

Vermesting en verzuring: oorzaken en effecten

Indicator | 20 september 2012

U bekijkt op dit moment een archiefversie van deze indicator. De actuele indicatorversie met recentere gegevens kunt u via deze [link](#) [1] bekijken.

Vermesting ontstaat door verontreiniging van de lucht met de stoffen ammoniak en stikstofoxiden. Dezelfde stoffen plus zwaveldioxide zorgen voor verzuring. Landbouw, verkeer en de industrie zijn de belangrijkste bronnen van vermestende en verzurende stoffen.

Vermesting

Vermesting van bodem of water is een gevolg van de uitstoot (emissie) van stikstofhoudende stoffen. Het gaat hierbij vooral om stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH_3). Deze stoffen kunnen in de atmosfeer ook worden omgezet tot zuren en stofvormige luchtverontreiniging, het zogenaamde secundair fijn stof. Alle genoemde stoffen kunnen nadat ze op de bodem of het oppervlaktewater zijn gedeponerd, vermesting veroorzaken. Deze blootstelling kan leiden tot de aantasting van ecosystemen, maar het aerosol wordt - als onderdeel van fijn stof - ook in verband gebracht met gezondheidseffecten.

Verzuring

Verzuring van bodem of water is een gevolg van de uitstoot (emissie) van de hiervoor al genoemde stoffen plus zwaveldioxide (SO_2). Deze stoffen reageren in de atmosfeer met elkaar en worden omgezet in andere stoffen. Stoffen die ontstaan zijn onder andere salpeterzuur (HNO_3) en zwavelzuur (H_2SO_4), welke samen met ammoniak reageren tot ammoniumsulfaten en ammoniumnitraten. Deze laatstgenoemde stoffen komen voor in aerosolvorm, het zogenaamde secundair fijn stof. Alle genoemde stoffen kunnen nadat ze op de bodem of het oppervlaktewater zijn gedeponerd, verzuring veroorzaken. Deze blootstelling kan leiden tot de aantasting van ecosystemen en materialen, maar het aerosol wordt - als onderdeel van fijn stof - ook in verband gebracht met gezondheidseffecten.

Langeafstandstransport

De meeste vormen van luchtverontreiniging kunnen grote afstanden in de atmosfeer afleggen. Daarom wordt soms ook wel gesproken over grootschalige of grensoverschrijdende luchtverontreiniging. Hoe langer de verblijftijd van een stof in de atmosfeer, hoe verder een stof zich kan verplaatsen. De afstand waarover luchtverontreiniging zich kan verspreiden is van meerdere factoren afhankelijk. Belangrijke factoren zijn atmosferisch-chemische eigenschappen van de betreffende stof, meteorologische omstandigheden en de depositiesnelheden. Vermestende en verzurende depositie komen beide voor 30% uit het buitenland.

Depositie

De mate van vermesting kan worden afgemeten aan de hoeveelheid gedeponerde stikstof, bijvoorbeeld in mol of kilogram stikstof per hectare. Om aan te geven hoe groot de verzuring is, wordt vaak de term potentieel zuur gebruikt. Dit is gedefinieerd als de maximale verzuring, die zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak in bodem en water teweeg kunnen brengen. De daadwerkelijke verzuring in bodem en water kan lager zijn. Deze hangt namelijk af van een aantal

processen en van de opname van de stoffen door planten. Het vermogen van een stof om verzurend te werken, wordt uitgedrukt in zuurequivalenten per hectare (z-eq/ha). Een zuurequivalent is de hoeveelheid zuur (H^+ in mol/ha) die kan ontstaan in bodem of water. Hierbij geldt: 1 mol zwaveldioxide levert 2 mol zuur, 1 mol stikstofoxiden 1 mol zuur en 1 mol ammoniak 1 mol zuur.

Er is soms verwarring over de verzurende werking van ammoniak. In de atmosfeer werkt ammoniak zuurneutraliserend. Komt ammoniak (of ammonium, NH_4^+) echter in de bodem dan kan het worden omgezet in salpeterzuur dat verzurend werkt.

Bronnen

De belangrijkste bronnen van vermestende en verzurende stoffen zijn landbouw, verkeer en de industrie.

- De landbouw draagt voor meer dan 90 procent bij aan de emissie van ammoniak in Nederland. De belangrijkste bronnen zijn veestallen, toediening van dierlijke en kunstmest, beweiding en mestopslag.
- De doelgroep Verkeer en vervoer is de belangrijkste bron van stikstofoxiden, met in 2009 een bijdrage van 63 procent aan de emissie in Nederland. De industrie en de energiesector zijn andere belangrijke bronnen.
- De doelgroepen Industrie, raffinaderijen en energie zijn verantwoordelijk voor 90% van de emissie van zwaveldioxide. Zwaveldioxide komt hoofdzakelijk vrij bij de verbranding van kolen en olie.

De rol van zwavel bij de verzurende stoffen neemt overigens af ten opzichte van die van stikstof. Het belang van vermestende effecten van (zure) depositie neemt daarom toe ten opzichte van verzurende effecten.

Effecten

De verzurende en vermestende stoffen kunnen de natuur beïnvloeden. Zo kunnen de stoffen planten en bomen vatbaarder maken voor ziekten, stormschade en droogte. Door verandering in bodemcondities kan ook de natuurlijke soortensamenstelling van de vegetatie veranderen. Voorbeelden zijn de vergrassing van heide en open duinen. Verzuring en vermesting verminderen ook de kwaliteit van het grondwater.

De risico's en de effecten van vermesting en verzuring worden tegenwoordig beoordeeld aan de hand van het begrip kritisch depositieniveau, ook wel aangeduid met kritische depositiewaarde of critical load. Een kritisch depositieniveau is gedefinieerd als de maximaal toelaatbare hoeveelheid atmosferische depositie waarbij, volgens de huidige wetenschappelijke kennis, negatieve effecten op de structuur en de functies van ecosystemen niet voorkomen.

Deze kritische depositieniveaus zijn no-effectniveaus, dat wil zeggen, niveaus waarbij geen enkele schade als gevolg van verzuring (door zuurdepositie) of vermesting (van stikstofdepositie) te verwachten is. Deposities die gelijk aan of lager zijn dan de kritische niveaus worden geacht duurzaam te zijn in de zin dat zij bescherming bieden aan ecosystemen, ook op de lange termijn en voor volgende generaties. Kritische depositieniveaus verschillen per type ecosysteem. Voor verzuring wordt gebruik gemaakt van zogenoemde critical-loadfuncties, die de no-effect niveaus voor vertalen naar maximaal toelaatbare niveaus van combinaties van de zwavel- en de stikstofdepositie (Van Dobben & Hinsberg, 2008). Onderstaande tabel geeft een indicatie voor de gevoeligheid van de diverse typen ecosystemen voor de depositie van verzurende stoffen.

Kritische niveaus voor zuur (Hey & Schneider, 1995)

Ecosysteem (effect/indicatie)	Kritisch depositieniveau mol potentieel zuur/ha
Naaldbos (aluminiumuitputting)	1.650
Naaldbos (schade aan wortels, remming van opname)	1.900
Loofbos (aluminiumuitputting)	1.800
Loofbos (schade aan wortels, remming van opname)	2.450
Droge heidevegetatie	1.100-1.400
Natte heidevegetatie	1.100-1.400
Heideschraallanden	1.000-1.500
Kalkgraslanden	>5.000
Duinvegetaties	1.000-1.500
Zwak gebufferde wateren	400
Bronnen en stromend water	500-1.000

Beleid

Voor zwaveldioxide (SO₂), stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH₃) zijn in 2001 emissiedoelstellingen geformuleerd in het kader van de Europese NEC-richtlijn en in het Gotenborg protocol onder de VN-conventie over grensoverschrijdende luchtverontreiniging.

Als vervolg hierop heeft de Europese Commissie in 2005 de 'Thematische strategie voor luchtverontreiniging' gelanceerd. Hierbij worden zowel luchtkwaliteitsdoelstellingen als bronbeleid en emissieplafonds als instrumenten ingezet. Het programma beoogt op deze wijze de consistentie en effectiviteit van beleid te vergroten en de kosten van de bestrijding van luchtverontreiniging te verlagen. Een belangrijk instrument hierbij is de hiervoor genoemde NEC-richtlijn.

De nieuwe doelen voor 2020 zijn vastgelegd als een reductieverplichting in 2020 ten opzichte van de emissie in 2005. Dit betekent een verschil met de huidige doelen voor 2010 die waren geformuleerd als een absoluut emissieplafond. Relatieve doelen bieden meer flexibiliteit voor landen, omdat wijzigingen in emissiecijfers (vaak) doorwerken in zowel het basisjaar als het zichtjaar (zie de tabel voor een overzicht).

Het Nederlandse beleid richt zich op de NEC-plafonds waarmee impliciet ook bepaalde depositieniveaus worden gerealiseerd. Daarnaast wordt specifiek beleid ontwikkeld voor duurzame instandhouding van Natura2000-gebieden in het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS). Dit programma is opgezet om de stikstofdepositie op Natura2000-gebieden te laten afnemen. De PAS beoogt bovendien om duurzame economische ontwikkeling samen te laten gaan met de realisatie van de natuurdoelen voor Natura2000.

Referenties

- Bobbink, R. & Hettelingh, J.P. (2011) Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships: [Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23-25 June 2010](#) [2]. Rapport 680359002, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Buijsman, E., Aben, J.M.M., Hettelingh, J.-P., Van Hinsberg, A., Koelemeijer, R.B.A. & Maas, R.J.M. (2010) [Zure regen. Een analyse van dertig jaar Nederlandse verzuringsproblematiek](#) [3]. Rapport 500093007, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven/Den Haag.
- EU (2001) [Richtlijn 2001/81/EG van het Europees parlement en de raad van 23 oktober 2001 inzake nationale emissieplafonds voor bepaalde luchtverontreinigende stoffen](#). [4] Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen No L 309/22.
- EU (2008). [Richtlijn 2008/50/EG van het Europees Parlement en de Raad van 20 mei 2008 betreffende de luchtkwaliteit en schonere lucht voor Europa](#) [5]. Publicatieblad van de Europese Unie L 152/1.

- Heij, G.J & Schneider, T. (1995) Eindrapport Additioneel Programma Verzuringsonderzoek, derde fase (1991-1994). Rapport 200-09, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- UNECE (1999). [Protocol bij het Verdrag van 1979 betreffende grensoverschrijdende luchtverontreiniging over lange afstand](#) [6], Gothenburg, 30-11-99 (Trb. 2000, 66).
- Van Dobben, H.F. & Van Hinsberg, A. (2008) Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura 2000-gebieden. Rapport 1654, Alterra. Wageningen.

Relevante informatie

- De huidige NEC-richtlijn zal in 2013 worden herzien. Vooruitlopend daarop zijn in mei 2012 in het kader van de UN-ECE nieuwe afspraken over een herziening van het Gothenburg Protocol gemaakt. Hierbij zijn nieuwe emissiedoelen voor luchtverontreinigende stoffen (zwaveldioxide, stikstofoxiden, ammoniak en vluchtige organische stoffen) voor 2020 (en daarna) afgesproken. Zie verder [indicator=nl0182]
- [onderwerp=nl0025]
- [indicator=nl0182]
- [indicator=nl0183]
- [indicator=nl0081]
- [indicator=nl0184]
- [indicator=nl0189]
- [indicator=nl1423]
- [indicator=nl0340]
- Uitleg over de implementatie van de Europese regelgeving voor lucht in de Nederlandse wetgeving > [Handboek Implementatie milieubeleid EU in Nederland](#) [7]
- Infomil > [NEC richtlijn](#) [8]
- EU > [Informatie over het luchtkwaliteitsbeleid van de Europese Unie](#) [9]
- UN/ECE > [The 1999 Gothenburg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone](#) [6].

Technische toelichting

Naam van het gegeven

Verzuring en luchtverontreiniging: oorzaken en effecten

Omschrijving

Toelichting over de oorzaken en effecten van verzurende stoffen

Verantwoordelijk instituut

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

Berekeningswijze

Niet van toepassing

Basistabel

Niet van toepassing

Geografisch verdeling

Niet van toepassing

Andere variabelen

Niet van toepassing

Verschijningsfrequentie

Eenmaal per 1-2 jaar

Achtergrondliteratuur

Zie bij Literatuur

Opmerking

Geen

Betrouwbaarheids codering

Niet van toepassing

Referentie van deze webpagina

CBS, PBL, RIVM, WUR (2012). [Vermesting en verzuring: oorzaken en effecten](#) [10] (indicator 0178, versie 07 , 20 september 2012). www.clo.nl. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.

Bron-URL:<https://www.clo.nl/indicatoren/nl017807>

Links

[1] <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0178> [2] <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/680359002.html> [3] <http://www.pbl.nl/publicaties/2010/Zur-e-regen.-Een-analyse-van-dertig-jaar-Nederlandse-verzuringsproblematiek> [4] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001L0081:NL:NOT> [5] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008L0050:NL:NOT> [6] http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.htm [7] <http://www.eu-milieubeleid.nl/> [8] <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/nec-richtlijn/> [9] <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/index.htm> [10] <https://www.clo.nl/indicatoren/nl017807>