

Het gaat slecht met de natuur. Daarvoor is luchtverontreiniging voor een deel verantwoordelijk. Ook in Noord-Nederland is dat merkbaar. Soms zijn de gevolgen voor luchtverontreiniging direct zichtbaar, vaak is er echter sprake van een sluipend, indirect proces waarvan de gevolgen pas (veel) later tot uiting komen. Een overzicht van enkele tot dusver bekende feiten, toegespitst op Noord-Nederland.



FOTO: JAN VAN DE KAM

Korstmos

LUCHTVERONTREINIGING

en de gevolgen voor plant en dier

Leo Stockmann

Zo'n 15 jaar geleden was het nog de gewoonte van de wereld dat boeren en waterschappen de slootwallen besproeiden met onkruidverdelgende giften (herbiciden). Gevolg: een bruine afgestorven vegetatie en dus ook geen levensmogelijkheden meer voor een veelheid van diersoorten die afhankelijk zijn van die levende vegetatie. Gelukkig is hieraan veelal een eind gekomen. De Nederlandse Spoorwegen bespuit met een speciale spuitrein nog wel steeds haar spoorbermen en emplacements, zij het met dalend gebruik. Waar akkers en bos elkaar afwisselen worden bosranden nog regelmatig zichtbaar beïnvloed door te kwistig en onzorgvuldig spuitende boeren.

Vroeger werd op het platteland door menig bewoner regelmatig vuurtje gestookt. De met de brand gepaard gaande rookontwikkeling zorg-

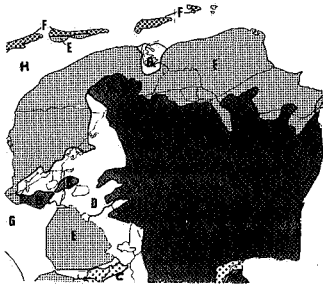
de voor overlast voor mens en dier. Vandaag de dag mag er niet meer zonder toestemming door particulieren afval verbrand worden. Als beheersmaatregel worden ruigten en rietstroken langs sloten en plassen nog wel eens afgebrand. Ook het afbranden van oude heide gebeurt nog af en toe om verjonging van de heide te bevorderen. Maar het vuur en de rookontwikkeling hebben voor al het leven in en op de verouderde heide dodelijke gevolgen.

Smog en zure regen

Fotochemische smog ontstaat door inwerking van zonlicht op luchtverontreiniging met mengsels van koolwaterstoffen en stikstofoxiden die vrijkomen bij het verbruik (verbranden) van olie,

benzine en LPG. Inwerking van zonlicht daarop leidt tot vorming van oxiderende verbindingen als ozon, stikstofoxiden en peroxyacetylnitraten (PAN). Deze smog kan zowel mensen, dieren en daarvoor gevoelige planten nadelig beïnvloeden; bij mens en dier o.a. door prikkeling van slijmvliezen en ogen en kans op kanker. Groningen kende in de zomer van 1990 8 smogdagen, Drente 15 en Friesland 14.

De verzuring van het milieu is vrijwel geheel het gevolg van de uitstoot van zwaveloxide (SO₂), stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH₃) door industrie, verkeer en bio-industrie. De stikstofoxiden en de ammoniak uit de lucht zijn sterk bemestende factoren van water en bodem. In Nederland staat vooral de schade aan bossen, heidevelden en oppervlaktewateren sterk in de belangstelling.



-  Hogere zandgronden
-  Rivierengebied
-  Laagveen met plassen
-  Zeekleigebied
-  Duinen
-  Afgesloten zee-armen
-  Getijdgebied (wadden; estuaria)

Fysisch-geografische regio's van Noord-Nederland
Bron: Natuurbeleidsplan 1989

Vergeleken met bepaalde delen van Midden- en Zuid-Nederland valt de neerslag van potentieel verzurende stoffen in Groningen, Friesland en Drente nog mee. Er is in onze regio minder vervuilende industrie, minder verkeer en minder bio-industrie. Desalniettemin liggen ook in onze regio de neerslagwaarden te hoog. Vanwege hun zwakkere buffering van de bodem zijn met name ecosystemen van hogere zandgronden (heiden, bossen, vennen), in het laagveengebied (o.a. trilvenen) en van de ontkalkte duinen kwetsbaar. (Kalkrijke duinen – bijvoorbeeld buitendünen – hebben wel een bufferend vermogen als gevolg van de aanwezigheid van calcium-carbonaat).

Bomen en bossen

Als gevolg van directe inwerking van verzurende stoffen op planten wordt de waslaag (cuticula) van bladeren en naalden beschadigd. De cuticula beschermt het blad o.a. tegen uitdroging. Ook de huidmondjes in bladeren en naalden worden aangetast. De huidmondjes regelen de uitwisseling van gassen en water tussen blad en lucht. In de bodem leidt toevoer van zuur tot daling van de pH-waarde. Voedingsstoffen als kalium, calcium en magnesium worden daardoor uitgewisseld en spoelen uit, waardoor ze niet langer beschikbaar zijn voor plant en boom. Maar ook aluminium en de zogeheten zware metalen, normaal opgesloten in en gebonden aan de bodemdeeltjes, komen vrij. In relatief hoge concentraties zijn deze elementen doorgaans giftig voor plantewortels en veelal ook voor schimmelsoorten die in contact staan met de fijne haarwortels (zie paddestoelen). Sinds 1984 wordt jaarlijks een inventarisatie van de vitaliteit van het Nederlandse bos uitgevoerd. Daarbij wordt het naald/bladverlies en de naald/bladverkleuring gemeten. Naast traditionele factoren als vorst, droogte, insecten en schimmels wordt de vitaliteit beïnvloed door luchtverontreiniging. Dit kan de effecten van de traditionele factoren versterken en omgekeerd. In de bossen van Groningen, Friesland en Drente liggen ruim 200 meetpunten, waarvan de meeste uiteraard in Drente. Van de Drentse bossen werd in 1990 55 % als vitaal beschouwd, 30 % als minder vitaal, 12 % als weinig vitaal en 3 % als niet-vitaal. In het noorden heeft de eik ook al jarenlang enorm te lijden van insectenvraat (eikebladroller, kleine en grote wintervlinter). De beuk heeft in 1990 erg geleden onder de droogte van de zomer. In Zuidoost-Friesland is een onderzoek gedaan naar de voedingsstoffentoestand en de voedingsstoffenbalans bij de zomereik. Beide bleken verstoord te zijn als gevolg van verzuring en vermisting. De vitaliteit van de eik is slecht; meer dan 70 % van de bomen daar is niet vitaal.

Kruiden

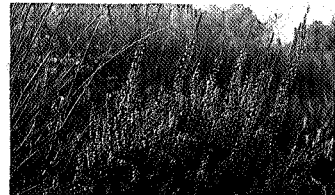
De meeste heidevelden in Drente bevinden zich op humusarme, kalkarme grondsoorten. Door zure regen kan vergrassing, verbraming en verbossing optreden, waardoor kenmerkende plantesoorten voor een voedselarme heide verdwijnen. Bij vergrassing verdringt bochtige smele de struikheide op de drogere delen en verdringt pijpestrootje de dopheide op de natere delen. Allerlei beheersmethoden worden toegepast om het heidelandschap te behouden (zie het Noorderbreedte themanummer Heide). In een Nederlands onderzoek heeft men het verschil in verspreiding van plantesoorten voor en na 1950 vergeleken met de mate van luchtverontreiniging. Men bestudeerde vooral die soor-

ten die karakteristiek zijn voor vegetaties op droge, kalkarme, voedselarme zandgronden (zuurgevoelig). Eikvaren, borstelgras, klein zonnedauw, kleine en grote wolfsklauw zijn soorten waarvan de teruggang grotendeels verklaard kan worden door luchtverontreiniging. Vrijwel uitsluitend als gevolg van luchtverontreiniging is het valkruid, vroeger wolverlei geheten, een prachtige oranje-geel bloeiende komposiet; ooit algemeen op de Drentse heide en daar thans vrijwel verdwenen. Plaatselijk is de soort echter wel talrijk op goed beheerde heide-terreintjes langs spoorwegen en op de Hondsrug. Uit experimenteel onderzoek door het Biologisch Centrum te Haren bleek valkruid overigens aluminium-tolerant. Aluminium komt in de bodem vrij als gevolg van verzuring. Men kwam daardoor tot de konklusie dat de concentratie van aluminium-ionen in de wortelzone niet beschouwd kan worden als een belangrijke milieuvariabele die het al of niet voorkomen van de soort reguleert.

Blauwgraslanden

Blauwgraslanden zijn vochtige, voedselarme hooilanden op sterk tot zwak zure gronden. Deze onbemeste hooilanden kwamen vroeger o.a. in Friesland (de Lage Midden) veel voor. Thans is het blauwgrasland één van de meest bedreigde vegetatietypen. Kenmerkende soorten op de blauwgraslanden zijn o.a. blauwe zegge,

FOTO: JAN VAN DE KAM



Struikheide

spanse ruiters en pijpestrootje. Verdroging en aanvoer van voedselrijke stoffen zijn bedreigende factoren voor de blauwgraslanden. Reukgras, gestreepte witbol en pijpestrootje kunnen goed tegen voedselrijke situaties en breiden zich uit, wat ten koste gaat van (karakteristieke) soorten die een voedselarme situatie prefereren. Veel karakteristieke planten in en bij voedselarme vennen hebben het de laatste decennia ook moeilijk gekregen en zijn zelfs plaatselijk verdwenen. Van oorsprong liggen de vennen in de bossen die vroeger grote delen van ons land bedekten. Na het verdwijnen van de bossen kwamen ze in uitgestrekte heidevelden te liggen. Veel vennen werden gevuld met voedselarm

regenwater. Door het ontbreken van kalk was het veenwater tamelijk zuur. In ongestoorde vennen is de vegetatie hieraan aangepast, met planten als ronde zonnedauw, knolrus, witte snavelbies en veenmos. Door aanvoer van voedingsstoffen uit de lucht (inwaaiend kunstmest) zijn veel vennen voedselrijk geworden. Voedselarme soorten maken plaats voor soorten als grote lisdodde, waternavel, moeraswederik, pitrus, sterrekroos, mannegras, riet en tandraad.

Mossen en korstmossen

Onderzoek in de jaren vijftig in Nederland toonde aan dat op plaatsen met veel zwaveldioxide in de lucht een opvallende armoede aan epifytische mossen en korstmossen bestond. Het grootste gedeelte van Friesland, Noord- en Oost-Groningen, de Waddeneilanden en delen van Midden-Drenthe waren nog rijke epifytengebieden. Sinds het eind van de jaren zestig is de gemiddelde zwaveldioxide-koncentratie in ons land sterk gedaald door o.a. het stoken van zwavelarme kolen en olie en vooral de omschakeling op aardgas. Onderzoek uit de jaren tachtig in Utrecht en Zuid-Holland toonde aan dat bepaalde korstmossen weer waren teruggekeerd.

De provincie Drenthe heeft in 1979 een korstmossen-meetnet uitgezet van 125 proefvakken op bomen. Deze proefvakken worden jaarlijks gefotografeerd. Onlangs bleek dat korstmossen ook gevoelig zijn voor ammoniak. Bepaalde soorten verdwijnen door de steeds hoger wordende ammoniak-koncentraties in de lucht. De achteruitgang van vruchtdragend groot gaffeltandmos, voorkomend in oude schaduwrijke bossen op zeer arme humusrijke zandgrond, komt ook door verzuring.

Paddestoelen

Naar de invloed van luchtverontreiniging op paddestoelen is er wordt veel onderzoek gedaan, o.a. door het Biologisch Station te Wijster. De cantharel is één van de meest bekende soorten en is in Nederland hard achteruit gegaan, onder invloed van de toenemende luchtverontreiniging. Gegeven het feit dat de luchtverontreiniging in het midden en het zuiden van ons land groter is, lijkt de cantharel steeds meer een 'noordelijke' soort te worden.

Paddestoelen kunnen in drie groepen worden onderscheiden:

- soorten die op levend hout leven, bijv. de houtparasieten;
- soorten die op dode organische resten (bijv. dood hout) leven, de zg. saprofyten; en
- soorten die in symbiose leven met planten en bomen, de zg. mycorrhiza-paddestoelen.

Veel mycorrhiza-paddestoelen, zoals de cantharel, de vliegenschwam en de groene knolama-

niet (dodelijk giftig), zijn de laatste tijd sterk achteruitgegaan.

Gaan door verzuring de bomen slechter groeien, zelfs dood en daardoor ook de mycorrhiza-paddestoelen, of sterft het bos omdat de schimmels door de verzurende bodem worden aange-tast? Vermoed wordt dat beide processen plaatsvinden. Parasitaire en saprofytische paddestoelen gaan juist vooruit. De toename van de saprofyten is het gevolg van meer dood hout in de bossen (ook door het meer natuurlijk beheer), de toename van de parasieten valt wellicht te verklaren door de verminderde vitaliteit van de bossen.



De visfauna in het Tjeukemeer verandert mede door vervuiling

Zoogdieren

Rond 1900 was Nederland nog echt een otterland. In het begin van de jaren tachtig kwam er, in Noord-Nederland nog een aantal otters voor in Friesland en in het grensgebied van Groningen en Drenthe tussen Laekstermeer en Zuidlaardermeer. Thans is de otter nagenoeg in ons land uitgestorven. O.a. de verslechtering van de waterkwaliteit is van invloed op de verdwijning. Water wordt in deze tijd ook vanuit de lucht vervuild. Insekten en vissen sterven in verzurende wateren (hoewel de ene soort gevoeliger is dan de andere) en verdwijnen dan als voedselbron voor de otter. Vanuit natuurbeschermingskringen is men bezig te bekijken in hoeverre in potentie goede leefgebieden voor de otter weer geschikt gemaakt kunnen worden.

De Biogewinkel van de RUG onderzocht vorig jaar of het mogelijk is, dat de zure regen uiteindelijk ook de das 'de das omdoet'. Regenwormen zijn het hoofdvoedsel van de das. Re-

genwormen komen in verzuurde gebieden steeds minder voor. Het enige gebied waar momenteel in Noord-Nederland nog een redelijk aantal dassen voorkomt is Gaasterland. Omstreeks 1960 zijn in Gaasterland dassen uitgezet. Wanneer voedselrijke gebieden in de buurt van dassenburchten gaan ontbreken, zijn de dieren gedwongen langere afstanden af te leggen om te fourageren. Daardoor maken ze tegenwoordig een grote kans slachtoffer van het verkeer te worden. Ook zoogdieren als egel, vos en mol zijn voor hun voedsel deels afhankelijk van regenwormen en zullen het dus ook moeilijker gaan krijgen.

Vissen

Van sterk verzuurde meren in Scandinavië weten we al geruime tijd dat deze biologisch dood zijn: ook de vissen zijn er weg. Naar de specifieke invloed van verzuring op de visstand in Nederland is nauwelijks onderzoek gedaan. Vervuiling van het oppervlaktewater (dat gebeurt ook via de lucht) heeft echter grote invloed op de visfauna. De visfauna van het Tjeukemeer is de laatste twee decennia redelijk nauwkeurig gevolgd. Vergelijking van recente vangsten met die uit het verleden laat zien dat zeelt, grote modderkruiper, snoek en bot in aantal zijn afgenomen. Van veel meer soorten, zoals meerwal en karper, wordt vermoed dat ze nog zeldzamer zijn dan destijds of zelfs niet meer voorkomen. De kolblei is redelijk konstant gebleven. De brasem is vooruitgegaan. Deze soort gedijt prima in zogenaamd geëutroficeerd (door voedingsstoffen verrijkt) water.

Vogels

Het dramatische euvel van slechte eierschalen is in Nederland gekonstateerd bij de koolmees die broedt op kalkarme zandgronden. Omdat zure regen indirect het kalkgehalte in bladeren van planten en bomen terugdringt, krijgen ook de rupsen, insecten en slakken te maken met kalkgebrek. Koolmezen eten veel van deze beestjes en krijgen zodoende te weinig kalk binnen. Te weinig voor zijn eigen skelet en zeker ook te weinig om een sterke eierschaal te maken. In door verzuring aangetaste bossen gaat het aantal zwarte spechten vooruit en groene spechten achteruit. De zwarte specht is een boom-insekten-eter en deze beestjes komen in ziek en afstervend bos meer voor. De groene specht is meer gespecialiseerd in bodemdieren, vooral mieren. Van mieren vermoedt men dat ze door de bodemverzuring achteruit gaan en het gevolg voor de groene specht wordt dan duidelijk. Hoe lang het echter goed blijft gaan met een soort als de zwarte specht is de vraag. Worden de oudere, sterk aangetaste bossen gekapt, dan verdwijnt hun leefmilieu.

Weidevogels tenslotte kunnen het moeilijker gaan krijgen wanneer in de verzuurde bodem het aantal regenwormen afneemt.

Amfibieën en reptielen

Door zure regen veroorzaakte (sterke) verzuring van oppervlaktewater beïnvloedt de voortplanting van amfibieën. In Zweden stelde men vast dat het normale broedsukses van de bruine kikker in water met een hogere zuurgraad gehalveerd is; veel eieren beschimmelen. Voor de groene kikker is gevonden dat de eieren van deze soort bij een dergelijke zuurgraad niet meer uitkomen.

Bij een onderzoek naar het voorkomen van amfibieën en reptielen in het Nationaal park Het Dwingelderveld vond men ook volledig verschimmelde eierklompen van de heikkikker. Van levendbarende hagedis en adder is vastgesteld, dat het Dwingelderveld voor deze soorten één van de laatste bolwerken in Nederland vormt. De door o.a. voedselverrijking via de lucht steeds meer vergraste heide blijkt de levendbarende hagedis en de adder weinig kwaad te doen. Gebleken is dat beide soorten vooral voorkomen in de vergraste heidegedeelten. Zo'n 15-20 jaar geleden was het gekwaak van de groene kikker in Nederland nauwelijks meer te horen. Over de exakte oorzaak van deze crisis blijft men in het ongewisse. Waterverontreiniging door herbicidengebruik en een paar strenge winters kunnen beide van invloed zijn geweest. Gelukkig heeft de groene kikker zich weer redelijk kunnen herstellen.

Ongewervelde dieren

Gebruik van insecticiden betekent de dood van talloos veel miljoenen insecten. Dat is niet alleen dramatisch voor die insecten, maar ook voor de organismen die van hen afhankelijk zijn. Bijvoorbeeld voor plantesoorten, die door insecten bestoven moeten worden en voor vogelsoorten en vleermuizen, die insecten eten. De bodem zit vol dierlijk leven. Aaltjes, mijten, springstaarten, regenwormen, duizend- en miljoenpoten, pissebedden, slakken, (larven van) insecten, zij allen hebben een taak bij de afbraak van strooisel.

In de grond kan verzuring leiden tot toxische werking van aanwezige zware metalen. Van regenwormen is aangetoond dat deze al bij lage concentraties koper minder groeien en minder nakomelingen krijgen. Koper is een element dat relatief veel voorkomt in varkensmest dat uitgesproeid wordt op grasland en maisakkers. Andere soorten kunnen soms beter tegen door zware metalen vergiftigde grond. Ook de ongewervelde waterfauna ondervindt de gevolgen van (mede door de lucht) aangevoerde verontreiniging. Slakken, mossels, bloedzuigers



FOTO: AEROPHOTO EELDE
Schapen op de Dwingelose heide. Dit is één van de laatste plekken in Nederland waar adder en levendbarende hagedis nog voorkomen

en veel platwormen en insecten verdwijnen al bij geringe waterverzuring. Sommige waterwantsen, waterkevers en larven van libellen en muggen gedijen echter goed in zuur water, soms als gevolg van verminderde predatie en concurrentie van zuurgevoelige soorten. Verandering in het bestand van ongewervelden kan verandering met zich meebrengen in bijvoorbeeld de visstand.

Vooral door biotoopvernietiging gaat het met veel vlindersoorten slecht. Veel soorten zijn vrij specifiek gericht op één of een paar plantesoorten. Op door verzuring en veresting bedreigde gebieden in Noord-Nederland komt een aantal vlindersoorten voor die bijzonder zijn voor Nederland, zoals het zeer zeldzame veenbesblauwtje (Dwingelose heide), de grote vuurvlinder (laagveenmoerassen in Friesland), de zilveren maan (idem) en het gentiaanblauwtje (vochtige heidevelden en blauwgraslanden).

Kommerciële gewassen en dieren

Bij een aantal commercieel belangrijke gewassen heeft men ozon-gevoeligheidsstesten gedaan. Ozon is een sterk oxiderende stof die van nature in de lucht voorkomt, tijdens smog in verhoogde mate.

Planten als mais en tomaat blijken al bij blootstelling aan de concentratie ozon, zoals die van nature in Nederland voorkomt, aanmerkelijke schade op te lopen. In vervuilde lucht kan de opbrengst al gauw 10 % dalen. Ook spinazie, rogge en radijs blijken gevoelige soorten. Planten die ozon relatief goed kunnen verdragen zijn riet en sla.

Onderzoekers van het Biologisch Centrum te Haren stelden vast dat wintertarwe vorstgevoeliger wordt wanneer deze wordt blootgesteld aan zwavelwaterstof. Onderzocht wordt nog in hoeverre ammoniak de vorstweerstand van

gewassen beïnvloedt. Zwavelverbindingen en ammoniak zijn stoffen die in behoorlijke concentraties, in droge vorm en als zure regen, ons land beïnvloeden.

Ook het schaap blijkt door de zure regen een bedreigde soort te worden. Een schapenhouder uit Noord-Nederland stelt dat door verzuring van de kleigrond o.a. aluminium en ijzer in oplossing worden gebracht waardoor de opname door de planten van spoorelementen als kobalt en koper wordt verstoord. Een schaap heeft kobalt nodig voor de vorming van vitamine B12. Volgens de schapenhouder leden de afgelopen zomer in Noord-Nederland tienduizenden schapen en lammeren aan kobaltziekte. De symptomen daarvan zijn: sufheid, leververgiftiging en mogelijk sterfte.

Allemaal kommer en kwel?

Luchtverontreiniging heeft grote directe en indirecte gevolgen op plant en dier. Voor vele organismen werkt die verontreiniging negatief. Toch zijn er altijd organismen die er goed uitspringen. Bochtige smele en pijpestrootje doen het prima op de met voedingsstoffen verrijkte heidevelden. De ridderzuring floreert op alle voedselrijke gronden. Zwarte kraaien en eksters zijn er in overvloed. De brasem doet het goed in geëutrofeerd water. Bij de vlinders heeft het landkaartje zich uitstekend aangepast aan de veranderde milieu-omstandigheden. Het zijn stuk voor stuk prachtige schepselen. Maar de realiteit is toch dat relatief weinig soorten de overhand krijgen over veel kwetsbare soorten: dat heet nivellering van de natuur. Een dramatische gang van zaken.

Met dank aan Dick Pegtel. Lijst met geraadpleegde literatuur bij de auteur verkrijgbaar.