

1047.11  
754 II

Stichting voor Bodemkartering  
Wageningen  
Staring-gebouw  
Lawickse Allee 136  
Tel. 08370 - 6333

BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW

Rapport nr. 778

BODEMKUNDIG ONDERZOEK VAN EEN BOUWTERREIN IN DE  
HOLIËRHOEKSCHÉ POLDER  
(GEMEENTE VLAARDINGEN)

door Ir. A.F. van Holst

Wageningen, februari 1968

NB. Aanvraag om advies wordt alleen verstrekt op voorwaarde dat de aanvrager afstand doet van ieder recht op aansprakelijkstelling terzake van de inhoud van het te geven of gegeven advies. Niets uit dit rapport of de bijlagen mag zonder toestemming van de Stichting voor Bodemkartering worden vermenigvuldigd of in andere publikaties worden overgenomen. Voor reclame alleen na schriftelijke toestemming.

JSN 196208 - 02

## I N H O U D

	Blz.
Voorwoord	3
Verklaring van enkele in de tekst gebruikte termen	4
1. <u>Algemeen</u>	5
1.1 Ligging van het gebied	5
1.2 Uitvoering en werkwijze van het veldonderzoek	5
1.3 Methodiek van het chemisch grondonderzoek	6
2. <u>Schematische lengte doorsnede</u>	7
3. <u>Korte toelichting op de analyse-uitkomsten</u>	12
4. <u>De samenhang met andere analyse-resultaten</u> <u>(Dr. W. Schut)</u>	14
 <u>Afbeeldingen</u>	
1. Situatiekaart, schaal 1 : 10 000	5
 <u>Bijlagen</u>	
1. Schematische doorsnede lengte schaal 1 : 200 diepte schaal 1 : 20	
2-5. Profielen met analysecijfers van de boringen 1, 2, 4, 7, 11 en 15	

VOORWOORD

Van de N.V. Nederlandsche Franki Maatschappij te Capelle a/d IJssel werd op 2 december 1967 opdracht ontvangen tot het uitvoeren van een bodemkundig onderzoek op een bouwterrein (Plan 304 woningen; Blok F) gelegen in de Holiërrhoeksche Polder te Vlaardingen.

Dit onderzoek werd uitgevoerd in december 1967 - januari 1968 door B.J. Bles en W.B. Kleinsman. De chemische analyses werden verricht door Dr. H.W. v.d. Marel.

Ir. A.F. van Holst had de leiding van dit onderzoek en stelde het rapport samen.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek heeft intensief overleg plaatsgevonden met het Raadgevend Bureau H. Krekel te Breda.

DE ADJUNCT-DIRECTEUR,

Ir. R.P.H.P. v.d. Schans.

VERKLARING VAN ENKELE IN DE TEKST GEBRUIKTE TERMEN

mu	: micron = 0,001 mm
Lutumfractie	: minerale delen kleiner dan 2 mu
Zandfractie	: minerale delen groter dan 50 mu en kleiner dan 2000 mu
Klei	: mineraal materiaal dat minste s 8 % lutumfractie bevat
Lutumklassen	: Benaming Lutumfractie in %
	lichte zavel ) zavel 8 - 17½
	zware zavel ) 17½ - 25
	lichte klei ) klei 25 - 25
	zware klei ) > 35
Humusklassen	: Benaming Org. Stof in %
	Humeuze zavel 2½ - 10
	Humeuze klei 3 - 16
	Humusrijke zavel 9 - 20
	Humusrijke klei 12 - 30
	Venige klei 20 - 45
	Kleiig veen 33 - 70
	Veen 35 -100
Kalkrijk	: Meer dan 1 % CaCO <sub>3</sub> bij 0 % lutum en meer dan 2 % CaCO <sub>3</sub> bij 100 % lutum. Sterke opbruising bij overgieten met 12,5 % zoutzuur
Kalkloos	: Minder dan ca. 0,5 % CaCO <sub>3</sub> . Geen opbruising
Rijping	: Klasse Consistentie
	geheel ongerijpt zeer slap; loopt zonder te knijpen tussen de vingers door
	bijna ongerijpt slap; loopt bij knijpen zeer gemakkelijk tussen de vingers door
	half gerijpt matig slap; loopt bij knijpen nog goed tussen de vingers door.
	bijna gerijpt matig stevig; kan met stevig knijpen nog juist tussen de vingers door worden geperst
	gerijpt stevig; niet tussen de vingers door te persen.



Kethel

Gemeente Vlaardingen

Holy Wijk

Holy Ziekenhuis

Vlaadinger Vaart

Beneluxtunnel

Rijksweg 20

Rijksweg 20

Schaal 1:10000

## 1. ALGEMEEN

### 1.1 Ligging van het gebied (afb. 1)

Het onderzochte gebied - een bouwterrein ter grootte van ca. 0,2 ha - ligt aan de noordzijde van Vlaardingen in de Holiërhoeksche Polder.

De hoogteligging bedraagt ca. 2 m -NAP.

### 1.2 Uitvoering en werkwijze van het veldonderzoek

Na een voorlopige verkenning van de bodemgesteldheid (6-12-'67) op en in de onmiddellijke nabijheid van het bouwterrein - aangeduid als Plan 304 woningen; Blok F - is de eigenlijke veldopname uitgevoerd. Dit geschiedde op 18-20 december 1967. Binnen het palenplan van Blok F zijn m.b.v. een steekboor 15 boringen verricht, in diepte variërend van 3,5 - 5 m beneden maaiveld en met onderlinge afstanden van 4,5 - 10 m. De diepboorraai ligt in de lengterichting in het midden van het palenplan. Als uitgangspunt voor de raai is genomen het midden van stramien nr. 14 volgens het nieuwe palenplan. Dit betekent een verschuiving over een afstand van 1.80 m in noordwestelijke richting ten opzichte van stramien nr. 14 van het oorspronkelijke palenplan (werkblad 468-1; dd. 10-5-1967; adviesbureau J.J. Petersen N.V. - Rotterdam).

Vanuit boring nr. 1 op nieuw stramien nr. 14 (aangeduid als 14<sup>1</sup>) zijn de plaatsen van de overige boringen in de raai m.b.v. een meetlint vastgelegd. De diepboorraai is niet gewaterpast. Aangezien de hoogteligging van het maaiveld ter plaatse van de overige boringen niet bekend was, is het maaiveld in de schematische doorsnede horizontaal getekend. De diepte van de verschillende lagen is aangegeven t.o.v. het maaiveld. De hoogteverschillen in maaiveldligging tussen de verschillen boringen bedragen naar schatting ca. 25 cm.

Ter uitvoering van een aantal chemische analyses zijn 6 boringen bemonsterd. Op bijlage nr. 1 is de plaats, het nummer, de diepte en de dikte van de grondmonsters aangegeven. Van nagenoeg elke bodemlaag of afzetting is één (soms twee) monster genomen, dat representatief geacht mag worden voor de gehele laag of afzetting.

De verzamelde monsters zijn geanalyseerd in het Chemisch Laboratorium van de Stichting voor Bodemkartering. De profielopbouw van 6 boringen met bijbehorende analyse-cijfers zijn weergegeven op de bijlagen 2, 3, 4 en 5. De verwerking van de veldgegevens en de analyse-resultaten alsmede de samenstelling van kaartbijlagen en rapport vonden plaats in januari 1968.

### 1.3 Methodiek van het chemisch onderzoek

Van het totale aantal van 46 grondmonsters zijn er 16 uit de boringen 1, 2 en 4, zeer summier onderzocht. Het uitgevoerde onderzoek betreft hier de zuurgraad (pH), gemeten direct in water en na oxydatie met waterstofperoxyde alsmede een indicatieve bepaling op het voorkomen van sulfaat na oxydatie met waterstofperoxyde ( $H_2O_2$ ).

Aan de overige 30 monsters, afkomstig uit de boringen 7, 11 en 15 zijn meer en bovendien kwantitatieve analyses verricht. Het betreft de zuurgraad (pH), gemeten in water - zowel direct als na droging bij  $105^{\circ} C$  - en de pH na oxydatie met waterstofperoxyde; de hoeveelheden in water oplosbaar natrium (Na), kalium (K), chloor (Cl) en sulfaat ( $SO_4$ ); de totale hoeveelheid sulfaat; het vochtgehalte en het organische stof (humus) gehalte.

De kalktoestand van alle monsters is in het veld m.b.v. 12,5 % zoutzuur (HCl) vastgesteld en kwalitatief aangegeven op de doorsneden en in de boorprofielen.

In het navolgende wordt de gebezigde analyse methodiek beknopt beschreven:

pH (direct) : in waterige suspensie (20 %);

(na drogen) : na droging bij  $105^{\circ} C$  in waterige suspensie (20 %)

(na oxydatie): na 3x droogdampen met 15 %  $H_2O_2$  in waterige suspensie

Vocht : gewichtsverlies na droging bij  $105^{\circ} C$

Humus : oxydatie met  $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$  terugtitratie van de verbruikte zuurstof  $KMnO_4$ .

Oplosbare bestanddelen (K, Na, Cl en  $SO_4$ ): ca. 20 gr. veldvochtig grondmonster schudden in Stokman kolf; daarna aanvullen tot 500 cc. met water. In het filtraat bepalen:

K en Na - vlamfotometrisch

Cl - titrimetrisch

$SO_4$  - gravimetrisch als  $BaSO_4$

Sulfaat, totaal (kwantitatief): ca. 5 gr. veldvochtig grondmonster oxyderen met Koningswater-Broom ( $HNO_3$ , HCl,  $Br_2$ ). Na 3x droogdampen opnemen in aangezuurd (HCl) water. Na filtratie sulfaat neerslaan met  $BaCl_2$  en gravimetrisch als  $BaSO_4$  bepalen.

Sulfaat, totaal (indicatief): (monsters 1-16) Ca. 5 gr. vochtig grondmonster oxyderen met waterstofperoxyde ( $H_2O_2$ ) (30 %). Na filtratie  $BaCl_2$  (10 %) toevoegen. Bij aanwezigheid van sulfaat ontstaat een witte troebeling ( $BaSO_4$ ) waarvan de intensiteit een maat is voor de hoeveelheid sulfaat.

De uitkomsten van de kwantitatieve en de indicatieve sulfaatbepalingen laten en zodanig verband zien, dat het mogelijk is voor de minder uitvoerig onderzochte monsters 1-16 een schattingswaarde voor het totaal sulfaatgehalte op te geven (bijlage 2).

## 2. SCHEMATISCHE DOORSNEDE (bijlage 1)

Bij de weergave van de diepboorgegevens in de schematische doorsnede blijkt het patroon van de onderscheiden lagen en afzettingen nagenoeg onveranderlijk over de gehele lengte van de raai door het palenveld voor te komen. Het bezwaar van de onbekendheid met de juiste maaiveldhoogte doet aan het verkrijgen van een inzicht in de geologische opbouw, geen afbreuk. De geconstateerde niveauverschillen tussen de diverse afzettingen kunnen in een dergelijk landschap als normaal worden beschouwd: sedimentatie van klei en zand, veenophoping, afslag en erosie kunnen over korte afstand zeer sterk wisselen.

Gezien de geringe variatie in het afzettingspatroon zal in het onderstaande van de belangrijkste afzettingen en bodemlagen een korte omschrijving worden gegeven, waarbij naast de veldgegevens ook de analyseresultaten worden vermeld:

Met toenemende diepte zijn ontscheiden: (voor analyseresultaten zie bijlagen 2-5)

a. Ophoogzand; scherp rivierzand, grijs, met schelpfragmenten, recent opgebracht in een dikte variërend van 50 à 70 cm

b. Kalkloze, zware klei; deze kleilaag ter dikte van 10 à 30 cm (plaatselijk afwezig door verwerking) vormt de oorspronkelijke bovengrond van het terrein. Zij bestaat uit humeuze, kalkloze, gerijpte (stevige), roestige zeer zware klei (40 à 45 % lutum).

pH (water) : 6,4 - 6,7

pH (na-oxydatie) : 4,1-5,1

wateroplosbaar  $SO_4$  : 0,02-0,04 % op droge grond; 549-900 mg/l bodemvocht

totaal  $SO_4$  : 0-0,12 % op droge grond

organische stof : 2,5-5,6 %

Deze kalkloze klei blijkt een betrekkelijke geringe hoeveelheid sulfaat te bevatten. De pH (direct versus na oxydatie) vertoont slechts een geringe terugval. Het merendeel van het eertijds aanwezige sulfaat is bij de rijping van de kleigrond verdwenen.

c. Kalkloze, humeuze tot enige zware klei; deze laag is te beschouwen als de eindfase in de sedimentatie van het onderliggende kleipakket, getuige de plaatselijke voorkomende donker tot zwart gekleurde vegetatie-horizont. De dikte van de kleilaag variëert van 10-25 cm. Waar deze het dikst (tot 30 cm) is ontwikkeld, valt een tweedeling te maken: het bovenste deel bestaande uit zwart kleifig



veen tot venige klei (ca. 40 % org. stof) met een lutumgehalte van 45-50 %) en het onderste gedeelte bestaande uit donkerbruine humusrijke tot venige, zware klei (ca. 45 % lutum).

pH (water) : 6,5-7,9

pH (na oxydatie) : 2,9 - 4,4 (humusrijke en venige klei) en  
4,7 - 4,9 (humeuze klei)

water oplosbaar sulfaat : 0-0,02 % op droge grond; 0-400 mg/l bodemvocht

totaal sulfaat : 0,12-0,51 % op droge grond

organische stof : 17-35 % (humusrijke en venige klei) en 5-8 % (humeuze klei)

Uit de analyse cijfers blijkt, dat naarmate meer organische stof aanwezig is het totaal  $SO_4$ -gehalte toeneemt en bij gevolg de pH na-oxydatie een sterkere daling vertoont.

- d. Kalkrijke lichte klei (stevig en slap): het kalkrijke kleipakket behoort tot één afzetting. Het gemaakte onderscheid zoals aangegeven op de dwarsdoorsnede, betreft een indeling naar consistentie en zwaarte. Het bovenste gedeelte van de afzetting is stevig (gerijpt), roestig en heeft een lutumgehalte van ca. 40 %. De structuur van deze klei is brokkelig, zgn. korte klei (gerijpt tijdens de afzetting).

Het onderste, meest omvangrijke deel van het kleipakket is humeus, en slap (half gerijpt), grijs van kleur en heeft een aflopend lutumgehalte tot 25 à 30 %. De klei-afzetting is sterk gelaagd met zand- en zavellaagjes en dunne fijn verslagen veenbandjes.

	<u>stevige, zware klei</u>	<u>slappe, lichte klei</u>
pH (water)	7,3 - 8,0	7,2 - 7,8
pH (na-oxydatie)	8,1 - 8,2	7,0 - 7,9
water oplosbaar sulfaat	0,02 - 0,03 % op droge grond 200 - 300 mg/l bodemvocht	0,20 - 0,24 % op droge grond 2100 - 2300 mg/l bodemvocht
totaal sulfaat	0,01 - 0,19 % op droge grond	2,98 - 6,28 % op droge grond
chloor	114 - 265 mg/l bodemvocht	371 - 682 mg/l bodemvocht
org. stof	2,7 - 4,2 %	5,7 - 6,6 %

In de uitkomstens van de pH-cijfers manifesteert zich de aanwezigheid van koolzure kalk. Behalve dat de direct gemeten pH hoog is, wijst het gelijkblijven van deze waarde gemeten na oxydatie op de aanwezigheid van een grote buffer in de vorm van een overmaat aan  $CaCO_3$ .

Onder deze omstandigheden zal zowel de oplosbare als de potentiële hoeveelheid sulfaat steeds geneutraliseerd kunnen worden.

Het criterium van de rijping, waarop het kalkrijke kleipakket is onderscheiden, komt ook tot uitdrukking in de analysecijfers. Met toenemende diepte stijgen de hoeveelheden wateroplosbaar  $\text{SO}_4$  en chloor zeer aanzienlijk, m.a.w. in het ongerijpte milieu heeft minder uitspoeling plaatsgevonden van deze bestanddelen. De minder ver voortgeschreden rijping van de ondergrond is voorts uit het hoge totaal  $\text{SO}_4$ -gehalte (geen oxydatie van humus en sulfiden (pyriet)).

e. Veen

In het gehele, kalkloze veenpakket dat in de doorsnede met een aantal onderscheidingen is weergegeven, weerspiegelt zich de sterke variatie in de milieu-omstandigheden tijdens de vorming en/of de sedimentatie.

Een belangrijke indeling betreft het onderscheid naar veenvorming ter plaatse of naar ophoping van elders afkomstige organische stof (verslagen veen).

Tot de eerste groep behoort bijv. het rietzeggeveen, waarbij het gevormde veen ook nog verschil laat zien in de belangrijkste samenstellende plantensoorten. In het algemeen bestaat het onderste deel van het veenpakket uit ter plaatse gevormde veensoorten. Onder de heersende gereduceerde omstandigheden is de kleur doorgaans lichtbruin tot geelbruin. In het veen komen hier en daar dunne grijze kleibandjes voor.

Het bovenste gedeelte van de veenlaag bestaat uit donker tot zwart gekleurd (oxydatie) verslagen veen met enige kleibijmenging. De structuur kan op korte afstand zeer sterk wisselen van korrelig zwartveen, zeer fijn verslagen veenslik tot duidelijk herkenbaar verslagen rietzeggeveen. In het veenpakket zijn vrij veel onderscheidingen aangebracht, die ondanks het kleine interval tussen de boringen, moeilijk in horizontale richting van elkaar zijn af te grenzen. Om deze reden is in de doorsnede de term, geleidelijke overgang ingevoerd.

	<u>Verslagen venen</u>	<u>Rietzeggevenen</u>
pH (water) :	6,3 - 7,7	6,6 - 7,7
pH (na-oxydatie):	2,7 - 4,1	1,8 - 3,8
Water oplosbaar sulfaat:	1,28 - 3,98 % droge grond	0,29 - 2,78 % droge grond
	2200 - 8000 mg/l bodemvocht	600 - 6000 mg/l bodemvocht

totaal sulfaat :	8,35 - 15,46 % droge grond	6,03 - 11,67 % droge grond
water oplosbaar chlor	664 - 1071 mg/l bodemvocht	687 - 1026 mg/l bodemvocht
Org.stofgehalte:	26,3 - 75,4 %	57,2 - 60,5 %

De pH(water) van het veenpakket - onder gereduceerde omstandigheden - is normaal. De analyseresultaten geven het voorkomen van zeer grote hoeveelheden sulfaat aan, zowel oplosbaar als totaal. Vooral in de verslagen venen blijkt - mogelijk onder invloed van brak tot zout water - zeer veel sulfaat opgehoopt te zijn. Ondanks de aanwezigheid van enige kleibijmenging loopt de pH na oxydatie tot een zeer lage waarde terug. De geanalyseerde rietzeggevenen bezitten een wat meer constante samenstelling. Het hoge org. stofgehalte (ca. 60 %) doet bij aanwezigheid van grote hoeveelheden sulfaat de pH na oxydatie tot een extreem lage waarde dalen.

f. Kalkloze rietklei en kalkloze zware klei;

Deze beide kleilagen behoren samen met de onderliggende kalkrijke klei tot een zelfde geologische afzetting. Zij zijn te beschouwen als de eindfase van een sedimentatie. Het tussen de twee kalkloze kleilagen gemaakte onderscheid berust uitsluitend op het verschil in de hoeveelheid aangetroffen rietwortels. In de rietklei overheerst de aanwezigheid van deze plantenresten.

De gehele laag bestaat uit humeuze, slappe (ongerijpte), grijszwart tot grijze, kalkloze zware klei (40-45 % lutum). In dit ongerijpte materiaal - zgn. potentiële kattenklei - duidt de donkere kleur op de aanwezigheid van pyriet.

pH (water)	:	6,3 - 8,0	
pH (na oxydatie)	:	2,0 - 4,1	
water oplosbaar sulfaat	:	0,12 - 0,40	% droge grond
		1000 - 6000	mg/l bodemvocht
totaal sulfaat	:	2,15 - 5,75	% op droge grond
water oplosbaar chlor	:	864 - 1465	mg/l bodemvocht
organische stof	:	3,1 - 5,2 (16,8)	%

Onder de heersende, gereduceerde, omstandigheden is de pH (water) als normaal te beschouwen. De zeer grote hoeveelheden water oplosbaar sulfaat en totaal sulfaat, maken dat deze volledig kalkloze kleilagen bij oxydatie een pH daling vertonen tot de zeer lage waarden van 2 à 3. Bij oxydatie onder natuurlijke omstandigheden (niet in het laboratorium) zullen uit deze potentiële kattenkleien zeer zure gronden ontstaan.

g. Kalkrijke lichte klei/zware zavel;

De ondergrond van de raai bestaat binnen boorbereik ( 5 m -mv) uit een aflopende kleilaag. Dit betekent dat met toenemende diepte het bovenste gedeelte van de kleilagen, bestaande uit humeuze, slappe (ongerijpte), grijze kalkrijke zware klei (ca. 40 % lutum) met veel rietwortels geleidelijk via matig slappe, kalkrijke, grijze lichte klei (25-30 % lutum) overgaat in sterk gelaagde, kalkrijke, humeuze zavel (15-20 % lutum). Vooral in het onderste deel van het kleipakket komen een toenemend aantal dunne zandbandjes voor.

pH (water)	:	7,7 - 8,2
pH (na oxydatie)	:	6,5 - 7,7 (direct onder de bovenliggende kalkloze klei pH iets lager)
water oplosbaar sulfaat	:	0,15 % droge grond
		2200 -4000 mg/l bodemvocht
totaal S + SO <sub>4</sub>	:	2,10 - 3,96 % op droge grond
water oplosbaar chloor	:	928 - 1420 mg/l bodemvocht
organische stof	:	2,1 - 4,6 %

In de kalkrijke ondergrond kan de pH na oxydatie ondanks de aanwezigheid van enkele procenten sulfaat slechts zeer weinig dalen. De aanwezige hoeveelheid CaCO<sub>3</sub> vormt een voldoende buffer, ook ten aanzien van de water oplosvabe hoeveelheid SO<sub>4</sub>.

Het organische stofgehalte tendeert naar een toename met de diepte. De hoeveelheid water oplosbaar chloor vertoont ten opzichte van de oorspronkelijk in het zeewater aanwezige hoeveelheid weliswaar een daling, doch vormt thans nog een duidelijke aanwijzing voor het huidige zeer brakke milieu.

### 3. KORTE TOELICHTING OP DE ANALYSE-UITKOMSTEN

Uit de pH-cijfers, direct gemeten in water, blijkt dat die uitsluitend gelegen zijn in het traject 6 à 8. Hierbij overwegen de waarden met  $\text{pH} > 7$ , terwijl de waarden  $< 7$  voorkomen in de bovenste lagen van het oorspronkelijke bodemprofiel en in de diverse veenafzettingen op ca. 2,50 - 3,00 m beneden maaiveld. De pH-cijfers nadroging van de monsters laten over het algemeen een verschuiving naar lagere waarden zien. Hoewel deze nadroging in het laboratorium bepaalde uitkomsten moeilijk of niet vergelijkbaar zijn met die ontstaan na "natuurlijke" droging (in het profiel) zijn de cijfers verder onder het nodige voorbehoud een aanwijzing voor de optredende pH-veranderingen bij toetreding van lucht (oxydatie) in geval van een grondwaterstandsverlaging in het bodemprofiel. De pH dalingen blijven echter van beperkte omvang en zijn het grootst in de diverse veensedimenten.

De pH-cijfers gemeten na oxydatie met waterstofperoxyde vertonen deels een zeer sterke daling maar bij aanwezigheid van een overmaat aan  $\text{CaCO}_3$  slechts een geringe terugloop. De sterke pH daling treedt voornamelijk op in de venige en de veenmonsters en in de potentiële katekleien (rietklei). Als gevolg van de gebruikte analyse-methode wordt de organische stof in eerstgenoemde monsters bij behandeling met een grote overmaat aan  $\text{H}_2\text{O}_2$  niet geheel afgebroken. Dit feit van de onvolledige oxydatie - overigens ook uit de literatuur bekend - resulteert in zuurvorming en als logisch gevolg in een pH daling. Uiteraard heeft oxydatie van de aanwezige zwavelverbindingen ook een verzuring tot gevolg. De waarde van uiteindelijke pH zal in sterke mate bepaald worden door de hoeveelheid bufferende bestanddelen ( $\text{CaCO}_3$ ) in de grond. Het is nuttig er op te wijzen dat de gemeten lage pH-waarden na oxydatie niet gelden voor veldomstandigheden. In het bodemprofiel belet de hoge grondwaterstand de hier bedoelde volledige oxydatie.

Voorts kan gesteld worden dat het zeer moeilijk is om uit de grootte van de door oxydatie teweeggebrachte pH daling een juiste conclusie te trekken ten aanzien van de hoeveelheid zwavel, aangezien deze daling in sterke mate samenhangt met de aanwezige hoeveelheden organische stof en  $\text{CaCO}_3$ . Een betere indruk van de zwavelhuishouding wordt verkregen uit de bepalingen van het water oplosbaar, en het totaal zwavelgehalte (als  $\text{SO}_4$ ) van de grond (resp. actuele en potentiële toestand). Uit de analyse cijfers is duidelijk dat de totale hoeveelheid S +  $\text{SO}_4$  als  $\text{SO}_4$  in bepaalde gevallen zeer hoog is. Behalve de in de grond voorkomende sulfaat en diverse sulfiden is in deze cijfers ook het sulfaatgehalte van de organische stof opgenomen. Dit be-

draagt doorgaans 0,9 à 3 %  $\text{SO}_4$ , zodat een grond met 50 % org. stof een bijdrage aan het totaal sulfaatgehalte levert van 0,5 à 1,5 %  $\text{SO}_4$ . Ook na correctie van het totaal zwavelgehalte op het  $\text{SO}_4$  gehalte van de organische stof zijn het voornamelijk de monsters met een hoog organisch stofgehalte (kleiig veen, verslagen veen, rietzeggeveen) die een hoog totaal S +  $\text{SO}_4$  gehalte laten zien. Bovendien hebben deze monsters veelal een hoog gehalte aan wateroplosbaar sulfaat, hetgeen in voorkomende gevallen als een hanteerbaar kenmerk kan dienen.

In vergelijking met stromend water waar het toelaatbare  $\text{SO}_4$  gehalte ca. 200 à 300 mg/l bedraagt, is het water oplosbaar  $\text{SO}_4$  gehalte van het poriënwater in een aantal venige monster (vochtgehalte 30 à 75 %) zeer hoog te noemen (6000 à 8000 mg/liter). Deze hoge waarden duiden op de aanwezigheid van  $\text{SO}_4$  in de vorm van gips ( $\text{CaSO}_4$ ). De oplosbaarheid van gips bedraagt ca. 2300 mg/l, overeenkomend met  $\pm$  1650 mg  $\text{SO}_4$ /liter, en bij uitschudden van de grond met een overmaat aan water, is het zeer wel mogelijk om  $\text{SO}_4$  cijfers te vinden die groter zijn dan 1650 mg/liter.

Waarden groter dan 2000 mg  $\text{SO}_4$ /liter treden reeds na 1,5 m beneden maaiveld op; de extreem hoge cijfers zijn afkomstig uit de veenafzettingen op 2,5 à 3 m.

Ten slotte kan opgemerkt worden dat de cijfers voor wateroplosbaar K, Na en Cl als normaal zijn te beschouwen. Naar de diepte is er sprake van een geringe zoutinvloed.

Aanvulling blz. 13, regel 9: "toelaatbaar SO<sub>4</sub>-gehalte etc."

De grenswaarde van het toelaatbaar SO<sub>4</sub>-gehalte van 200 à 300 mg/l wordt zoals uit onderstaand overzicht blijkt, veelal in de literatuur aangetroffen. Het is deze vorm welke hier in de vergelijking is betrokken.

### Literatuur

Werner, R. : Hoch sulfatbeständige Zemente im Berg-, Stollen- und Tunnelbau.  
Montan - Rundschau. Heft 4 (1961) S 83-84.

1. "Concrete Manual" van U.S. Dep. of the Interior, Bureau of Reclamation

Tabel	Sulfaat (SO <sub>4</sub> ) in water
niet agressief	0 - 150 mg/l
zwak agressief	150 - 1000 mg/l
sterk agressief	1000 - 2000 mg/l
zeer sterk agressief	> 2000 mg/l

2. Citaat: "So halt Grün bei porösem Beton schon Wasser mit einem Gehalt ab 80 mg/l SO<sub>4</sub> bei Verwendung gewöhnlicher Zemente für bedenklich".

Locher, F.W. und H. Pisters : Beurteilung betonangreifender Wässer  
Zement - Kalk - Gips 17, (1964) Heft 4, S 129-136

1. Tabel uit de Concrete Manual (U.S.A.); zie Werner (1961)

2. Soortgelijke richtlijnen uit Groot Brittannië

Tabel	Sulfaat (SO <sub>3</sub> ) in water
niet agressief	0 - 300 mg/l
zwak agressief	300 - 1000 mg/l
sterk agressief	> 1000 mg/l

3. Voorstel van de laboratorium commissie van de  
vereniging van Duitse cementfirma's

Tabel	Sulfaat (SO <sub>4</sub> ) in water
zwak agressief	200 - 600 mg/l
sterk agressief	600 - 2500 mg/l
zeer sterk agressief	> 2500 mg/l

Locher, F.W.

: Chemischer Angriff auf Beton

Beton Herstellung Verwendung 17 (1967); H.1 S 17/19  
und H.2 S 47/50

Tabel	Sulfaat (SO <sub>4</sub> ) in water
zwak agressief	200 - 600 mg/l
sterk agressief	600 - 3000 mg/l
zeer sterk agressief	> 3000 mg/l

Opmerking: Geldig voor grote hoeveelheden stilstaand of voor langzaam  
stromend water



4. DE SAMENHANG MET ANDERE ANALYSERESULTATEN (Dr. W. Schut)

Voorafgaande aan het onderzoek door de Stichting voor Bodemkartering zijn er ter plaatse van boring nr. 15 door de opdrachtgever grondmonsters verzameld. De monsters zijn onderzocht door het Laboratorium voor Chemisch en Bacteriologisch onderzoek Dr. W. Schut N.V. te Rotterdam. De analyseresultaten zie brief nr. 9168/90, dd. 23-11-1967, zijn gedeeltelijk opgenomen in bijlage nr. 5, ten einde deze gegevens met die van de Stichting voor Bodemkartering (Stiboka) te kunnen vergelijken.

Het is echter noodzakelijk dit met enig voorbehoud te doen, hetgeen in het onderstaande zal worden toegelicht.

- a. de monsterplaatsen zijn niet precies dezelfde
- b. met voorbijgaan aan de eventuele verschillen in maaiveldhoogte van beide monsterplaatsen (de Stibokamonsters zijn genomen onder en bij aanwezigheid van een laag ophoogzand) is aangenomen dat de bovenkant van de bemonsteringsdiepte volgens Schut dezelfde is als de 60 cm -nw diepte volgens Stiboka.
- c. de grondmonsters afkomstig van de opdrachtgever voor het Laboratorium Schut zijn genomen met een pulsboor en bovendien met regelmatige diepte intervallen van 25 cm. De zeer afwisselende bodemgesteldheid ter plaatse zal er zeker toe geleid hebben dat er een aantal monsters bestaan uit een mengsel van twee of meerdere afzettingen.

Het is duidelijk dat ondanks de zorgvuldige uitvoering van de analyses in beide laboratoria, de uitkomsten toch sterk van elkaar kunnen verschillen omdat in vele gevallen met verschillend uitgangsmateriaal is gewerkt.

De pH-cijfers wijken over het algemeen niet zo sterk van elkaar af, ook al moet hier opgemerkt worden dat er soms een keuze (geen willekeurige !) gedaan moest worden uit de analysecijfers van Schut op een bepaalde diepte die overeenstemde met een Stibokamonster.

De verklaring voor de verschillen tussen de sulfatcijfers (zowel oplosbaar als totaal) van Schut en Stiboka zal behalve in andere monsterplaatsen voornamelijk gezocht moeten worden in verschillende samenstelling van de monsters.