

Hoofdstuk 20

Verzuring

Myriam Dumortier¹ - An De Schrijver² - Luc Denys¹ - Wouter Vanreusel³

¹ Instituut voor Natuurbehoud - ² RUG, Laboratorium voor Bosbouw - ³ Universiteit Antwerpen

- ➔ In Vlaanderen verminderen de verzurende emissies. Toch zijn ze nog steeds veel te hoog voor de natuur. De gelijklopende afname van de depositie van basische kationen reduceert het resultaat van dalende zuurdeposities.
- ➔ In de bodem wordt aluminium vrijgesteld bij een pH die lager is dan ongeveer 4,2. In deze omstandigheden faalt de kieming van kwetsbare soorten als klokjesgentiaan.
- ➔ Aluminiumuitspoeling onder vooral zandige Vlaamse bossen behoort tot de hoogste in Europa.
- ➔ Plaggen als effectgerichte maatregel biedt door de vergaande verzuring geen oplossing meer. Hierdoor wordt het behoud van veel soorten gehypothekeerd.

Verzuring betekent een verandering in het protonenevenwicht in bodem of water, hetgeen resulteert in hogere concentraties waterstofionen of een lagere pH. Gevolgen zijn onder andere een verminderde aanwezigheid van basische kationen en het beschikbaar worden van toxisch aluminium als de pH-waarde onder 4,2 daalt. Deze gevolgen verstoren de biodiversiteit.

1 Toestand

1.1 Atmosferische zuurdepositie

De totale atmosferische zuurdepositie in de vijf meetpunten voor de intensieve monitoring van bossen, is tussen 1996 en 2001 bijna constant gebleven [96] (figuur 20.1). Tussen 1998 en 2001 waren alle jaren neerslagrijk. Dat dit niet tot toename van de deposities heeft geleid, duidt op een mogelijke verbetering. In 2001 zakte de gemiddelde zuurdepositie in de meetpunten voor het eerst onder de 4000 zuurequivalenten/ha.jaar (mogelijke onderschatting, zie NARA 2001, p. 139). Zoals bij de meerderheid van de kwetsbare ecosystemen in Vlaanderen (MIRA-T 2002), ligt ook hier de depositie hoger dan de mediane kritische last. De mediane kritische last is de maximaal toelaatbare zuurdepositie die geen schadelijke neveneffecten veroorzaakt.

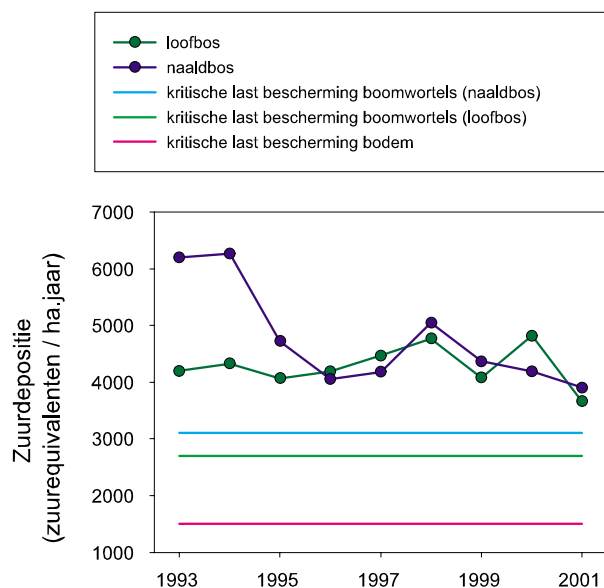
Het VLINA-project over verzurings- en vermistingsgevoeligheid van Vlaamse bossen [240] heeft de mediane kritische last voor de bescherming van boomwortels tegen aluminiumvergiftiging berekend. De last bedraagt volgens dit project 2753 Zeq/ha.jaar in loofbos en 3086 Zeq/ha.jaar in naaldbos. Voor loofbos ligt de maximaal toelaatbare uitspoeling van zuren lager, omdat de behoefte aan basische kationen groter is. De mediane kritische last voor het behoud van het zuurbufferend vermogen van de bodem is op 1500 Zeq/ha.jaar geraamd, ongeacht of het om loof- of naaldbos gaat [240]. Deze kritische last betekent dat er geen basische kationen uitspoelen. Tussen 1993 en 1998 is de kritische last voor de bescherming van boomwortels in 85 % van de onderzochte bossen overschreden. De kritische last voor de bescherming van de bodem is in alle bossen overschreden [240]. Het rapport over de toestand van de bossen in Europa [130] toont aan dat de verzurende depositie het hoogst is in België, Nederland, Centraal Duitsland en Tsjechië.

Van 1993 tot 2001 is de aluminiumuitspoeling onderzocht op 5 meetpunten waar de bossen intensief worden gemonitord. Gedurende deze periode was de uitspoeling onregelmatig en schommelde ze rond 10 en 15 kg aluminium/ha.jaar onder loofbos en rond 20 en 25 kg aluminium/ha.jaar onder naaldbos (figuur 20.2). Dat onder loofbossen minder aluminium wordt vrijgesteld, heeft te maken met:

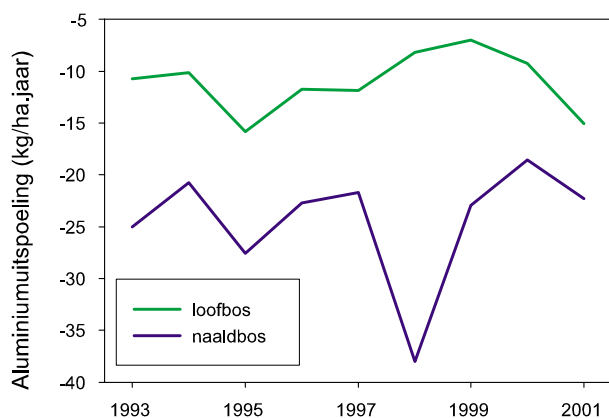
- de geringere bladoppervlakte – waardoor minder verzurende stoffen worden opgevangen;
- de geringere kroonverdamping - waardoor het bodemwater dat in het ondiepe grondwater sijpelt, sterker verdund wordt;
- de lagere depositie en minder doorlaatbare gronden in de ecoregio's waar veel loofbomen groeien.

De regenrijke jaren 1998, 1999, 2000 en 2001 hebben geen toename veroorzaakt. De aluminiumuitspoeling onder de Kempische naaldbossen is bijzonder hoog in vergelijking met andere Europese landen (figuur 20.3) [124]. Ook in Nederland, Centraal Duitsland, Tsjechië en Noorwegen worden hoge waarden genoteerd. Vermoedelijk is het patroon gelijkaardig voor heiden en graslanden op zandgronden.





Figuur 20.1: Evolutie van de zuurdepositie (mogelijke onderschatting, zie NARA 2001, p. 139) op de vijf meetpunten van de intensieve monitoring van bossen (Wijnendale, Gontrode, Zoniën, Brasschaat en Ravels) (bron: [96, 238]), in vergelijking met de mediane kritische lasten voor de bescherming van boomwortels tegen aluminiumtoxiciteit en voor het behoud van het zuurbufferende vermogen van de bodem [240].



Figuur 20.2: Evolutie van de aluminiumuitspoeling op de vijf meetpunten van de intensieve monitoring van bossen (Wijnendale, Gontrode, Zoniën, Brasschaat en Ravels) (bron: [96, 238]).

Een verminderde zuurdepositie vertaalt zich niet noodzakelijk in een verminderde aluminiumuitspoeling. Op diverse plaatsen in Europa en Noord-Amerika wordt het positieve effect van de daling van stikstof- en zwaveldepositie gedeeltelijk teniet gedaan door:



Figuur 20.3: Aluminiumuitspoeling onder Europese bossen (bron: [130]).

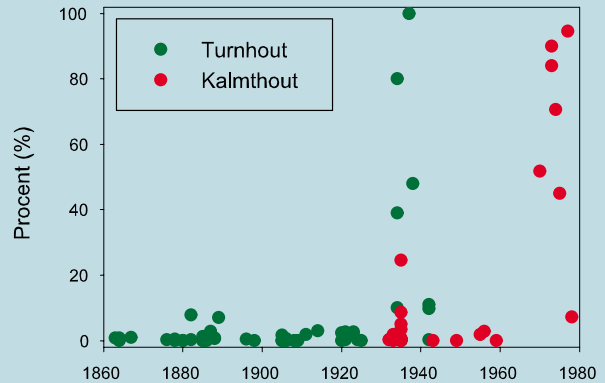
- een belangrijke simultaan optredende daling van de depositie van basische kationen
- desorptie van in het verleden door de bodem geadsorbeerd sulfaat [241].

Afnemende zuurdeposities gaan dikwijls samen met verminderde deposities van andere pollutanten zoals basische kationen. Hierdoor wordt het neutraliserende effect van de basische kationen kleiner. Ook in Vlaanderen wordt bij de intensieve monitoring van bossen een vermindering van de depositie van basische kationen vastgesteld en dit precies op de Kempische proefvlakken waar tussen 1994 en 1996 de zuurdepositie is gedaald. In Ravels daalden de calcium- en magnesiumdeposities met respectievelijk 113 en 58 eq/ha.jaar en in Brasschaat verminderden de calciumdeposities met 80 eq/ha.jaar [241]. Bodemverzuring kan alleen eindigen als de aanvoer van basische kationen (depositie plus verwering van bodemmineralen) groter is dan de afvoer (uitspoeling plus opslag in hout). Zelfs daarna zal de buffercapaciteit van de bodem maar langzaam en gedeeltelijk regenereren [385]. De basische kationen zijn cruciaal voor het nutriëntenevenwicht in ecosystemen [18, 280].

Hoe oud is het verzuringsprobleem?

Diatomeeën of kiezelwieren zijn ééncellige algen die zowel in zoet als in zout water leven. Hun schaalpjes blijven dankzij hun silicaatsamenstelling zeer lang bewaard. Zo kan uit de analyse van de sedimenten in vennen of van herbariummateriaal van venplanten de historische soortensamenstelling worden achterhaald (figuur 20.4). De diatomee *Eunotia exigua* is een betrouwbare indicator voor antropogene verzuring. Uit historische gegevens van *Eunotia exigua* in de Noorderkempen blijkt dat deze soort nabij Kalmthout tot ongeveer 1930 helemaal niet talrijk voorkwam. In de daaropvolgende jaren werd de soort in vele wateren dominant. De vennen in dit gebied zijn dus duidelijk op grote schaal 'verzuurd' vanaf de jaren '30. Er is een omschakeling gebeurd van een natuurlijke 'organisch zure' naar een antropogene 'mineraalzure' toestand. Ten noorden van Turnhout is een gelijkaardige ontwikkeling opgetreden, maar later: *Eunotia exigua* is er pas na de jaren '60 op de voorgrond getreden. De Turnhoutse vennen zijn langer gebufferd gebleven tegen verzuring. Factoren die een rol hebben gespeeld in deze fasering zijn o.a. de verschillen in

bodemomstandigheden, vooral de carbonaatgehalten. Verzurende depositie is vooral sinds de industriële revolutie aanzienlijk; effecten voor de natuur volgen met vertraging, als de buffercapaciteit wordt overschreden.

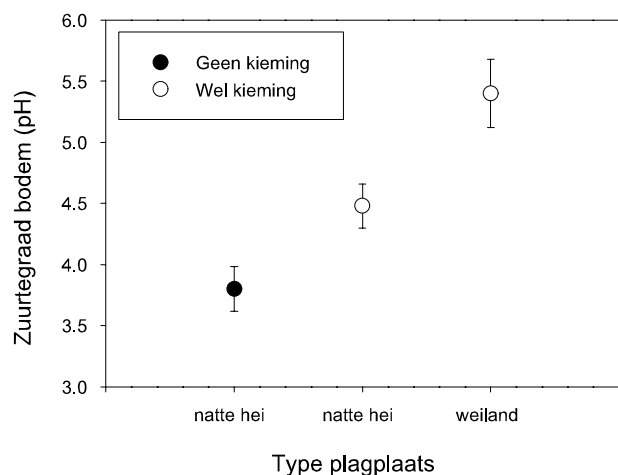


Figuur 20.4: Evolutie van het aandeel *Eunotia exigua* in diatomeeëngemeenschappen (% van de diatomeeënschaaltjes) in de omgeving van Kalmthout en in het Turnhoutse vennengebied (bron: [117, 160] en L. Denys, IN).

1.2 Falend natuurbeheer

Verzurende atmosferische deposities leiden tot soortenarmere heiden. Plaggen is een effectgerichte maatregel die de bovenste bodemlaag die is verzuurd, verwijdert. De verlaging van het maaiveld kan ook de invloed van bufferend grondwater verhogen. Deze beheermaatregel levert meestal positieve resultaten op voor het behoud van zeldzame heidevegetaties [389]. Klokjesgentiaan is een potentieel bedreigde heidesoort en een belangrijke doelsoort van het Vlaamse natuurbeheer. Vergelijkend onderzoek in de Noordelijke Kempen heeft aangetoond dat er nauwelijks tot geen klokjesgentiaan kiemt op plagplekken waar de bodem-pH lager is dan 4,2 [361] (figuur 20.5). Alleen waar er invloed is van kalkrijk, al dan niet gebiedsvreemd, water is de pH hoger en kiemt de soort. Op zure plagplekken blijkt de soortenrijkdom steeds geringer dan op minder zure plagplekken [334]. Een analyse van 86 plagplekken in vochtige heiden in België heeft aangetoond dat in 60 % van de gevallen een pH wordt gemeten die lager ligt dan 4. Meestal daalt de pH nog van 4 naar 3,7 gedurende de eerste 10 jaar na plaggen. Op de zure plagplekken is de variatie in pH bovendien laag. Het verlies van de kleinschalige variatie die zo typisch is voor natte heide, is eveneens een oorzaak van verlies aan soortenrijkdom. Bij een lagere pH wordt aluminium opneembaar voor planten. Op plaatsen waar kieming van soorten als klokjesgentiaan en moeraswolfsklauw is vastgesteld, is steeds een pH hoger dan 4 gemeten [279]. In 60 % van de plagplekken kan het gewenste resultaat niet worden bereikt. Soorten als klok-

jesgentiaan, liggende vleugeltjesbloem en valkruid leggen geen langlevende zaadbank aan. Hun verdwijnen onder invloed van verzuring is definitief. De pH-grenswaarde van 4,2 komt overeen met de grenswaarde voor zuurgevoelige bosplanten die in het NARA 2001 is vermeld op pagina 140 (zie punt 1.1).



Figuur 20.5: Zuurtegraad van bodems waar klokjesgentiaan wel of niet kiemt (bron: [361]). In weilanden is er wel kieming, maar zijn er andere beperkende factoren voor de instandhouding van de soort.



2 Beleid

Een reductie van verzurende stoffen in het milieu moet vanaf de bron gebeuren (landbouw, industrie, verkeer, huishoudens). De evaluatie van het beleid hieromtrent gebeurt in het MIRA. Het NARA concentreert zich op natuurgerichte normen en emissiereducties en eventuele effectgerichte maatregelen.

2.1 Natuurgerichte normen

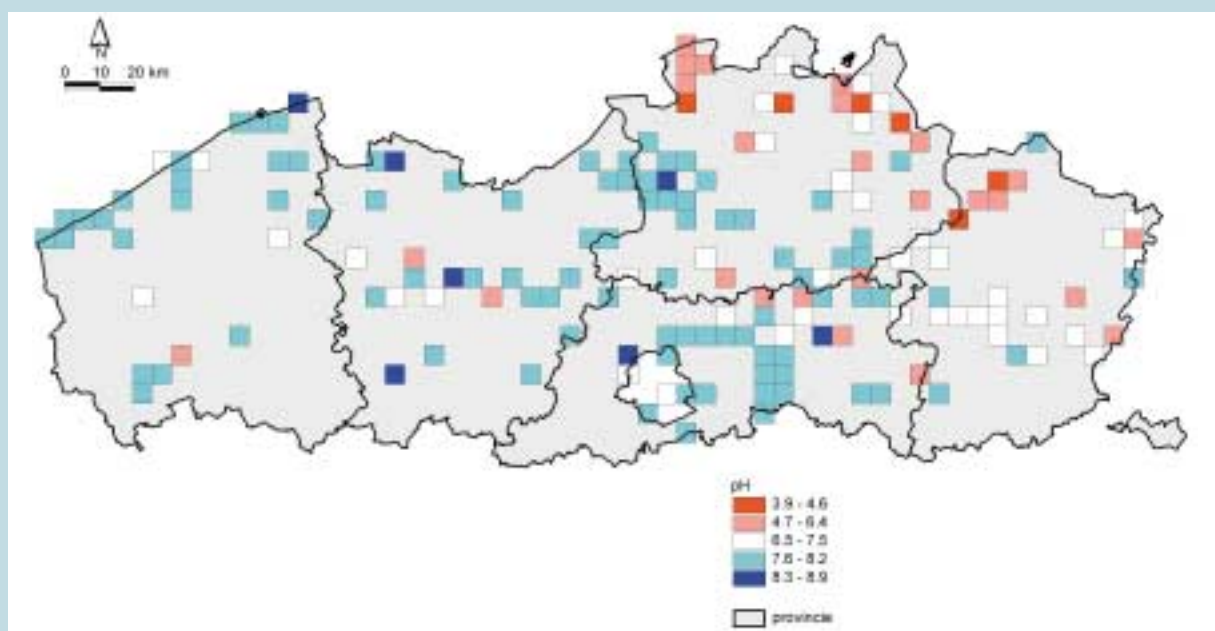
Het tweede milieubeleidsplan (MBP-2) ambieerde een zuurdepositie van hoogstens 2900 zuurequivalenten/ha jaar tegen 2002. In 2001 was de gemiddelde depositie nog 4605 Zeq/ha jaar (MIRA-T 2002). Deze depositie blijft hoog ondanks de dalende emissies. Dit is een gevolg van de natte

jaren 1998, 1999, 2000 en 2001 en van de verspreiding van verzurende stoffen over grote afstanden in de atmosfeer. De plandoelstellingen van het MBP-3 komen overeen met de bindende NEC-emissiedoelstellingen (National Emission Ceilings) voor 2010. Als alle EU-landen en regio's deze verplichting naleven, moet in 2010 een depositie van 2710 Zeq/ha jaar worden gerealiseerd. Daarnaast streeft Vlaanderen naar verdere emissiereducties, die in 2010 tot een depositie van 2510 Zeq/ha jaar kunnen leiden. Het definitief Ontwerp MBP-3 bevat een langetermijndoelstelling van 1400 Zeq/ha jaar. De plandoelstelling is onvoldoende om zure en neutraal-zure graslanden (mediane kritische last van respectievelijk 2288 en 2157 Zeq/ha jaar [229]), natte en droge heiden (mediane kritische last van respectievelijk 2168 en 2343 Zeq/ha jaar [229]) en bosbodems (mediane kritische last van 1500 Zeq/ha jaar [240]) te behoeden voor een verdere verzuring.

Streefwaarden voor stilstaande wateren

Voor verzuring bestaan alleen depositiedoelstellingen. Uit punt 1.1 blijkt dat de depositie niet eenduidig in verband staat met de toestand van bodem en water en bijgevolg met de toestand van de natuur. Streefwaarden voor bodem en water moeten nog verder worden gedifferentieerd. Historische datasets van diatomeeën (zie vorige kader) kunnen hiervoor als basis dienen. De relatieve vertegenwoordiging van diatomeeëntaxa kan worden geïkht ten opzichte van de meest bepalende omgevingsvariabelen. Op basis van de samenstelling van een diatomeeëngemeenschap kan hierdoor een uitspraak worden gedaan over sommige waterkwaliteitsvariabelen. Als dit wordt toegepast op historische gemeenschap-

pen krijgt men inzicht in zowel plaatsgebonden als regionale karakteristieken van oppervlaktewateren in het verleden. Figuur 20.6 geeft een kaartbeeld van de zuurtegraad die is berekend op basis van de diatomeeëngemeenschappen van stilstaande wateren vóór 1943. De waarden zijn per uurhok (4x4 km) weergegeven en bij meerdere waarden per uurhok is de mediaanwaarde getoond. Ondanks het nog erg onvoldedige karakter geeft het historische overzicht een realistisch idee van de waarden waar in een bepaald gebied naar kan worden gestreefd. Zeker als grootschalige gebiedsvisies of bekkenbeheerplannen worden opgemaakt, zijn referentiewaarden voor de natuurlijke zuur-basen-toestand zinvol. Ook voor lokale herstelmaatregelen kan van de referentiewaarden gebruik worden gemaakt.



Figuur 20.6: Geschatte voormalige pH (periode 1852-1943; mediane waarden) in stilstaande wateren op basis van diatomeeëngemeenschappen; weergegeven per uurhok (bron: L. Denys, IN).

2.2 Natuurgerichte emissiereductie

Het MBP-2 voorzag in de afbakening van verzuringsgevoelige gebieden en de opmaak van een strategie om verscherpte maatregelen te nemen in sommige van deze gebieden. Na de opmaak van de kwetsbaarheidskaart verzuring (zie NARA 2001, p.139), zijn geen verdere stappen meer ondernomen. Knelpunten zijn de selectie van prioritaire gebieden en het onzekere resultaat.

De meest verzuringsgevoelige gebieden zijn plaatsen waar verzuring het meest bedreigend is voor de aanwezige biodiversiteit. Prioriteiten bepalen houdt een afweging in tussen:

- matig gebufferde gebieden waar een groot aantal soorten nog aanwezig is, maar een duidelijke achteruitgang plaatsvindt door verzuring (bv. mesofiele bossen met voorjaarsflora in de Leemstreek, zie hoofdstuk 11 Bossen en NARA 2001, p. 63 en 140)
- weinig gebufferde gebieden waar de verzuringsgevoelige soorten (bijna) volledig zijn verdwenen (bv. klokjesgentiaan op de verzuurde heiden van de Noordelijke Kempen, zie punt 1.2).

Er bestaat wetenschappelijke onzekerheid of een gebiedsgerichte vermindering van zuurdeposities mogelijk is. Alleen ammoniak heeft de eigenschap dat een deel vrij dicht bij de bron neerkomt. Zo blijft ongeveer 60 % van de ammoniakemissie binnen een straal van 2 km [20] of zijn er verhoogde deposities waar te nemen tot 500 m rond de emissiebron [19]. Factoren die hierbij een rol spelen zijn: hoogte van de emissiebron, windrichting, windsnelheid, ruwheid van het oppervlak, atmosferische stabiliteit en ammoniakconcentratie [20, 61]. In Duitsland zijn de ammoniakemissies tussen 1987 en 1999 gehalveerd; gedurende dezelfde periode zijn de ammoniakdeposities in afgelegen bosgebieden gestegen. Dit geeft aan dat lange-afstand transport van ammoniak mogelijk is. Veranderingen in de atmosferische samenstelling kunnen hiervan de oorzaak zijn. In dit verband wordt er ook naar de afnemende concentraties zwaveldioxide gewezen [45].

2.3 Effectgerichte maatregelen

In Vlaanderen bevinden heel wat weinig en matig gebufferde bodems zich in een vergaande staat van verzuring. In bossen kan de omvorming van naald- naar loofbos verbetering brengen [95]. In heiden is plaggen dikwijls ineffectief (zie punt 1.2). Een laatste optie is de buffercapaciteit kunstmatig te verhogen via bekalking, maar dit houdt risico's op vermisting in. Bij het experimenteren met dergelijke maatregelen is een nauwkeurige opvolging noodzakelijk. Nederland heeft al enige ervaring met het bekalken van infiltratiegebieden rond vennen. Deze maatregel heeft geleid tot

de opheffing van de verzuring van de bovenste bodemlagen van de infiltratiezones en tot buffering van het venwater. De maatregel heeft een positief effect op de ontwikkeling van zeldzame heidevegetaties en van bedreigde oeverkruid- en waterlobeliavegetaties [58, 57, 59]. Resultaten van een langdurige wetenschappelijke opvolging van dergelijke maatregelen zijn nog niet voorhanden. Ook toevoer van gebiedsvreemd water kan bufferend werken [47, 46].

3 Kennis

Verzurende stoffen kunnen worden opgevolgd in de lucht, het water en de bodem. De opvolging gebeurt bij voorkeur tegelijk met die van verzuringsgevoelige soorten (zie <http://www.nara.be/>, monitoring):

- Het depositiemeetnet verzuring (VMM) volgt de zuurdeposities op 10 meetpunten in Vlaanderen. De eerste resultaten zijn bekend, maar nog te beperkt om te rapporteren. Deze metingen van achtergrondsdeposities zullen worden aangevuld met een aantal gebiedsgerichte metingen. Ook binnen de intensieve monitoring van bossen worden atmosferische deposities gevolgd, maar met een minder accurate methode (zie punt 1.1).
- De ecologische kwaliteit van verzuringsgevoelige stilstaande wateren wordt in beperkte mate door het Instituut voor Natuurbehoud onderzocht en de monitoring ervan is in voorbereiding.
- Over de monitoring van de bodemkwaliteit in natuurgebieden loopt een pilootproject [298]. De bodemkwaliteit van bossen is tijdens de bosinventarisatie onderzocht - resultaten zijn nog niet beschikbaar - en wordt gestandaardiseerd opgevolgd in de vijf meetpunten van de intensieve monitoring van bossen.

De evaluatie van de staat van verzuring vergt het volgende referentiekader:

- Kwantitatieve gegevens over de kwetsbaarheid van natuurtypen (grens- en streefwaarden) maken het mogelijk de het verschil tussen de reële en de gewenste toestand te evalueren. Enkele studies over terrestrische ecosystemen geven hier toe een aanzet [151, 126, 240]. Dit is ook het geval voor aquatische ecosystemen [41]. De indicatoren kunnen betrekking hebben op bodem, bodemwater, grondwater of oppervlaktewater.
- Naarmate de zuurdeposities dalen, zal een verfijning van de kritische lastenmethodiek nodig zijn.

Praktijkgericht onderzoek naar effectgerichte maatregelen is essentieel (zie punt 2.3).



Lectoren

Carole Ampe - RUG, Vakgroep Geologie en Bodemkunde

Johan Brouwers - Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA

Geert De Blust – Instituut voor Natuurbehoud

Luc Goeteyn - MiNa-Raad

Steven Lauwereins - AMINAL, afdeling Algemeen Milieu-
en Natuurbeleid

Johan Neiryck - Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer

Philip Van Avermaet - Vlaamse Milieumaatschappij

Dirk Van Gijsegem – ALT, Vlaamse Onderzoekseenheid
voor Land- en Tuinbouweconomie

Steven Vanholme - Natuurpunt

