

NN31545.1885



nota

— instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen —

UITSPOELING VAN ENKELE NUTRIËNTEN ONDER EEN  
GROVE DEN OPSTAND OP VERSCHILLENDE AFSTANDEN  
VAN EEN KIPPENHOUDERIJ

ir. J.H.A.M. Steenvoorden, G.J. Drijvers<sup>1</sup>,  
A. de Jager<sup>1</sup> en R. Soede<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Stagiairs C.H.L.S. te Dronten

<sup>2</sup> Gemeente Harderwijk



Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-  
middelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een  
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende  
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen  
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek  
nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut  
in aanmerking

## INHOUD

	blz.
1. INLEIDING	2
2. OPZET ONDERZOEK EN BESCHRIJVING LOKATIE	3
3. BEMONSTERING EN ANALYSES	4
3.1. Bemonstering	4
3.2. Analyses	4
4. BEREKENINGEN	6
4.1. Vochtgehalte	6
4.2. Organische stofgehalte	6
4.3. Ammonium-, nitraat- en sulfaatgehalten	6
4.4. Hoeveelheid nutriënten per laag	7
4.5. Grondwatervoeding	7
5. RESULTATEN	9
5.1. Grondwatervoeding	9
5.2. Vochtgehalte en vochtvoorraad	10
5.3. Organische stof	10
5.4. Ammonium-, nitraat- en sulfaatgehalten en -voorraden	10
5.5. Zuurgraad	12
6. DISCUSSIE EN CONCLUSIES	14
7. SAMENVATTING	16
LITERATUUR	17
BIJLAGEN	18

## 1. INLEIDING

Depositie vanuit de atmosfeer speelt momenteel een belangrijke rol bij de belasting van bodem en vegetatie met verontreinigende verbindingen. Het resultaat hiervan is o.a. een toenemende voedselrijkdom en verzuuring in natuurterreinen. Gemiddeld voor Nederland bedraagt in 1986 de totale depositie ongeveer 95 kg SO<sub>4</sub> en 42 kg N per ha per jaar (tabel 1).

Tabel 1. De gemiddelde totaal depositie in Nederland via droge en natte atmosferische depositie in 1986 in mol/(ha.jr) (ERISMAN e.a., 1987)

Depositie	SO <sub>x</sub>	NH <sub>x</sub>	NO <sub>y</sub>	Totaal N
nat	280	620	330	1000
droog	700	760	1240	2000
totaal	980	1380	1570	3000

Droge depositie heeft een belangrijk aandeel in de totale depositie. Lokaal kan de situatie beduidend afwijken van de gemiddelde situatie, zoals naar voren komt uit onderzoek van VAN BREEMEN e.a. (1982). Hierbij is de totale jaarlijkse depositie op twee lokaties in bossen vastgesteld op ca. 80 kg N en ca. 240 kg SO<sub>4</sub> per ha. Voor de kwaliteit van het grondwater onder bossen is het van groot belang om te weten in welke mate de kwaliteit wordt beïnvloed door atmosferische depositie. Hiertoe is onderzoek uitgevoerd in een boxcomplex nabij Putten waar door de vakgroep Botanische Oecologie van de R.U.U. gedurende enkel maanden metingen zijn verricht naar de atmosferische depositie op enkele afstanden van een pluimveebedrijf. Geconstateerd werd dat de depositie van N en SO<sub>4</sub> afname naarmate de afstand tot het bedrijf groter werd (BERENDSE e.a., 1988). In dit boscomplex "De Poolse Driessen" genaamd, is met toestemming van de eigenaar Waterleiding Maatschappij Gelderland uitspoelingsonderzoek uitgevoerd in april 1987.

## 2. OPZET ONDERZOEK EN BESCHRIJVING LOKATIE

Het onderzoek is uitgevoerd in het boscomplex "De Poolse Driessen" ten zuiden van Putten (bijlage 1). Op vier afstanden vanaf het pluimveebedrijf (50 m, 100 m, 200 m en 550 m) zijn telkens twee boringen uitgevoerd tot ca. 7 à 8 m diepte. De boringen zijn uitgevoerd aan de oostkant van het bedrijf zodat, bij de overheersende westelijke winden, enige invloed merkbaar moet zijn van de atmosferische depositie op de nutriëntengehalten van de bodemonsters. De lokatie van de boringen is aangegeven op bijlage 1. De bosopstand varieert van perceel tot perceel ten aanzien van boomsoort en leeftijd. Omdat verwacht mag worden dat beide factoren invloed hebben op de grootte van de depositie is gekozen voor percelen grove den die in leeftijd en dichtheid niet veel uiteenlopen. De bovenste meters bestaan veelal uit fijn leemarm zand, op grotere diepte treedt variatie op in de leemigheid (bijlage 2). Het grondwater zit ter plaatse dieper dan 10 m

- m.v..

### 3. BEMONSTERING EN ANALYSES

#### 3.1. Bemonstering

Vanwege de relatief diepe grondwaterstand is de uitspoeling uit de bovenste meter van de bodem vastgesteld door bodemonsters te nemen tot ca. 8 m diepte en deze als uitgangsmateriaal te gebruiken voor diverse analyses. De wijze waarop de monsters zijn genomen staat beschreven in STEENVOORDEN e.a., 1988).

Van elke visueel enigszins verschillende profiellaag tot een maximale dikte van 1 meter werd een mengmonster samengesteld voor de analyses. Het mengmonster werd genomen uit de emmer waarin het boorsel werd gedaan (zie 3.2).

Zodra bij het boren een volgende profiellaag werd bereikt werd de grond gemengd waarna een hoeveelheid grond in een glazen pot werd gedaan om vochtverlies te voorkomen. Aan het einde van de dag werd de inhoud van de pot overgebracht in een diepvrieszak die dicht werd gebrand. De zak werd ingevroren bewaard totdat de grond werd geanalyseerd.

#### 3.2. Analyses

De uitgevoerde bepalingen zijn:  $\text{NO}_3^-$ -N,  $\text{NH}_4^+$ -N,  $\text{SO}_4^{2-}$ , pH, vochtgehalte en organische stof. De eerste vier bepalingen zijn uitgevoerd in het hierna beschreven  $\text{CaCl}_2$ -extract. Vocht- en organische stofgehalten zijn ieder afzonderlijk bepaald. Alle bepalingen behalve  $\text{SO}_4^{2-}$  zijn uitgevoerd op het laboratorium van de vakgroep Bodemkunde en Plantenvoeding van de LU. De  $\text{SO}_4^{2-}$ -analyse is gedaan op het ICW laboratorium. De  $\text{NO}_3^-$ - en  $\text{NH}_4^+$ -analyses zijn uitgevoerd met de auto-analyser,  $\text{SO}_4^{2-}$  via de HPLC-methode.

De sulfaatgehalten in het extract varieerden tussen 0 en circa 10 mg/l. In het traject tussen 0 en 1 mg/l daalt de betrouwbaarheid. Per boring doet dit zich echter maar voor bij 1 van de circa 8 à 9 relevante bodemlagen.

### CaCl<sub>2</sub>-extractie

Bij deze methode wordt 0,01 M CaCl<sub>2</sub> gebruikt als extractiemiddel. Elke serie bestaat uit 25 buizen waarin zich naast de te analyseren monsters 2 blanco en 2 standaardmonsters (een zand- en een stroomruggrond) bevinden. Allereerst wordt er ongeveer 3 gram grond afgewogen en het exacte gewicht genoteerd. Na afwegen gaat het monster in een centrifugebuis en wordt 30 ml CaCl<sub>2</sub> met behulp van een dispensette toegevoegd. Daarna gaan de buizen 2 uur in de schudmachine. Na twee uur gaan de buizen uit de schudmachine, kan de grond bezinken en wordt daarna eerst de pH gemeten met een elektronische pH-meter. Na deze meting wordt er gecentrifugeerd bij 2500 t.p.m. Vervolgens kan de bovenstaande vloeistof worden gebruikt voor de analyses.

### Vochtgehalte

Het vochtgehalte wordt bepaald door een hoeveelheid grond in te wegen in een aluminium bakje met deksel en daarna 24 uur bij 105° C in de droogstoof te bewaren (zonder deksel!). Daarna wordt er opnieuw gewogen.

### Organische stofgehalte

Het organische stofgehalte wordt bepaald door een hoeveelheid gedroogde grond opnieuw in te wegen in van te voren verhitte porceleinen schaaltes; dit is nodig om het kristalwater en eventuele vetten te verwijderen. Na wegen worden de schaaltes met grond in de oven gebracht en minimaal 3 uur verhit tot 850° C. Daarna wordt er opnieuw gewogen. Het gloeiverlies kan hoger zijn dan het gehalte aan organische stof indien bijvoorbeeld kleigebonden water voorkomt of andere bronnen van water (bijvoorbeeld aan oxiden of hydroxiden) en indien carbonaten aanwezig zijn. Gezien de pH en de afwezigheid van klei zal de invloed verwaarloosbaar zijn.

#### 4. BEREKENINGEN

##### 4.1. Vochtgehalte

Het gewichtspercentage vocht ten opzichte van de droge grond (G) wordt berekend volgens:

$$G = \frac{\text{gewicht voor drogen} - \text{gewicht na drogen}}{\text{gewicht na drogen}} \times 100\% \quad (2)$$

Het volumepercentage vocht van de grond (V) kan uit het gewichtspercentage worden berekend met de vergelijking:

$$V = G \times \text{volumemassa} \quad (2)$$

De volumemassa van de grond is niet bepaald. Op basis van literatuurgegevens over volumemassa en de profielbeschrijving (bijlage 2) is voor de bovenste 30 à 40 cm een volumemassa van  $1,50 \text{ g.cm}^{-3}$  gebruikt en voor grotere diepten  $1,65 \text{ g.cm}^{-3}$ .

##### 4.2. Organische stofgehalte

Het organische stofgehalte (S), uitgedrukt in gewichtsprocenten van de droge grond, wordt berekend volgens:

$$S = \frac{\text{gewicht droge grond voor gloeien} - \text{gewicht na gloeien}}{\text{gewicht na gloeien}} \times 100\% \quad (3)$$

##### 4.3. Ammonium-, nitraat- en sulfaatgehalten

De gemeten concentraties in het  $\text{CaCl}_2$ -extract (Ce) worden omgerekend naar gehalten in mg per kg natte grond (Cn) met de vergelijking:

$$C_n = 30 \times (C_e - C_o) : W \quad (4)$$

waarin  $C_o$  de concentratie in de blancobepaling is en  $W$  het gewicht van het grondmonster in grammen. Omrekening van het gehalte in mg per kg natte grond ( $C_n$ ) naar g per  $m^3$  bodemvocht ( $C$ ) vindt plaats met de formule:

$$C = C_n \times \frac{(100 + G)}{G} \quad (5)$$

Voor de betekenis van  $G$  en  $C_n$  zie respectievelijk vergelijkingen 1 en 4.

#### 4.4. Hoeveelheid nutriënten per laag

De uitspoeling van stoffen zal uiteindelijk worden uitgedrukt in  $kg \cdot ha^{-1}$ . Als tussenstap dient de hoeveelheid van een stof per bodemlaag voor een ha te worden berekend. De bouwstenen hiervoor zijn de gehalten in het bodemvocht van een laag ( $C$ ), het volumepercentage vocht ( $V$ ) en de dikte van de betreffende laag ( $L$ ). De hoeveelheid van een verbinding in een bepaalde laag ( $H$ ) wordt berekend volgens:

$$H = (C \times V \times L) : 10 \quad (6)$$

waarin  $L$  in meters en  $H$  in kg per laag per ha.

#### 4.5. Grondwatervoeding

Omdat nitraat en sulfaat niet worden geadsorbeerd door bodemdeeltjes zal de verplaatsing van nitraat en sulfaat in de bodem even snel verlopen als van water.

De in de winterperiode 1986/'87 uitgespoelde hoeveelheid nitraat en sulfaat bevindt zich dus in de afgevoerde neerslagoverschotten van deze periode.



De grootte van de grondwatervoeding is berekend door middel van een eenvoudige waterbalansmethode. De neerslagoverschotten zijn berekend op basis van de neerslagcijfers van het KNMI-station Harderwijk en de cijfers voor de openwaterverdamping ( $E_o$ ) van De Bilt.

Vanwege de extra verdamping als gevolg van interceptie is de verdamping  $E$  gelijk gesteld aan  $E_o$ . Aangenomen is dat 50 mm neerslagoverschot in het najaar wordt geborgen in de laag tot 100 cm diepte voordat grondwatervoeding optreedt.

Per decade wordt het neerslagoverschot dus berekend volgens:

$$(N - E) = N - E_o$$

Zie voor verdere informatie over de berekening en de resultaten paragraaf 5.1.

## 5. RESULTATEN

## 5.1. Grondwatervoeding

In paragraaf 4.5 is aangegeven op welke wijze de grondwatervoeding is berekend. De gegevens over neerslag, verdamping en grondwatervoeding zijn per decade vermeld in tabel 2.

Tabel 2. Neerslag (N), open waterverdamping ( $E_0$ ) en grondwatervoeding onder bos (A) voor de regio Harderwijk voor de periode augustus 1986 tot en met maart 1987 (in mm).

Maand	Decade	N	$E_0$	A
augustus '86	I	11,8	38	0
	II	3,8	32	0
	III	68,5	26	0
september '86	I	10,8	23	0
	II	20,6	19	0
	III	0,0	16	0
oktober '86	I	2,5	11	0
	II	23,4	8	0
	III	106,9	8	71,7
november '86	I	20,2	11	9,2
	II	45,6	8	37,6
	III	15,6	8	7,6
december '86	I	5,4	6	0
	II	30,6	3	27,0
	III	73,9	1	72,9
januari '87	I	31,0	1	30,0
	II	0,0	1	0
	III	3,2	0	2,2
februari '87	I	13,2	3	10,2
	II	7,1	4	3,1
	III	8,8	5	3,8
maart '87	I	22,4	11	11,4
	II	14,7	13	1,7
	III	30,5	16	14,5
Totaal augustus tot en met maart		569,5	272	302,9

Vanwege de droge zomer in 1986 is in de decaden I en II van augustus niet meer water voor verdamping beschikbaar dan er aan neerslag valt, zodat in deze decaden de verdamping gelijk is aan de neerslag. Pas vanaf de derde decade in augustus kunnen neerslagoverschotten de vochtvoorraad van de laag tot 100 cm diepte aanvullen. Het tijdstip waarop de bodem de veldcapaciteit (aanvulling met ca. 50 mm) bereikt ligt ongeveer bij de derde decade van oktober. De totale afvoer van neerslagoverschotten beneden het vlak van 1 m - m.v. bedraagt ongeveer 300 mm tot aan de bemonstering begin april.

### 5.2. Vochtgehalte en vochtvoorraad

Het vochtgehalte (gew. % en vol. %) is per bemonsterde laag weergegeven in bijlage 3. Gezien de situatie van neerslag en verdamping in de maand maart zal het profiel bij de bemonstering begin april ongeveer op veldcapaciteit zijn geweest. Het vol. vochtgehalte beneden 1 m - m.v. ligt veelal tussen 5 en 8 %. In de bovenste decimeters ligt het vochtgehalte tussen de 15 en 25 vol. %. Het aantal mm's vocht per bodemlaag is eveneens vermeld in bijlage 3. Het neerslagoverschot van ca. 300 mm wordt bij de bemonstering in april veelal teruggevonden tussen 1 en 5,5 m - m.v. (tabel 3).

### 5.3. Organische stof

Het organische stofgehalte is alleen bepaald in grondmonsters van de bovenste 2 à 3 m (bijlage 4). Het eerste grondmonster is genomen na verwijdering van de strooisellaag. Het organische stofgehalte in de bovenste 20 à 40 cm varieert tussen ca. 3,0 en ca. 6,0 gew. %. Daaronder daalt het gehalte geleidelijk en beneden 1,0 m diepte bedraagt het veelal enkele tienden gew. %.

### 5.4. Ammonium-, nitraat- en sulfaatgehalten en -voorraden

Gegevens over de gehalten en voorraden aan  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$  en  $\text{SO}_4$  zijn opgenomen in bijlagen 3 en 4. Voor ammonium mag de berekende concentratie

in het bodemvocht niet geïnterpreteerd worden alsof "alles in oplossing" is. Door de extractie met  $\text{CaCl}_2$  wordt ook eventueel aanwezig uitwisselbaar  $\text{NH}_4^+$  losgemaakt. Bovendien kan een deel van het organisch N dat oplosbaar is worden gemeten als  $\text{NH}_4^+$  omdat tijdens de bepalingmethode enige omzettingen kunnen plaatsvinden. De voorraad ammonium-N in de bovenste meter bedraagt ca. 20 kg per ha (tabel 3). Deze hoeveelheid komt ongeveer overeen met de gemiddelde jaardepositie aan  $\text{NH}_x$  in Nederland (tabel 2), maar is beduidend lager dan de depositie van  $\text{NH}_x$  die in bossen is gemeten (VAN BREEMEN e.a., 1982). Accumulatie van  $\text{NH}_4$  mag ook geen belangrijke rol spelen, aangezien de pH hoog genoeg is voor een goede nitrificatie (bijlage 4). Op grotere diepte komt incidenteel een bodemlaag voor met grotere voorraden  $\text{NH}_4$ . Zonder nader onderzoek kan hiervoor geen verklaring worden gegeven. Er zijn geen aanwijzingen dat de afstand tot de kippenhouderij invloed heeft op de voorraad aan  $\text{NH}_4$  in de bodem.

Vanwege de belangrijke invloed van sulfaatadsorptie op de totale hoeveelheid sulfaat, bepaald via extractie, mogen de analyseresultaten in bijlage 4 niet via vergelijking (5) worden omgerekend naar  $\text{mg.l}^{-1}$  in het bodemvocht (STEENVOORDEN e.a., 1987). Van het geanalyseerde sulfaat kan in afhankelijkheid van de adsorptiecapaciteit tussen  $\frac{1}{4}$  en  $\frac{3}{4}$  deel geadsorbeerd zijn.

Tabel 3. Voorraad ammonium en sulfaat in de bodem op enkele afstanden van de kippenhouderij. Tussen haakjes de gemiddelde waarde per afstand

Afstand	Boring code	Ammonium in laag 0-1 m ( $\text{kg.ha}^{-1}$ als N)	Sulfaat in laag 0-1 m ( $\text{kg.ha}^{-1}$ als $\text{SO}_4$ )	Sulfaat in laag 0-7 m ( $\text{kg.ha}^{-1}$ als $\text{SO}_4$ )
50 m	P <sub>1</sub> A	30	700	2470
		(26)	(600)	(3140)
100 m	P <sub>1</sub> B	22	490	3810
	P <sub>2</sub> A	15	600	4140
200 m	P <sub>2</sub> B	(14)	(520)	(3840)
		13	430	3540
	P <sub>3</sub> A	26	360	3940
550 m	P <sub>3</sub> B	(24)	(430)	(4410)
		21	500	4880
	P <sub>4</sub> A	15	730	4500
	P <sub>4</sub> B	(13)	(570)	(3710)
		10	400	2920

Er is geen relatie tussen de voorraad sulfaat in de bodem en de afstand tot de kippenhouderij. De voorraad sulfaat in de bovenste meter bedraagt ca.  $530 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  en in de bovenste 7 m ca.  $3780 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Indien alle sulfaat in opgeloste toestand zou voorkomen zou de concentratie in de bovenste meter  $700 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  bedragen en in de laag tot 7 meter  $445 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ .

Nitraat wordt niet noemenswaardig aan bodemdeeltjes geadsorbeerd en zeker niet als grote hoeveelheden sulfaat aanwezig zijn zoals in deze grond. Er blijkt een belangrijke nitraatuitspoeling op te treden van ca.  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (als N) voor de afstanden van 50 tot 200 meter en van ca.  $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  op 550 m (tabel 4). De nitraatconcentraties zijn hoog en bedragen ca.  $33 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$  (als N) op de afstanden van 50 tot en met 200 m en ca.  $16 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$  (als N) op 550 m afstand. Pas op een afstand van 550 m lijkt de nitraatuitspoeling duidelijk omlaag te gaan.

#### 5.5. Zuurgraad

De per laag gemeten pH ( $\text{CaCl}_2$ )-waarden zijn opgenomen in bijlage 4. In tabel 5 is per bodemlaag de gemiddelde pH-waarde vermeld. Over het algemeen is de variatie in pH-waarde voor een bepaalde laag tussen de boringen gering. De pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) stijgt van 4,3 in de bovenste 0,3 m naar waarden boven de 5,0 voor diepten groter dan 0,5 m. Uit de analysere-sultaten blijkt dat de bodem niet sterk is verzuurd. De pH is geen beperkende factor voor het nitrificatieproces.

Tabel 4. Uitspoeling van nitraat in de periode oktober 1986 tot en met maart 1987 bepaald door middel van analyses in grondmonsters van boringen op verschillende afstanden van een kippenhouderij. De uitspoeling is berekend voor een grondwatervoeding van 303 mm vanaf 1 m - m.v. tot de aangegeven diepte.

Boring Uitspoelingsdiepte (m - m.v.)		Nitraat	
		(kg.ha <sup>-1</sup> als N)	(mg.l <sup>-1</sup> als N)
<u>Afstand 50 m:</u>			
P <sub>1</sub> A	6,30	88	29
P <sub>1</sub> B	5,50	81	27
Gemiddeld		<u>84,5</u>	<u>28</u>
<u>Afstand 100 m:</u>			
P <sub>2</sub> A	5,10	131	43
P <sub>2</sub> B	5,30	78	26
Gemiddeld		<u>104,5</u>	<u>34,5</u>
<u>Afstand 200 m:</u>			
P <sub>3</sub> A	5,00	119	39
P <sub>3</sub> B	5,40	96	32
Gemiddeld		<u>107,5</u>	<u>35,5</u>
<u>Afstand 550 m:</u>			
P <sub>4</sub> A	4,70	64	21
P <sub>4</sub> B	5,10	35	12
Gemiddeld		<u>49,5</u>	<u>16</u>

Tabel 5. Gemiddelde pH per bodemlaag op basis van de bemonstering begin april 1987. De pH (H<sub>2</sub>O) is berekend uit de pH (CaCl<sub>2</sub>) door verhoging met 0,6 pH-eenheid. Tussen haakjes is de pH-range vermeld

<u>Laagdiepte</u>	<u>pH (CaCl<sub>2</sub>)</u>	<u>pH (H<sub>2</sub>O)</u>
0,0 - 0,3 m	3,7 (3,6 - 4,1)	4,3
0,3 - 0,5 m	4,3 (4,3 - 4,4)	4,9
0,5 - 1,0 m	4,6 (4,5 - 4,7) <sup>1</sup>	5,2
1,0 - 2,0 m	4,5 (4,2 - 4,7)	5,1
2,0 - 3,0 m	4,6 (4,5 - 5,0)	5,2
3,0 - 4,0 m	4,6 (4,5 - 4,8)	5,2
4,0 - 5,0 m	4,4 (4,0 - 4,6)	5,0
5,0 - 6,0 m	4,4 (4,1 - 4,6)	5,0
6,0 - 7,0 m	4,6 (4,3 - 4,8)	5,2
7,0 - 8,0 m	4,6 (4,4 - 4,8)	5,2

<sup>1</sup> exclusief waarde van 5,8

## 6. DISCUSSIE EN CONCLUSIES

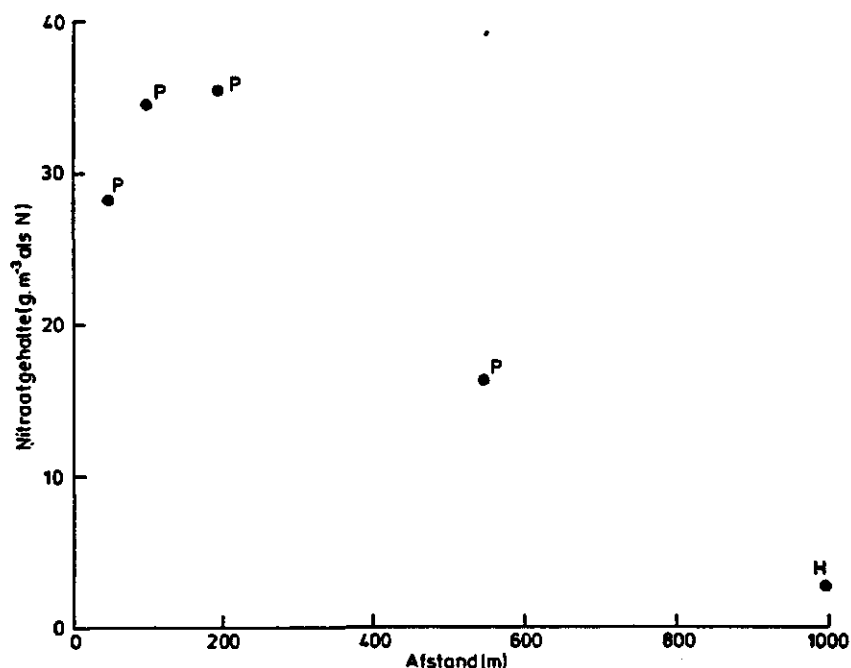
Het is allereerst nuttig om aandacht te besteden aan de kwaliteit van de verzamelde gegevens. De stoffenbelasting van de bodem als gevolg van atmosferische depositie zal verschillen naar gelang de plek onder een boom en de soort boom. Om deze reden is bij de bemonstering steeds gekozen voor een grove den opstand van ongeveer dezelfde leeftijd en voor een plek tussen twee dennen waarvan de kruinen elkaar ter plaatse enigszins overlapt. De keuze van preciese boorplek is vooral belangrijk voor de analyseresultaten in de bovengrond. Men mag verwachten dat verschillen in stoffenbelasting tussen plekken worden afgevlakt naarmate men dieper in de bodem komt. Om deze reden is het aantal boringen per afstand beperkt tot 2. Het blijkt dat er belangrijke verschillen in analyseresultaten optreden tussen de twee boringen op dezelfde afstand van de kippenhouderij. Dit geldt zowel voor sulfaat als nitraat, maar in mindere mate voor ammonium. Gezien deze verschillen is het de vraag of twee boringen voor één afstand wel voldoende zijn voor een nauwkeurige kwantificering van de uitspoelingsverliezen. Het lijkt wel voldoende voor de vaststelling van de orde van grootte.

Het niveau van de nitraatuitspoeling kan als zeer hoog worden gekwalificeerd. Aangenomen mag worden dat de nitraatuitspoeling met name veroorzaakt wordt door de depositie in het voorafgaande jaar. Deze lokale depositie is dus beduidend hoger geweest dan de berekende totale N-depositie van ca. 50 kg/ha in 1986 voor de regio West Gelderland (ERISMAN e.a., 1987). De pH is hoog genoeg voor een goede nitrificatie van de  $\text{NH}_4$  die via atmosferische depositie de bodem bereikt.

De nitraatconcentraties (tabel 4) liggen tot en met 200 m afstand van de kippenhouderij op een niveau van ongeveer driemaal de maximaal toelaatbare concentratie (MTC) voor drinkwater ( $11,3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$  als N). Pas op ca. 550 m lijkt er een daling op te treden naar ongeveer anderhalf maal de MTC. De op deze lokaties gemeten nitraatconcentraties liggen beduidend hoger dan in het niet-bemeste proefveld van de bosbemestingsproef in Harderwijk (STEENVOORDEN e.a., 1987). De gemiddelde

concentratie van die 2 boringen was ca.  $2,5 \text{ g.m}^{-3}$  (als N). Als de gegevens van deze 2 proeven gecombineerd worden lijkt de afstand een belangrijke rol te spelen (figuur 1). Pas na een afstand van ca. 750 m daalt het nitraatgehalte beneden de MTC voor drinkwater. Deze voorlopige conclusie geldt alleen voor de houtopstand grove den op zandgrond met een diepe grondwaterstand. De invloed van de afstand zou nog eens uitvoeriger onderzocht moeten worden voor meerdere boomsoorten, waarbij ook de  $\text{NH}_3$ -emissiebronnen in de omgeving worden geïnventariseerd.

De gegevens over de voorraad sulfaat in de bodem zijn niet vertaalbaar naar sulfaat-uitspoeling omdat adsorptie van sulfaat een belangrijke rol kan spelen bij de verklaring van de via extractie bepaalde hoeveelheid sulfaat. Het is gewenst om onderzoek te doen naar de sulfaat-adsorptiecapaciteiten van zandgronden in combinatie met sulfaatuitspoelingsonderzoek. Zeer waarschijnlijk is ook de sulfaatuitspoeling op kleinere lokaties beduidend hoger dan berekeningen op regionale schaal aangeven.



Figuur 1: Relatie tussen de nitraatgehalten in de grondwatervoeding tussen 1 en 5 m -mv en de afstand tot agrarische opstallen voor de periode oktober 1986 tot en met maart 1987 op basis van metingen onder grove den opstanden te Putten (P) en Harderwijk (H). De onderzoeksobjecten liggen oostelijk van de opstallen



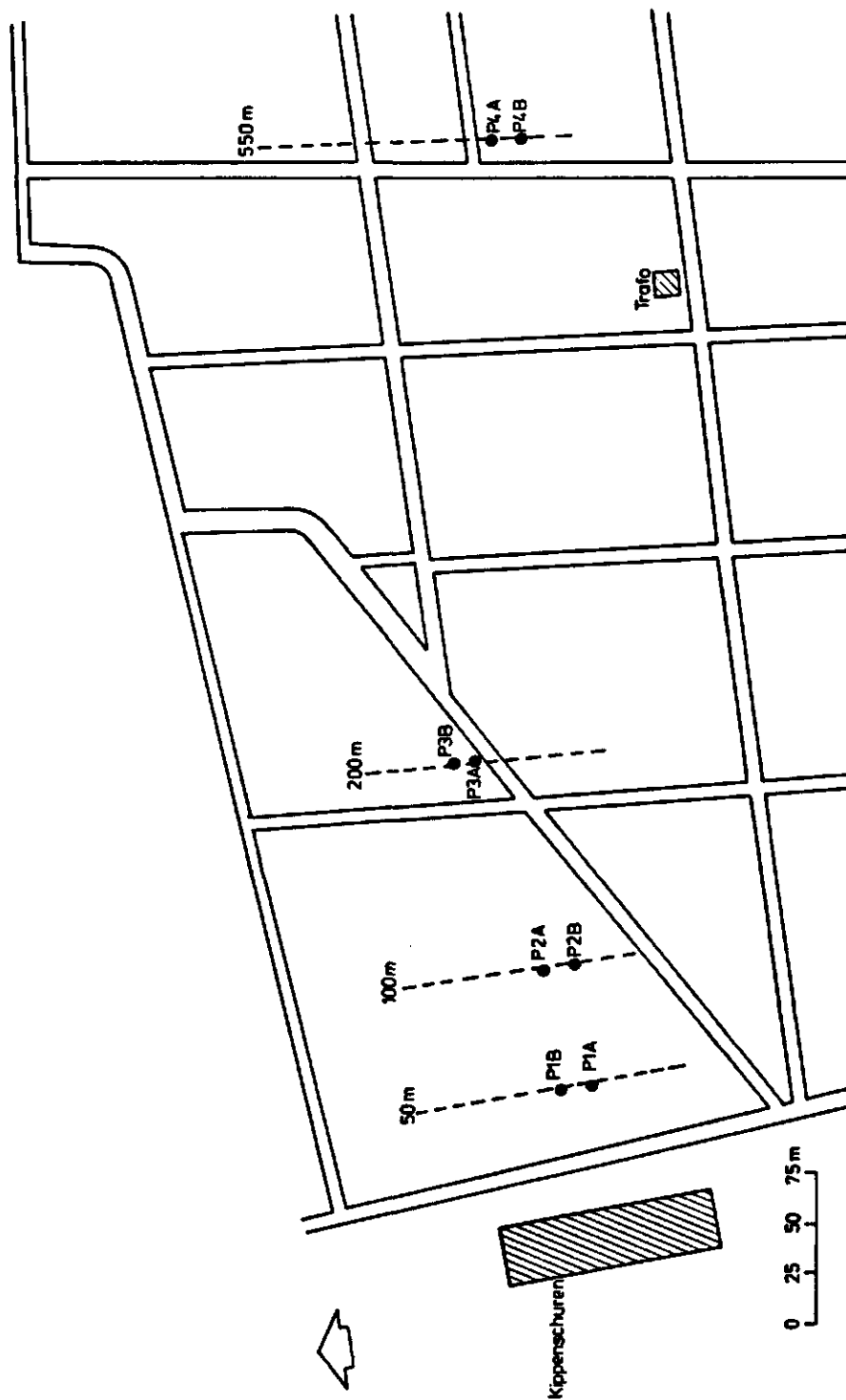
## 7 SAMENVATTING

Onderzoek is uitgevoerd naar de uitspoeling van enkele nutriënten onder een grove den opstand in Putten op vier afstanden (150, 100, 200 en 550 m) van een kippenhouderij. Het onderzoek is uitgevoerd in april 1987. Vanwege de grote diepte waarop het grondwater zich bevindt is de uitspoeling nagegaan door middel van analyses in het  $\text{CaCl}_2$ -extract van grondmonsters, verkregen uit twee boringen tot 7 à 8 meter diepte per afstand. De resultaten voor sulfaat kunnen niet worden gebruikt voor de berekening van de sulfaatusspoeling, omdat een belangrijk deel van het geanalyseerde sulfaat in geadsorbeerde vorm kan zijn. Er is onvoldoende kennis beschikbaar over de sulfaatadsorptiecapaciteit van gronden. In de bodem worden slechts geringe voorraden ammonium aangetroffen, hetgeen duidt op een goede nitrificatie van de stikstof die via atmosferische depositie de bodem bereikt. De zuurgraad van de bodem is voor de nitrificatie geen beperkende factor. De nitraatusspoeling is bijzonder hoog en bedraagt ca.  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (als N) tot en met 200 m afstand en ca.  $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (als N) op 550 m afstand, hetgeen resulteert in concentraties van resp. 33 en  $16 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$  (als N). Pas op ca. 750 m afstand daalt de nitraatconcentratie onder grove den beneden de drinkwaternorm van  $11,3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$  (als N).

## LITERATUUR

- BERENDSE F., C. LAURIJSEN en P. OKKERMAN, 1988. The acidifying effect of ammonia volatilized from farm manure on forest soils. Ecol. Bull. (in press).
- ERISMAN, J.W., F.A.A.M. DE LEEUW en R.M. VAN AALST. 1987. Depositie van de voor verzuring in Nederland belangrijkste componenten in de jaren 1980 t/m 1986. Rapport 228473001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven, 57 p.
- BREEMEN, N. VAN, P.A. BURROUGH, E.J. VELTHORST, H.F. VAN DOBBEN, T. DE WIT, T.B. Ridder en H.F.R. REIJNDERS, 1982. Soil acidification from atmospheric ammonium sulphate in forest canopy throughfall. Nature, 299: 548 - 550.
- STEENVOORDEN, J.H.A.M., G.J. DRIJVERS, A. DE JAGER en R. SOEDE, 1987. Een oriënterend onderzoek naar de invloed van bemesting in een grove den opstand op de grondwaterkwaliteit (Bosbemestingsproef Harderwijk). ICW Nota 1825 Wageningen, 46 p.

BIJLAGE I



Ligging van de boorpunten in het boscomplex 'De Poolse Driessen' nabij Putten

BIJLAGE II Globale profielbeschrijving van de boringen (zie bijlage I voor codering)

Profielbeschrijvingen van boorpunt P1

Boring P<sub>1</sub>A:

laag diepte (cm)

1	0 - 25	donkerbruin ("zwart") humusarm zand; ± 10 % geel; loodzandlaag ± 3 cm
2	25 - 100	geel fijn leemarm zand
3	100 - 200	geel fijn leemarm zand
4	200 - 300	geel fijn leemarm zand; op 250 cm een grindlaagje van ± 5 cm; op 290 cm een laagje met oranje vlekken en wat grover zand
5	300 - 400	geel fijn leemarm zand
6	400 - 500	geel fijn leemarm zand
7	500 - 600	geel fijn leemarm zand
8	600 - 700	geel fijn leemarm zand
9	700 - 800	geel fijn leemarm zand

Vanaf 300 cm wordt de kleur geleidelijk aan "witter".

Boring P<sub>1</sub>B:

laag diepte (cm)

1	0 - 35	donkerbruin ("zwart") humusarm zand; ± 10 % geel; loodzandlaag ± 3 cm
2	35 - 100	geel fijn leemarm zand
3	100 - 200	geel fijn leemarm zand
4	200 - 300	geel fijn leemarm zand
5	300 - 400	geel fijn leemarm zand
6	400 - 500	geel fijn leemarm zand
7	500 - 600	geel fijn leemarm zand; op 590 cm een laagje van ± 5 cm met enige kleine grinddeeltjes en wat grover zand
8	600 - 700	geel fijn leemarm zand
9	700 - 800	geel fijn leemarm zand

Vanaf 100 cm wordt de kleur geleidelijk aan "witter".

### Profielbeschrijvingen van boorpunt P2

#### Boring P<sub>2</sub>A:

##### laag diepte (cm)

1	0 - 25	donkerbruin ("zwart") humusarm zand; ± 10 % geel; enige kleine grinddeeltjes
2	25 - 100	geel fijn leemarm zand
3	100 - 200	geel fijn leemarm zand
4	200 - 300	geel fijn leemarm zand
5	300 - 430	geel fijn leemarm zand; op 350 cm zand met een zeer lichte kleur ("wit") en enige grote grinddeeltjes
6	430 - 500	fijn leemarm zand; kleur wordt geleidelijk aan geler
7	500 - 600	fijn leemarm zand; kleur wordt geleidelijk aan geler
8	600 - 700	geel fijn leemarm zand
9	700 - 800	geel fijn leemarm zand

#### Boring P<sub>2</sub>B:

##### laag diepte (cm)

1	0 - 40	donkerbruin ("zwart") humusarm zand; ± 10 % geel; enige kleine grinddeeltjes
2	40 - 100	geel fijn leemarm zand
3	100 - 200	geel fijn leemarm zand
4	200 - 300	geel fijn leemarm zand
5	300 - 400	geel fijn leemarm zand
6	400 - 500	geel fijn leemarm zand; op 400 cm een grindlaagje van ± 5 cm; op 450 cm een grindlaagje van ± 10 cm
7	500 - 600	geel fijn leemarm zand
8	600 - 700	geel fijn leemarm zand
9	700 - 800	geel fijn leemarm zand

Vanaf 100 cm wordt de kleur geleidelijk aan "witter"; vanaf  
600 cm is de kleur gelijk aan 40 - 100 cm

## Profielbeschrijvingen van boorpunt P3

Boring P<sub>3</sub>A:

<u>laag</u>	<u>diepte (cm)</u>	
1	0 - 30	donkerbruin ("zwart") humusarm zand; ± 10 % geel; enige kleine grinddeeltjes
2	30 - 50	bruin humusarm zand; ± 30 % geel; enige kleine grinddeeltjes
3	50 - 100	geel fijn leemarm zand
4	100 - 200	geel fijn leemarm zand
5	200 - 300	geel fijn leemarm zand
6	300 - 410	geel fijn leemarm zand
7	410 - 540	roodbruin grover zand; enige middelgrote grinddeeltjes
8	540 - 600	korrelgrootte gelijk aan 410 - 540 cm; de roodbruine kleur neemt af; geen grinddeeltjes
9	600 - 700	korrelgrootte gelijk aan 410 - 540 cm; de roodbruine kleur neemt verder af

Boring P<sub>3</sub>B:

<u>laag</u>	<u>diepte (cm)</u>	
1	0 - 15	donkerbruin ("zwart") humusarm zand; ± 10 % geel; enige kleine grinddeeltjes
2	15 - 40	bruin humusarm zand; ± 30% geel; enige kleine grinddeeltjes
3	40 - 100	geel fijn leemarm zand
4	100 - 200	geel fijn leemarm zand
5	200 - 300	geel fijn leemarm zand
6	300 - 400	geel fijn leemarm zand
7	400 - 440	geel fijn leemarm zand; de gele kleur wordt intenser; enige kleine en middelgrote grinddeeltjes
8	440 - 500	"rood" zeer lemig grover zand met vele middelgrote grinddeeltjes
9	500 - 560	roodbruin zeer lemig grof zand; vele kleine grinddeeltjes; leemkluiten
10	560 - 600	zie 440 - 500 cm; fijner en minder lemig; minder "rood" van kleur; kleine grinddeeltjes
11	600 - 700	kleur wordt geleidelijk aan geler; kleine grinddeeltjes; op 670 cm een laagje van ± 10 cm met enige leemachtige kluitjes

### Profielbeschrijvingen van boorpunt P4

#### Boring P<sub>4</sub>A:

##### laag diepte (cm)

1	0 - 50	donkerbruin ("zwart") humusarm zand; ± 10% geel; vele kleine en middelgrote grinddeeltjes
2	50 - 100	geel fijn leemarm zand, ± 90% geel
3	100 - 200	geel fijn leemarm zand
4	200 - 260	geel fijn leemarm zand; iets lichter van kleur dan 100 - 200 cm
5	260 - 370	"wit" fijn leemarm zand; enige middelgrote grind- deeltjes
6	370 - 490	bonte afwisseling van "wit" en zeer geel fijn zand; op 480 cm een laagje van ± 10 cm met leemkluitjes
7	490 - 600	roodbruin grof zand
8	600 - 700	bruingeel grof zand

#### Boring P<sub>4</sub>B:

##### laag diepte (cm)

1	0 - 40	donkerbruin ("zwart") humusarm zand; ± 10 % geel; vele kleine middelgrote grinddeeltjes
2	40 - 100	geel fijn leemarm zand; ± 90% geel
3	100 - 200	geel fijn leemarm zand
4	200 - 300	geel fijn leemarm zand; iets lichter van kleur dan 100 - 200 cm
5	300 - 400	geel fijn leemarm zand
6	400 - 500	geel fijn leemarm zand; op 470 cm wordt de kleur bruiner en komen enkele kleine grinddeeltjes voor
7	500 - 560	"rood" grof zand; op 550 cm een laagje van ± 10 cm met grote leemkluiten (leembank ?)
8	560 - 700	"rood" grof lemig zand; enige leemkluiten

BIJLAGE 3: Analyseresultaten voor vocht, sulfaat, nitraat en ammonium per bodemlaag. Per bodemlaag is vermeld het vochtgehalte in gewichtsprocenten (G) in volumeprocenten (V), en in mm water, de gehalten en de voorraden van deze stoffen

Boring	Laag no.	Diepte (cm)	G (%)	V (%)	Vocht (mm)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> N)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> N)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (kg.ha <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (kg.ha <sup>-1</sup> N)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (kg.ha <sup>-1</sup> N)
P <sub>1</sub> A	1	0 - 25	16,4	24,6	61,5	29,1	30,1	197	18	19
	2	25 - 100	9,0	14,8	110,9	18,2	10,1	500	20	11
	3	100 - 200	3,4	5,6	56,3	23,7	16,7	305	13	9
	4	200 - 300	3,8	6,2	62,0	29,0	17,1	522	18	11
	5	300 - 400	3,8	6,3	62,9	26,7	9,5	127	17	6
	6	400 - 500	3,1	5,1	51,0	35,7	29,7	248	18	15
	7	500 - 600	3,3	5,4	54,3	31,1	13,5	322	17	7
	8	600 - 700	3,2	5,3	53,3	29,1	10,2	244	15	5
	9	700 - 800	3,5	5,8	58,3	12,6	29,9	1191	7	17
	Totaal				570,5			3657	144	101
P <sub>1</sub> B	1	0 - 35	11,7	17,6	61,4	17,8	18,7	134	11	11
	2	35 - 100	4,4	7,2	46,7	18,7	22,8	354	9	11
	3	100 - 200	4,6	7,6	75,7	16,9	30,5	1683	13	23
	4	200 - 300	4,2	6,9	68,6	29,3	3,0	342	20	2
	5	300 - 400	4,6	7,6	75,7	37,1	12,3	444	28	9
	6	400 - 500	3,3	5,4	54,0	24,0	18,0	331	13	10
	7	500 - 600	3,3	5,4	54,0	26,2	17,1	406	14	9
	8	600 - 700	3,4	5,6	56,4	20,9	0,0	116	12	0
	9	700 - 800	4,0	6,6	66,3	30,3	16,6	249	20	11
	Totaal				558,8			4056	140	87
P <sub>2</sub> A	1	0 - 25	12,5	18,7	46,7	13,5	23,3	103	6	11
	2	25 - 100	4,8	7,6	57,0	12,0	7,3	500	7	4
	3	100 - 200	4,6	7,6	76,2	24,5	67,3	2054	19	51
	4	200 - 300	3,7	6,2	61,7	116,2	39,9	253	72	25
	5	300 - 400	5,3	8,8	88,0	32,8	23,7	408	29	21
	6	400 - 500	4,2	6,9	69,5	14,6	3,5	91	10	2
	7	500 - 600	4,5	7,4	73,6	18,0	0,0	334	13	0
	8	600 - 700	5,9	9,7	96,5	17,7	5,3	393	17	5
	9	700 - 800	6,3	10,4	104,5	28,1	5,4	433	29	6
	Totaal				673,7			4570	202	125
P <sub>2</sub> B	1	0 - 40	11,6	17,3	69,4	8,4	14,7	188	6	10
	2	40 - 100	3,1	5,1	30,8	12,6	11,2	246	4	3
	3	100 - 200	4,6	7,5	75,4	11,0	13,5	694	8	10
	4	200 - 300	5,1	8,4	83,8	15,7	25,2	593	13	21
	5	300 - 400	4,0	6,6	66,1	47,5	453,1 (?)	319	31	300 (?)
	6	400 - 500	3,2	5,3	53,1	42,3	26,9	359	22	14
	7	500 - 600	4,8	7,8	78,3	15,2	4,4	273	12	3
	8	600 - 700	4,4	7,3	72,9	16,3	7,3	870	12	5
	9	700 - 800	4,6	7,5	75,0	23,0	22,3	193	17	17
	Totaal				604,8			3736	126	385



Boring	Laag no.	Diepte (cm)	G (%)	V (%)	Vocht (mm)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.l <sup>-1</sup> N)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.l <sup>-1</sup> N)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (kg.ha <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (kg.ha <sup>-1</sup> N)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (kg.ha <sup>-1</sup> N)
P <sub>3</sub> A	1	0 - 30	16,4	24,7	74,0	30,7	26,4	133	23	19
	2	30 - 50	9,1	15,0	30,0	21,2	17,5	223	6	5
	3	50 - 100	2,8	4,5	22,6	17,9	7,5	231	4	2
	4	100 - 200	4,8	8,0	79,5	72,9	107,0 (?)	1422	58	85 (?)
	5	200 - 300	5,4	9,0	89,6	21,9	12,2	353	20	11
	6	300 - 410	4,7	7,8	85,6	27,1	8,4	604	23	7
	7	410 - 540	3,3	5,4	70,5	38,3	18,2	499	27	13
	8	540 - 600	3,8	6,2	37,4	20,6	13,7	201	8	5
	9	600 - 700	3,4	5,7	56,7	14,4	10,5	278	8	6
Totaal					545,9		3944	177	154	
P <sub>3</sub> B	1	0 - 15	19,4	29,1	43,7	26,8	23,0	228	12	10
	2	15 - 40	3,5	5,7	14,3	70,7	33,1	277	10	5
	3	40 - 100	4,8	7,9	47,1	30,6	12,3	538	14	6
	4	100 - 200	3,6	6,0	59,9	22,3	45,4	545	13	27
	5	200 - 300	6,0	9,8	98,1	37,0	24,9	563	36	24
	6	300 - 400	4,2	6,9	68,9	30,2	24,9	401	21	17
	7	400 - 440	3,6	5,9	23,5	51,9	14,2	236	12	3
	8	440 - 500	1,2	2,0	11,9	174,8	67,8	632	21	8
	9	500 - 560	6,0	9,8	59,0	26,0	5,7	693	15	3
	10	560 - 600	4,6	7,6	30,4	38,5	9,3	255	12	3
	11	600 - 700	5,6	9,3	92,9	29,8	1,7	504	28	2
Totaal					549,7		4873	195	109	
P <sub>4</sub> A	1	0 - 50	10,3	15,5	77,3	4,4	12,1	457	3	9
	2	50 - 100	4,8	7,9	39,2	5,5	15,4	276	2	6
	3	100 - 200	5,0	8,2	81,6	5,7	1,3	504	5	1
	4	200 - 260	4,5	7,3	44,0	37,8	79,8	517	17	35
	5	260 - 370	4,0	6,6	72,4	46,7	11,2	706	34	8
	6	370 - 490	6,5	10,7	127,9	8,1	0,0	1149	10	0
	7	490 - 600	3,4	5,5	60,8	12,0	3,7	563	7	2
	8	600 - 700	3,3	5,4	53,9	2,8	0,0	331	2	0
Totaal					557,1		4501	80	62	
P <sub>4</sub> B	1	0 - 40	13,5	20,3	81,2	6,8	17,8	271	6	7
	2	40 - 100	3,5	5,8	34,7	14,8	9,1	126	5	3
	3	100 - 200	4,4	7,2	72,2	22,9	8,3	212	17	0
	4	200 - 300	4,0	6,7	66,6	2,7	0,0	374	2	9
	5	300 - 400	3,6	6,0	59,9	12,9	13,7	390	8	0
	6	400 - 500	5,7	9,4	94,2	6,9	0,7	661	6	2
	7	500 - 560	5,4	8,9	53,6	17,5	2,3	320	9	0
	8	560 - 700	4,9	8,0	112,0	10,8	0,0	574	12	0
Totaal					574,4		2929	65	22	

BIJLAGE 4: Sulfaatgehalte ( $\text{mg.kg}^{-1}$  droge grond), organische stofgehalte (% van drooggewicht) en de pH in het  $\text{CaCl}_2$ -extract per bodemlaag

Boring	Laag no.	Diepte (cm)	$\text{SO}_4^{2-}$	pH	Org. Stof
P <sub>1</sub> A	1	0 - 25	45,2	4,14	5,94
	2	25 - 100	37,1	4,57	0,94
	3	100 - 200	17,9	4,61	0,46
	4	200 - 300	30,5	5,04	0,27
	5	300 - 400	7,4	4,70	
	6	400 - 500	14,6	4,53	
	7	500 - 600	18,9	4,49	
	8	600 - 700	14,3	4,78	
	9	700 - 800	69,7	4,45	
P <sub>1</sub> B	1	0 - 35	22,8	4,41	4,25
	2	35 - 100	31,6	4,68	
	3	100 - 200	97,5	4,59	0,50
	4	200 - 300	19,9	4,58	0,35
	5	300 - 400	25,7	4,65	
	6	400 - 500	19,4	4,61	
	7	500 - 600	23,8	4,64	
	8	600 - 700	6,8	4,81	
	9	700 - 800	14,5	4,78	
P <sub>2</sub> A	1	0 - 25	24,4	3,78	4,21
	2	25 - 100	38,6	4,53	0,80
	3	100 - 200	119,0	4,37	0,42
	4	200 - 300	14,8	4,53	0,28
	5	300 - 400	23,8	4,67	
	6	400 - 500	5,3	4,48	
	7	500 - 600	19,4	4,58	
	8	600 - 700	22,5	4,44	
	9	700 - 800	24,7	4,40	
P <sub>2</sub> B	1	0 - 40	28,1	4,28	3,48
	2	40 - 100	24,1	4,70	0,70
	3	100 - 200	40,2	4,49	
	4	200 - 300	34,2	4,60	0,24
	5	300 - 400	18,6	4,60	
	6	400 - 500	21,1	4,45	
	7	500 - 600	15,8	4,45	
	8	600 - 700	50,5	4,68	
	9	700 - 800	11,2	4,69	

Boring	Laag no.	Diepte (cm)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	pH	Org. stof
P <sub>3</sub> A	1	0 - 30	25,4	3,73	5,68
	2	30 - 50	62,0	4,31	2,18
	3	50 - 100	27,2	4,54	0,73
	4	100 - 200	82,2	4,23	0,43
	5	200 - 300	20,3	4,56	
	6	300 - 410	31,8	4,63	
	7	410 - 540	22,5	4,52	
	8	540 - 600	19,6	4,55	
	9	600 - 700	16,3	4,62	
P <sub>3</sub> B	1	0 - 15	84,8	3,63	4,77
	2	15 - 40	65,0	4,40	2,39
	3	40 - 100	51,9	4,52	1,01
	4	100 - 200	31,9	4,59	0,36
	5	200 - 300	32,2	4,60	
	6	300 - 400	23,3	4,54	
	7	400 - 440	34,5	4,38	
	8	440 - 500	63,1	4,16	
	9	500 - 560	66,1	4,31	
	10	560 - 600	37,0	4,55	
	11	600 - 700	28,9	5,54	
P <sub>4</sub> A	1	0 - 50	55,0	4,23	2,91
	2	50 - 100	31,9	4,49	0,80
	3	100 - 200	29,1	4,70	0,57
	4	200 - 260	50,0	4,72	0,39
	5	260 - 370	37,4	4,82	
	6	370 - 490	54,5	4,04	
	7	490 - 600	30,0	4,34	
	8	600 - 700	19,4	4,48	
P <sub>4</sub> B	1	0 - 40	39,8	5,62	4,26
	2	40 - 100	12,3	5,78	1,00
	3	100 - 200	12,3	5,53	0,61
	4	200 - 300	21,8	4,88	0,21
	5	300 - 400	22,8	4,53	
	6	400 - 500	37,9	4,32	
	7	500 - 560	30,7	4,14	
	8	560 - 700	23,7	4,26	