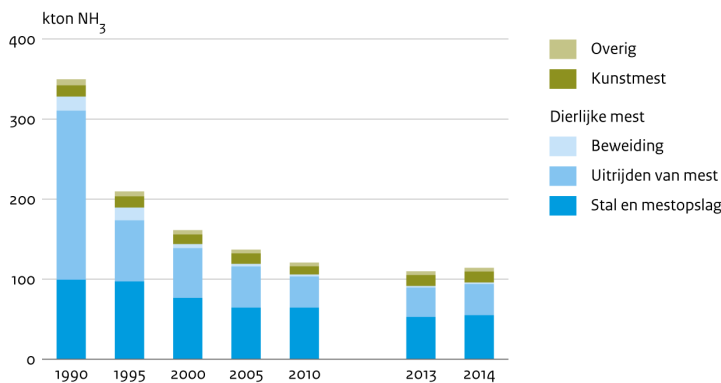


Hoofdconclusies: Nationale ammoniakemissiedoelstellingen zijn niet toetsbaar. Dat komt omdat de emissiemetingen en –berekeningen, ondanks de schijnbaar en misleidende nauwkeurigheid in officiële rapportages, forse onzekerheden bevatten waarover onvolledig wordt gerapporteerd. Toetsing van het beleid kan in feite alleen plaatsvinden aan de hand van ammoniakmetingen in de lucht. Ruim 20 jaar aan atmosfermetingen laten bij geen van de meetstations een duidelijke trend omhoog of omlaag zien. Daarnaast zijn ammoniakconcentraties in de lucht lager dan gerapporteerd. Dit alles maakt dat biodiversiteitsbescherming door middel van emissiebeperkende maatregelen ondoorzichtig en daarmee niet verifieerbaar is.

AMMONIAKEMISSIONS

Conclusies: wij hebben vastgesteld dat ammoniakemissies bij bemesting forse nooit-gerapporteerde onzekerheden bevatten die voortvloeien uit het sinds jaar en dag toegepaste rekenmodel. Dat model wordt gebruikt om ammoniakconcentraties, gemeten tijdens veldproeven, om te rekenen naar emissies. De emissies van, en verschillen tussen, bemestingstechnieken, die niet meer te controleren zijn vanwege verdwenen brondata, zijn enkel als gemiddelden gerapporteerd met een niet-bestaande nauwkeurigheid. Dat laatste geldt logischerwijs ook voor berekende landelijke ammoniakemissies.

Emissie ammoniak (NH₃) door land- en tuinbouw



Bron: Emissieregistratie

PBL/aug16
www.clo.nl/nl010113

De veronderstelde afname van ammoniakemissies vanaf de 90er jaren is primair toegeschreven aan verandering van bemestingsmethoden. Voor ons aanleiding om de ruwe meetdata (brondata) van veldproeven (199 op grasland; 58 op bouwland), gedaan door de WUR tussen 1988 en 2003, op te vragen om deze vermeende emissiedalingen na te rekenen.

De resultaten van de veldproeven zijn samengevat in emissiefactoren (EFs) waarmee emissiedalingen zijn berekend: bij bovengrondse mestaanwending op grasland komt gemiddeld 74% ammoniak vrij; bij zodenbemesting is dat gemiddeld 16%, aldus de WUR.

Echter, de ruwe meetdata van genoemde veldproeven zijn verdwenen, aldus de WUR.¹ Kortom: in hoeverre emissiereductie door verandering van mestaanwending echt heeft plaatsgevonden is (1) niet meer te controleren; (2) niet erg aannemelijk.

Dit laatste heeft uitleg. Na lang aandringen hebben we meetdata ontvangen van recente veldproeven, *tezamen* met het gebruikte rekenmodel dat van gemeten ammoniakconcentraties ammoniakemissies maakt. Dat model is ook gebruikt bij alle andere veldproeven. Voor één rapport hebben wij de rekenexercitie uitgevoerd.² Wat bleek?

Ondanks het feit dat wij de gepubliceerde EFs konden reproduceren, bleken de forse betrouwbaarheidsintervallen rondom die EFs, *geproduceerd door het model zelf*, te ontbreken in het rapport. Dit geldt voor alle publicaties over ammoniakemissies van bemesting: er worden alleen centrale (gemiddelde) schattingen van ammoniakemissies naar buiten gebracht maar geen betrouwbaarheidsintervallen.³

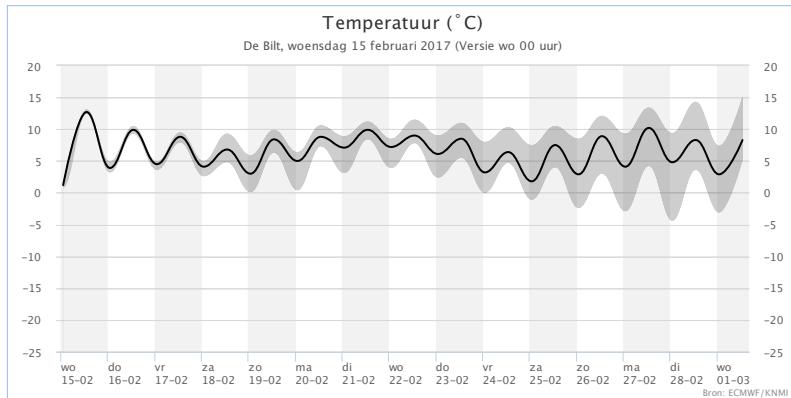
Een voorbeeld uit tabel 4 (p. 14) van Huijsmans en Hol (2012): de gepubliceerde centrale emissieschatting van 29.7 kg NH₃-N/ha moet gezien worden als een waarde binnen het interval van 23.2 – 69.1 kg NH₃-N/ha. Omdat het interval niet gepubliceerd is, wordt de schijn opgehouden dat emissies van bemesting nauwkeurig experimenteel te bepalen zijn met het gebruikte rekenmodel. Dat hebben wij als onjuist aangetoond.

Ammoniak emissie kg NH ₃ -N ha ⁻¹	Interval
Gemiddelde	[95% CI]
28.7	[22.2, 50.9]
23.9	[18.9, 47.1]
29.7	[23.2, 69.1]
18.7	[14.8, 42.0]

¹ De mail waarin dat staat is opvraagbaar bij de auteurs van het rapport ‘Ammoniak in Nederland’.

² Huijsmans, J.F.M., Hol, J.M.G. 2012. *Ammoniakemissie bij mesttoediening en inwerken in aardappelruggen en bij mesttoediening in sleuven op niet beteeld geploegd kleibouwland*. Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Agrosysteemkunde, rapport 445.

³ Zie de twee belangrijkste publicaties: Huijsmans, J.F.M., Schils, R.L.M. 2009. *Ammonia and nitrous oxide emissions following field-application of manure: state of the art measurement in the Netherlands*. International Fertiliser Society Proceedings 655; Huijsmans, J.F.M., et al. 2015. *Ammonia emissions from cattle slurries applied to grassland: should application techniques be reconsidered? Soil Use and Management* doi: 10.1111/sum.12201.



Wat houdt dit alles in? Het rekenmodel is alleen in staat grove emissieschattingen te maken. Dat blijkt uit de grootte van de gevonden maar nooit-gerapporteerde intervallen (vergelijk de pluim bij de tweewekelijkse tempartuurvoorspellingen). Ook de commissie Sutton merkte op dat ‘no uncertainty analysis of the trend in ammonia emissions was presented. Similarly, no overall synthesis in the uncertainty in the trend of total ammonia emissions (agricultural and non-agricultural) appears to have been conducted.’⁴ Dat heeft grote consequenties voor landelijke emissies: deze worden met een niet-bestaande nauwkeurigheid gepubliceerd.

AMMONIAKCONCENTRATIES

Conclusies: Ammoniakconcentraties in de lucht, zoals gemeten op de LML-stations (Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit), vertonen sinds 1993 geen persistente trends omhoog dan wel omlaag en zijn lager dan gerapporteerd vanwege een onjuiste middeling. Bij een sterk scheve verdeling zoals hier het geval –zeer veel ‘lage’ waarden met sporadische kortstondige uitschieters- is de mediaan (de middelste waarde in een meetserie) beter toepasbaar en niet het rekenkundig gemiddelde. Tussen de meetstations bestaat niet of nauwelijks correlatie waardoor landelijke trends of gemiddelden niet kunnen worden bepaald.

Gemiddelden

Het RIVM heeft een uitgebreidere reactie gepubliceerd op onze studie.⁵ Het commentaar op gemiddelden is als volgt: ‘Het RIVM gebruikt het gemiddelde om de gemeten ammoniak concentraties te presenteren. Dit is de beste maat om emissies te volgen en komt het beste overeen met hoe het effect van ammoniak op de natuur internationaal in beeld wordt gebracht. De mediaan is minder geschikt omdat deze ongevoelig is voor de concentraties die bij piekemissies ontstaan (denk aan het uitrijden van mest). Deze pieken leveren echter een belangrijke bijdrage aan de totale emissie en depositie van ammoniak.’

In deze respons worden een aantal zaken door elkaar gegooid. *Ten eerste* ‘ervaart’ een ecosysteem geen gemiddelden van welke aard dan ook: een getsalmatige samenvatting is een wiskundig construct. Het ecosysteem ‘ondergaat’ bepaalde ammoniakconcentraties. *Ten tweede* is de mediaan *niet ongevoelig* voor pieken in gemeten waarden. Het is het rekenkundig gemiddelde dat *overgevoelig* is voor uitschieters. *Ten derde* wordt in de reactie de ‘totale emissie en depositie van ammoniak’ verward met het rekenkundig gemiddelde. Die hebben niets met elkaar te maken. Dat behoeft uitleg.

Een enkelwaardige samenvatting –gemiddelde, mediaan- is een karakteristiek van het *gemiddelde gedrag van een bepaald systeem*. Daarmee bedoelen we *niet een getal* maar datgene wat je verwacht te zien. Aangezien in de LML-meetseries lage meetwaarden heel veel vaker voorkomen dan de hoge en kortstondige uitschieters, is het gemiddelde gedrag van de ammoniakconcentraties in de atmosfeer beter weergegeven met de mediaan dan met het rekenkundig gemiddelde. Rekenkundige gemiddelden laten uitschieters te zwaar wegen, wat niet karakteristiek is voor het systeem. Ter vergelijking de tabel hieronder.

De ratio’s van gemiddelde en mediaan per meetstation (derde kolom) laat zien dat de gemiddelden fors hoger liggen dan de medianen, waardoor met het gemiddelde het ammoniakvraagstuk *met meer urgentie kan worden gepresenteerd*. Het kwantiel van het gemiddelde (laatste kolom) laat zien dat ongeveer 2/3 van alle meetwaarden van elk station *onder* het

Station	Gemiddelde - µg/m ³	Mediaan - µg/m ³	Gemiddelde/Mediaan	Kwantiel gemiddelde
S444	1.83	0.82	2.23	0.73
S928	2.46	1.63	1.51	0.66
S540	2.67	0.86	3.10	0.71
S235	2.84	1.76	1.61	0.67
S929	4.35	3.19	1.36	0.65
S538	4.73	2.84	1.67	0.68
S633	9.01	6.10	1.48	0.66
S722	9.48	7.45	1.27	0.63
S738	16.86	11.56	1.46	0.67
S131	18.37	13.13	1.40	0.66
S734	21.65	15.99	1.35	0.65

door het RIVM gebruikte gemiddelde ligt. Anders gezegd, we zien in elke meetserie in slechts ongeveer 33% van de tijd waarden gelijk aan of hoger dan het gemiddelde, terwijl voor de mediaan dat, uiteraard, voor 50 % van de tijd geldt. De mediaan is daarmee *een nauwkeuriger representant van het gedrag van het systeem* dan het rekenkundig gemiddelde.

Correlaties

Over correlaties tussen stations stelt het RIVM het volgende: ‘Het is juist dat het statistisch verband tussen uurwaarnemingen van de ammoniakconcentratie tussen stations zwak is. ... Juist om de grilligheid en de toevalligheid uit de concentratiemeting te halen wordt door het RIVM gekeken naar gemiddelden op langere tijdschaal, bijvoorbeeld maand en jaargemiddelden. Deze ge-

⁴ Sutton, M. et al. 2015. *Review on the scientific underpinning of calculation of ammonia emission and deposition in the Netherlands*.

⁵ [http://www.rivm.nl/Onderwerpen/A/Ammoniak/Direct naar/Reactie RIVM op rapport Ammoniak in Nederland](http://www.rivm.nl/Onderwerpen/A/Ammoniak/Direct%20naar/Reactie%20RIVM%20op%20rapport%20Ammoniak%20in%20Nederland) Enkele kritische wetenschappelijke kanttekeningen van Hanekamp Crok en Briggs

middelen laten wel een duidelijk verband tussen de onderlinge stations zien.’ Wat betreft de correlaties tussen meetstations op het niveau van uurwaarnemingen zijn we het met elkaar eens: die zijn er niet of nauwelijks (‘zwak’). Echter, dat gebrek aan correlatie wordt door het RIVM ‘goedgemaakt’ door maand of jaargemiddelden van de meetstations te nemen met de constatering dat er dan ‘wel een duidelijk verband tussen de onderlinge stations [te] zien’ is.

Maar dat heeft geen enkele betekenis. Maak van elke random-gegenereerde (betekenisloze) getallenreeksen gemiddelden, van welke aard dan ook, en er ontstaat vanzelf een correlatie tussen die getallenreeksen, die uiteraard betekenisloos is.⁶ *De correlatie die het RIVM ontwaart tussen gemiddelden van meetstations is dus imaginair.* En dan ligt de veelvoorkomende verwarring tussen correlatie en causatie op de loer. Immers, door eerst statistische bewerkingen toe te passen lijkt een verband te bestaan tussen gevoerd beleid en ammoniakconcentraties die in de oorspronkelijk data niet aanwezig zijn.

Trends

Wij stellen duidelijk dat er geen trends te vinden zijn in de LML-meetseries. Het RIVM denkt daar anders over: ‘Op basis van dezelfde meetdata concludeert het RIVM echter dat het ammoniakbeleid wel degelijk effectief is geweest. De ammoniakconcentratie in de lucht zijn in de periode 1993-2014 gedaald, voornamelijk in de eerste tien jaar (1993-2004). De daling in de ammoniakconcentraties in deze periode komt vrij goed overeen met de daling in de ammoniakemissies.’ Ook hier worden zaken voorgesteld die niet aanwezig zijn in de oorspronkelijk LML-meetseries.

Ten eerste hebben we met precisie de modelonzekerheden van ammoniakemissies bij bemesting vastgesteld (de belangrijkste bron in de jaren 90). Daarmee is de emissiedaling, zoals geponeerd door het RIVM, onbekend. Het RIVM neemt desalniettemin onnadenkend over wat de WUR met een niet-bestaande nauwkeurigheid over emissies heeft gerapporteerd.

Sterker, de meetseries worden door het RIVM in een *a priori* ‘keurslijf’ van vermeende emissiedaling geforceerd waarna wordt geconstateerd dat een emissiedaling tussen 1993-2004 zichtbaar is in de LML-meetseries. Een onhoudbare omkering van onderzoeksmethodiek. Immers, de data zelf behoren te laten zien of er zoiets is als een dalende trend of niet.

Dat brengt ons bij het *tweede* punt. Trends zijn per definitie afhankelijk van het tijdsinterval waarbinnen gekeken wordt. In onze trendanalyses per meetstation komt naar voren dat elk gekozen interval een eigen trend heeft, omhoog dan wel omlaag. Welke moet dan gekozen worden? Elke keuze is *ad hoc*. Gegeven de variabiliteit in de data kunnen er altijd periodes geselecteerd worden waarin de ‘verwachte’ (of erger: gewenste) hypothese (emissies en concentraties dalen) lijkt te worden bevestigd. Precies dat is gebeurd: met de gewenste hypothese is op zoek gegaan naar het juiste interval.

Dat brengt ons bij het *derde* en laatste punt. Door vermeende emissiedalingen te projecteren op de LML-meetseries heeft het RIVM dus gekozen voor een *ad hoc* splitsing bij een bepaald jaar dat correspondeert met het ammoniakbeleid dat *a priori* als effectief wordt bestempeld. *Maar de vraag is nou net of dat echt zo is.* Er is dus sprake van een cirkelredenering: datgene wat nog bewezen moet worden –*Is er sprake van een emissiedaling?*– wordt al op voorhand als bewezen beschouwd –*Er is sprake van een emissiedaling!*

De les die uit deze lange en conflictueuze beleids- en onderzoeksgeschiedenis kan worden getrokken is dat onderzoeksinstituten die in opdracht van de overheid onderzoek doen, geen wetenschappelijke tegenspraak krijgen of zelfs maar dulden. Het gaat hier nadrukkelijk niet om een impliciet verzoek tot de zoveelste instelling van een ‘onafhankelijke’ reviewcommissie, of iets dergelijks. Integendeel. Het gaat hier om de absolute én gewone wetenschappelijke noodzaak om onderzoek, geëntameerd door overheden, te onderwerpen aan de meest kritische tegenspraak mogelijk. Daarmee kunnen fouten van allerlei aard, met verstreckende maatschappelijke en economische consequenties, ter tafel worden gebracht. Die tegenspraak is er in dit dossier nooit geweest, en heeft vele en vermijdbare rekenkundige, modelmatige, en argumentatieve tekortkomingen veroorzaakt.

⁶ Zie voor het mathematisch bewijs hiervoor hoofdstuk 10 van: Briggs, W. 2016. *Uncertainty – The Soul of Modeling, Probability & Statistics*. Springer, Switzerland.