowel veevoer als ook voor humane consumptie.

Momenteel is de teelt van eiwitgewassen niet tot nauwelijks rendabel in Nederland. Zowel de verwerkende ketens als de afzetmarkt zijn zeer beperkt qua omvang. Dit maakt het verdienmodel dat aan de teelt hangt zwak. Verschillende overheden, zoals de Europese Commissie en de Rijksoverheid, zetten zich in voor de versterking van het verdienmodel van de teelt voor akkerbouwers. Dit spitst zich toe op het creëren van een gelijk speelveld tussen telers binnen en buiten de EU, het stimuleren van de verwerkende industrie en het versterken van de opbrengstzekerheid en veredeling. Regionaal kan de provincie Zuid-Holland inzetten op de ontwikkeling en opschaling van ketens op het gebied van plantaardig eiwit. Hierdoor kan op termijn mogelijk een verdienmodel ontstaan voor akkerbouwers en kunnen indirect de emissies worden verlaagd. Alléén inzetten op de teelt van eiwitgewassen is echter geen optie: wanneer deze intensief worden geteeld bestaat er een grote kans op bodemgebonden ziekten en plagen.

Effecten meer eiwitgewassen:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Meer eiwitgewassen (lage N-gift, N-binding)	+	+	0	+	+

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk
Meer eiwitgewassen (lage N-gift, N-binding)	+	-	++

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Ja

13. Gewasresten mee oogsten

Uit onderzoek blijkt dat emissie van gewasresten die achterblijven op bouw- en grasland, voor circa 2 miljoen kg NH₃ bijdraagt aan de nationale ammoniakemissie. Deze hoeveelheid is in dezelfde orde van grootte als de bijdrage van grazend vee. De emissie door gewasresten is van een dusdanige bijdrage dat het van belang is voor de inschatting van de landelijke emissie²⁴.

Indien gewasresten worden meegenomen met de oogst, dan wordt daarmee gebonden stikstof afgevoerd en worden emissies naar lucht, bodem en water voorkomen. Het is echter niet in alle omstandigheden praktisch om gewasresten mee te oogsten, het kan negatieve gevolgen hebben voor de bodemkwaliteit en er is niet altijd een geschikte bestemming voorhanden. Het mee-oogsten of na de oogst afvoeren van de gewasresten, als alternatief voor laten liggen of onderwerken, zorgt namelijk voor een negatieve impact op koolstofvastlegging en biodiversiteit in de bodem. Bovenstaande betekent dat de maatregel niet praktijkrijp is, aangezien het financieel niet rendeert en praktisch nog niet werkbaar is. Aanbeveling is om als provincie Zuid-Holland met (vertegenwoordigers van) de akkerbouwsector te bespreken of er pilots mogelijk zijn om gewasresten mee te oogsten om daarmee emissies te beperken. Een andere optie is om gewasresten direct onder te werken na de oogst. De effecten hiervan op emissies en bodemkwaliteit zijn niet bekend. Ook hier zouden pilots voor gestart kunnen worden.

24 Bron: www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/plant-research/geavanceerde-landbouwtechnologie/onderzoeksthema's-en-expertises/mesttoediening-en-beperking-ammoniakemissie-en-nutrientenverliezen/emissie-uit-gewasresten.htm

Effecten van gewasresten mee oogsten:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Gewasresten mee oogsten	+	+	-	+	-

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk
Gewasresten mee oogsten	-	-	+

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Ja

5 Reductiemogelijkheden NO_x

In dit hoofdstuk benoemen wij een aantal maatregelen om de NO_x uitstoot van de akkerbouwsector in Zuid-Holland te reduceren.

Naast het effect op de stikstofemissie is elke maatregel ook gescoord op het effect op klimaat (CO₂, N₂O), waterkwaliteit, koolstofvastlegging en biodiversiteit. Ook is er per maatregel geanalyseerd of de maatregel praktisch haalbaar is, wat het effect is op het verdienvermogen van de akkerbouwer en of de maatregel handhaafbaar is. Als laatste is er ook gekeken of de maatregel inrekenbaar is in de rekenmodellen op het gebeid van stikstof.

Op het gebied van NO_x worden in deze paragraaf de volgende vier potentiële maatregelen beschreven:

- A. Managementmaatregelen: bandenspanning en juiste capaciteit tractor
- B. Vernieuwen tractoren
- C. Gebruik waterstof
- D. Gebruik elektriciteit

A. Managementmaatregelen: bandenspanning en juiste capaciteit tractor

De juiste bandenspanning is beter voor het milieu. Je verbruikt namelijk minder brandstof waardoor er minder CO₂ en NO_x wordt uitgestoten. Verschillende omstandigheden vragen om verschillende bandenspanning. Denk hierbij aan wisselende ondergronden: weg, natte akker, droge akker, etc. Maar ook de snelheid waarmee gereden wordt en de taak die uitgevoerd wordt door de trekker bepaald met welke bandenspanning er gereden zou moeten worden.

Om de juiste spanning in elke situatie op de banden te zetten, heeft de chauffeur kennis en discipline nodig. Bij ieder type band hoort een tabel waarin staat wat de maximale snelheid is bij een bepaalde bandenspanning. Daarom kan de bandenspanning in het land veel lager zijn dan op de weg. Bandenspanning is van belang voor de eigen tractor en machines, maar zeker ook voor de loonwerker. Juist de loonwerker komt met de zwaarste machines op het land en de banden staan meestal op topspanning, want dan slijten deze minder.

Verder is het belangrijk om de juiste tractor te kiezen voor een activiteit. Niet alle werkzaamheden hebben een zware tractor met veel hef- of trekcapaciteit nodig. Het gebruik van een kleine, lichte tractor scheelt in het brandstofgebruik.

Effecten managementmaatregelen: bandenspanning en juiste capaciteit tractor:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Juiste bandenspanning, juiste capaciteit	+	+	0	0	0

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdienmodel	Handhaving mogelijk
Juiste bandenspanning, juiste capaciteit	0	+	-

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Nee

Aanbeveling inzake bandenspanning:

- Zet in op communicatie en bewustwording. Goed gebruik van de tractoren moet komen vanuit een interne motivatie van de akkerbouwer. Boerenorganisaties en ketenpartijen kunnen echter een grote rol spelen in de communicatie en bewustwording omtrent dit onderwerp. Nauwe samenwerking op het gebied van communicatie met deze spelers is daarin belangrijk.
- Informeer loonwerkbedrijven. Akkerbouwers maken veel gebruik van loonwerkers voor allerlei taken waarbij zij met tractoren het land op gaan. Het is dus belangrijk dat niet alleen de akkerbouwer, maar ook de loonwerker goed op de hoogte is van de nut en noodzaak van het optimaal gebruik maken van de tractor.

B. Vernieuwen tractoren

De NO_x uitstoot per liter dieselolie door tractoren is voor ieder type en merk anders. Echter stoten oude tractoren per liter diesel veel meer NO_x uit. De norm komt tegenwoordig voor nieuwe tractoren neer op maximaal 4,26 gram NO_x per liter diesel. Dit wordt echter bij laboratoriumomstandigheden gemeten. Uit een onderzoek van TNO²⁵ blijkt de uitstoot hoger uitvalt, namelijk 18,7gr NO_x/L diesel. Tractoren van voor 2000 kunnen soms wel tot meer dan 100 gr NO_x/L diesel uitstoten.

Conform paragraaf 3.3. is de gemiddelde uitstoot van tractoren in de akkerbouw:
 270 liter/ha x 50 gram NO_x = 13500 gram NO_x/ha = 13,5 kg NO_x/ha. Wanneer alle tractoren de komende jaren vervangen worden door nieuwe types die voldoen aan de huidige Europese normen. Dan wordt de berekening als volgt:
 270 x 13,2 gram NO_x = 3564 gram NO_x/ha = 3,5 kg NO_x/ha.

25 Bron: De inzet van bouwmaschinen en de bijbehorende NO_x- en CO₂-emissies. [TNO-2018-R10465.pdf](#)

Dit betekent dat door het vernieuwen van tractoren ouder dan 7 jaar in de Zuid-Hollandse akkerbouw circa 10 kg NO_x per hectare per jaar aan NO_x-uitstoot kan worden vermindert. Voor de akkerbouwsector, met 35.000 hectare grond in Zuid-Holland, betekent dit een totale besparing van 350.000 kg NO_x. De huidige uitstoot van de tractoren in Zuid-Holland is 472.500 kg NO_x (berekening zie hs. 3.3). Vervangen van de tractoren draagt dus significant bij aan de reductie van de NO_x uitstoot van de akkerbouw.

Het vervangen van oude tractoren levert al snel veel winst op voor vermindering van de uitstoot van NO_x in de akkerbouw. Tegelijkertijd is het de vraag of het duurzaam is om nog niet afgeschreven tractoren en werktuigen te vervangen. Daarnaast is de totale NO_x uitstoot van de akkerbouwsector in Zuid-Holland een marginaal deel van de totale Nederlandse NO_x uitstoot. Tweedehands tractoren en werktuigen kennen overigens wel vaak een tweede leven, elders in Nederland of op de wereld.

Effecten vernieuwen tractoren:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Vernieuwen tractoren	++	+	0	0	0

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk
Vernieuwen tractoren	0	-	+

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Matig

Aanbevelingen vernieuwing tractoren:

- Maak subsidies beschikbaar voor de aanschaf van nieuwe tractoren en het vervangen van de tractoren in Zuid-Holland.
- Maak het mogelijk voor akkerbouwers om oude tractoren in te leveren voor een financiële vergoeding. Nu blijven oude tractoren op het erf staan omdat het financieel niet aantrekkelijk is om ze in te ruilen, en worden deze tractoren ook nog gebuikt.

C. Gebruik (groene) waterstof in plaats van diesel

Naast diesel, benzine, gas en elektriciteit kan ook waterstof worden gebruikt als brandstof voor tractoren. Waterstof is een energiedrager, het is een stof waarin energie is opgeslagen, deze energie komt vrij bij de verbranding. Bij het verbranden van waterstof komt energie en water vrij en geen CO₂. Waterstof kan gemaakt worden met fossiele inputs (aardgas), dit wordt grijze waterstof genoemd. Ook is het mogelijk om met duurzaam opgewekte energie (bijv. zon- en windenergie) waterstof te maken, dit noemt men groene waterstof.

Waterstof is goed op te slaan over lange tijd. Bij opslag gaat weinig energie verloren en minder dan wanneer energie voor lange tijd in een batterij wordt opgeslagen. Dat maakt het opslaan van waterstof interessant voor seizoensopslag: het voor langere periodes opslaan van waterstof die gemaakt is in tijden van een overschot aan energie, voor een periode waarin een gebrek aan energie is. In Zuid-Holland zijn ondernemers actief om na te denken over de opwekking en het gebruik van groene waterstof. Desondanks is een brede toepassing van waterstof voor tractoren op dit moment nog niet aan de orde.

Aandachtspunt is dat bij de verbranding van waterstof toch nog NOx vrijkomt. Dit komt omdat bij de verbranding geen zuivere zuurstof wordt gebruikt, maar lucht²⁶. De hoeveelheid NOx die vrijkomt bij verbranden van waterstof is gelijk of iets groter dan bij aardgas, maar vergeleken bij anderen bronnen nog steeds gering²⁷.

Effecten gebruik groene waterstof:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Gebruik waterstof	0	++	0	0	0
Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk		
Gebruik waterstof	-	-	+		
Inrekenbaarheid stikstofreductie					
Matig					

D. Gebruik elektriciteit in plaats van diesel

Een mogelijkheid is om tractoren op diesel in de akkerbouw te vervangen door tractoren die gebruik maken van accu's en (duurzame) elektriciteit. Hierdoor worden de uitstoot van stikstofdioxide en koolstofdioxide beperkt. Tractoren dienen echter geregeld zware werkzaamheden te verrichten, waardoor een accu niet handig is in de praktijk. Elektrificatie is wel mogelijk voor kleinere voertuigen, maar nog niet voor de zwaardere tractoren. Daarnaast is ook het mogelijk om elektrisch te beregenen, waardoor diesellaggregaten of continu lopende tractoren niet nodig zijn. Echter is het niet op alle percelen op korte termijn mogelijk om elektrisch te beregenen, vanwege de beperkte waterbeschikbaarheid of door de grootte van de investering die hieraan vooraf gaat.

26 Bron: www.dewereldvanwaterstof.nl/gasunie/wat-is-waterstof/

27 Bron: www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/technieffactsheets+energiebronnen/waterstof/default.aspx

Effecten gebruik elektriciteit in plaats van diesel:

Effect op:	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Gebruik elektriciteit	++	++	0	0	0

Score voor:	Praktische haalbaarheid	Verdien-model	Handhaving mogelijk
Gebruik elektriciteit	--	--	+

Inrekenbaarheid stikstofreductie
Matig

6 Overzicht maatregelen en aanbevelingen

De berekende ammoniakemissie door het gebruik van meststoffen in de Zuid-Hollandse akkerbouw is meer dan 800.000 kg NH₃ in 2020. Dit is circa 23 kg NH₃ per hectare per jaar. De ammoniakemissie op bouwland is lager dan de ammoniakemissie op grasland in de veehouderij.

Er zijn diverse mogelijke maatregelen om de ammoniak- en stikstofemissies in de Zuid-Hollandse akkerbouw te verminderen. In onderstaand overzicht is weergegeven wat de effecten zijn van maatregelen op stikstof, lachgas (klimaat), koolstofvastlegging, waterkwaliteit en biodiversiteit. Opvallend is dat de maatregelen op de verschillende duurzaamheidsaspecten tegengesteld kunnen werken.

Effect op maatregel: aanwendingstechniek	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Zorgvuldig werken (o.a. bouwlandinjectie)	++	-	0	0	0
Meer bouwlandinjectie	++	-	0	0	0
Precisiebemesting	+	+	0	+	+
Effect op maatregel: type mest	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Minder dierlijke mest/ meer kunstmest+	+	0	-	+	-
Toevoegen urease-remmer aan mest	+	0	0	0	0
Toevoegen nitrificatie-remmer aan mest	0	+	0	0	0
Ander type kunstmest (vloeibare ureum)	0/+	0	0	0	0
Geen kunstmest / lagere N-gift / bio	+	+	0	+	0
Effect op maatregel: mestopslag	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Afdekken buitenopslag mest (verplicht)	++	0	0	0	0
Effect op maatregel: teelt	Stikstof-emissie	Lachgas-emissie	Koolstof-vastlegging	Water-kwaliteit	Bio-diversiteit
Meer bouwland in de regio	++	0	-	0	0
Meer biobased teelten (lage N-gift)	+	+	+	+	+
Meer eiwitgewassen (lage N-gift; N-binding)	+	+	0	+	+

Effect op maatregel: teelt	Stikstof- emissie	Lachgas- emissie	Koolstof- vastlegging	Water- kwaliteit	Bio- diversiteit
Gewasresten mee oogsten	+	+	-	+	-
Effect op maatregel: brandstof (NOx)	Stikstof- emissie	Lachgas- emissie	Koolstof- vastlegging	Water- kwaliteit	Bio- diversiteit
Aandacht bandenspanning, juiste capaciteit	+	+	0	0	0
Vernieuwen tractoren	++	+	0	0	0
Gebruik waterstof	0	++	0	0	0
Gebruik elektriciteit	++	++	0	0	0

Om een maatregel effectief te kunnen inzetten dient het echter wel praktisch toepasbaar te zijn, bij voorkeur het verdienvermogen van de teler te versterken en handhaafbaar te zijn. Indien een maatregel niet is te borgen, kan het namelijk ook moeilijk worden meegeteld in de stikstofberekeningen. Deze punten zijn weergegeven in onderstaand overzicht.

Score voor maatregel: aanwendingsstechniek	Praktische haalbaarheid	Verdienmodel	Handhaving mogelijk
Zorgvuldig werken (o.a. bouwlandinjectie)	0	-	0
Meer bouwlandinjectie	+	0	-
Precisiebemesting	+	0	+
Score voor maatregel: type mest	Praktische haalbaarheid	Verdienmodel	Handhaving mogelijk
Minder dierlijke mest/ meer kunstmest+	0	-	0
Toevoegen urease-remmer aan mest	+	0/-	0
Toevoegen nitrificatie-remmer aan mest	+	0/-	0
Ander type kunstmest (vloeibare ureum)	+	0	+
Geen kunstmest / lagere N-gift / bio	-	0	+
Score voor maatregel: mestopslag	Praktische haalbaarheid	Verdienmodel	Handhaving mogelijk
Afdekken buitenopslag mest (verplicht)	++	+	++

Score voor maatregel: teelt	Praktische haalbaarheid	Verdienmodel	Handhaving mogelijk
Meer bouwland in de regio	+	0	+
Meer biobased teelten (lage N-gift)	+	--	++
Meer eiwitgewassen (lage N-gift; N-binding)	+	-	++
Gewasresten mee oogsten	-	-	+

Score voor maatregel: brandstof (NOx)	Praktische haalbaarheid	Verdienmodel	Handhaving mogelijk
Aandacht bandenspanning, juiste capaciteit	0	+	-
Vernieuwen tractoren	0	-	+
Gebruik waterstof	-	-	+
Gebruik elektriciteit	--	--	+

De enige maatregel die op alle facetten niet-negatief scoort is het afdekken van de buitenopslagen voor mest. Dit is echter al sinds 1 januari 2018 verplicht.

Aanbevelingen aan de provincie Zuid-Holland:

- Bespreek met de sector of het mogelijk is om bouwlandinjectie te stimuleren in plaats van andere manieren van mestaanwending;
- Stimuleer precisiebemesting door bijvoorbeeld het laten maken van de benodigde bodemscans, taakkaarten en infrarood-apparatuur te subsidiëren. Tevens kan worden ingezet op pilots en demo's gericht op uitrol van precisietechnieken;
- Stimuleer accuraat en netjes werken bij mestaanwending;
- Bespreek met de sector de mogelijkheden voor meer toepassing van ureaseremmers;
- Stimuleer waar mogelijk de plantaardige sector, omdat bouwland lagere emissies heeft dan grasland;
- Ondersteun het opzetten en opschalen van nieuwe biobased en plantaardige eiwitteelten. Op die manier worden biobased en eiwitteelten in de toekomst concurrerende gewassen.
- Bespreek met de sector of het mogelijk is om pilots te starten waarbij gewasresten worden mee geoogst met het hoofdproduct;
- Stimuleer het afstemmen van de juiste bandenspanning en gebruik van tractoren met de juiste capaciteit;
- Bespreek met de sector de mogelijkheden om versneld afscheid te nemen van oude tractoren en deze te vervangen door moderne emissiearme tractoren;

- Het is moeilijk om een nauwkeurige inschatting te maken van het reductiepotentieel van de verschillende maatregelen in de akkerbouw. Het is daarom een aanbeveling om geen ambitieus reductiedoel op te leggen aan de akkerbouw. Het is mogelijk om reductie te bereiken door goede ontwikkelingen te stimuleren, maar bijvoorbeeld een halvering van de emissies lijkt moeilijk haalbaar. Zeker indien rekening wordt gehouden met andere duurzaamheidsdoelen en het verdienmodel van akkerbouwers.

In de klankbordsessie is benoemd dat het belangrijk is om als provincie aandacht te hebben voor de beschikbaarheid van zoetwater. Dit is geen reductiemaatregel, maar de beschikbaarheid van zoetwater is essentieel voor een goede groei van gewassen. Zonder voldoende water worden nutriënten niet goed benut en kunnen er stikstofverliezen optreden. Aanbeveling is om over voldoende zoetwater voor de akkerbouw met de sector in gesprek te blijven.

Voor de langere termijn is de aanbeveling aan de provincie Zuid-Holland om samen met de sector, overheden, experts en onderzoeksinstituten te werken aan meer cijfers en inzichten over de emissies en emissiereductie in de akkerbouw. Op die manier kan hopelijk in de toekomst wel een goede inschatting worden gemaakt van het reductiepotentieel van maatregelen. Een tweede aanbeveling voor de langere termijn is om met de akkerbouwsector samen te werken aan een uniforme KPI-systematiek (Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw). Hiermee doelen we op een systematiek met kritische prestatie-indicatoren waarbij de duurzaamheidsprestaties van individuele akkerbouwbedrijven bedrijfsspecifiek worden berekend en in beeld gebracht. Momenteel is voorzien dat er een indicator 'stikstofbodemoverschot' komt in de KPI-set van de Biodiversiteitsmonitor, hiermee kan effectief worden gestuurd op het verlagen van de ammoniakemissie per hectare. Individuele akkerbouwbedrijven met lage emissies naar water en lucht kunnen dan worden beloond voor goede prestaties.

Bijlage 1. Berekening emissiefactoren, arealen en stikstofgebruiksnormen akkerbouw

Berekening emissiefactoren

Onbeteeld bouwland drijfmest	% toegediende mest	Emissiefactor
Mestinjectie	30	2
In sleufjes in de grond (zodenbemester)	70	24
<i>Reductie door gebruik sleepslang 25%</i>	n.v.t.	18
Gemiddelde emissiefactor onbeteeld bouwland drijfmest	$= (0,3*2)+(0,7*18)$	$= 17,4$

Onbeteeld bouwland vaste mest	% toegediende mest	Emissiefactor
Onderwerken in 2 werkgangen	97	46
Bovengronds bemesten	3	69
Gemiddelde emissiefactor beteeld bouwland vaste mest	$= (0,97*46)+(0,03*69)$	$= 46,69$

Beteeld bouwland drijfmest	% toegediende mest	Emissiefactor
in sleufjes in de grond	70	24
In strookjes op de grond	30	36
Gemiddelde emissiefactor beteeld bouwland drijfmest	$= (0,7*24)+(0,3*36)$	$= 27,6$

Tabel 1. Gemiddeld aantal hectare akkerbouwgewassen in Zuid-Holland²⁸

Gewas	Gemiddeld aantal hectare
Wintertarwe	10.000
Consumptieaardappelen	9.000
Suikerbieten	4.750
Pootuien	1.400
Zaaiuien	2.000
Zomertarwe	1.250
Pootaardappelen	600
Erwten	600
Wintergerst	350
Zomergerst	350
Totaal hectare	30.300

28 Bron: CBS

Tabel 2. Stikstofgebruiksnormen gewassen kleiregio

Gewas	Stikstofgebruiks- norm/ha	kg dierlijke mest/ha	N-dierlijke mest werkzaam (kg/ha)	Kunstmestruimte in kg N /ha
Wintertarwe	245	170	102	143
Consumptie- aardappelen	250	170	102	143
Suikerbieten	150	170	102	48
Pootuien	170	170	102	68
Zaaiuien	170	170	102	68
Zomertarwe	150	170	102	48
Pootaardappelen	120	170	102	18
Erwten	30	50	30	0
Wintergerst	140	170	102	38
Zomergerst	80	133	80	0

Bron: RVO²⁹

29 Bron: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/03/Tabel-1-Stikstofgebruiksnormen-2018.pdf>

Bijlage 2. Berekening emissies

2.1 Ammoniakemissie vaste mest

Wanneer alle dierlijke mest in de vorm van vaste stromest op beteeld bouwland wordt gebruikt verandert de berekening doordat de TAN-waarde en emissiefactoren in deze situatie anders zijn. Nu zal in de praktijk nooit alle mest als vaste mest op bouwland worden geplaatst, maar door dit berekenen wordt geïllustreerd hoe hoog de emissie zou zijn wanneer dit wel zou gebeuren. Daarnaast wordt nog steeds wel een deel van de mest als vaste mest op beteeld bouwland uitgereden.

De TAN-waarde van vaste mest: 47,5%

De gemiddelde emissiefactor op beteeld bouwland: 46,69%

De berekening voor wintertarwe wordt dan als volgt:

Berekening N emissie:

$$((170 \cdot 0,4669 \cdot 0,475) + (143 \cdot 0,025 \cdot 1)) \cdot 10.000 = 412.772 \text{ kg N}$$

Omrekening naar NH₃:

$$412.772 \cdot 1,21 = 501.105 \text{ kg NH}_3$$

In de tabel hieronder is weergegeven hoe hoog de emissies zijn voor de top 10 gewassen in Zuid-Holland wanneer alle dierlijke mest als vaste mest op beteeld bouwland wordt geplaatst.

Gewas	Kg NH ₃
Wintertarwe	501.105
Consumptieaardappelen	452.360
Suikerbieten	224.329
Pootuien	66.329
Zaaiuien	95.668
Zomertarwe	59.034
Pootaardappelen	27.790
Erwten	8.077
Wintergerst	16.423
Zomergerst	12.564
Totaal NH₃ emissie beteeld bouwland vaste mest	1.464.320
Totaal per hectare (30.300ha)	48,3 kg NH₃

2.2 Ammoniakemissie drijfmest beteeld bouwland

Wanneer alle dierlijke mest als drijfmest op beteeld bouwland zou worden geplaatst veranderd de berekening doordat de TAN-waarde en emissiefactor veranderen. Nu zal in de praktijk nooit alle mest als drijfmest op bouwland worden geplaatst, maar dit illustreert hoe hoog de emissie zou zijn wanneer dit wel zou gebeuren. Daarnaast wordt nog steeds wel een deel van de mest als drijfmest op beteeld bouwland uitgereden.

De TAN-waarde van drijfmest = 60%

De gemiddelde emissiefactor op beteeld bouwland = 27,6%

De berekening voor wintertarwe wordt dan als volgt:

Berekening N emissie:

$$((170 \cdot 0,276 \cdot 0,6) + (143 \cdot 0,025 \cdot 1)) \cdot 10.000 = 317.270 \text{ kg N}$$

Omrekening naar NH₃:

$$412.772 \cdot 1,21 = 385.166 \text{ kg NH}_3$$

In de tabel hieronder is weergegeven hoe hoog de emissies zijn voor de top 10 gewassen in Zuid-Holland wanneer alle dierlijke mest als drijfmest op beteeld bouwland wordt geplaatst.

Gewas	Kg NH ₃
Wintertarwe	385.166
Consumptieaardappelen	348.166
Suikerbieten	169.258
Pootuien	50.736
Zaaiuien	72.736
Zomertarwe	44.542
Pootaardappelen	20.834
Erwten	6.031
Wintergerst	12.365
Zomergerst	9.382
Totaal NH₃ emissie beteeld bouwland drijfmest	1.118.810
Totaal per hectare (30.300ha)	36,9 kg NH₃



Schuttelaar
& Partners