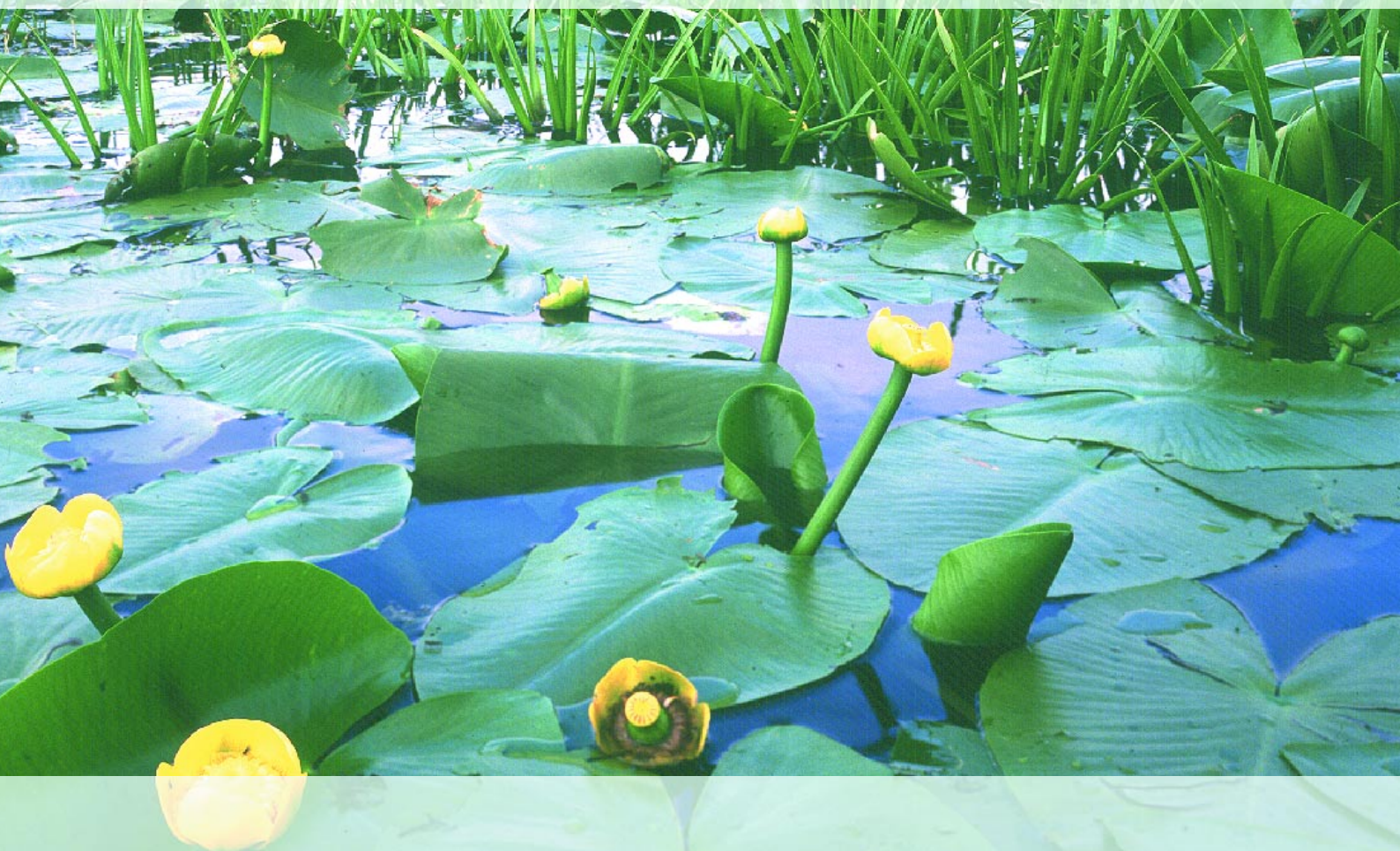


# Historische pH en stikstofbeschikbaarheden in bossen en natuurterreinen

J. Kros & J.P. Mol



Alterra-rapport 217, ISSN 1566-7197

Reeks milieuplanbureau 14

Historische pH en stikstofbeschikbaarheden in bossen en natuurterreinen



# **Historische pH en stikstofbeschikbaarheden in bossen en natuurterreinen**

**J. Kros  
J.P. Mol-Dijkstra**

**Alterra-rapport 217  
Reeks Milieuplanbureau 14**

**Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2001**

## REFERAAT

Kros, J. en J.P. Mol-Dijkstra, 2001. *Historische pH en stikstofbeschikbaarheden in bossen en natuurterreinen*. Wageningen, Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 217/Reeks Milieuplanbureau 14. 29 blz. 5 fig.; 1 tab.; 6 ref.

Op landelijke schaal is de zuurgraad en stikstofbeschikbaarheid in bossen en natuurterreinen berekend voor de jaren 1950 en 1980. Hiertoe zijn op landelijke schaal modelberekeningen uitgevoerd met het model SMART2 met gebruikmaking van historische depositie beelden. De gemodelleerde pH waarden zijn gevalideerd aan de hand van een beperkte set met historische metingen voor de jaren 1950, 1980 en 1990. De modelresultaten laten zien dat er tussen 1950 en 1980 er een pH-daling is opgetreden. Deze pH-daling is echter niet groot. Landelijk gemiddeld gaat om een daling variërend van 0,2 pH eenheid (laag 0-30 cm) tot 0,3 pH eenheid (laag 0-60 cm). De gemodelleerde mediane stikstofbeschikbaarheid neemt in de periode 1950-1980 toe van 5 kmol<sub>c</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> tot 7 kmol<sub>c</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

Trefwoorden: bodemverzuring, modellering, scenarioanalyse, milieuverkenning

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door NLG 32,00 over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 217. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2001 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,  
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.  
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra is de fusie tussen het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en het Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC). De fusie is ingegaan op 1 januari 2000.

## Inhoud

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Woord vooraf                                                             | 7  |
| Samenvatting                                                             | 9  |
| 1 Inleiding                                                              | 11 |
| 2 Materiaal en methode                                                   | 13 |
| 2.1 Het gebruikte model                                                  | 13 |
| 2.2 Historische depositie scenario's                                     | 14 |
| 2.3 Validatiedata                                                        | 15 |
| 3 Resultaten                                                             | 17 |
| 3.1 Historische pH en N beschikbaarheid                                  | 17 |
| 3.2 Validatie                                                            | 20 |
| 4 Conclusies                                                             | 23 |
| Referenties                                                              | 25 |
| Aanhangsel 1 Lijst van verschenen rapporten in de Reeks Milieuplanbureau | 27 |



## Woord vooraf

In het kader van de Wet Milieubeheer berust de Milieuplanbureau-functie bij het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Een belangrijke activiteit van het Milieuplanbureau bestaat uit het uitbrengen van de Milieubalans (jaarlijks) en de Milieuverkenningen (éénmaal per 4 jaar). Wageningen Universiteit en Research Centrum stelt haar bijdragen ter beschikking van de Milieuplanbureau-functie in de vorm van:

- analyses op deelterreinen van het milieubeleid voor het landelijk gebied;
- het ontwikkelen van nieuwe of het verbeteren van bestaande modellen en gegevensbestanden voor het landelijk gebied;
- het op niveau houden van de Wageningen Universiteit en Research Centrum-expertise en de kwaliteitsborging ervan.

Aan deze samenwerking tussen het RIVM en Wageningen Universiteit en Research Center is vorm gegeven door het afsluiten van een Convenant in 1996 en de oprichting van het DLO-programma 'Kennisontwikkeling voor de Milieuplanbureau-functie'. Binnen dit programma vindt, vanuit de kennisbehoefte op landelijk en regionaal niveau, verdere kennisontwikkeling en -operationalisering plaats voor de Milieuplanbureau-functie en milieubeleidsvraagstukken van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Het onderzoek binnen dit programma wordt deels meegefinancierd door het RIVM.

Dit rapport bevat onderzoek dat is uitgevoerd ten behoeve van de Milieuverkenning 5 (MV5). Een centraal thema in de Milieuverkenning 5 (MV5) is het vaststellen van de referentie-kwaliteit van de natuur. Als referentie jaar is 1950 gekozen. Nutriëntenbeschikbaarheid en zuurgraad zijn cruciale factoren als het gaat om het vaststellen van de abiotische milieukwaliteit van terrestrische ecosystemen. Voor een overzicht van het landelijk beeld van de historische pH en stikstofbeschikbaarheid zijn modelberekeningen uitgevoerd door Alterra met gebruikmaking van historische depositie verlopen. De historische depositiegegevens werden vanuit het RIVM aangeleverd door Hans Eerens en Harald Vissenberg (RIVM/LLO).

Dr. A.N. van der Zande  
Voorzitter stuurgroep  
DLO-programma 'Kennis-ontwikkeling voor de NBP-functie'





## Samenvatting

Dit project beoogt het op landelijke schaal vaststellen van de zuurgraad en stikstofbeschikbaarheid in bossen en natuurterreinen omstreeks het jaar 1950 en in het jaar 1980. Hiertoe zijn op landelijke schaal modelberekeningen uitgevoerd met het model SMART2 met gebruikmaking van historische depositie beelden. De gemodelleerde pH waarden zijn gevalideerd aan de hand van een beperkte set met historische metingen voor de jaren 1950, 1980 en 1990. De modelresultaten laten zien dat er tussen 1950 en 1980 er een pH-daling is opgetreden. Deze pH-daling is echter niet groot. Landelijk gemiddeld gaat om een daling variërend van 0,2 pH eenheid (laag 0-30 cm) tot 0,3 pH eenheid (laag 0-60 cm). De gemodelleerde mediane stikstofbeschikbaarheid neemt in de periode 1950-1980 toe van  $5 \text{ kmol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  tot  $7 \text{ kmol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . De gemodelleerde pH komen redelijk tot goed overeen met de gemeten waarden. De waarden voor de bovengrond in het jaar 1950 laten geen significante ( $p > 0,05$ ) verschillen zien ten opzichte van de metingen. Voor de latere tijdstippen (1980 en 1990) en diepere lagen, is er weliswaar sprake van een significant ( $p < 0,05$ ) verschil, maar het betreft hier slechts geringe afwijking variërend van 0,1 tot 0,3 pH.



# 1 Inleiding

Het kabinet is van plan om in januari 2001 een milieubeleidsplan uit te brengen (NMP4) en wil het beleid herijken op basis van een analyse van de stand van zaken bezien over een periode van 30 jaar terug en 30 jaar vooruit. Als referentiejaar is 1950 gekozen. De minister van VROM heeft het RIVM daarom opdracht gegeven om bij de milieuverkenning 5 (MV5) niet alleen aandacht te schenken aan de ontwikkelingen in de komende periode van 30 jaar bij ongewijzigd beleid. De toekomstige ontwikkelingen dienen in een historisch perspectief te worden geplaatst, d.w.z. 30 jaar terug kijken.

Dit rapport geeft een korte beschrijving van de ruimtelijk beelden van de historische pH en stikstofbeschikbaarheid in natuurgebieden, welke met behulp van het model SMART2 zijn gegenereerd. Deze resultaten zullen door het RIVM verder worden verwerkt bij het opstellen van de MV5. De hiervoor benodigde historische depositie is aangeleverd door het RIVM.

In hoofdstuk 2 worden het model en de depositiescenario's beschreven en welke data zijn gebruikt voor de validatie. De resultaten worden beschreven in hoofdstuk 3 en tenslotte volgen de conclusies in hoofdstuk 4.



## 2 Materiaal en methode

### 2.1 Het gebruikte model

Voor het uitvoeren van de berekeningen is uitgegaan van het model SMART2. Hiervoor is gebruik gemaakt van de SMART2 versie (versie 2.0; inclusief bijbehorende databestanden) zoals die ook voor de Milieuverkenning 4 en Natuurverkenning 1 is gebruikt (zie Kros, 1998). Er zijn echter enige wijzigingen doorgevoerd:

- er heeft, zoals gebruikelijk bij voorgaande toepassingen, geen aggregatie plaatsgevonden naar een  $1 \times 1 \text{ km}^2$  grid uitgevoerd. De berekeningen zijn zowel uitgevoerd als gepresenteerd op basis van een  $250 \times 250 \text{ m}^2$  grid. Hiertoe is de hydrologische modelinvoer (LGM uitvoer voor een  $250 \times 250 \text{ m}^2$  grid) 1 op 1 gekoppeld aan de bodem, vegetatie en GT combinaties (alle drie eveneens beschikbaar op een  $250 \times 250 \text{ m}^2$  basis).
- er is gerekend met de constante groeioptie. Dit is gedaan omdat anders de veranderingen in stikstofbeschikbaarheid volledig zouden zijn overschaduw door de toename in stikstofbeschikbaarheid als gevolg van vegetatieontwikkeling (zie Kros, 1998).
- de initiële basenverzadiging is voor alle bodemtypen op 90% gezet. Deze aanname is gebaseerd op de huidige basenverzadiging in landbouwgronden (Bodemkundig informatiesysteem, Alterra). Voor zandgronden is dit weliswaar aan de hoge kant, deze waarden liggen rond de 70%, maar gedurende de initialisatie periode 1900-1950 wordt dit artefact ‘rechtgetrokken’.

Uitvoering van de berekeningen

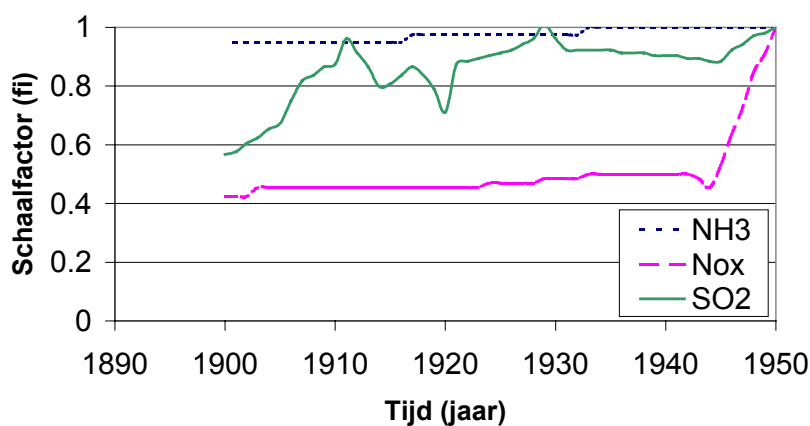
- de berekeningen zijn uitgevoerd voor de periode 1900-1990
- de uitvoer is bewaard voor de jaren 1950, 1980 en 1990
- de modeluitvoer betreft zuurgraad (pH) en de stikstof(N)beschikbaarheid. Waarbij de stikstofbeschikbaarheid gedefinieerd is als de som van N in doorval en N-mineralisatie
- berekeningen voor de pH zijn uitgevoerd op twee diepten: 0-30 en 0-60 cm
- bij de berekeningen voor de laag 0-30 is er van uitgegaan dat de volledige N cyclus zich in deze laag voltrekt (de modelparameter  $f_{Nz}$  is hiertoe voor N op 1). Dit is noodzakelijk om de resultaten voor de laag 0-30 cm direct met die van de laag 0-60 te kunnen vergelijken (zie Kros, 1998).
- berekeningen voor de N-beschikbaarheid zijn uitgevoerd voor één laagdikte, zijnde de dikte van de wortelzone (zie Kros, 1998). Omdat de N-beschikbaarheid gedefinieerd is als de som van de totale bruto N-mineralisatie en N-doorval, heeft het alleen zin om deze voor de gehele wortelzone vast te stellen
- de modelberekeningen zijn alleen voor die  $250 \times 250 \text{ m}^2$  gridcellen uitgevoerd waar volgens de SMART-vegetatiekaart bos of natuur aanwezig is.

## 2.2 Historische depositie scenario's

De benodigde depositiebestanden en terugschaalfactoren zijn door het RIVM gegenereerd en aangeleverd (Eerens en Van Dam, 2000). Voor de historische depositie is voor de periode 1980-1990 gebruik gemaakt van een ruimtelijk bestand met de totale  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_x$  en  $\text{SO}_y$  depositie met een resolutie van  $5 \times 5 \text{ km}^2$ . Deze depositiebestanden zijn gebaseerd op historische emissiekaarten voor de jaren 1980-1990. De berekeningen zijn uitgevoerd met het model SIGMA versie 1.0 op basis van het OPS-model versie opsexp8e (Vissenberg et al., in prep.). De aldus verkregen resultaten bevat alleen het antropogene deel van de depositie. Om te komen tot de totale depositie is generiek (voor alle cellen gelijk) de natuurlijke achtergronddepositie bij het antropogene deel opgeteld. Voor  $\text{NH}_3$  betreft dit  $97 \text{ mol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , voor  $\text{NO}_x$   $71 \text{ mol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  en voor  $\text{SO}_y$   $130 \text{ mol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . Betreffende bestanden zijn door het RIVM aangeleverd in de vorm van gridascii bestanden voor de jaren 1950, 1955, 1960, ... , 1990. Voor de berekeningen met SMART2 is, ter besparing van opslagcapaciteit en verwerkingstijd, gebruik gemaakt van de depositie voor de jaren 1950, 1960, 1970, 1980 en 1990. De tussenliggende zijn vervolgens lineair geïnterpoleerd.

Voor de periode 1900-1950 is gebruik gemaakt van jaarlijkse generieke emissiegerelateerde terugschaalfactoren. Deze component afhankelijke terugschaalfactoren ( $f_{i,t}$ , met  $i = \text{NH}_3, \text{NO}_x, \text{SO}_y$  en  $t = 1900, 1901, \dots, 1949$ ) zijn gebruikt om per  $5 \times 5 \text{ km}^2$  gridcel de depositie voor het betreffende jaar te bepalen:

$$Dep_{i,t} = Dep_{i,1950} \cdot f_{i,t} \quad (1)$$



Figuur 1 Emissie schaal factoren gebaseerd op Europese emissies

## 2.3 Validatiedata

De modelvalidatie is zowel voor 1950 als voor 1980 en 1990 uitgevoerd. Er is gekozen om de validatie op verschillende tijdstippen uit te voeren, omdat het hier een dynamisch aspect betreft. Naast het correct modelleren een juiste waarde op een bepaald tijdstip, is een correcte modellering van een verandering minstens zo belangrijk.

Ter validatie zijn historische pH metingen uit de literatuur gebruikt voor kalkarme zandgronden (Daemen, 1984) en de bij Alterra voorhanden zijnde bodemmetingen in bossen, uitgevoerd in de periode 1990-1995. De literatuurgegevens zijn omgezet in een hanteerbaar digitaal bestand en gekoppeld aan geografische coördinaten.

### ***Data 1950 en 1980***

De validatiedata voor 1950 en 1980 zijn afkomstig van Daemen (1984). Het betreft hier pH metingen aan bodemmonsters die in de periode 1953-1958 zijn bemonsterd op 22 punten verdeeld over 15 bosopstanden. In 1980 heeft er op deze punten een herbemonstering plaatsgevonden en zijn van zowel de '1950' als van de 1980 monsters de pH-KCl bepaald.

### ***Data 1990***

Voor de data van 1990 is gebruik gemaakt van een dataset verzameld in 150 boslocaties op kalkloze zandgronden (opname voorjaar 1990; De Vries en Leeters, 1998). Hierbij is de pH in 2 lagen: 0-30 cm en 60-100 cm. Voor de laag 0-30 cm betrof het een pH-KCl meting (dus identiek met Daemen, 1984), terwijl voor de laag 60-100 cm de pH in het middels centrifugeren onttrokken bodemvocht is bepaald.

Om de pH-KCl metingen met de modeluitkomsten te kunnen vergelijken zijn deze met behulp van de relatie (zie Kros, 1998):

$$pH_{\text{bodemvocht}} = \alpha_{\text{ex}} pH(\text{KCl}) + \beta_{\text{ex}} \quad (2)$$

omgerekend naar de pH in bodemvocht.

Voorts zijn de data laagdikte gewogen gemiddeld voor de lagen 0-30, 0-60 en 0-100 cm.

### ***Modeluitkomsten 1950, 1980 en 1990***

De voor de validatie gebruikte modeluitkomsten betreffen de met SMART2 berekende pH's in het bodemvocht van kalkarme zandgronden onder bos. Deze is berekend voor lagen 0-30, 0-60 en 0-100 cm. Voor de validatie zijn alleen die modelresultaten gebruikt welke voorkomen in die 5×5 km<sup>2</sup> gridcellen waarin ook waarnemingen voorkomen. Er is voor een 5×5 km<sup>2</sup> gridcel gekozen omdat dit de ruimtelijke resolutie van de depositie betreft. Modelrealisaties in een en dezelfde 5×5 km<sup>2</sup> gridcel hebben gelijke depositie als input.





## 3 Resultaten

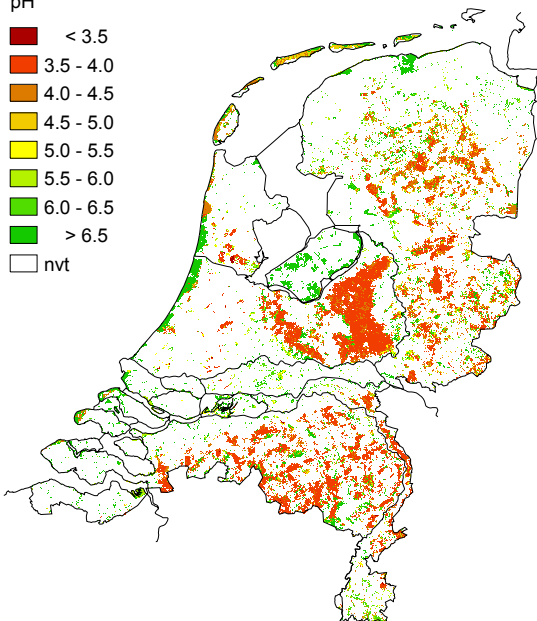
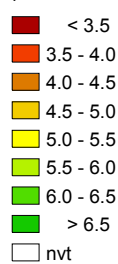
### 3.1 Historische pH en N beschikbaarheid

Met de ingebouwde historische depositie zijn modelberekeningen uitgevoerd voor het vaststellen van de historische pH en N beschikbaarheid. De resultaten zijn verwerkt tot kaartbeelden en cumulatieve frequentie diagrammen. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de periode 1900-1990. Voor de pH zijn twee laagdiktes: 0-30 cm en 0-60 cm doorgerekend en voor de N-beschikbaarheid een, de dikte van de wortelzone. Deze laatste varieert van 20 cm tot 100 cm, afhankelijk van de bodem/GT/vegetatie combinatie (zie Kros et al., 1995).

In de figuren 2 en 3 zijn de ruimtelijke beelden van de pH en N beschikbaarheid voor de laag 0-30 cm in 1950 en in 1980 weergegeven. In figuur 4 is het ruimtelijk beeld voor de pH in 1950 en 1980 samengevat in de vorm van een cumulatieve frequentie diagram, zowel voor de bovengrond (0-30 cm) als voor de gehele wortelzone (0-60 cm). Het cumulatieve frequentie diagram voor de N-beschikbaarheid is weergegeven in figuur 5. In tegenstelling tot de pH is de N-beschikbaarheid alleen voor de gehele wortelzone berekend.

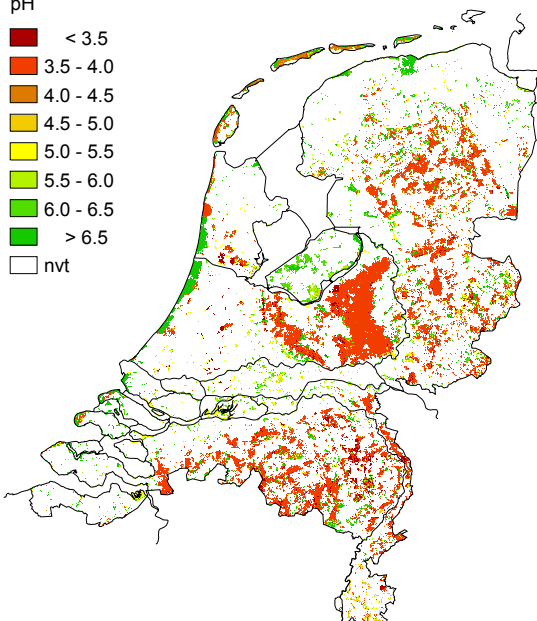
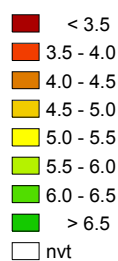
pH 0-30 cm 1950

pH



pH 0-30 cm 1980

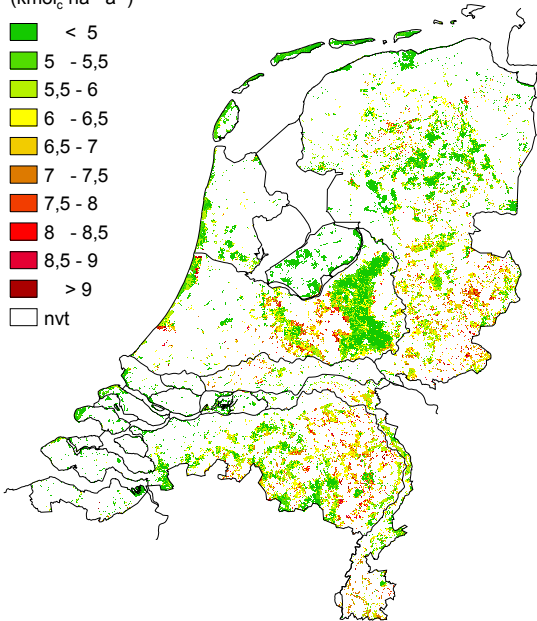
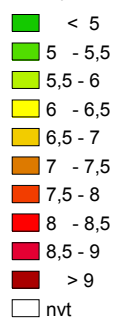
pH



*Figuur 2 Ruimtelijk beeld berekende pH in 1950 (boven) en 1980 (onder) in de bodemlaag 0-30 cm*

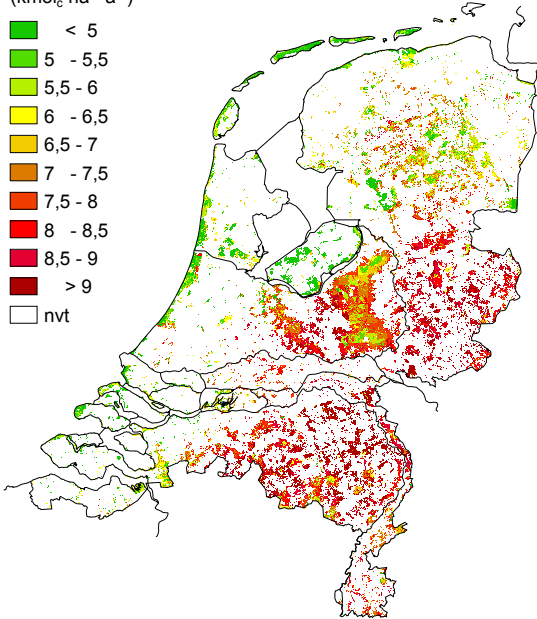
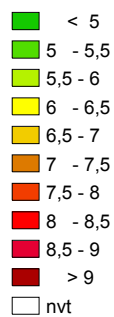
#### N beschikbaarheid 1950

( $\text{kmol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ )

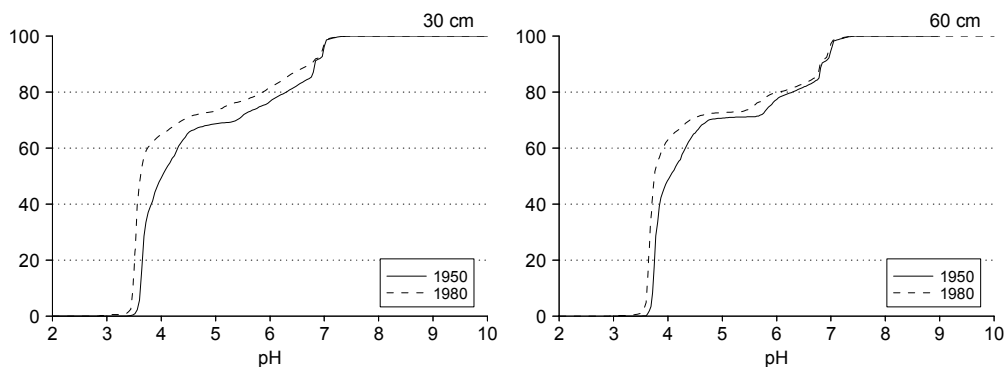


#### N beschikbaarheid 1980

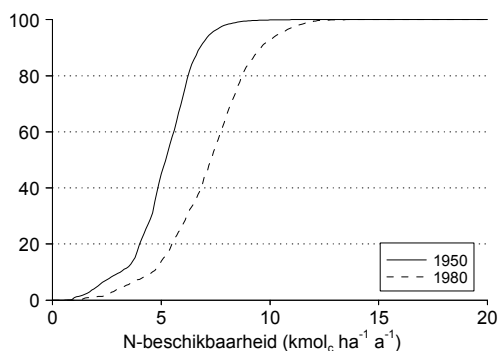
( $\text{kmol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ )



*Figuur 3 Ruimtelijk beeld berekende N beschikbaarheid in 1950 (boven) en 1980 (onder) in de wortelzone*



Figuur 4 Cumulatieve frequentieverdelingen van de berekende pH in 1950 en 1980 in de bovengrond (0-30 cm, links) en ondergrond (0-60 cm, rechts)



Figuur 5 Cumulatieve frequentieverdeling van de berekende N beschikbaarheid in 1950 en 1980 in de wortelzone

### 3.2 Validatie

In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van een vergelijking tussen metingen en corresponderende modeluitkomsten.

Tabel 1 Vergelijking van historische pH metingen in kalkarme zandgronden met corresponderende modelresultaten (x: gemiddelde,  $\sigma$ : standaard afwijking, p: overschrijdingskans t-toets voor gemiddelde van 2 populaties met ongelijke omvang)

| Diepte<br>(cm) | 1950                 |                      |        | 1980                 |                      |        | 1990                 |                      |        |
|----------------|----------------------|----------------------|--------|----------------------|----------------------|--------|----------------------|----------------------|--------|
|                | Model <sup>1)</sup>  | Data <sup>2)</sup>   | Sign.  | Model <sup>1)</sup>  | Data <sup>2)</sup>   | Sign.  | Model <sup>1)</sup>  | Data <sup>3)</sup>   | Sign.  |
|                | $\bar{x} \pm \sigma$ | $\bar{x} \pm \sigma$ | p      | $\bar{x} \pm \sigma$ | $\bar{x} \pm \sigma$ | p      | $\bar{x} \pm \sigma$ | $\bar{x} \pm \sigma$ | p      |
| 0-30           | 4,10 $\pm$ 0,75      | 4,02 $\pm$ 0,44      | 0,6    | 3,78 $\pm$ 0,61      | 3,85 $\pm$ 0,36      | <0,005 | 3,85 $\pm$ 0,65      | 3,70 $\pm$ 0,56      | < 0,05 |
| 0-60           | 4,07 $\pm$ 0,72      | 4,36 $\pm$ 0,36      | <0,005 | 3,88 $\pm$ 0,63      | 4,17 $\pm$ 0,27      | <0,005 | 3,93 $\pm$ 0,67      | -                    |        |
| 0-100          | 4,21 $\pm$ 0,71      | -                    |        | 3,97 $\pm$ 0,63      | -                    |        | 4,02 $\pm$ 0,66      | 3,89 $\pm$ 0,56      | < 0,05 |

<sup>1)</sup> Het betreft hier een selectie van die modelrealisaties welke voorkomen in de 5 $\times$ 5 km<sup>2</sup> gridcellen (=ruimtelijke eenheid met constante depositie) waarin ook waarnemingen voorkomen; N = 9442

<sup>2)</sup> Data van Daemen (1984); N = 14

<sup>3)</sup> Data van De Vries en Leeters (1998); N=139

Uit Tabel 1 blijkt dat op grond van de data de pH-daling in toplaag (0-30) ca. 0,3 pH eenheid bedraagt (van 4,0 naar 3,7) over een periode van 40 jaar. De gemodelleerde pH-daling bedraagt in dezelfde periode ca. 0,2 pH eenheid (van 4,1 naar 3,9). Voor de ondergrond (0-60) bedraagt de pH-daling in de periode 1950 – 1980 voor zowel de data als het model ca. 0,2 pH eenheid (data: van 4,4 naar 4,2, model: 4,1 naar 3,9)

De gemodelleerde pH-daling komt goed overeen met de gemeten pH-daling. Voor de periode 1950-1980 blijkt dat de gemodelleerde pH in het algemeen wat lager ligt dan (oplopend tot 0,3 pH eenheid voor de laag 0-60 in 1950) dan de gemeten waarden. Voor 1990 daarentegen is het omgekeerde het geval. Hierbij speelt mogelijk het feit dat het twee verschillende datasets betreft, met ieder een verschillende manier van pH meting (pH-KCl versus pH in bodemvocht). Verder is het belangrijk te realiseren dat de dataset van Daemen (1984) slechts 14 waarnemingen bevat en die van De Vries en Leeters (1998) 139, terwijl het modelresultaat een gemiddelde betreft van 9442 waarnemingen. Desondanks vertonen juist de data van Daemen de kleinste standaardafwijking. De verschillen zijn ook statistisch getoetst met een t-test voor gemiddelden voor 2 populaties met ongelijke omvang. Hieruit blijkt dat de gemodelleerde pH alleen voor de laag 0-30 cm voor het jaar 1950 niet significant ( $p > 0,05$ ) verschilt van de metingen. Voor de overige tijdstippen en twee laagdiktes is er echter wel sprake van een significant verschil, maar dit verschil is echter vrij klein, variërend van 0,1 tot 0,3 pH.

In het algemeen kan gesteld worden dat zowel de gemodelleerde als de gemeten pH-daling gedurende de periode 1950-1990 gering te noemen is. Zowel de gemodelleerde als de gemeten pH-daling voor de toplaag (0-30 cm) is groter dan de daling in dikkere lagen (0-60 en 0-100 cm). Dit is overeenkomstig de verwachting omdat de zuurbuffering in een dikkere laag groter is.



## 4 Conclusies

Uit dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Tussen 1950 en 1980 is er sprake van een pH-daling, deze pH-daling is echter niet groot. De ruimtelijke verschillen zijn echter groot. Zo is er in klei en löss gronden sprake van een beduidend grotere pH-daling dan in kalkarme zandgronden.
- De berekende pH-daling komt goed overeen met gemeten waarden
- De gemodelleerde pH waarden voor 1950 worden voor een laagdikte van 0-60 cm mogelijk iets onderschat, terwijl de modeluitkomsten voor 1990 een geringe overschatting laat zien.
- De waarden voor de bovengrond in het jaar 1950 laten geen significante ( $p > 0,05$ ) verschillen zien ten opzichte van de metingen. Voor de latere tijdstippen (1980 en 1990) en diepere lagen, is er weliswaar sprake van een significant ( $p < 0,05$ ) verschil, maar het betreft hier slechts geringe afwijking variërend van 0,1 tot 0,3 pH.
- De N beschikbaarheid neemt in de periode 1950-1980 duidelijk toe; mediane N beschikbaarheid in 1950 bedraagt ca.  $5 \text{ kmol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  en in 1980 ca.  $7 \text{ kmol}_c \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$





## Referenties

- Daemen, F. (1984). De invloed van “zure regen” op de pH van enkele natuurgronden in Nederland. Stageverslag, Stiboka, Wageningen.
- Eerens, H.C., J.D. van Dam (eds) (2000) Grootschalige luchtverontreiniging en depositie in de nationale milieuverkenning, RIVM, rapportnr 408129016.
- Kros, J., Reinds, G.J., De Vries, W., Latour, J.B. and Bollen, M.J.S. (1995) Modelling of soil acidity and nitrogen availability in natural ecosystems in response to changes in acid deposition and hydrology, Wageningen, SC-DLO Report 95, 90 pp.
- Kros, J. (1998) Verbetering, verfijning en toepassing van het model SMART2 – De modellering van de effecten van verzuring, vermesting en verdroging voor bossen en natuurterreinen ten behoeve van de Milieubalans, Milieuverkenning en Natuurverkenning, SC-DLO MBP rapport 3.
- Vissenberg, H.A., H.J.Th.M. Bloemen, H.C. Eerens, W.L.M. Smeets en L.J. Brandes (in prep) SIGMA, a post processor for air quality assessments, RIVM report 650010 xxx
- Vries, W. de en E.E.J.M. Leeters (1998) Effects of acid deposition on 150 forest stands in the Netherlands - chemical composition of the humus layer, mineral soil and soil solution. SC-DLO Report 69.1.



## Aanhangsel 1      Lijst van verschenen rapporten in de Reeks Milieuplanbureau

*De in de lijst vermelde rapporten zijn verkrijgbaar bij het uitgevende instituut*

- 1 Kruijne, R. en R.C.M. Merkelbach, 1977. Ontwikkeling van het prototype instrumentarium PEGASUS. Pesticide Emission to Groundwater And Surface WaterS. DLO-Staring Centrum, Wageningen (f 25,-).
- 2 Smit, A.A.M.F.R., F. van den Berg en M. Leistra, 1997. Estimation method for the volatilization of pesticides from fallow soil. DLO-Staring Centrum, Wageningen (f 25,-).
- 3 Kros, J., 1998 De modellering van de effecten van verzuring, vermesting en verdroging voor bossen en natuurterreinen ten behoeve van de milieubalans, milieuverkenning en natuurverkenning. DLO-Staring Centrum, Wageningen (f 25,-).
- 4 Smit, A.A.M.F.R. M. Leistra en F. van den Berg, 1998. Estimation method for the volatilization of pesticides from plants. DLO-Staring Centrum, Wageningen (f 25,-).
- 5 Leistra, M., 1998. Extent of photochemical transformation of pesticides on soil and plant surfaces. DLO-Staring Centrum, Wageningen (f 25,-).
- 6 Steenvoorden, J.H.A.M., W.J. Bruins, M.M. van Eerdt, M.W. Hoogeveen, N. Hoogervorst, J.F.M. Huijsmans, H. Leneman, H.G. van der Meer, G.J. Monteny en F.J. de Ruijter, 1999. Monitoring van nationale ammoniakemissies uit de landbouw, op weg naar een verbeterde rekenmethodiek. Dlo Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands, (f 25,-).
- 7 Leneman, H., J.P.P.J. Welten en B.W. Zaalmink, 1999. Milieukosten gewasbescherming voor de land- en tuinbouw. Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag (f 22,-).
- 9 Massop, H.Th.L., P.J.T. van Bakel, W.J. de Lange, A. van der Giessen, M.J.H. Pastoors en J. Huygen, 2000. Hydrologie voor Stone; Schematische en Parametrisatie. Alterra, Wageningen (f 67,50).
- 10 Steenvoorden, J.H.A.M., J.J. Neeteson, J.G.A.M. Noij, C. van Bruchem en G.J. Monteny, 1999. Een doorkijk van het Nationaal Milieubeleidsplan 3 op het LNV-werkterrein. DLO-Staring Centrum, Wageningen (f 35,-).
- 11 Hoogeveen, M.W., 2000. Graslandgebruikssystemen in Nederland. Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag.
- R.A. Smidt, M.F.R. Smit, F. van den Berg, J. Denneboom, J.C. van de Zande, H.J. Holterman en J.F.M. Huijsmans., 2000. Beschrijving van de emissie van bestrijdingsmiddelen naar de lucht bij bespuiting van bodem of gewas in ISBEST 3.0. (f 40,-).
- 13 Velthof, G.L. en O. Oenema Regionaal nutriëntenmanagement; een verkenning van perspectieven en beperkingen (f 43,-)
- 14 Kros, J. en J.P. Mol, Historische pH en stikstofbeschikbaarheden in bossen en natuurterreinen (f 32,-)

