

32/446 (280) 2<sup>e</sup> ex

BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW

**De chemische samenstelling van bodem en bodemvocht van  
duingronden in de provincie Zuid-Holland**

**W. de Vries**

**Rapport 280**

**DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1993**



16 DEC. 1993

18n 588 032

## REFERAAT

De Vries, W., 1993. *De chemische samenstelling van bodem en bodemvocht van duingronden in de provincie Zuid-Holland*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 280; 32 blz.; 3 fig.; 13 tab.; 11 ref.; 3 aanh.

Gegevens over de bodem- en bodemvochtsamenstelling van drie minerale lagen (0-10 cm-mv. 10-30 cm-mv. en 30-60 cm-mv.) in vier kalkhoudende en drie kalkloze duinlocaties in de provincie Zuid-Holland wijzen erop dat (1) in de kalkhoudende locaties in de komende decennia geen pH-verandering is te verwachten, (2) in de kalkloze locaties een duidelijke verandering in basenvoorraad (en pH) is te verwachten, hoewel de basenbezetting relatief hoog is (lage CEC), en (3) de Al-concentratie in ontkalkte zure duingronden (pH < 4,5) veel lager is dan in zure bosgronden terwijl de Ca-concentratie hoger is. Hierdoor is de chemische samenstelling van zure duingronden gunstiger voor de soortensamenstelling van de vegetatie, dan die van zure bosgronden.

Trefwoorden: duingronden, kalk, kationuitwisselcapaciteit, basenbezetting, zuurgraad, aluminium, verzuring

ISSN 0927-4499

©1993 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)  
Postbus 125, 6700 AC Wageningen.  
Tel.: 08370-74200; telefax: 08370-24812; telex: 75230 VISI-NL.

DLO-Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu (IOB), de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw 'De Dorschkamp' (LB), en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

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

Project 7302

[Lie/10-93]

INHOUD	Blz.
WOORD VOORAF	7
SAMENVATTING	9
1 INLEIDING	11
2 MATERIALEN EN METHODEN	13
2.1 Locaties	13
2.2 Bemonstering en analyses	13
3 RESULTATEN	15
3.1 Bodemsamenstelling	15
3.2 Bodemvochtsamenstelling	17
4 CONCLUSIES	21
LITERATUUR	23
AANHANGSELS	
1 Bodemkenmerken van de zeven duinlocaties	25
2 De CEC en kationenbezetting van de zeven duinlocaties	27
3 De bodemvochtsamenstelling van de zeven duinlocaties	31
FIGUREN	
1 De relatie tussen de (voor verdunning) gecorrigeerde concentraties in verdunde grondmonsters en gemeten concentraties in onverdunde grondmonsters voor Ca en Na en voor Cl en SO <sub>4</sub>	18
2 Het zilverterbruik (de schijnbare CEC) van calciëet als functie van de ingewogen hoeveelheid calciëet	28
3 De relatie tussen de gecorrigeerde en berekende CEC van de 21 grondmonsters	29
TABELLEN	
1 Standplaatsgegevens van de zeven onderzochte duinlocaties	13
2 Berekende tijdsduur voor ontkalking van de vier kalkhoudende duinlocaties	15
3 Gemiddelde kationuitwisselcapaciteit en kationenbezetting van de zeven duinlocaties als functie van het pH-traject	16
4 Gemiddelde kationbezettingen van de drie kalkloze duinlocaties als functie van de diepte	16
5 De uitwisselbare basenvoorraad in de drie kalkloze duinlocaties	17
6 Gemiddelde concentraties van de belangrijkste ionen in het bodemvocht van de zeven duinlocaties als functie van het pH-traject	18
7 Gemiddelde concentraties van de belangrijkste ionen in het bodemvocht van de zeven duinlocaties als functie van de diepte	19

	Blz.
8 Gemiddelde relevante ionratio's in het bodemvocht van de zeven duinlocaties als functie van het pH-traject	19
9 Gemiddelde relevante ionratio's in het bodemvocht van de zeven duinlocaties als functie van de diepte	20
10 Bodemkenmerken van de zeven duinlocaties	
11 Het zilverterbruik (CEC) en de Ca-mobilisatie (Ca-bezetting) van puur calcië als functie van de ingewogen hoeveelheid	25
12 Gemeten, gecorrigeerde en berekende CEC-waarden voor de zeven duinlocaties	29
13 CEC en kationenbezetting van de zeven duinlocaties	30

## WOORD VOORAF

In dit rapport worden resultaten gegeven van de bodem- en bodemvochtsamenstelling van zeven duinlocaties in de provincie Zuid-Holland. Hierbij gaat het om parameters die een indruk geven van de gevoeligheid voor, en de mate van verzuring. Het onderzoek is uitgevoerd in de periode oktober 1992 tot april 1993 in opdracht van de 'Dienst Water en Milieu' van de provincie Zuid-Holland.

De bemonstering is verricht door de 'Dienst Water en Milieu'. Bodemparameters zoals het gehalte aan kalk, organische stof en klei zijn bepaald door TAUW Infraconsult te Deventer. De kationadsorptiecapaciteit en de kationenbezetting alsmede de chemische samenstelling van het bodemvocht zijn bepaald bij DLO Staring Centrum te Wageningen door W. Balkema en M.M.T. Meulenbrugge. Tevens heeft de bewerking van data (door J.C.H. Voogd) en de interpretatie en rapportage (door W. de Vries) hier plaatsgevonden.

## SAMENVATTING

In oktober 1992 zijn door de 'Dienst Water en Milieu' van de provincie Zuid-Holland mengmonsters genomen van drie minerale lagen, i.e. 0-10 cm-mv., 10-30 cm-mv. en 30-60 cm-mv., in zeven duinlocaties van deze provincie. In deze monsters zijn door TAUW Infraconsult de gehalten aan kalk, organische stof en klei bepaald. Door SC-DLO is de chemische samenstelling bepaald van het adsorptiecomplex (uitwisselbare kationen) en het bodemvocht (pH en de concentraties aan Al, Fe, Mn, Ca, Mg, K, Na, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> Cl en HCO<sub>3</sub>) dat via centrifugeren werd verkregen. Doel van dit onderzoek was het verkrijgen van inzicht in de gevoeligheid van de duinlocaties voor bodemverzuring (op basis van de chemische samenstelling van de vaste fase) en de mate waarin ze zijn verzuurd (op basis van de chemische bodemvochtsamenstelling).

De belangrijkste conclusies van dit onderzoek zijn:

1. Met uitzondering van de bovenste 10 cm van een duinvallei in Meijndel zijn de kalkgehalten van de kalkhoudende locaties zodanig dat in de komende decennia geen pH-verandering te verwachten is.
2. De kationenuitwisselcapaciteit van de onderzochte monsters is heel laag met uitzondering van de locatie op Oostvoorne (Mildenburg), als gevolg van de zeer lage gehalten aan organische stof en lutum. Wel is de basenbezetting van de kalkloze duinlocaties (zelfs van sterk verzuurde duinlocatie als Strandvlakte Meijndel) relatief hoog ten opzichte van zure bosgronden. Door de lage CEC blijven de uitwisselbare basenvoorraden echter laag, zodat in de komende decennia hierin duidelijke veranderingen te verwachten zijn.
3. De pH is sterk gecorreleerd met de concentraties aan Al, Ca en HCO<sub>3</sub>. Verder blijkt de Al-concentratie in het zure traject veel lager te zijn dan in zure bosgronden terwijl de Ca-concentratie veel hoger is. Dit wijst mogelijk op de bijdrage van schelpgruis aan de Ca-verwerking in ontkalkte duingronden. Hierdoor is de chemische samenstelling van verzuurde duingronden beduidend gunstiger voor de vegetatie dan in zure bosgronden. Zo zijn de Al-concentraties en Al/Ca ratio's vrijwel altijd beneden kritisch geachte ratio's voor de vegetatie. Deze conclusie kan echter beïnvloed zijn door het bemonsteringstijdstip wat invloed heeft op de concentraties in bodemvocht.

## 1 INLEIDING

In het kader van het 'Project Integratie Milieumetingen', van de 'Dienst Water en Milieu' van de provincie Zuid-Holland, wordt onderzoek verricht naar de milieukwaliteit in de compartimenten, lucht, bodem, vegetatie, grondwater en oppervlaktewater. Voor 1992 is gekozen om onderzoek te doen in het duingebied van de provincie.

Aan SC-DLO is in dit kader gevraagd onderzoek te verrichten naar parameters die een indicatie geven van de gevoeligheid voor, en de mate van verzuring in het compartiment bodem. Belangrijke bodemparameters in dit verband zijn de gehalten aan kalk, uitwisselbare kationen en oxalaatextraheerbaar aluminium en ijzer. Deze bepalen in hoge mate de buffercapaciteit van de grond. Daarnaast geeft de bodemvochtsamenstelling een goede indruk van huidige mate van verzuring. Belangrijke bodemvochtparameters in dit verband zijn de gehalten aan sulfaat en nitraat (antropogene verzuring) versus bicarbonaat (natuurlijke verzuring) en de pH- en aluminium-concentratie (hoog in zure gronden) versus de calcium-concentratie (hoog in basische gronden). Daarnaast geven de concentraties aan ammonium ( $\text{NH}_4$ ) en nitraat ( $\text{NO}_3$ ) een indruk van de mate van de N-aanrijking, waardoor eutrofiëring kan optreden. In dit kader is ook de fosfaat ( $\text{H}_2\text{PO}_4$ )-concentratie van belang die veelal afneemt bij lagere pH (geringere oplosbaarheid).

In dit rapport worden resultaten van bovengenoemde parameters gegeven op basis van metingen van de bodem en bodemvochtsamenstelling van zeven duingronden in Zuid-Holland, die daartoe zijn bemonsterd door de 'Dienst Water en Milieu'. Een soortgelijk onderzoek is door SC-DLO uitgevoerd in 48 locaties rond de kalkgrens bij Bergen in Noord-Holland. Hierover zal in een later stadium worden gerapporteerd.

## 2 MATERIALEN EN METHODEN

### 2.1 Locaties

Door de Dienst Water en Milieu van de Provincie Zuid-Holland zijn zeven locaties geselecteerd. Vier hiervan zijn gelegen op de binnenduinrand en betreffen deels ontkalkte duingronden in Noordwijk, Meijndel, Oostvoorne en Goeree. De overige drie locaties, die alle gelegen zijn te Meijndel, zijn kalkhoudend en vormen een traject loodrecht op de kust (zie tabel 1).

*Tabel 1 Standplaatsgegevens van de zeven onderzochte duinlocaties*

Locatie			Terreintype	Kalkrijkdom	Vegetatie
nr.	plaats	coördinaten			
1	De Zilk	96.375 / 479.350	Duinvlakte	kalkloos	zandzegge, duinriet
6	Meijndel	82.690 / 462.240	Duinvallei	kalkhoudend	gras
7	Meijndel	82.685 / 462.212	Duinhelling	kalkhoudend	gras
8	Meijndel	83.793 / 461.540	Duinvallei	kalkhoudend	gras
10	Meijndel	84.665 / 461.225	Strandvlakte	kalkloos	loofbos
14	Mildenburg <sup>1)</sup>	65.140 / 437.225	Standvlakte	kalkhoudend	loofbos
20	Westduinen <sup>2)</sup>	51.757 / 425.035	Poel	kalkloos	gras

<sup>1)</sup> op Oostvoorne

<sup>2)</sup> op Goerree-Overflakkee

### 2.2 Bemonstering en analyses

Op elke locatie zijn in het najaar van 1992 (oktober) mengmonsters genomen van drie minerale lagen, i.e. 0-10 cm-mv., 10-30 cm-mv. en 30-60 cm-mv., op basis van 20 steken. De kationuitwisselcapaciteit (CEC) en het gehalte aan de uitwisselbare kationen H, Al, Fe, Mn, Ca, Mg, K en Na is bepaald volgens de ongebufferde zilverthioureum (AgTu) methode (Pleysier and Juo, 1980). Bodemvocht is onttrokken middels een centrifugemethode. Om vocht te kunnen centrifugeren is aan elke kg grond 50 ml demi-water toegevoegd. Op basis van het gemeten gewichtsvochtgehalte is de hierdoor ontstane verdunning berekend (ca. 1,1 tot 2,3) waarmee de gemeten concentraties vervolgens zijn vermenigvuldigd. In het bodemvocht zijn de pH en de gehalten aan Al, Fe, Mn, Ca, Mg, K, Na bepaald met een atoomemissiespectrofotometer (ICP-AES) en die van NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> en Cl met een Flow Injection Analyser (FIA). HCO<sub>3</sub> is berekend op basis van het verschil tussen de kat- en anionen concentraties (alleen als pH > 4,5).



### 3 RESULTATEN

#### 3.1 Bodemsamenstelling

##### *Kalkgehalten*

Informatie over de kalkgehalten van de onderzochte locaties is gegeven in aanhangsel 1. In het algemeen varieert het kalkgehalte in de drie kalkhoudende locaties bij Meijendel tussen de 1 en 3% met uitzondering van een gehalte van 0,3% in de bovengrond (0-10 cm-mv.) van locatie 6 (zie aanhangsel 1). Dit wordt in de literatuur aangemerkt als een kritisch kalkgehalte, waarbij veelal geen sprake meer is van evenwicht, zodat een duidelijk merkbare pH-daling kan optreden (Klijn, 1981; Rozema et al., 1985). In de locatie bij Mildenburg liggen de waarden wat hoger (3-6%).

Een indruk van de tijdsduur die nodig is om de aanwezige hoeveelheid kalk op te lossen is gegeven in tabel 2.

**Tabel 2** *Berekende tijdsduur voor ontkalking van de vier kalkhoudende duinlocaties*

Diepte (cm)	Ontkalkingstijdsduur (jr) in locatie			
	6	7	8	14
0-10	10	85	30	65
10-30	115	195	110	230
30-60	280	280	215	475
0-60	405	560	355	770

De waarden in tabel 2 zijn berekend door de aanwezige kalkvoorraad (in  $\text{eq.m}^{-2}$ ) te delen door een gemiddelde ontkalkingssnelheid van  $1,0 \text{ eq.m}^{-2} \text{ jr}^{-1}$  (De Vries en Breeuwsma, 1986). De kalkvoorraad in elke laag is berekend door vermenigvuldiging van het kalkgehalte (1% kalk is  $0,2 \text{ eq.kg}^{-1}$ ) met de dichtheid ( $\text{kg.m}^{-3}$ ) en dikte (m) van de laag (zie aanhangsel 1).

Zoals uit tabel 2 blijkt zijn met uitzondering van de bovengrond (0-10 cm) van locatie 6 en in mindere mate van locatie 8 (beide in Meijendel), op relatief korte termijn nauwelijks pH-veranderingen in de kalkhoudende locaties te verwachten. Zo zal het in alle locaties naar verwachting nog minimaal 100 jaar duren alvorens een laag van 30 cm is ontkalkt.

##### *Kationuitwisselcapaciteit en kationenbezetting*

In tabel 13 van aanhangsel 2 is de CEC- en kationenbezetting van de 21 onderzochte monsters gegeven. De CEC- en Ca-bezetting van kalkrijke gronden is daarbij gecorrigeerd, omdat zilver in deze gronden ook Ca oplost uit calciet en vervolgens neerslaat als zilvecarbonaat.

De CEC is in het algemeen erg laag (zie tabel 3). De hoogste waarde voor kalkrijke gronden is niet zo zeer een gevolg van de hogere pH, maar omdat één kalkrijke locatie (14) tot op grote diepte zeer rijk is aan organisch koolstof en derhalve een hoge CEC heeft (zie tabel 13 van aanhangsel 2).

De kationenbezetting van de grondmonsters hangt sterk af van de pH (tabel 3). In kalkloze gronden komt relatief veel H, Al en Fe aan het adsorptiecomplex voor, terwijl kalkrijke gronden vrijwel uitsluitend met Ca zijn bezet. Wat opvalt is echter de relatief hoge basenbezetting in het zure pH-traject. In bosgronden is de basenbezetting in dit traject veelal lager dan 10% (Kleijn et al., 1989).

**Tabel 3** Gemiddelde kationuitwisselcapaciteit en kationenbezetting van de zeven duinlocaties als functie van het pH-traject

pH-traject	N	CEC (meq.kg <sup>-1</sup> )	Kationenbezetting (%)			
			H	Al	Fe <sup>1)</sup>	Basen
< 4,5	5	23	30	36	9	25
4,5-6,0	4	15	16	15	4	65
> 6,0	12	33	0	0	0	100

<sup>1)</sup> inclusief een zeer geringe hoeveelheid Mn

<sup>2)</sup> kalkrijke gronden. In deze gronden bestaat de basenbezetting grotendeels uit Ca (ca. 80%)

In kalkrijke gronden is de basen bezetting altijd 100%, onafhankelijk van de diepte (zie aanhangsel 2). In kalkloze gronden neemt de basenbezetting vooral toe beneden 30 cm-mv. (tabel 4). Tegelijk neemt de bezetting met H, Al en Fe sterk af.

**Tabel 4** Gemiddelde kationbezettingen van de drie kalkloze duinlocaties als functie van de diepte

Laagdiepte (cm)	Kationenbezetting (%)			
	H	Al	Fe <sup>1)</sup>	Basen
0-10	33	23	8	36
10-30	26	36	8	30
30-60	13	20	5	62

<sup>1)</sup> inclusief een geringe hoeveelheid Mn

Analoog aan de kalkrijke gronden kan voor de kalkloze gronden een schatting gemaakt worden van de tijdsduur van buffering door kationenuitwisseling door de netto zuurbelasting van het bodemsysteem te delen door de uitwisselbare basenvoorraad. De uitwisselbare basenvoorraad in deze gronden (die berekend is door de CEC te vermenigvuldigen met de basenbezetting, de dichtheid en de dikte van elke laag) is gegeven in tabel 5.

Een schatting van de netto zuurbelasting is minder eenvoudig. Op basis van depositiegegevens aan de kust komen De Vries et al. (1993) tot een schatting voor de potentiële zuurproductie van ca. 3 keq.ha<sup>-1</sup>.jr<sup>-1</sup>. Een deel hiervan zal echter worden

geneutraliseerd door netto stikstofvastlegging en door verwerking, die in deze gronden, waar vaak schelpgruis in aanwezig is, relatief hoog kan zijn.

**Tabel 5** De uitwisselbare basenvoorraad in de drie kalkloze duinlocaties

Diepte (cm)	Basenvoorraad (keq.ha <sup>-1</sup> ) in locatie		
	1	10	20
0-10	1,5	24	19
10-30	2,5	17	18
30-60	20	18	45
0-60	24	59	82

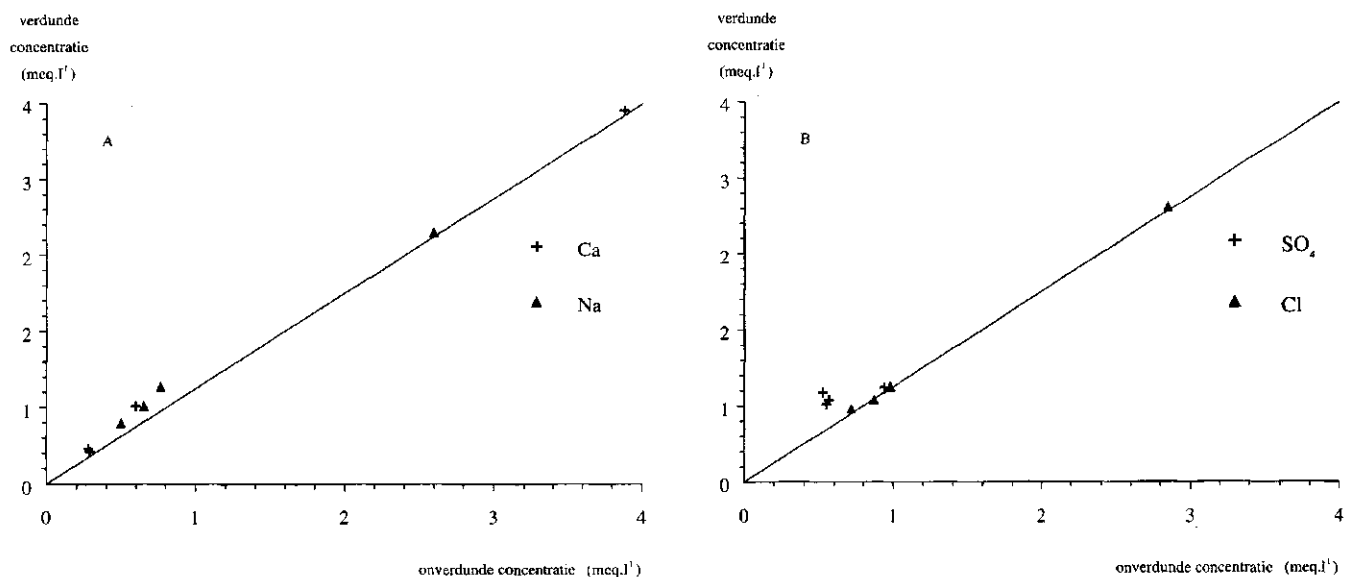
Uitgaande van een netto zuurbelasting van ca. 1 à 2 keq.ha<sup>-1</sup>.jr<sup>-1</sup> zal de tijdsduur (in jaren) waarop deze voorraad opraakt ca. 0,5 à 1 maal de waarde in tabel 5 zijn. Dit is binnen een afzienbare tijd en derhalve zijn in deze systemen op middellange termijn nog zeker pH-veranderingen te verwachten, tenzij het niveau van atmosferische depositie sterk daalt.

### 3.2 Bodemvochtsamenstelling

#### *Ion-concentraties*

De chemische samenstelling van het bodemvocht van de 21 onderzochte grondmonsters is gegeven in aanhangsel 3. Alle concentraties zijn gegeven nadat gecorrigeerd is voor het effect van verdunning (zie par. 2.2). Van vier monsters was voldoende vocht aanwezig zodat hierin ook concentraties zijn gemeten zonder 50 ml vocht aan een kg grond toe te voegen. Een vergelijking van de gemeten concentraties in de onverdunde grondmonsters en de (voor verdunning) gecorrigeerde concentraties in de verdunde grondmonsters bleek veelal redelijk (figuur 1) hoewel bij SO<sub>4</sub> de correctie tot te hoge concentraties lijkt te leiden.

Uit tabel 6 blijkt dat de chemische samenstelling van het bodemvocht eveneens sterk afhangt van de pH van de grond. Dit geldt met name voor Al, Ca en HCO<sub>3</sub> (correlatie coëfficiënten met de pH van respectievelijk -0,65, 0,73 en 0,71) en in mindere mate voor H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (r is 0,34) die veel hoger is in kalkrijke gronden (beter oplosbaar). De relatief hoge NO<sub>3</sub>-concentratie in het pH-traject beneden 4,5 is het gevolg van de hoge NO<sub>3</sub>-concentraties bij locatie 10 (strandvlakte Meijendel), die mogelijk samenhangen met een relatief hoge N-belasting. Tussen pH en NO<sub>3</sub>-concentratie is in elk geval geen correlatie (r is 0,01).



**Figuur 1** De relatie tussen de (voor verdunning) gecorrigeerde concentraties in verdunde grondmonsters en gemeten concentraties in onverdunde grondmonsters voor Ca en Na (A) en voor SO<sub>4</sub> en Cl (B)

**Tabel 6** Gemiddelde concentraties van de belangrijkste ionen in het bodemvocht van de zeven duinlocaties als functie van het pH-traject

pH-traject	N	Concentratie (meq.l <sup>-1</sup> )					
		Al	Ca	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
< 4,5 (3,9) <sup>1)</sup>	5	0,20	0,96	0,00	0,84	0,67	0,02
4,5-6,0 (5,0)	4	0,22	0,98	0,73	1,13	0,19	0,01
> 6,0 (7,6)	12	0,04	4,14	3,46	0,98	0,65	0,14

<sup>1)</sup> Tussen haakjes staat de gemiddelde pH-waarde in dit traject

Vergelijking van de Al- en Ca-concentratie in het zure pH-traject (pH < 4,5) met die van in zure bosgronden (bv. Kleijn et al., 1989) laat zien dat enerzijds de Al concentratie in duingronden veel lager is, terwijl anderzijds de Ca concentratie veel hoger is. Dit wijst op een sterkere verwerking van Ca uit kalkfragmenten en/of een hogere Ca-toevoer uit de lucht.

Zoals uit tabel 7 blijkt is er alleen voor Al en H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> sprake van een duidelijk verloop (toename, respectievelijk afname) met de diepte. De SO<sub>4</sub>-concentratie is redelijk constant terwijl de concentraties aan Ca, HCO<sub>3</sub> en NO<sub>3</sub> eerst iets afnemen en vervolgens weer iets toenemen. Overigens is het aantal monsters te gering om hierover stellige conclusies te kunnen trekken.

**Tabel 7** Gemiddelde concentraties van de belangrijkste ionen in het bodemvocht van de zeven duinlocaties als functie van de diepte

Laagdiepte (cm)	Concentratie (meq.l <sup>-1</sup> )					
	Al <sup>1)</sup>	Ca	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
0-10	0,06	2,95	2,19	1,04	0,67	0,19
10-30	0,13	2,59	2,02	1,00	0,44	0,05
30-60	0,14	2,79	2,14	0,89	0,60	0,03

1) Gemiddelde Al concentraties in de drie kalkloze locaties zijn respectievelijk 0,08, 0,24 en 0,30 meq.l<sup>-1</sup>.

#### Ionratio's

In tabel 8 zijn een aantal relevante ionratio's gegeven als functie van de pH.

**Tabel 8** Gemiddelde relevante ionratio's in het bodemvocht van de zeven duinlocaties als functie van het pH-traject

pH-traject	N	Ionratio <sup>1)</sup>					
		HCO <sub>3</sub>	Al	SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub>	Al	NH <sub>4</sub>
		SO <sub>4</sub> +NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub> +NO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	Ca	K
< 4,5	5	0,00	0,11	1,19	0,34	0,12	0,51
4,5-6,0	4	0,53	0,16	5,56	0,50	0,14	1,04
> 6,0	12	2,41	0,02	1,23	0,49	0,01	0,64

1) Met uitzondering van de Al/Ca molratio betreffen het uitsluitend equivalentratio's

De HCO<sub>3</sub>/(SO<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>)-ratio geeft informatie over de bijdrage van natuurlijke (HCO<sub>3</sub>) en antropogene (SO<sub>4</sub> + NO<sub>3</sub>)-bronnen aan de bodemverzuring. In zure gronden (pH < 4,5) is zure depositie de belangrijkste bron van verzuring (CO<sub>2</sub> dissocieert dan niet meer tot HCO<sub>3</sub>) terwijl in kalkrijke gronden de dissociatie van CO<sub>2</sub> juist de belangrijkste oorzaak is van de verzuring, i.e. de ontkalking (zie tabel 8). Dit blijkt ook uit de hoge correlatie tussen Ca en HCO<sub>3</sub> (r is 0,966).

De Al/(SO<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>)-ratio geeft informatie over de bijdrage van Al aan de buffering van de externe zuurtoevoer. Deze ratio neemt juist sterk af met toenemende pH. In kalkrijke gronden treedt vrijwel in het geheel geen Al-mobilisatie op (zie tabel 8).

De SO<sub>4</sub>/NO<sub>3</sub>-ratio geeft informatie over de relatieve bijdrage van zwavel en stikstof aan de antropogene verzuring. De relatie van deze ratio met de pH is gering. Wel blijkt de bijdrage van SO<sub>4</sub> aan de verzuring groter dan die van NO<sub>3</sub> (zie tabel 8). Overigens moet wel rekening gehouden worden met SO<sub>4</sub> input vanuit zee die niet verzurend werkt (gecompenseerd door basen). Die bijdrage is gemiddeld waarschijnlijk ca. 15% uitgaande van een gemiddelde SO<sub>4</sub>/Cl-ratio van 0,1 in zeewater en van 0,71 (gemeten) in bodemvocht.

De  $\text{NH}_4/\text{NO}_3$ -ratio geeft informatie over de nitrificatiesnelheid in duingronden. Uitgaande van een geremde nitrificatie bij lage pH is een afname van deze ratio bij lagere pH te verwachten, maar dit blijkt nauwelijks het geval te zijn (zie tabel 8).

De  $\text{Al}/\text{Ca}$  en  $\text{NH}_4/\text{K}$ -ratio zijn beide relevante parameters in verband met mogelijke effecten op de duinvegetatie. Hoge ratio's wijzen op een verstoorde ionenbalans waardoor o.a. de opname van basische kationen kan worden geremd (Houdijk, 1990). Voor beide parameters geldt dat de waarden laag zijn ten opzichte van bossen; ook in het zure pH-traject. Waarden blijven ver onder de kritische waarden die voor bossen zijn afgeleid, te weten 1 en 5 voor respectievelijk de  $\text{Al}/\text{Ca}$ - en  $\text{NH}_4/\text{K}$ -ratio (De Vries, 1991).

Het verloop van de verschillende ionenratio's met de diepte (tabel 9) wijst op een duidelijke toenemende Al-mobilisatie [toename  $\text{Al}/(\text{SO}_4+\text{NO}_3)$ - en  $\text{Al}/\text{Ca}$ -ratio] en nitrificatie (afname  $\text{NH}_4/\text{NO}_3$ -ratio) met de diepte.

*Tabel 9 Gemiddelde relevante ionratio's in het bodemvocht van de zeven duinlocaties als functie van de diepte*

Laagdiepte (cm)	Ionratio <sup>1)</sup>					
	$\text{HCO}_3$	$\text{Al}^{2)}$	$\text{SO}_4$	$\text{NH}_4$	$\text{Al}^{3)}$	$\text{NH}_4$
	$\text{SO}_4+\text{NO}_3$	$\text{SO}_4+\text{NO}_3$	$\text{NO}_3$	$\text{NO}_3$	Ca	K
0-10	1,32	0,03	1,15	0,63	0,02	0,64
10-30	1,52	0,07	2,22	0,46	0,07	0,63
30-60	1,59	0,10	1,32	0,29	0,08	0,75

<sup>1)</sup> Met uitzondering van de  $\text{Al}/\text{Ca}$ -molratio betreffen het uitsluitend equivalent ratio's

<sup>2)</sup> Gemiddelde  $\text{Al}/(\text{SO}_4+\text{NO}_3)$ -ratio's in de drie kalkloze locaties zijn respectievelijk 0,05, 0,15 en 0,20

<sup>3)</sup> Gemiddelde  $\text{Al}/\text{Ca}$ -ratio's in de drie kalkloze locaties zijn respectievelijk 0,04, 0,15 en 0,19

#### 4 CONCLUSIES

De belangrijkste conclusies van dit onderzoek zijn:

1. Met uitzondering van de bovenste 10 cm van een duinvallei in Meijndel zijn de kalkgehalten van de kalkhoudende locaties zodanig dat in de komende decennia geen pH-verandering te verwachten is.
2. De kationenuitwisselcapaciteit van de onderzochte monsters is heel laag met uitzondering van de locatie op Oostvoorne (Mildenburg), als gevolg van de zeer lage gehalten aan organische stof en lutum. Wel is de basenbezetting van de kalkloze duinlocaties (zelfs van sterk verzuurde duinlocatie als Strandvlakte Meijndel) relatief hoog ten opzichte van zure bosgronden. Door de lage CEC blijven de uitwisselbare basenvorraden echter laag, zodat in de komende decennia hierin duidelijke veranderingen te verwachten zijn.
3. De pH is sterk gecorreleerd met de concentraties aan Al, Ca en  $\text{HCO}_3$ . Verder blijkt de Al-concentratie in het zure traject veel lager te zijn dan in zure bosgronden terwijl de Ca-concentratie veel hoger is. Dit wijst mogelijk de bijdrage van schelpgruis aan de Ca-verwerking in ontkalkte duingronden. Hierdoor is de chemische samenstelling van verzuurde duingronden beduidend gunstiger voor de vegetatie dan in zure bosgronden. Zo zijn de Al concentraties en Al/Ca-ratio's vrijwel altijd beneden kritisch geachte ratio's voor de vegetatie. Deze conclusie kan echter beïnvloed zijn door het bemonsteringstijdstip wat invloed heeft op de concentraties in bodemvocht.

## LITERATUUR

BREEUWSMA, A., J.H.M. WÖSTEN, J.J. VLEESHOUWER, A.M. VAN SLOBBE and J. BOUMA, 1986. 'Derivation of land qualities to assess environmental problems from soil surveys'. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 186-190.

HELLING, C.S., G. CHESTERS and R.B. COREY, 1964. 'Contribution of organic matter and clay to soil cation exchange capacity as affected by the pH of the saturating solution'. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 28: 517-520.

HOEKSTRA, C. en J.N.B. POELMAN, 1982. *Dichtheid van gronden gemeten aan de meest voorkomende bodemeenheden in Nederland*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering, Rapport nr. 1582, 47 pp.

HOUDIJK, A.L.M.F., 1990. *Effecten van zwavel en stikstof depositie op bos-enheidevegetaties*. Nijmegen, Katholieke Universiteit, Vakgroep Aquatische Oecologie en Biologie, 124 pp.

KLEIJN, C.E., G. ZUIDEMA en W. DE VRIES, 1989. *De indirecte effecten van atmosferische depositie op de vitaliteit van Nederlandse bossen. 2. Depositie, bodemeigenschappen en bodemvochtsamenstelling van acht Douglas opstanden*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering, Rapport 2050, 96 pp.

KLIJN, J., 1981. *Nederlandse kustduinen. Geomorfologie en bodems*. Wageningen, PUDOC, 188 pp.

PLEYSIER, J.L. and A.S.R. JUO, 1980. 'A single-extraction method using Silverthiourea for measuring exchangeable cations and effective CEC in soils with variable charges'. *Soil Science* 129: 205-211.

ROZEMA, J., P. LAAN, R. BROEKMAN, W.H.O. ERNST and C.A.J. APPELO, 1985. 'On the lime transition and decalcification in the coastal dunes of the province of North Holland and the island of Schiermonnikoog'. *Acta. Bot. Neerl.* 34(4): 393-411.

VRIES, W. DE, 1991. *Methodologies for the assessment and mapping of critical loads and the impact of abatement strategies on forest soils*. Wageningen, DLO Winand Staring Centre, Report 46, 109 pp.

VRIES, W. DE and A. BREEUWSMA, 1986. 'Relative importance of natural and anthropogenic proton sources in soils in the Netherlands'. *Water Air and Soil Poll.* 28: 173-184.



## NIET-GEPUBLICEEERDE BRONNEN

HOUBA, V.J.G., 1988. *Enige kanttekeningen bij de bepaling van de CEC*. Wageningen, Landbouwniversiteit, Interne notitie.

VRIES, W. DE, J. KLIJN and J. KROS, 1993. 'Simulation of the long-term impact of atmospheric deposition on dune ecosystems in the Netherlands'. *Journal of Applied Ecology* (in druk).

## AANHANGSEL 1 Bodemkenmerken van de zeven duinlocaties

De belangrijkste bodemkenmerken, te weten de gehalten aan kalk, lutum en organisch koolstof zijn bepaald bij TAUW Infraconsult te Deventer. Resultaten hiervan zijn gegeven in tabel 10. De bijbehorende dichtheid is geschat op basis van het organische koolstof-gehalte ( $C_{org}$ ) volgens (Hoekstra en Poelman, 1982):

$$\rho = \begin{cases} \frac{1000}{0,646 + 0,050 \cdot C_{org}} & \text{als } C_{org} > 0,75\% \\ \frac{1000}{0,602 + 0,078 \cdot C_{org}} & \text{als } C_{org} < 0,75\% \end{cases}$$

**Tabel 10** Bodemkenmerken van de zeven duinlocaties

Locatie	laag (cm)	Kalk (%)	Lutum (%)	Organische Koolstof (%)	Dichtheid (kg.m <sup>-3</sup> )
1	0-10	0,0	0,5	0,32	1590
1	10-30	0,0	0,5	0,16	1630
1	30-60	0,0	0,5	0,08	1640
6	0-10	0,3	1,1	0,62	1540
6	10-30	1,8	1,1	0,33	1590
6	30-60	2,9	1,1	0,20	1620
7	0-10	2,7	0,4	0,63	1540
7	10-30	3,0	0,4	0,23	1610
7	30-60	2,9	0,4	0,24	1610
8	0-10	1,0	0,4	0,31	1590
8	10-30	1,7	0,4	0,08	1640
8	30-60	2,2	0,4	0,08	1640
10	0-10	0,0	1,9	2,95	1260
10	10-30	0,0	1,9	1,13	1420
10	30-60	0,0	1,9	0,81	1460
14	0-10	2,9	1,8	4,56	1140
14	10-30	4,6	1,8	3,03	1250
14	30-60	6,0	1,8	2,26	1320
20	0-10	0,0	1,3	1,53	1380
20	10-30	0,0	1,3	0,46	1570
20	30-60	0,0	1,3	0,44	1570

## AANHANSEL 2 De CEC en kationenbezetting van de zeven duinlocaties

Het oplossen van calciëet is een algemeen probleem bij de CEC-bepaling in kalkrijke gronden (Houba, 1988). Omdat hiervan, mede op grond van de relatief hoge CEC van kalkrijke gronden, het vermoeden bestond is de schijnbare CEC- en Ca-bezetting van puur calciëet bepaald (tabel 11). Hieruit blijkt dat (1) de schijnbare CEC (Ag-verbruik) en Ca-bezetting (Ca-mobilisatie) per kg vrijwel omgekeerd evenredig is aan de hoeveelheid calciëet die wordt ingewogen en (2) de Ca-mobilisatie ca. 2 maal zo hoog is als het Ag-verbruik.

*Tabel 11 Het zilververbruik (CEC) en de Ca-mobilisatie (Ca-bezetting) van puur calciëet als functie van de ingewogen hoeveelheid*

Ingewogen hoeveelheid (gr)	Zilververbruik (CEC) (meq.kg <sup>-1</sup> )	Ca-mobilisatie (Ca-bezetting) (meq.kg <sup>-1</sup> )
0,05	2283	4248
0,09	1185	2402
0,20	632	1063
0,40	313	516
0,65	188	312
0,95	133	516 <sup>1)</sup>
1,24	107	196
1,54	88	124
2,07	68	85

<sup>1)</sup> mogelijk een meetfout

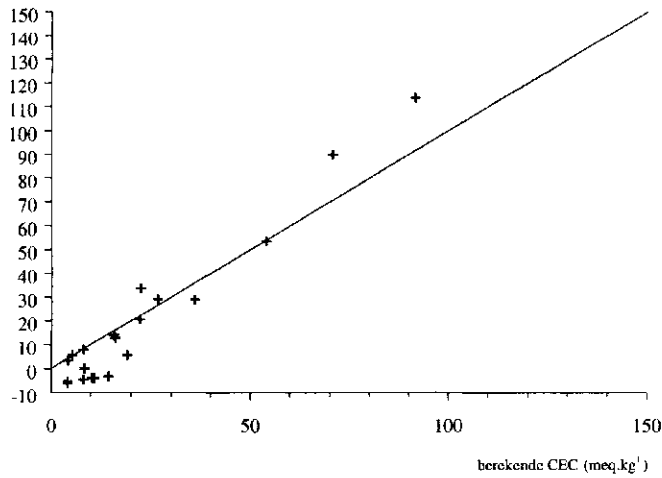
Uit de eerste conclusie volgt dat het totale Ag-verbruik vrijwel onafhankelijk is van de hoeveelheid ingewogen calciëet. Dit is geïllustreerd in figuur 2.

Regressie-analyse leverde de volgende relatie tussen Ag-verbruik (Ag in µeq) en ingewogen hoeveelheid calciëet (CaCO<sub>3</sub> in gram):

$$\text{Ag} = 114 + 14 \cdot \text{CaCO}_3 \quad (R_{adj}^2 = 0,75) \quad (2)$$

Bovenstaande formule is gebruikt om de verwachte overschatting van de CEC van kalkrijke gronden te schatten. De ingewogen hoeveelheid calciëet is bepaald door vermenigvuldiging van de ingewogen hoeveelheid grond met het calciëetgehalte. Uitgaande van een gemiddeld Ag-verbruik van 125 µeq bij aanwezigheid van kalk in het monster en van een ingewogen hoeveelheid grond variërend van 1 tot 5 gram wordt er een overschatting van de CEC gemaakt variërend van 25 tot 125 meq.kg<sup>-1</sup>. Dit uiteraard onder de aanname dat kalk in grond even snel oplost onder invloed van AgTu als puur calciëet.

gecorrigeerde CEC  
(meq.kg<sup>-1</sup>)



**Figuur 2** *Het zilververbruik (de schijnbare CEC) van calcië als functie van de ingewogen hoeveelheid calcië*

In tabel 12 is de gemeten en gecorrigeerde CEC van alle monsters gegeven.

Tevens is in deze tabel een berekende CEC gegeven op basis van een relatie met het gewichtspercentage aan organisch koolstof (C), lutum (L) en pH volgens (Helling et al., 1964; Breeuwsma et al., 1986):

$$CEC = 5 \cdot L + \frac{pH}{6,5} \cdot 27,25 \cdot C \quad (3)$$

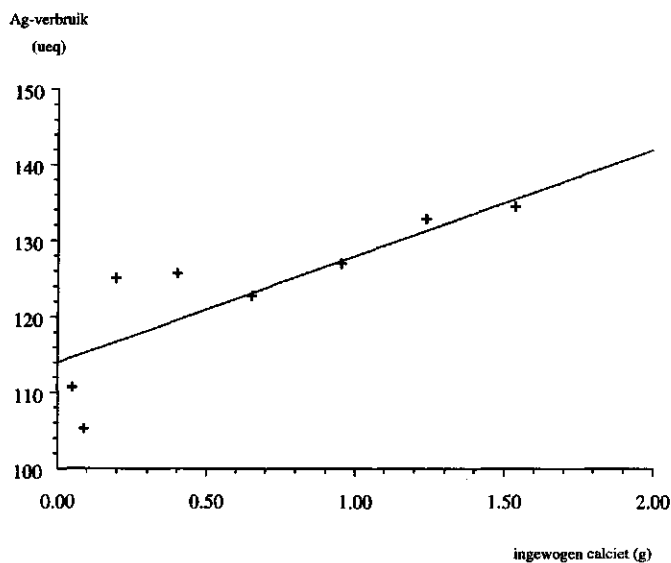
Een overzicht van de gebruikte gegevens voor het percentage kalk, organisch koolstof en lutum (Bron: TAUW Infraconsult) en voor de pH is gegeven in aanhangsel 1. De gecorrigeerde CEC,  $CEC_{cor}$ , blijkt sterk gerelateerd aan de berekende CEC,  $CEC_{ber}$ , volgens (zie fig. 3):

$$CEC_{cor} = -9,6 + 1,28 \cdot CEC_{ber} \quad (R_{adj}^2 = 0,97) \quad (4)$$

**Tabel 12** *Gemeten, gecorrigeerde en berekende CEC waarden voor de zeven duinlocaties*

Locatie	Laag (cm)	CEC (meq.kg <sup>-1</sup> )			
		gemeten	kalk <sup>1)</sup>	gecorrigeerd	berekend
1	0-10	7,84	0,00	7,84	8,27
1	10-30	5,75	0,00	5,75	5,45
1	30-60	3,40	0,00	3,40	4,28
6	0-10	69,81	36,25	33,56	22,40
6	10-30	27,03	30,18	-3,15	14,49
6	30-60	22,20	26,10	-3,90	10,95
7	0-10	52,19	46,54	5,65	19,17
7	10-30	25,00	29,45	-4,45	8,27
7	30-60	24,01	24,02	-0,01	8,54
8	0-10	26,66	30,58	-3,92	10,45
8	10-30	16,74	21,89	-5,15	4,18
8	30-60	16,11	22,16	-6,05	4,18
10	0-10	53,72	0,00	53,72	54,02
10	10-30	29,16	0,00	29,16	26,55
10	30-60	20,49	0,00	20,49	22,06
14	0-10	290,56	136,60	153,96	133,26
14	10-30	212,69	98,95	113,74	91,57
14	30-60	180,06	90,06	90,00	70,58
21	0-10	28,93	0,00	28,93	36,01
21	10-30	12,74	0,00	12,74	16,14
21	30-60	14,09	0,00	14,09	15,91

<sup>1)</sup> betreft de geschatte CEC van de aanwezige kalk in het grondmonster



**Figuur 3** *De relatie tussen de gecorrigeerde en berekende CEC van de 21 grondmonsters*

Bij lage CEC levert de gecorrigeerde CEC waarschijnlijk een te lage waarde. Uit tabel 12 blijkt dat de berekende CEC van kalkrijke gronden veel beter overeenkomt met de gecorrigeerde waarden dan de orgineel gemeten waarden. Soms is de geschatte correctie duidelijk te groot waardoor zelfs negatieve gecorrigeerde CEC waarden ontstaan (zie tabel 12 en figuur 3). Derhalve is voor kalkrijke gronden uitgegaan van de berekende CEC terwijl voor kalkloze gronden de gemeten waarde is gebruikt. De Ca-bezetting is vervolgens berekend volgens:

$$\text{Ca} = \text{CEC} - \text{H} - \text{Al} - \text{Fe} - \text{Mn} - \text{Mg} - \text{K} - \text{Na} \quad (4)$$

Resultaten voor de aldus bepaalde CEC en kationenbezetting zijn gegeven in tabel 13. In het algemeen blijkt de (berekende) CEC heel laag ( $<40 \text{ meq kg}^{-1}$ ) te zijn als gevolg van het geringe gehalte aan organisch (kool)stof en lutum. De enige uitzondering is locatie 14 die veel rijker is aan organisch koolstof tot op grote diepte (zie ook tabel 13).

*Tabel 13 CEC en kationenbezetting van de zeven duinlocaties*

Locatie	Laag (cm)	CEC (meq. $\text{kg}^{-1}$ )	Kationenbezetting (%)								
			H	Al	Fe	Mn	Ca	Mg	Na	K	basen
1	0-10	7,8	34,3	34,4	6,9	0,8	10,7	7,8	1,3	3,8	23,6
1	10-30	5,8	24,4	46,4	1,9	3,5	10,1	8,0	1,7	3,5	23,8
1	30-60	4,3	0,0	0,0	0,0	1,6	77,1	15,4	1,9	4,0	98,4
6	0-10	22,4	0,0	0,0	0,0	0,1	66,4	24,7	2,9	5,9	99,9
6	10-30	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	84,8	8,3	3,8	3,2	100,0
6	30-60	10,5	0,0	0,0	0,2	0,1	83,4	8,6	5,2	2,6	99,7
7	0-10	19,2	0,0	0,0	0,0	0,1	77,1	15,8	2,8	4,3	100,0
7	10-30	8,3	0,0	0,0	0,0	0,1	68,7	20,1	4,8	6,3	99,9
7	30-60	8,5	0,0	0,0	0,0	0,1	77,8	14,2	2,7	5,3	99,9
8	0-10	10,5	0,0	0,0	0,0	0,1	78,3	14,5	1,8	5,4	99,9
8	10-30	4,2	0,0	0,0	0,0	0,2	71,1	14,6	4,3	9,8	99,8
8	30-60	4,2	0,0	0,0	0,0	0,2	69,4	13,2	4,6	12,7	99,8
10	0-10	53,7	38,6	17,0	8,3	0,4	25,8	6,3	1,2	2,6	35,8
10	10-30	29,2	30,1	36,5	12,5	0,2	13,7	3,6	1,3	2,0	20,7
10	30-60	20,5	22,8	47,7	8,6	1,4	13,0	3,2	1,4	1,9	19,4
14	0-10	133,3	0,0	0,0	0,0	0,1	88,8	9,3	0,4	1,4	100,0
14	10-30	91,6	0,0	0,0	0,0	0,1	91,5	7,2	0,6	0,8	99,9
14	30-60	70,6	0,0	0,0	0,0	0,1	91,2	7,4	0,6	0,8	99,9
20	0-10	28,9	24,8	19,0	7,5	0,8	31,6	10,8	2,0	3,6	48,0
20	10-30	12,7	22,7	26,8	4,6	0,6	31,5	9,0	2,1	2,9	45,5
20	30-60	14,1	15,8	13,0	2,1	0,5	53,4	10,0	2,1	2,9	68,5

Naast informatie over de CEC en kationenbezetting van de onderzochte duinlocaties is een belangrijke conclusie van dit deelonderzoek dat de CEC van kalkrijke gronden, bepaald met zilverthioureum, wordt overschat door het in oplossing gaan van Ca uit calciëet en het daarop neerslaan van zilver. Op basis van de hoeveelheid kalk in het grondmonster kan hiervoor worden gecorrigeerd, maar een schatting van de CEC op basis van het organische stof en lutumgehalte lijkt betrouwbaarder.

AANHANGSEL 3 De bodemvochtsamenstelling van de zeven duinlocaties

Loca- tie	laag (cm)	pH	Concentraties (meq.l <sup>-1</sup> )												
			Si	K	Na	Ca	Mg	Al	Fe	NH <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>
1	0-10	4,35	0,76	0,07	0,82	0,34	0,31	0,00	0,05	0,08	0,87	0,09	0,82	0,03	0,00
1	10-30	4,40	1,42	0,00	1,02	0,37	0,37	0,04	0,13	0,09	1,00	0,14	0,95	0,03	0,00
1	30-60	5,32	1,23	0,00	0,64	0,82	0,25	0,13	0,31	0,07	0,77	0,16	0,87	0,00	0,46
6	0-10	7,45	1,60	0,48	1,08	2,43	0,62	0,07	0,27	0,15	1,49	0,08	1,02	0,22	2,30
6	10-30	7,61	0,66	0,15	1,27	3,30	0,44	0,00	0,64	0,10	2,00	0,08	0,96	0,06	2,80
6	30-60	7,85	0,44	0,03	2,64	3,93	0,53	0,00	0,19	0,06	2,89	0,06	0,99	0,02	3,42
7	0-10	7,39	1,71	0,59	3,42	8,27	1,51	0,08	0,19	0,31	3,22	1,62	2,17	0,76	6,62
7	10-30	7,58	1,98	0,22	3,04	4,77	0,98	0,16	0,31	0,15	2,52	0,92	1,45	0,19	4,57
7	30-60	7,61	1,73	0,10	1,88	3,83	0,59	0,11	0,28	0,12	1,65	1,23	0,85	0,14	3,05
8	0-10	7,75	1,54	0,16	1,31	3,76	0,66	0,02	0,21	0,16	1,09	0,21	0,79	0,21	3,98
8	10-30	7,87	1,02	0,00	1,37	3,58	0,23	0,00	0,20	0,05	1,27	0,14	0,78	0,05	3,19
8	30-60	8,13	2,48	0,12	1,43	4,49	0,91	0,00	0,21	0,04	1,83	0,22	0,88	0,01	4,25
10	0-10	3,59	1,42	0,31	0,81	1,73	0,87	0,17	0,06	0,12	1,34	1,33	0,74	0,02	0,00
10	10-30	3,62	1,84	0,20	1,08	1,22	0,75	0,39	0,06	0,05	1,22	0,94	0,82	0,00	0,00
10	30-60	3,74	1,55	0,23	1,23	1,14	0,73	0,39	0,04	0,06	1,47	0,87	0,87	0,00	0,00
14	0-10	7,21	0,90	0,38	0,39	3,20	0,51	0,00	0,04	0,03	0,64	1,33	0,43	0,04	2,11
14	10-30	7,52	0,86	0,05	0,42	3,88	0,37	0,00	0,04	0,02	0,69	0,60	0,76	0,01	2,72
14	30-60	7,40	0,83	0,08	0,47	4,20	0,43	0,00	0,02	0,01	0,76	1,33	0,64	0,01	2,48
20	0-10	4,61	1,05	0,14	1,28	0,95	0,58	0,08	0,13	0,15	1,70	0,00	1,30	0,03	0,32
20	10-30	5,00	1,62	0,16	1,43	1,03	0,45	0,28	0,27	0,19	1,49	0,25	1,25	0,01	0,84
20	30-60	5,14	2,43	0,13	1,31	1,11	0,43	0,38	0,59	0,11	1,32	0,36	1,10	0,01	1,30