



AMMONIAKEMISSIE DOOR DE MENS

| Ed Buijsman

Ammoniakemissie door de mens
Luvo reeks nummer 15a
2013 © Uitgeverij Tinsentiep, Houten

Bij de voorkant: ammoniakemissie door de mens is mogelijk niet verwaarloosbaar.
Afbeelding publiek domein.

De Luvo reeks behandelt onderwerpen over luchtverontreiniging in de breedste zin van het woord. Een kritische blik is het kenmerk van de reeks. Vanzelfsprekendheden zal de lezer hier niet tegenkomen. Uitgeverij Tinsentiep is een niet bestaande uitgeverij die niettemin met uitgaven komt. Tinsentiep is in 2001 bedacht om ruimte te geven aan gedachten en uitingen die niet vanzelfsprekend zijn. Tinsentiep beoogt te informeren daar waar dat hoognodig blijkt. Het logo van Tinsentiep symboliseert de klassieke straatlantaarn die een zacht maar niet opdringerig licht verspreidt, zodat we onze weg kunnen vinden.

De auteur was in de tijd dat hij deze publicatie samenstelde, in dienst bij het Planbureau voor de Leefomgeving en gedetacheerd bij het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. De opinies en visies die in deze publicatie naar voren worden gebracht, zijn geheel voor rekening van de auteur en weerspiegelen op geen enkele wijze de standpunten van het Planbureau voor de Leefomgeving of het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor het overnemen van gedeelten uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken dient u zich te richten tot: E. Buijsman, p/a Uitgeverij Tinsentiep, Bovencamp 57, 3992 RX Houten, tinsentiep@xs4all.nl. Uitgeverij Tinsentiep is telefonisch niet bereikbaar.



Samenvatting

De totale antropogene ammoniakemissie bedroeg in 2011 volgens de Emissieregistratie 122 miljoen kg; 5 miljoen kg hiervan is aan mensen toegekend. Er is een kort onderzoek naar de herkomst van dit laatste getal uitgevoerd. Het blijkt dat opeenvolgende auteurs decennia lang elkaars getallen hebben overgenomen. Uiteindelijk blijkt de berekening te zijn gebaseerd op getallen uit de jaren zeventig. Deze getallen zijn echter slecht onderbouwd en deels niet traceerbaar. Het advies is daarom om de bijdrage van mensen tot de ammoniakemissie op basis van recentere inzichten opnieuw te beschouwen.

1. Inleiding

De totale antropogene ammoniakemissie bedroeg in 2011 volgens de Emissieregistratie 122 miljoen kg. Daarvan was 10 miljoen kg toegekend aan de doelgroep 'Consumenten'. Navraag bij de Emissieregistratie leerde dat 5 miljoen kg toe te schrijven is aan ammoniakemissie door mensen (tabel 1). De vraag diende zich aan waarop deze emissie was gebaseerd. Immers als de emissie in deze groep een factor twee hoger zou liggen dan zou maar opeens bijna het NEC-plafond van 2010 (228 kton) kunnen zijn overschreden. Naar even goed zou de emissie veel lager kunnen liggen en zou de bijdrage van deze bron opeens verwaarloosbaar blijken te zijn. Reden om een kort onderzoekje te wijden aan de bijdrage uit deze bron.

Tabel 1 Emissie van ammoniak, doelgroep Consumenten, 2011.

Bron	Emissie miljoen kg NH ₃
Huisdieren	1,4
Afzet mest op natuurterreinen en bij particulieren	3,1
Mensen	5,0
Schoonmaakmiddelen	0,5
Roken sigaretten	0,2
Totaal	10 ¹⁾

1) Afgerond op eenheden.

2. Herkomst gegevens

De Emissieregistratie gebruikt een emissiefactor van 0,3 kg NH₃ per mens per jaar (Nijdam & Koch, 2003); de emissie zou plaatsvinden door 'transpiratie en ademen'. De emissiefactor is ontleend aan Van der Hoek (1994), waarbij het vooral om de emissie van ammoniak uit zweet en in mindere mate door ademen zou gaan. ¹ Van der Hoek (1993) verwijst voor de emissiefactor naar Erisman (1989). Deze stelt: 'The emission of NH₃ due to human respiration was calculated by Buijsman et al. (1984) to be 4.3 kton NH₃ per year'. ² Dit is hetzelfde bedrag dat Van der Hoek voor deze bron opvoerde, zodat er sprake is van eenzelfde emissiefactor als bij Buijsman et al. (1984).

Inderdaad geeft Buijsman et al. (1984) de genoemde 4,3 kton, maar verwijst voor dit getal naar Buijsman (1983). ³ Ook in Buijsman (1984) wordt een aantal passages aan emissies door mensen gewijd. De emissie in de vorm van uitgedemde lucht wordt op basis van informatie uit Cass et al. (1982) als 'verwaarloosbaar' omschreven. Daarnaast vindt uitscheiding van ureum via de huid plaats. Hierbij wordt gerefereerd aan Healy et al. (1970) en wordt de bron als 'onbeduidend' betiteld. De sterkte van de bron zou maximaal 400 ton per jaar kunnen bedragen. En marge wordt nog gesteld dat de emissie van ammoniak uit urine 'onbeduidend' is. ⁴

Het merkwaardige is dat Buijsman (1983) geen 4,3 kton maar 400 ton als emissie door de mens geeft. Er staat een verwijzing naar Larson et al. (1977) voor de emissie via de adem; deze wordt ook hier als 'verwaarloosbaar' bestempeld. Dan is er ook de emissie van ammoniak door uitscheiding van ureum onder verwijzing naar Healy et al. (1970); dit wordt beschreven als een 'onbeduidende bron' met een maximaal mogelijke emissie van de al genoemde 400 ton. ⁵

De uitspraken van Buijsman (1983, 1984) over de ammoniakemissie door mensen zijn dus voor de uitscheiding van ureum via zweet ontleend aan Healy et al. (1970). In deze publicatie wordt een schatting gemaakt van de sterkte van de ammoniakbronnen in het Verenigd Koninkrijk waarbij ook de categorie 'human sweat' wordt opgevoerd met een emissie van 5 kton voor alle inwoners in het Verenigd Koninkrijk. In een voetnoot wordt uitgelegd hoe dit getal tot stand is gekomen. Het is gebaseerd op een ureumproductie van 30 gram per persoon per dag; 5% hiervan wordt verondersteld via zweet door de huid te worden afgescheiden. Verder is de veronderstelling dat al het ureum wordt omgezet in ammoniak. Voor geen van deze veronderstellingen (30 g ureum, 5%, 100% omzetting) wordt echter een referentie gegeven.⁶

Cass et al. (1982) geven in een voetnoot bij een tabel uitleg over de herkomst van hun basisgegevens. De emissie via de ademhaling wordt gesteld op 4 µl NH₃ per persoon per dag, waarbij wordt verwezen naar Kupprat et al. (1976).⁷ De verwijzing naar Kupprat et al. blijkt een verwijzing naar een abstract in symposiumproceedings en is verder niet traceerbaar. Voor de emissie via zweet wordt uitgegaan van een ureumproductie van 24,5 g ureum per persoon per dag (onder verwijzing naar Altman & Dittmer, 1968), waarbij 5% via de huid wordt geacht te emitteren.⁸

Blijkbaar is destijds in deze discussie de publicatie van Möller & Schiefendecker (1982) niet opgemerkt.⁹ Het zou volgens Möller & Schiefendecker (1989) gaan om een emissie van 1,3 kg NH₃ per mens per jaar, uitgaande van een stikstofproductie van 5 kg N per mens per jaar en een omzettingpercentage van 25%. Geen van beide aannames wordt onderbouwd of beargumenteed. Verificatie in de originele publicatie (Möller & Schiefendecker, 1982) maakt de verwarring nog groter. Hier wordt gesproken van een N-productie van 13-15 kg N en een ammoniakemissie van 1,5 g.¹⁰

De conclusie moet na het voorgaande zijn dat opeenvolgende auteurs steeds dezelfde getallen hebben overgenomen. De omvang van de menselijke emissie van ammoniak blijkt uiteindelijk echter zwak onderbouwd en deels zelfs niet traceerbaar. Het verdient daarom aanbeveling om de bijdrage uit deze groep eens opnieuw te beschouwen en zo nodig op basis van recentere inzichten nieuwe emissies te berekenen.

Literatuur

- Buijsman, E. (1983) *Emissie van ammoniak in Nederland*. Report V-83-3, Instituut voor Meteorologie en Oceanografie, Rijksuniversiteit Utrecht.
- Buijsman, E. (1984) *Emissie van ammoniak in Nederland*. Publikatiereeks lucht 22, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- Buijsman E., Maas H., Asman W. (1984) *Een gedetailleerde ammoniakemissiekaart van Nederland*. Report V-84-20, Instituut voor Meteorologie en Oceanografie, Rijksuniversiteit Utrecht.
- Buijsman E., Maas H., Asman W. (1985) *Een gedetailleerde ammoniakemissiekaart van Nederland*. Publikatiereeks lucht 41, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- Buijsman E., Maas J.F.M., Asman W.A.H. (1987) Anthropogenic NH₃ emissions in Europe. *Atmospheric Environment* 21,1009-1022.
- Cass G.R., Gharib S., Peterson M., Tilden J.W. (1982) *The origin of ammonia emissions to the atmosphere in an urban area*. Open File Report 82-6, Environmental Quality Laboratory, California Institute of Technology.
- Erisman, J.W. (1989) *Ammonia emissions in the Netherlands in 1987 and 1988*. Rapport 228471006, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven.
- Healy, T. V., H. A. C. McKay, A. Pilbeam & D. Scargill (1970) Ammonia and ammonium sulfate in the troposphere over the United Kingdom. *Journal of Geophysical Research* 75 (12), 2317-2321.
- Kim, Y., J. Fu, W. Davis & T. Miller (zj) *Quality improvement for ammonia emission inventory*. Zie <http://www.docstoc.com/docs/73027342/Quality-Improvement-for-Ammonia-Emission-Inventory>. Zie ook <http://www.epa.gov/ttnchie1/conference/ei14/session1/fu.pdf>.
- Kupprat, I., R.E. Johnson & B.A. Hertig (1976) Ammonia: a normal constituent of expired air during rest and exercise. Federation of American Societies for Experimental Biology, 60th Annual Meeting, Anaheim, CA, April 11-16, 1976 (abstract), Federation Proceedings 35, 1499.¹
- Lee, D.S. & G.J. Dollard (1994) Uncertainties in current estimates of emissions of ammonia in the United Kingdom. *Environmental Pollution* 86(3), 267-277.
- Möller, D. & H. Schieferdecker (1982) Zur Rolle des atmosphärischen Ammoniak im biogeochemischen Stickstoff-Kreislauf. Zeitschrift für
- Möller, D. & H. Schieferdecker (1989) Ammonia emission and deposition of NH_x in the GDR. *Atmospheric Environment* 23, 1187-1193.
- Nijdam, D.S. & W.W.R. Koch (2007) *Methodenbeschrijving Emissieregistratie. Productgebruik, Consumenten, Bouw en HDO. Emissies van de taakgroep WESP, werkvelden 12, 19 en 20. Versie 1. Emissieregistratie*.
- Lee, D.S. & G.J. Dollard (1994) Uncertainties in current estimates of emissions of ammonia in the United Kingdom. *Environmental Pollution* 86(3), 267-277.
- Rodés, J., J.-P. Benhamou, A. Blei, J. Reichen & M. Rizzetto (2007) *The textbook of hepatology; from basic science to clinical practice*. Wiley-Blackwell, New York.
- Van der Hoek, K.W. (1994) *Berekeningsmethodiek ammoniakemissie in Nederland voor de jaren 1990, 1991, 1992*. Rapport 773004003, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven.
- Walser, M. & L.J. Bodenlos (1959) Urea metabolism in man. *Journal of Clinical Investigation* 38, 1617-1626.

¹ Letterlijk overgenomen uit Cass et al. (1982).

Noten

¹ Van der Hoek (1994), p. 34.

² Erisman (1989), p. 7.

³ Eenzelfde bedrag staat in Buijsman et al. (1985), p.26, waarbij wordt verwezen naar Buijsman (1983). Dit laatste is niet helemaal juist; dit blijkt afgaande op de omschrijving te moeten worden gelezen als Buijsman (1984) plus Buijsman (1983).

⁴ Jazeker, 400 en niet 4300 ton.

De letterlijke passages luiden (Buijsman, 1984, p. 22): 'Zoals al vermeld emitteert de mens ook in geringe hoeveelheden ammoniak o.a. via de uitgeademde lucht. Uit onderzoek van Larson et al. (1977) bleek dat de lucht uitgeademd door de mond 180 µg ammoniak per m³ bevatte en de lucht uitgeademd door de neus 27 µg/m³. Hiermee is de bijdrage aan de totale ammoniakemissie verwaarloosbaar, bijv. voor Nederland minder dan één ton per jaar. De mens produceert ook ureum dat het lichaam verlaat via de urine en via de huid. Slechts het gedeelte dat via de huid gaat, komt uiteraard direct in de atmosfeer. Door omzetting van ureum ontstaat ammoniak. Volgens Healy et al. (1970) gaat het echter om een onbeduidende bron, nl. 1,5 g ureum per dag per persoon. Bij maximale omzetting betekent dit voor Nederland een ammoniakemissie van ca. 400 ton per jaar. Emissie van ammoniak uit urine wordt door de wijze van verwerken als onbeduidend geacht'.

Deze 400 ton is echter een rekenfout.

⁵ Zie Buijsman (1983), p. 22. De hier gemaakte rekenfout is dus overgenomen in Buijsman (1984).

⁶ Healy et al. (1970) stellen in een deel van de voetnoot bij Table 1 het volgende: 'Urea from the human body is mainly voided in urine (30 g/day per person), and so reaches sewage, where it is hydrolyzed to give ammonia. Losses to the atmosphere either from raw sewage or after discharge to rivers are generally considered to be quite small. There is also loss in sweat through the skin, and although this concerns only about 5% of the eliminated urea, most of the ammonia must pass into the atmosphere.'

Een ureumproductie van 30 gram is een acceptabele aanname; zie bijvoorbeeld Rodés et al. (2007), p. 182.

⁷ 4 µl NH₃ komt overeen met 0,0044 g NH₃.

⁸ Voor de 5% wordt verwezen naar de al genoemde Healy et al. (1970) (die op zijn beurt niet vermeldt hoe hij tot zijn aanname is gekomen).

⁹ Ook de auteurs verbazen zich daarover, getuige hun opmerking in Möller & Schieferdecker (1989): 'It is surprising that the human contribution to the NH₃ emission is missing in present inventories. Based on our earlier estimation (Möller and Schieferdecker, 1982b) we use an emission factor of 1.3 kg NH₃-N man⁻¹ a⁻¹. This factor is based on a N production of around 5 kg N man⁻¹ a⁻¹; assuming a NH₃ release of 25%.'

¹⁰ Hier is duidelijk sprake van fouten.

Atmosphäre. Ausgehend von einem somatischen N-Durchsatz von 13 . . . 15 kg N/Mensch d (54, 33) und einer anzunehmenden NH₃-Freisetzung von 25 % kann eine spezifische NH₃-Emission von 1,3 g NH₃/Mensch a geschätzt werden.

Möller & Schieferdecker (1982), deel van pagina 799.