

Korstmossen en ammoniak - C. van Herk

The pollution of the air with ammonia is in the Netherlands a big problem. Since 1989 lichens on oak trees are used to map and monitor the effects of the pollution. About 40,000 trees are investigated. It appears possible to map the effects of ammonia without interference of sulphur dioxide. The NIW ("Nitrophilous Indication") is calculated with the frequency and quantity of about twenty nitrophytic species in samples of ten trees. The results show a big resemblance with maps of ammonia from the Dutch Airquality Network, but the NIW-map is far more detailed.

Sinds 1989 werk ik in opdracht van zes provincies aan een kartering van het ammoniakprobleem met behulp van korstmossen. Ammoniak (NH_3) is een gas dat voornamelijk vrijkomt bij ontleding van dierlijke mest. Ammoniak is van zichzelf een base; bij adsorptie door boomchors leidt het tot een alkalisering, ofwel basischer worden van de bast. Pas in de bodem draagt het bij aan de verzuring doordat bacteriën de ammoniak omzetten in salpeterzuur.

Met nitrofytische epifytische korstmossen kan luchtverontreiniging met ammoniak goed vastgesteld worden. Deze soorten reageren in feite op de hoger geworden pH. Soorten als *Physcia adscendens*, *P. caesia*, *P. dubia*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Xanthoria polycarpa*, *X. parietina*, *Candelariella reflexa* en *Lecanora dispersa* komen op de van nature zure schors van bijvoorbeeld de Zomereik (pH ca. 4,5) pas voor als er sprake is van een ongewoon hoog geworden pH. Behalve verontreiniging met ammoniak kunnen plassende honden, bastwonden met uitstromend floëemsap, rottingsgassen van waterzuiveringsinstallaties, de saltspray bij de kust en basisch stof ook oorzaken zijn voor het voorkomen op Eik.

Voor boomsoorten met een neutralere schors, zoals Populieren geldt dat de drempel voor vestiging lager ligt; er is dan dus minder verontreiniging nodig, zo zij van nature al niet voorkomen (bijv. *Physcia tenella*). Kartering van ammoniak met korstmossen vraagt dus om het gebruik

van maar één boomsoort, bij voorkeur één met een zure schors. Niet alle soorten verschijnen even snel. Voor de zomereik zijn *Physcia tenella* en *Xanthoria polycarpa* relatief laagdrempelige soorten, terwijl *Rinodina exigua*, *Caloplaca vitellinula*, *Candelariella aurella* en *Phaeophyscia nigricans* op deze boomsoort alleen te vinden zijn op extreem sterk vervuilde plekken.

Acidofyten vormen de natuurlijke tegenhangers van nitrofyten. Op Eik zijn ongeveer evenveel soorten acidofyten gevoelig voor ammoniak als er nitrofyten zijn die gestimuleerd worden. Matig gevoelig zijn bijvoorbeeld *Lecanora conizaeoides* en *Hypogymnia physodes*, zeer gevoelig zijn *Cetraria chlorophylla* en *Pseudevernia furfuracea*. Voor kartering van ammoniak zijn acidofyten minder bruikbaar dan nitrofyten omdat zij in hun voorkomen ook sterk door zwaveldioxide (SO₂) beïnvloed worden.

Momenteel zijn alle zandgronden van Friesland, Drenthe, Overijssel, Gelderland, Utrecht en het grootste deel van Noord-Brabant gekarteerd. Hierbij is uitsluitend van Zomereiken gebruik gemaakt. In ieder uurhok liggen zes monsterpunten met elk ca. 10 bomen; elk monsterpunt ca. 2 km. van een naburig punt. In totaal zijn er ca. 40.000 bomen afzonderlijk bemonsterd. Hieraan zijn in totaal bijna een half miljoen waarnemingen gedaan. Elke boom is in een gedetailleerde situatiekaart vastgelegd. In totaal zijn ongeveer 150 soorten korstmossen aangetroffen, waarvan diverse nieuw voor Nederland. Het gegevensbestand is op het ogenblik het grootste op het gebied van korstmossen in ons land.

Om de ammoniak-indicatie in een cijfer uit te kunnen drukken is de NIW (Nitrofiële Indicatie Waarde) in het leven geroepen. De NIW is een waarde voor het totale voorkomen van nitrofyten in een monsterpunt. Belangrijk voor de NIW is het percentage bomen waarop de diverse soorten nitrofyten in een monsterpunt aangetroffen zijn. Dit blijkt een veel gevoeliger maat dan het aantal soorten nitrofyten per punt, waarvoorheen veel mee gewerkt werd.

Rond boerderijen is de NIW gewoonlijk hoger dan elders. In ideale situaties is een ellipsvormige, naar het oosten uitgerekte, concentrisch opgebouwde ammoniakwolk in de vorm van nitrofyten zichtbaar rond

een intensieve veehouderij. Het best is dit te zien bij een goede beschikbaarheid van vrijstaande eiken, een hoge emissie op het betreffende bedrijf en een lage achtergrondbelasting. Naarmate de achtergrondbelasting hoger is, is de wolk minder duidelijk. Struiken en bosjes vertroebelen het beeld ook.

Opmerkelijk is dat bij boeren die nog met ruige stalmest werken (stro of plaggen), nauwelijks een nitrofyten-wolk aangetroffen wordt; kennelijk is dit een schone vorm van mestverwerking. De door het RIVM berekende toename van ammoniak-emissie in Nederland sinds 1950 kan daardoor wel eens veel groter zijn dan tot nu toe becijferd, omdat het RIVM geen rekening gehouden heeft met de omschakeling van ruige stalmest op drijfmest; de berekening is hoofdzakelijk gebaseerd op de grootte van de veestapel.

Voor een betrouwbare kartering van ammoniak met korstmossen is het belangrijk dat de daartoe bedoelde monsterpunten niet binnen de ammoniakwolk van een individueel bedrijf liggen; de achtergrondbelasting geeft immers representatievere informatie. Desalniettemin is in sommige gebieden de boerderijendichtheid zo groot, dat de wolken in elkaar grijpen. Een zorgvuldige keuze van monsterpunten is dan vaak niet gemakkelijk.

In tabel 1 zijn de belangrijkste resultaten samengevat. Onbetwist zijn het Peelgebied en de Gelderse Vallei het sterkst met ammoniak vervuild. De gegevens in tabel 1 komen sterk overeen met de door het RIVM berekende depositie-waarden van ammoniak.

Tabel 1. Een globale kwalitatieve vergelijking tussen een aantal gebieden in Nederland gebaseerd op de aangetroffen NIW waarden. De gebieden zijn gerangschikt naar ernst van de ammoniakproblematiek afgeleid uit de NIW (overgenomen uit Van Herk, in druk).

gebied in Nederland	ernst
Drentse Veenkoloniën	weinig belast
Centraal Drenthe	matig belast
West-Brabant	matig belast
Friese Wouden	vrij sterk belast
IJsselvallei (Gld)	vrij sterk belast
Lijmers (Gld)	vrij sterk belast
Twente (Ov)	sterk belast
Kempen (N.Br.)	sterk belast
Noordoost Overijssel	sterk belast
Achterhoek (Gld)	sterk belast
Salland (Ov)	sterk belast
Gelderse Vallei (Gld)	zeer sterk belast
Peelgebied (N.Br.)	zeer sterk belast
weinig belast:	NIW 0.5 tot 1.5 komt in het agrarisch gebied veel voor; er zijn uitschieters tot NIW 5.0.
matig belast:	Het grootste deel van het agrarische gebied valt in NIW 1.5 tot 3.0, er zijn uitschieters tot NIW 7.0, slechts incidenteel hoger.
vrij sterk belast:	Een ongeveer even groot deel van het agrarische gebied valt in NIW 1.5 tot 3.0 als 3.0 of hoger, terwijl NIW 5.0 tot 7.0 regelmatig voorkomt, zo nu en dan nog hoger.
sterk belast:	NIW-waarden lager dan 3.0 komen in het agrarische gebied niet zo veel meer voor; NIW 7.0 tot 10.0 komt regelmatig voor.
zeer sterk belast:	Een flink deel van het agrarische gebied valt in NIW klasse 7.0 tot 10.0, waarden hoger dan 10.0 komen regelmatig voor.

Wanneer we de NIW van een recent uitgevoerde herkartering van de Gelderse Vallei nader beschouwen, valt op dat er grote ruimtelijke verschillen zijn. De sterkst belaste stukken liggen ten oosten en zuiden van Barneveld. Het Utrechtse deel van de Vallei is duidelijk beter. De meerwaarde boven de gegevens van het RIVM is vooral de fijnschaligheid waarmee de kartering uitgevoerd kan worden en de relatief lage kosten die ermee gemoeid zijn. Op korte termijn zal een ammoniak-

kaart van het hele onderzochte gebied gepubliceerd worden.

Er is nagegaan of de NIW ook door andere milieufactoren beïnvloed wordt. Het is immers niet de bedoeling dat bijvoorbeeld zwaveldioxide een storende invloed heeft op het resultaat. Aan alle monsterpunten zijn daarom diverse milieugegevens toegekend: de ammoniak-luchtconcentratie (RIVM), de ammoniumsulfaat-luchtconcentratie (RIVM), de zwaveldioxide-luchtconcentratie (RIVM), de aanwezigheid van boerderijen in de omgeving, de aanwezigheid van maïsackers, de landschapsruwheid (aanwezigheid van bosjes e.d.)(RIVM), de boomomtrek en de ligging in Nederland (X- en Y-coördinaat). Hierop is multiële regressie toegepast. Het resultaat is zichtbaar in tabel 2 (monsterpunten in bossen zijn buiten beschouwing gebleven; monsterpunten in Overijssel en Utrecht waren op het moment van de berekening nog niet beschikbaar).

Tabel 2. Multiële regressie met de Nitrofiële Indicatie Waarde (NIW) als afhankelijke variabele en negen milieuv variabelen als onafhankelijke variabelen. Geanalyseerd worden 2349 opnamen van Drenthe, Friesland, Gelderland en Noord-Brabant. Een variabele komt in het model indien de F-waarde minimaal 4.00 bedraagt (komt overeen met een overschrijdingskans (p) van 0.05). (Naar Van Herk, in druk).

Verklaarde variantie: 47,1 %			Aantal vrijheidsgraden: 2342		
In model	Regressiecoëff	F-waarde	Niet in model	Corr	F-waarde
ammoniak	+0.2373	495.00	ammoniumsulfaat	0.015	0.53
landschaps- ruwheid	-0.0122	68.72	zwaveldioxide	0.032	2.46
boomomtrek	-0.0603	79.47	X-coördinaat	0.004	0.05
maïsackers	-0.0003	5.41			
boerderijen	+0.0028	335.20			
Y-coördinaat	+0.0042	32.65			

Belangrijk is het om op de F-waarde te letten; deze geeft aan in welke mate de milieufactoor bijdraagt aan de 'verklaring' van de NIW. De bijdrage van ammoniak aan de verklaring van de NIW is duidelijk het sterkst, ook de aanwezigheid van boerderijen levert een duidelijke bijdrage. Van ammoniumsulfaat, zwaveldioxide en de X-coördinaat is geen invloed aantoonbaar, maar ook de invloed van maïsackers op de

NIW is uitermate klein.

Er is wel een duidelijke invloed van de landschapsruwheid: in landschappen rijk aan bosjes en houtwallen worden verhoudingsgewijs 'te weinig' nitrofyten aangetroffen. De verklaring is dat de gedeponeerde ammoniak over een groter aantal objecten wordt uitgesmeerd. In het veld is dit effect op kleine schaal ook al zichtbaar, bijvoorbeeld als er struiken voor de stam groeien. Deze vangen de ammoniak a.h.w. weg. Er is ook een duidelijke invloed van de boomomtrek, of beter gezegd de leeftijd van de bemonsterde bomen. Op oude bomen worden verhoudingsgewijs minder nitrofyten aangetroffen dan op jonge bomen. Een verschil in pH vormt een deel van de verklaring. Het betekent dat voor een nauwkeurige ammoniakindicatie een correctie voor boomleeftijd noodzakelijk is.

De geringe bijdrage van de Y-coördinaat zou kunnen wijzen op een correlatie met mesttransporten naar het noorden van het land, wat niet verdisconteerd is in de cijfers van het RIVM.

Het feit dat er geen invloed van zwaveldioxide aantoonbaar is, is toch wel zeer opmerkelijk. Zonder statistiek is het overigens ook goed zichtbaar: Als je alle NIW-kaarten van Friesland tot Noord-Brabant naast elkaar legt en daarnaast een kaart van de ammoniak-concentraties van het RIVM, dan is duidelijk te zien dat beide kaartbeelden volledig proportioneel aan elkaar zijn, m.a.w. in gebieden met hoge zwaveldioxide-concentraties is er geen 'tekort' aan nitrofyten.

Degenen die op de lezingendag in 1993 aanwezig waren zullen zich ongetwijfeld herinneren dat Han van Dobben de toename van nitrofyten toen toeschreef aan de afname van de zwaveldioxide-concentratie gedurende de laatste decennia; een bewering die overigens nogal wat protesten oepiep. Het zal duidelijk zijn dat mijn resultaten die van Han niet bevestigen. Han baseerde zijn bewering onder meer op de door het RIVM berekende trend van de ammoniakemissie in Nederland. Zou het niet kunnen dat dat juist deze emissie-trend de nodige fouten in zich draagt omdat geen rekening gehouden is met de omschakeling van ruige stalrest op drijfmest?

De resultaten van het onderzoek worden uitgebreider beschreven in een aantal provinciale rapporten. Informatie hierover is te verkrijgen bij de Diensten Water en Milieu of Ruimte en Groen van de provincies

Friesland (mw. J. van den Bos), Drenthe (dhr. A. Dijkstra), Overijssel (dhr. P. Bremer), Gelderland (dhr. R. Smeenge), Utrecht (mw. E. van den Dool) en Noord-Brabant (dhr. F. Esmeyer).