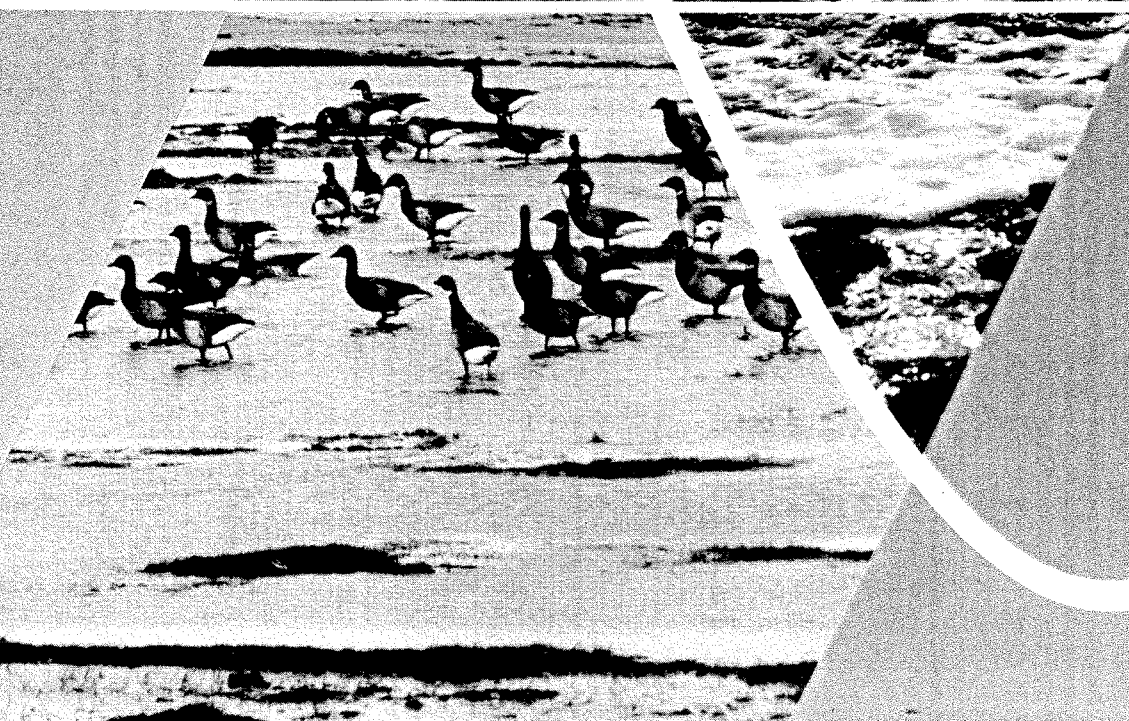


De bodem van het schor van het  
Markiezaat voor de afsluiting.  
Enige bodemfysische en bodem-  
chemische eigenschappen.

Nota DDMI-82.25



De bodem van het schor van het  
Markiezaat voor de afsluiting.  
Enige bodemfysische en bodem-  
chemische eigenschappen.

Nota DDMI-82.25

Middelburg, december 1982  
ir. O. Oenema.

## Voorwoord

Het regeringsbesluit in 1976 de Oosterschelde te voorzien van een stormvloedkering en compartimenteringsdammen houdt o.a. in dat het voormalige Verdrongen Land van het Markiezaat van Bergen op Zoom verandert in een binnenmeer met brede randoevers.

De implicaties die, o.a. deze deltawerken hebben voor het milieu, worden bestudeerd en begeleid door de Hoofdafdeling Milieu en Inrichting van de Deltadienst van de Rijkswaterstaat.

Voorliggende nota beschrijft enige aspecten van de bodemkundige uitgangssituatie van de schorren in het Markiezaat vóór de afsluiting van het Markiezaat en dient als basis voor het onderzoek dat plaats zal vinden tijdens en na de afsluiting van het Markiezaat.

Deze informatie over de bodem van schorren kan onder meer gebruikt worden om een prognose te maken van de veranderingen van de schorren in de Oosterschelde na de demping van het getij na de totstandkoming van de Stormvloedkering.

Deze bodemkundige studie maakt deel uit van een fysisch-geografisch onderzoek, dat is uitbesteed aan het Geografisch Instituut van de Rijksuniversiteit te Utrecht en dat wordt uitgevoerd door ir. O. Oenema.

## INHOUDSOPGAVE

## Voorwoord

1. Inleiding	1
2. Beknopte beschrijving van de schorren in het Markiezaat	2
3. Schorbodems na getijverandering	3
4. Materiaal en methoden	4
5. Resultaten en bespreking	5
5.1. Geografische ligging en overspoelingsfrequenties	5
5.2. Bodemtypen	6
5.3. Korrelgrootteverdeling	7
5.4. Organisch C, totaal N, beschikbaar P	9
5.5. Totaal en extraheerbaar ijzer	14
5.6. CaCO <sub>3</sub> en pH	16
5.7. CEC en kationensamenstelling	18
5.8. Saliniteit en initiële ontzilting	21
5.9. Bulkdensity, rijping en porositeit	23
6. Samenvattende bespreking	28
7. Voorstel voor het vervolgonderzoek	31
8. Literatuur	33
9. Lijst van figuren	36
10. Bijlagen	
1. Hoogtezonekaart en ligging van de raaien	
2. Hoogteligging van de p.q.	
3. Analyseresultaten. <u>tabellen</u>	

## Inleiding

De aanleg van de Markiezaatskade zou volgens de oorspronkelijke opzet het Markiezaat van een getijdebekken met een getij-amplitude van 3-4 meter in een bekken met een sterk gereduceerd getij veranderen. De geplande afsluiting van het Markiezaat aan het eind van 1981 liet een beperkte getijbeweging toe met een getijverschil van ca. 0,5 m. De gemiddeld hoogwater stand (GHW) werd gereduceerd van 2,5 m + N.A.P. tot ca. 1,0 m + N.A.P.

Tijdens een storm op 10 maart 1982 is de, nog steeds in aanbouw zijnde Markiezaatskade doorgebroken. Sindsdien is in het Markiezaat weer een getij-amplitude van 3-4 meter aanwezig.

De hernieuwde, definitieve afsluiting van het Markiezaat zal naar verwachting in de loop van 1983 plaatsvinden. Na de hernieuwde afsluiting zal een stagnant, vast peil, in het Markiezaatsmeer aanwezig zijn.

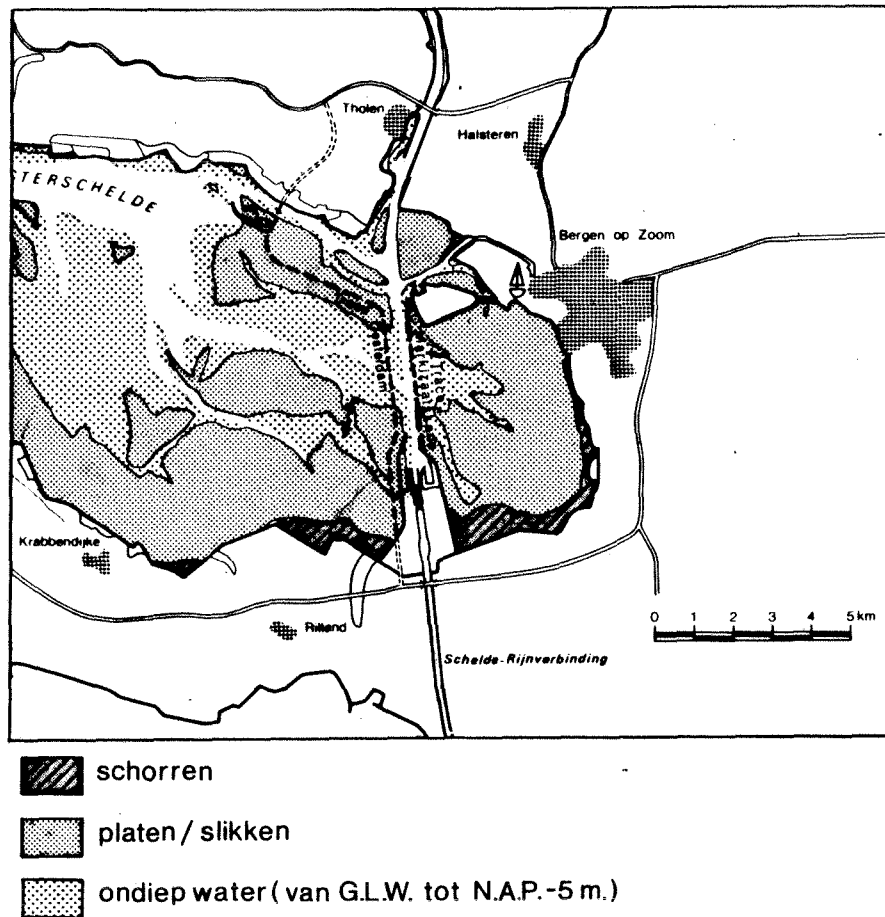
De afsluiting van het Markiezaat werd aangegrepen om de veranderingen die in de bodem van het schor optreden te bestuderen. De hierbij verkregen kennis en inzichten zullen in eerste plaats van nut zijn bij het maken van prognoses over de toekomstige ontwikkeling van schorren in de Oosterschelde na de voltooiing van de Stormvloedkering in 1986, die eveneens aanleiding geeft tot een getijreductie.

In de tweede plaats is deze informatie van belang voor de inrichting en het beheer van het toekomstige Markiezaat.

In deze nota zijn de resultaten weergegeven van het onderzoek, dat is uitgevoerd om de uitgangssituatie van de bodem van het schor vóór de afsluiting van het Markiezaat, vast te leggen (Oenema, 1982a).

Het Markiezaat heeft een totale oppervlakte van ca. 2140 ha. Hiervan bestaat ca. 390 ha uit schor, 1450 ha uit slik en 300 ha uit permanent beneden de gemiddeld laagwaterlijn gelegen open water (fig. a).

Het onderzoek is uitgevoerd op het zuidelijk gelegen schorrencomplex. In de periode oktober 1981 t/m februari 1982 is het veldwerk gedaan.



Figuur a. Overzicht van de verdeling van schor, slik en ondiep water in het Markiezaat van Bergen op Zoom.

## 2. Beknopte beschrijving van de schorren in het Markiezaat

Voor de aanleg van de Kreekraksluizen vormden de schorren van Rattekaai en van het Markiezaat een vrijwel aaneengesloten gebied van Rattekaai tot Bergen op Zoom. De schorren voor de Brabantse kust verschillen van de schorren voor de kust van Zuid-Beveland. Langs de Brabantse kust liggen de schorren op en tegen afzettingen uit het pleistoceen, met hier en daar recente stuifduinen (dekzanden). In verschillende mate is hier klifvorming opgetreden; plaatselijk vormt de grens van het pleistoceen een abrupte overgang met de huidige mariene afzettingen (bij de Kraayenberg).

Ook in het schorrencomplex dat in een smalle strook van ca. 200 m voor de kust van Brabant ligt komen verschillende erosieklifjes voor. De schorbodems zijn hier weinig opgeslibd; de lutumrijke bovengrond (zavel) is dun (15-40 cm) (Ente en Timmerman, 1964). De hogere schorren (boven 2,50 m + N.A.P.) zijn gedeeltelijk begreppeld en worden beweide. Het primaire schor is hoofdzakelijk begroeid met *Spartina townsendii* en loopt via verschillende zoneringen over in een zoet watervegetatie (Bos en Simons, 1964, de Jong en de Kogel, 1980). Op ca. 3,00 m + N.A.P., met een overspoelingsfrequentie van 5 keer per jaar, ligt ruwweg de grens tussen een vegetatie met halofyten en glykofyten (de Kogel, 1979).

De schorren voor de kust van Zuid-Beveland zijn veel breder (500 - 1000 m) en meer opgeslibd. In een brede strook langs de zeedijk bevat de bovengrond over een diepte van 40-80 cm (plaatselijk meer), zavel en lichte klei.

De oeverwallen van de sterk vertakte kreken zijn gelaagd en zijn zandiger.

Een uitgebreider overzicht van de kennis van de schorren en ook het slik wordt gevonden in een door de Rijksdienst voor de IJsselmeer Polders (RIJP) uitgegeven Markiezaatsatlas (Ente, 1978).

Een vergelijkbaar overzicht van de abiotische en biotische situatie in het Markiezaat is te vinden in een gezamenlijke nota van de RIJP en de Hoofdafdeling Milieu en Inrichting van de Deltadienst (Anonymus, 1982b) als wel in een gezamenlijke nota van het Rijks Instituut voor Natuurbeheer (RIN) en de Deltadienst (Anonymus, 1982a).

Door van Gessel (1976) is een landschapsonderzoek in het Verdrongen Land van Zuid-Beveland uitgevoerd, terwijl door Kooistra (1978) o.a. op het schor in het Markiezaat bodem-micromorfologisch onderzoek is verricht.

### 3. Schorren na getijverandering

Schorren liggen in een dynamisch systeem, waarin hydrodynamische aspecten, de bodem en de vegetatie met elkaar een evenwicht zoeken. Verandering in het hydrodynamische milieu (b.v. overspoelingsfrequentie,

overspoelingsduur, golf- en stroomsterkte etc.) leiden tot een verandering van bodem en vegetatie en dus van schorren.

De totstandkoming van zowel de stormvloedkering als de Markiezaatskade leidt tot veranderingen in het hydrodynamisch milieu van resp. de Oosterschelde en het Markiezaat. In beide gebieden leidt dit tot een verandering van het aanwezige schor.

Voor het Markiezaat zijn prognoses gemaakt over de toekomstige ontwikkeling van het schor na de getijreductie (Bregman e.a., 1979, Baaijens e.a., 1980, Anonymus 1982a). Mogelijke bodemkundige veranderingen staan eveneens beknopt weergegeven in Oenema (1982a).

Toetsing van, en een verdere kwantificering van deze prognoses in het Markiezaat, leidt tot een verdieping van het inzicht in het functioneren van de schorren in het eerder genoemde dynamische systeem.

De bodemkundige veranderingen in permanent "drooggeval" schor is bestudeerd in de Grevelingen (Feitsma e.a., 1973, Drost en Visser, 1980) in het Veerse Meer (Ros en Bonenkamp, 1979) en in de Rammegors (Deylius en Keuzekamp, 1982). Veranderingen in marine afzettingen over veel langere periodes zijn o.a. onderzocht door Kooistra (1978) en Snellenberg (1980).

#### 4. Materiaal en methoden

Op basis van het aanwezige kaartmateriaal en de aanwezige kennis zijn 2 raaien uitgezet; resp. voor de Hoogerwaard- en voor de Prins Karel-polder (bijlage 1). Op deze raaien zijn in totaal 24 proefvlakken (p.q.'s) uitgezet, waar zowel bodemkundige als vegetatiekundige beschrijvingen zijn gemaakt. Tevens is de hoogte vastgelegd t.o.v. N.A.P.

Van een groot aantal p.q.'s zijn de verschillende lagen van de daar liggende bodems bemonsterd en geanalyseerd (textuur, bulkdensity,  $\text{CaCO}_3$ , org. C, totaal N, pH, CEC en uitwisselbare kationen, totaal en extraheerbaar ijzer, extraheerbaar mangaan en fosfaat en het chloridegehalte in het bodemvocht). De korrelgrootteverdeling is bepaald op het Laboratorium van Geografie van de R.U. Utrecht.



De overige analyses zijn uitgevoerd op het laboratorium van de Delta-dienst, Hoofdafdeling Milieu en Inrichting (Schreurs en Spronk, 1983). Ten behoeve van de bestudering van het relatief snelle proces van ontzilting is vóór en na (tot februari 1982) de intrede van de getijreductie, de bodem op een beperkt aantal plaatsen (7) bemonsterd ter bepaling van het vocht en chloridegehalte en de geleidbaarheid.

Eveneens zijn de grondwaterstand en het chloridegehalte van het grondwater op deze plaatsen periodiek gemeten.

Gedurende de zomermaanden (juli-augustus 1982) is door 2 studenten van het Instituut van Fysische Geografie van de R.U. Utrecht een bodemkartering van het schor waar de genoemde 2 raaien zijn gelegen (Oenema 1982a). De resultaten van dit onderzoek worden binnenkort gerapporteerd (Janssen en Wegerif 1983).

## 5. Resultaten en bespreking

De beschrijvingen van de bodems en de geografische ligging van de verschillende raaien en p.q.'s zal hier slechts heel beknopt worden weergegeven. Er wordt verwezen naar de literatuur, genoemd in hoofdstuk 3, en naar het nog te verschijnen rapport van Janssen en Wegerif, 1983). De aandacht zal zich voornamelijk richten op de resultaten van de laboratoriumanalyses.

### 5.1. Geografische ligging en overspoelingsfrequentie

Raai 1, lengte ca. 1500 m, met 16 p.q.'s, ligt op het brede schor voor de Hoogerwaardpolder (zie bijlage 1). De eerste 1000 m, vanaf de dijk, is het schor vrij vlak. De komhoogte ligt hier op ca. 2,20 m + N.A.P. en de overspoelingsfrequentie bedraagt ca. 100-150 keer per jaar (geëxtrapoleerd uit gegevens van Al en Holland, 1979). De oeverwallen zijn 20-40 cm hoger, met als gevolg dat de overspoelingsfrequentie gereduceerd is tot ca. 15 keer per jaar.

Vanaf p.q. 9 begint het lage schor, dat flauw hellend, met een gemiddeld verhang van 23 cm/100 meter overloopt in het onbegroeide slik (bijlage 2). De grens ligt hier op ca. 1,40 m + N.A.P.; de overspoelingsfrequentie is hier opgelopen tot ruwweg 700 keer per jaar.

Raai 2, voor de Prins Karelpolder ligt op de grens van het zuidelijk en het oostelijk schorrengebied (zie bijlage 1).

Het eerste deel van de raai, tegen de dijk, is nog een natuurlijk schor. De overspoelingsfrequentie bedraagt ca. 100 keer per jaar (zie bijlage 2). Het middenstuk ligt lager, is begreppeld en wordt beweide. Het laatste deel van de raai loopt vrij snel omhoog (ca. 50 cm/100 meter) in de richting van de duintjes. Hier is de mariene ondergrond bedekt met eolisch materiaal, verstoven en verspoeld vanaf de duintjes.

De overspoelingsfrequentie varieert van ca. 40 keer op de lagere delen (2,50 m + N.A.P.) tot ca. 10 keer per jaar op de hogere delen (2,85 m + N.A.P.). Ook hier wordt het schor beweide en bewerkt.

Een deel van de schorren voor de Brabantse kust is vergraven vanwege de aanleg van een persleiding t.b.v. de riolering van West-Brabant.

## 5.2. Bodemtypen

Langs de brede kreken liggen duidelijk ontwikkelde oeverwallen met vlakvaaggronden en poldervaaggronden (de Bakker en Schelling, 1966). Deze bodemtypen worden ook gevonden op de hoge delen van de schorren voor de Brabantse kust. Op het brede vlakke schor voor de Hoogerwaardpolder is de bovengrond veelal (half-bijna) gerijpt, terwijl de ondergrond (half-bijna) ongerijpt is. De zand ondergrond wordt niet binnen 80 cm diepte aangetroffen. Deze profielen kunnen als gorsvaaggronden en nesvaaggronden geklassificeerd worden.

Op het primaire schor, maar ook op de wat lagere en nattere delen van het hoog schor (tegen de dijk) worden slikvaaggronden aangetroffen. De grenzen van de vegetatie lopen ruwweg parallel aan de grenzen van de onderscheiden bodemtypes. Slikvaaggronden zijn begroeid met *Spartina townsendii* (en *Aster tripolium*); gorsvaaggronden met *Puccinellia maritima*, *Triglochin maritima* en *Halimione portulacoides*; vlakvaaggronden en poldervaaggronden hoofdzakelijk met *Elytrigia pungens* en *Halimione portulacoides* (vergelijk met de Jong en de Kogel, 1980).

Op raai 1 liggen aflopende profielen: de bovengrond bestaat uit zware zavel tot lichte klei, meestal gelaagd.

Op raai 2 worden eveneens aflopende profielen aangetroffen. Evenwel is hier de ondergrond op een diepte variërend van 60 cm tot dieper dan 1

meter een afzetting van zware zavel tot lichte klei aanwezig, waardoor de profielen hier de verschijnselen van een oplopend profiel vertonen. Ook op de bodemkaart van Ente en Timmerman (1964) komt de aanwezigheid van deze zwaardere afzettingen in de ondergrond duidelijk tot uiting. In de toelichting op deze kaart wordt vermeld dat in het zuidoostelijk deel van het Markiezaat plaatselijk de bodem van het voormalige Verdrongen Land van Zuid-Beveland binnen boordiepte (1,50 m beneden maaiveld) wordt aangetroffen.

Aangezien de zwaardere afzetting in de ondergrond van raai 2 een vrij goede consistentie (half tot bijna gerijpt) en een sterke grijze kleur heeft, is het waarschijnlijk dat we hier te maken hebben met de oude bodem van het Verdrongen Land van Zuid-Beveland. Ter aanduiding en ter onderscheiding zal in de volgende hoofdstukken van dit verslag deze afzettingen omschreven worden met "grijze klei".

Kenmerkend verschil tussen de textuur van de sedimenten van raai 1 en 2 is het niet noemenswaard aanwezig zijn van de fractiegrootte 105-150  $\mu\text{m}$  op raai 2. De fractiegrootte 50-105  $\mu\text{m}$  is hierdoor proportioneel toegenomen. Als gevolg hiervan zijn de afzettingen op raai 2 duidelijk fijn zandiger dan op raai 1 (bijlage 3).

### 5.3. Korrelgrootteverdeling

Enkele karakteristieken van de textuur zijn reeds besproken in hoofdstuk 5.2. Als aanvulling hierop het volgende (zie ook bijlage 3). De lutumgehaltes variëren van 2-35%.

Voor de Hoogerwaardpolder liggen de zwaarste profielen; de bovengrond van de kommen bestaat hier uit zavel en lichte klei (15-30%).

Voor de Prins Karelpolder is de lutumrijke (tot 25%  $< 2 \mu\text{m}$ ) bovengrond dunner. Naar beneden toe neemt het lutumgehalte af en wordt het sediment zandiger; bij de Hoogerwaardpolder fijnzand ( $M_{50}$ : 105-150  $\mu\text{m}$ ) en bij de Prins Karelpolder uiterst fijn zand ( $M_{50}$ : 50-105  $\mu\text{m}$ ). Er bestaat een duidelijk verband tussen het lutumgehalte en de fractie 2-16  $\mu\text{m}$  (zie fig. 1). Deze vrij constante verhouding wordt in alle mariene afzettingen in Nederland gevonden en is geogenetisch bepaald. Ook in de zgn. "mudflats" in het water van de Oosterschelde zijn beide fracties in constante verhouding aanwezig.

Geen verschillen worden gevonden tussen kom en oeverwal en tussen raai 1 en 2.

De verhouding lutum-slib ( $< 2 \mu\text{m}$  /  $< 16 \mu\text{m}$ ) berekend uit de regressie vgl. varieert van 0,48 bij 30% lutum tot 0,52 bij 10% lutum. Gewoonlijk is de lutum-slibverhouding van mariene afzettingen 0,6 à 0,7 (Zuur, 1954a).

De lagere waarde die gevonden is in het Markiezaat betekent dat de sedimentatie van de moddervlokken plaatsvond in een brakwater milieu (brakwater-afzetting). Vaak geven zeer fijnzandige afzettingen met een hoog "sloef"gehalte (fractie 2-16  $\mu\text{m}$ ), in combinatie met een laag  $\text{CaCO}_3$ -gehalte ( $< 2\%$   $\text{CaCO}_3$ ), problemen in verband met een slechte doorlatendheid en het optreden van verslemping.

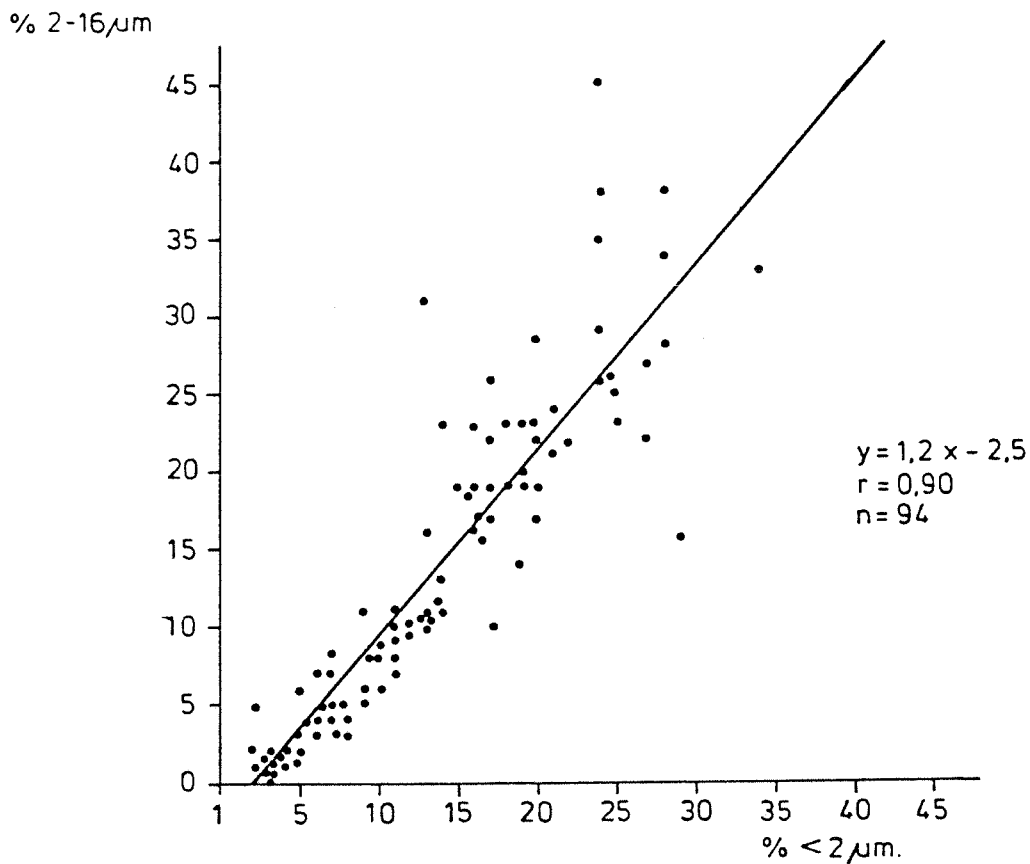


Fig. 1. Relatie tussen de fracties  $< 2 \mu\text{m}$  en 2-16  $\mu\text{m}$  van de afzettingen van raai 1 en raai 2.

#### 5.4. Organisch C, totaal N en beschikbaar P

Het organisch materiaal in de bodems van schorren is hoofdzakelijk geogenetisch, d.w.z. het is tegelijk aangevoerd en afgezet met het overige deel van het sediment. In de in het zeewater zwevende "moddervlokken" is het organisch C-gehalte gerelateerd aan het lutumgehalte. Pas afgezette moddervlokken hebben een hoog org. C-gehalte, maar tijdens de eerste verteringsfasen daalt het gehalte vrij snel, terwijl "nieuwvorming" dan niet of nog nauwelijks van belang is.

In de bodems van de schorren van het Markiezaat varieert het organische C-gehalte van 1/2 tot 8% en is sterk gerelateerd aan het lutumgehalte (fig. 2). Op de schorren voor de Hoogerwaardpolder (raai 1) is de verhouding org. C - lutum veel hoger dan op de schorren voor de Prins Karel Polder (raai 2).

Kooistra (1978) vond voor de verhouding org. C - lutum in de bodems van de schorren bij Rattekaai de volgende regressie vgl.:  $\% \text{ org. C} = 0,10 \% \text{ lutum} + 0,03$  en voor reeds langere tijd ingepolderde gebieden in Zuid-Beveland een coëfficiënt van 0,06. Uit de gegevens van Ente en Timmerman (1964) omtrent de afzettingen in het Verdrongen Land van Zuid-Beveland kan een coëfficiënt van ca. 0,15 berekend worden.

Het vrij grote verschil in org. C-gehalte van de bodems gelegen op raai 1 en raai 2 is mogelijk een gevolg van het verschil in ouderdom van de afzettingen. De afzettingen op raai 1 zouden relatief jonger zijn. Opvallend is verder dat de bovengrond monsters van raai 2 wel, en van raai 1 niet, een hoger org. C-gehalte hebben, vergeleken met de ondergrond monsters (fig. 2).

In de bovengrond (0-10 cm) van raai 2 heeft waarschijnlijk aanrijking plaatsgevonden met organisch stof via afgestorven plantenwortels, aangezien de hier voorkomende grasvegetatie aanleiding geeft tot zodevorming. Het verschil in hoogte, en dus in opslibbingssnelheid, ouderdom en beginnende A<sub>1</sub>vorming tussen raai 1 en raai 2 versterkt dit effect. Daarnaast speelt het effect van beweiding (vertrappen van de zode) een rol.

De zgn. "grijze klei" (par. 5.2.) bevat vrij weinig organische stof, maar het verschil met de organische C-gehalten in de overige monsters uit de ondergrond van raai 2 is zeer gering.

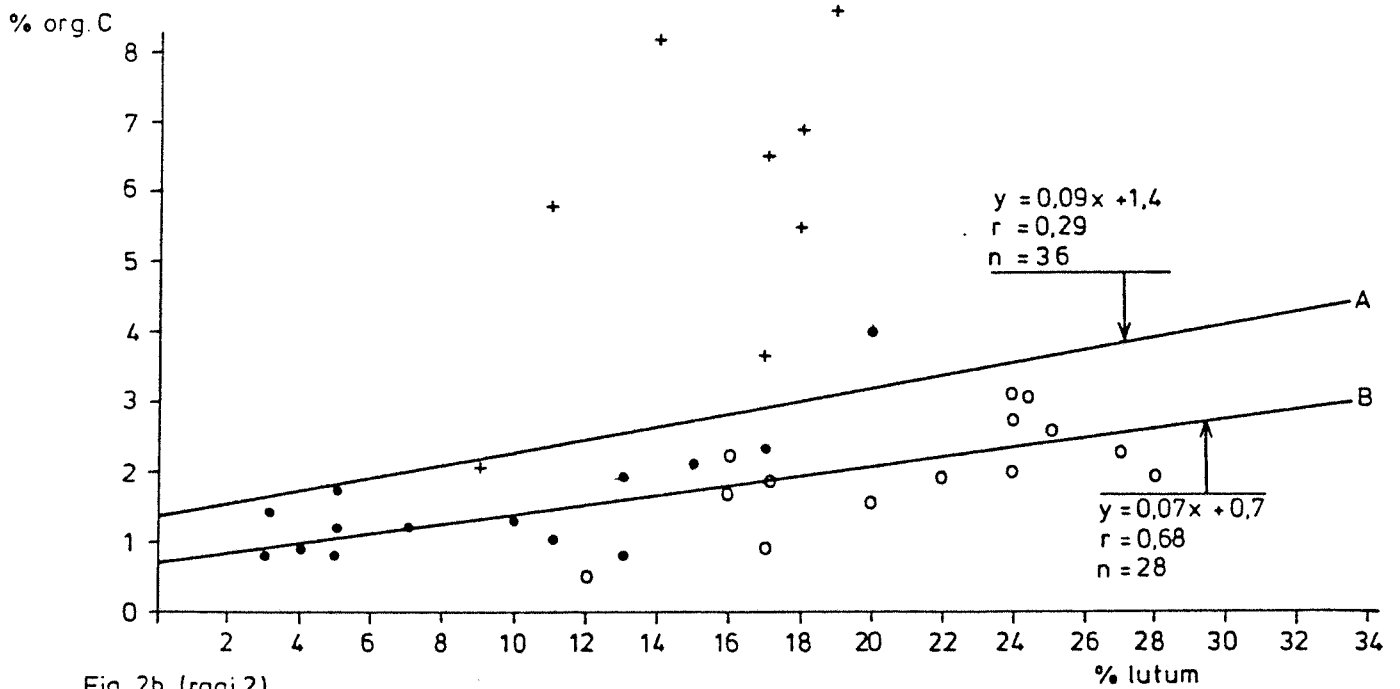
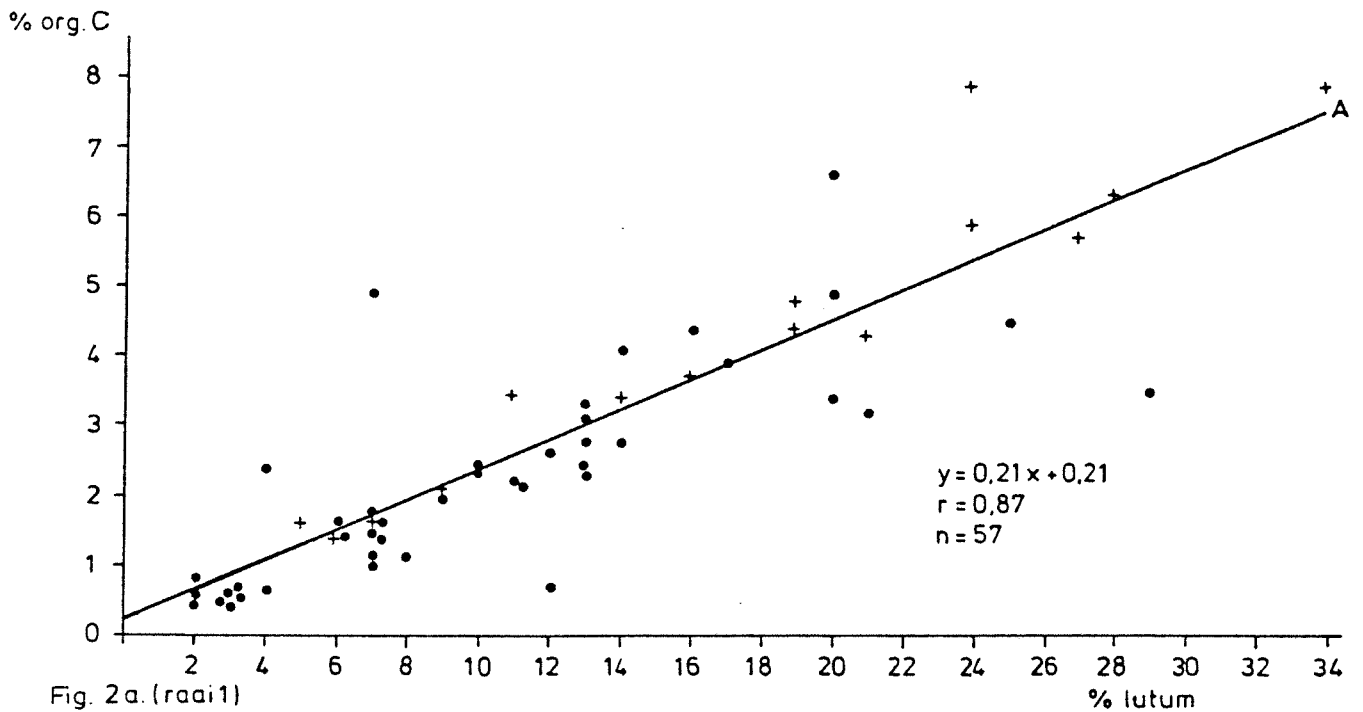


Fig. 2. Verband tussen lutum- en organisch C-gehalte.

Curve A geeft het verband weer van alle monsters.

Bij curve B zijn de bovengrond monsters uitgesloten.

+ — + bovengrond • — • ondergrond.

o — o "grijze klei" in ondergrond van raai 2.

In zekere mate kunnen "afwijkende" organische C-gehalten via de gebruikte analysemethoden geïntroduceerd zijn.

Een mogelijk onvolledige verwijdering van wortelresten en oxidatie van mogelijk aanwezige oxideerbare anorganische verbindingen zoals pyriet en ferro ijzer in primaire en secundaire mineralen leiden tot te hoge schattingen voor het organisch C-gehalte.

De totaal-stikstofcijfers variëren met het organisch C-gehalte. Voor raai 1 wordt dit verband weergegeven door:

$\% N_{\text{tot}} = 0.079 \times \% \text{ org. C} - 0.046$  ( $r = 0.95$ ,  $n = 50$ ) en voor raai 2 door  $\% N_{\text{tot}} = 0.075 \times \% \text{ org. C} - 0.012$  ( $r = 0.98$ ,  $n = 34$ ).

Het verschil tussen raai 1 en raai 2 is gering.

De uit de regressievergelijking berekende C/N-verhouding is hoog en varieert van 18 bij 2% org. C tot 14 bij 7% org. C.

Gesommeerd bedraagt het gemiddelde C/N-quotiënt 17, met een standaardafwijking van 4,5. Voor de afzettingen in de voormalige Zuiderzee en verschillende mariene afzettingen langs de Fries-Groningse kust in de Waddenzee worden waarden voor het C/N-quotiënt opgegeven van 10 à 12 (Zuur 1954b).

Berekende C/N-verhoudingen voor Rattekaai uit de gegevens van Kooistra (1978) liggen in de orde van grootte van 12.

Een éénduidige verklaring voor de hoge C/N-verhoudingen van de bodemonsters uit het Markiezaat is vooralsnog niet aanwezig.

Het C/N-quotiënt is significant ( $p < 1\%$  gekorreleerd met het lutumgehalte (fig. 3). Met toenemend lutumgehalte neemt het totaal stikstofgehalte dus meer toe dan het org. C-gehalte. De spreiding is evenwel aanzienlijk. Het verband tussen C/N-quotiënt en het org. C-gehalte is niet significant (fig. 3).

De hoge C/N-verhouding van de bodemonsters geeft aanleiding om te stellen dat de stikstofmineralisatie ten gevolge van de microbiologische afbraak van de organische stof gering is.

In vele gevallen zal geen stikstofmineralisatie, maar een biologische immobilisatie van stikstof optreden. De bacterie populatie kan haar behoefte aan stikstof niet voldoen met de in de organische stof aanwezige stikstof en zal daarom, voor zover aanwezig, anorganische stikstof uit de bodemoplossing onttrekken.

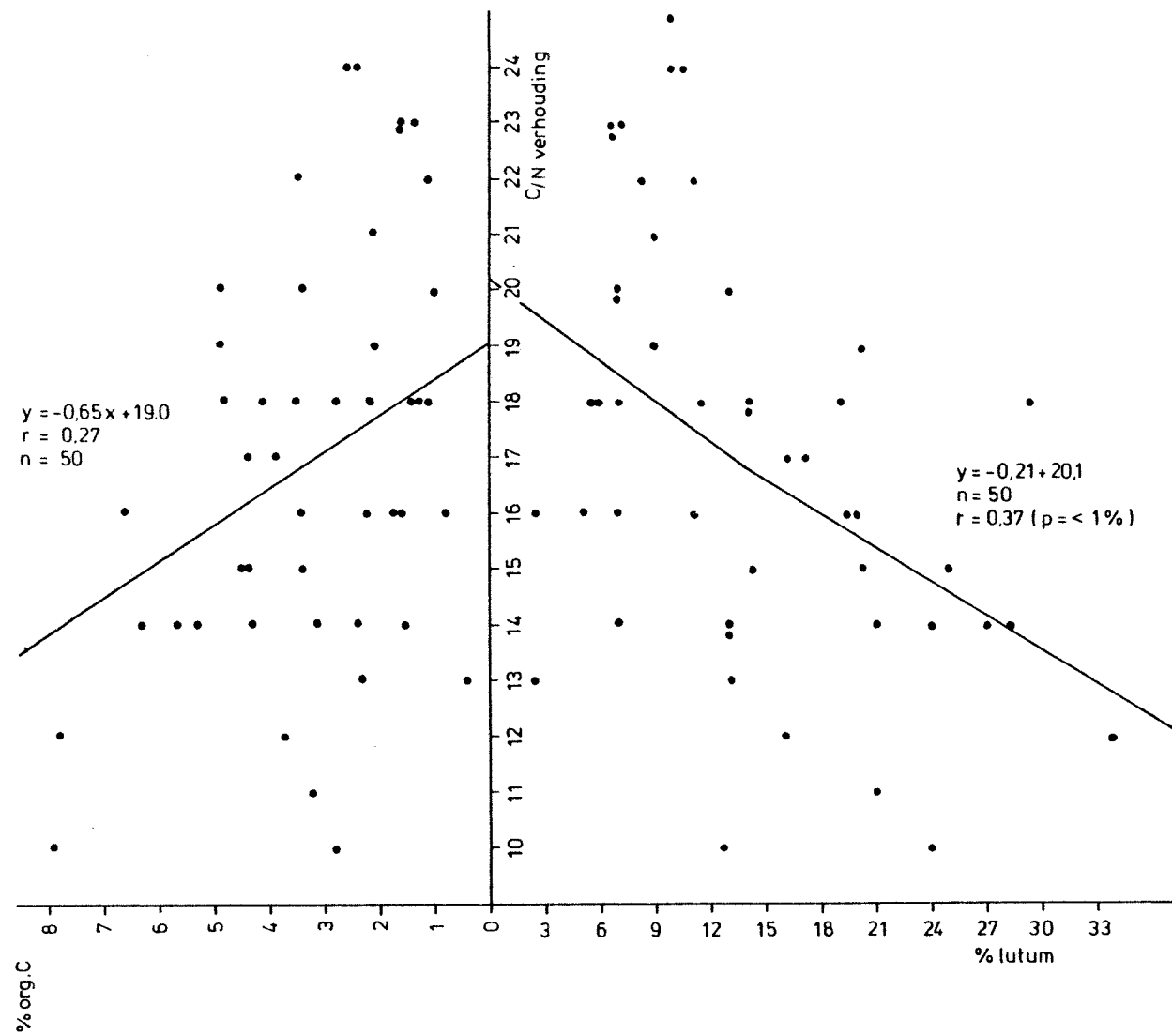


Fig. 3. Relatie tussen C/N-verhouding en org. C en lutumgehalte van 16 bodems van raai 1.



Het kritische C/N-quotiënt waarboven stikstof immobilisatie optreedt ligt in de orde van grootte van 15.

Het beschikbare fosfaatgehalte van de bodems in het Markiezaat, bepaald volgens de P.A.L.-methode, is laag. In het algemeen hebben mariene afzettingen een goede fosfaatvoorziening. De afzettingen in de Biesbosch (Zonneveld, 1965) hebben een hoog beschikbaar P fosfaatgehalte, evenals de jonge mariene afzettingen langs de Nederlandse noordkust (Zuur 1954b). De afzettingen in de Westerschelde zijn rijker aan fosfaat dan de afzettingen in de Oosterschelde; de schorren in de Oosterschelde zijn arm aan beschikbaar fosfaat (Zuur 1954b). Uit onderzoek, uitgevoerd op Rattekaai (Kooistra 1978), blijkt een ruime tot goede fosfaatvoorziening (volgens methode P-Olsen) van de schorren.

De P.A.L.-methode geldt als een universele methode. In de beschikbaar fosfaatbepalingen van dit onderzoek kunnen onregelmatigheden opgetreden zijn tengevolge van het per abuis drogen bij 105° C van de monsters tijdens de voorbehandeling. "Irreversibele" omzettingen en de vorming van slecht oplosbaar ijzer-fosfaat kunnen de oorzaak vormen van de relatief lage P.A.L.-waarden.

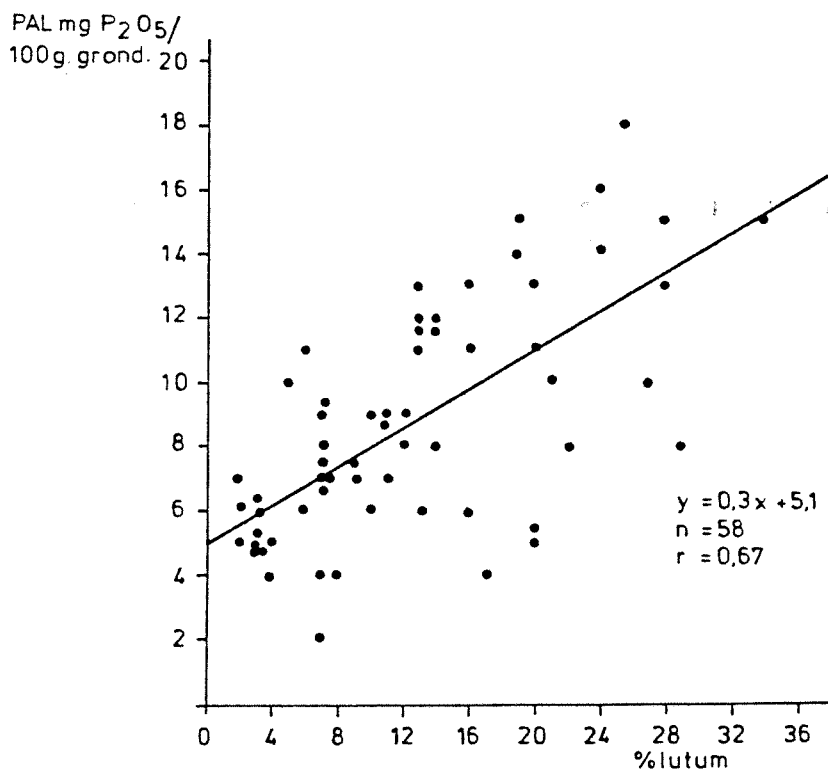


Fig. 4. Relatie tussen lutumgehalte en beschikbaar fosfaat (P.A.L., mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g grond) van 16 bodems van raai 1.

Het verband tussen de P.A.L.-waarden en het lutumgehalte is significant (fig. 4). Voor raai 2 is dit verband minder sterk ( $Y = 0.18 X + 5.2$  ;  $r = 0.42$   $n = 36$ ). Vooral de zgn. grijze klei in de ondergrond van raai 2 heeft lage P.A.L.-waarden.

#### 5.5. Totaal en extraheerbaar ijzer

IJzer is betrokken bij tal van bodemprocessen (redox-reacties, fixatieprocessen, etc.) en is een essentieel voedingselement voor plantengroei. Op droge, kalkrijke bodems worden wel eens, door de hoge pH geïnundeerde, ijzer deficiëncies aangetroffen. In sterk gereduceerde, ijzerrijke bodems, kan het tweewaardige ijzer in een voor plantengroei toxische hoeveelheid aanwezig zijn. Geen van deze twee uitersten lijkt vooralsnog voor de schorren actueel.

Het totaal ijzergehalte is gekorreleerd met het lutumgehalte (fig. 5). Het enige punt dat sterk van de lijn afwijkt is afkomstig van de zgn. grijze klei uit de ondergrond van p.q. 23 gelegen op raai 2. Ook het vrij ijzergehalte (oxalaat oplosbaar) is gekorreleerd met het lutumgehalte (fig. 6), al is de spreiding hier duidelijk groter. Dit wordt veroorzaakt door transportprocessen (oplossen, diffusie en weer neerslaan) van ijzer (gassocieerd met redox-racties). Al het vrij ijzer blijkt oxalaat oplosbaar te zijn; de verschillen tussen dithioniet-citraat oplosbaar ijzer en oxalaat oplosbaar ijzer zijn nihil. Dit betekent dat het vrije ijzer mobiel en reactief is, omdat het in niet- of weinig kristalijne vorm aanwezig is (oxalaat oplosbaar). Het silicaat gebonden ijzer is het verschil tussen het totaal- en vrij ijzergehalte, en is ruwweg:

$\% \text{ Fe} = 0,08 \text{ lutumgehalte} + 0.8$  (niet helemaal correct, omdat aantal waarnemingen niet gelijk is). Een percentage Fe in de lutumfractie van ca. 8% (ca. 11%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) komt overeen met gemiddelde waarden voor zee-klei-afzettingen. In illiet varieert het ijzergehalte van 5-8% Fe (Fanning en Keramidas, 1977).

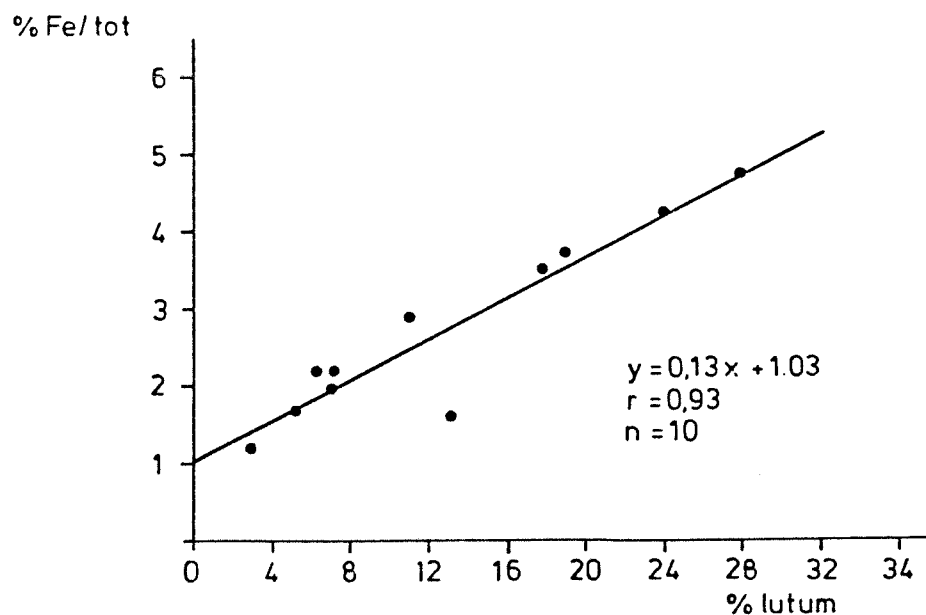


Fig. 5. Verband tussen totaal ijzergehalte en lutumgehalte (raai 1 en 2).

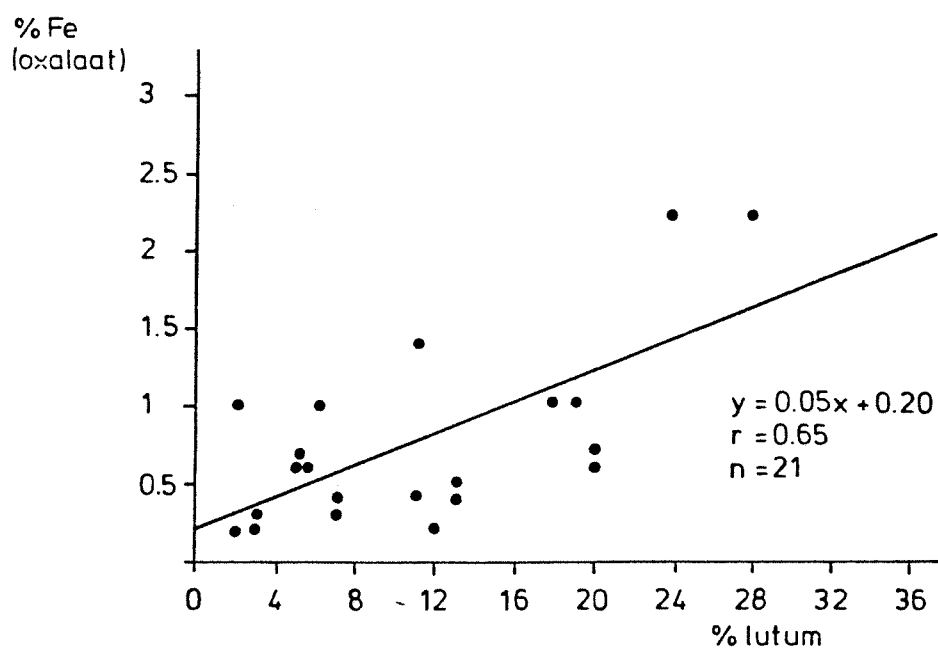


Fig. 6. Verband tussen vrij ijzer (oxalaat oplosbaar) en lutumgehalte (raai 1 en 2).

#### 5.6. CaCO<sub>3</sub> en pH

Het Calciumcarbonaatgehalte van de monsters varieert van 0,3 tot 4,4%. Percentages variërend van 4,6 tot 6,7 zijn gevonden voor de zgn. grijze klei in de ondergrond van raai 2. Er is geen verband tussen lutumgehalte en carbonaatgehalte gevonden (fig. 7). Op het moment van sedimentatie is er wel een duidelijk verband tussen lutum en carbonaatgehalte; de hierna optredende differentiële ontkalking vervaagt deze relatie (v.d. Sluys, 1970). Voor "recent" afgezette sedimenten als die van de schorren van het Markiezaat zijn de calciumcarbonaatgehaltes laag (bijlage 1 en fig. 7). Dit betekent dat er reeds een aanzienlijke ontkalking is opgetreden. Het gedeeltelijk in hetzelfde gebied uitgevoerde onderzoek van Ente en Timmerman in 1964 geeft hogere carbonaatgehaltes te zien. Dit onderzoek beperkte zich evenwel niet tot het Markiezaat alleen. Ook Rattekaai, waar Kooistra (1978) tien jaar later overeenkomstige carbonaatgehaltes vond, werd onderzocht. In hun rapport spreken Ente en Timmerman niet over lagere carbonaatgehaltes in het Markiezaat; wel over plaatselijk voorkomende kalkgehaltes van minder dan 2%. De nu gevonden beduidend lagere waarden geven aan dat een zeer snelle ontkalking plaatsvindt in het Markiezaat. Vergelijking van de cijfers van Ente en Timmerman (1964) met de nu, 20 jaar later, gemeten gehalten over een vergelijkbaar traject wat betreft lutumgehaltes en ook vergelijkbare verdeling van de gehalten in dat traject, wijst uit dat de CaCO<sub>3</sub>-gehalten gedaald zijn van 2%-8% in 1962 tot 0,5-4% in 1982; ofwel een gemiddelde ontkalkingssnelheid van 1-4% per 20 jaar in de bovenste driekwart meter van de grond. Van der Sluys (1970) meldt ontkalkingssnelheden van 12% CaCO<sub>3</sub> per 100 jaar over een diepte van 40 cm en 6% over een diepte van 55 cm gedurende eveneens 100 jaar voor buitendijkse begroeide gronden.

Opvallend is dat er geen duidelijk verschil in kalkgehalte, of ontkalking, gevonden wordt tussen kommen en de meestal goed gedraineerde, zandiger oeverwallen. Ook de ondergrond, inclusief raai 2, scoort veel lager dan de waarden die door Ente en Timmerman (1964) opgegeven worden voor de ondergrond van schorren en voor slikken en platen. Er is geen verschil gevonden tussen kalkgehaltes van raai 1 en raai 2, de "grijze klei" uitgezonderd.

De lage CaCO<sub>3</sub>-gehalten doen vermoeden dat de vorming van kalkloze bodemhorizonten enige tijd na de getijreductie niet is uitgesloten. In-

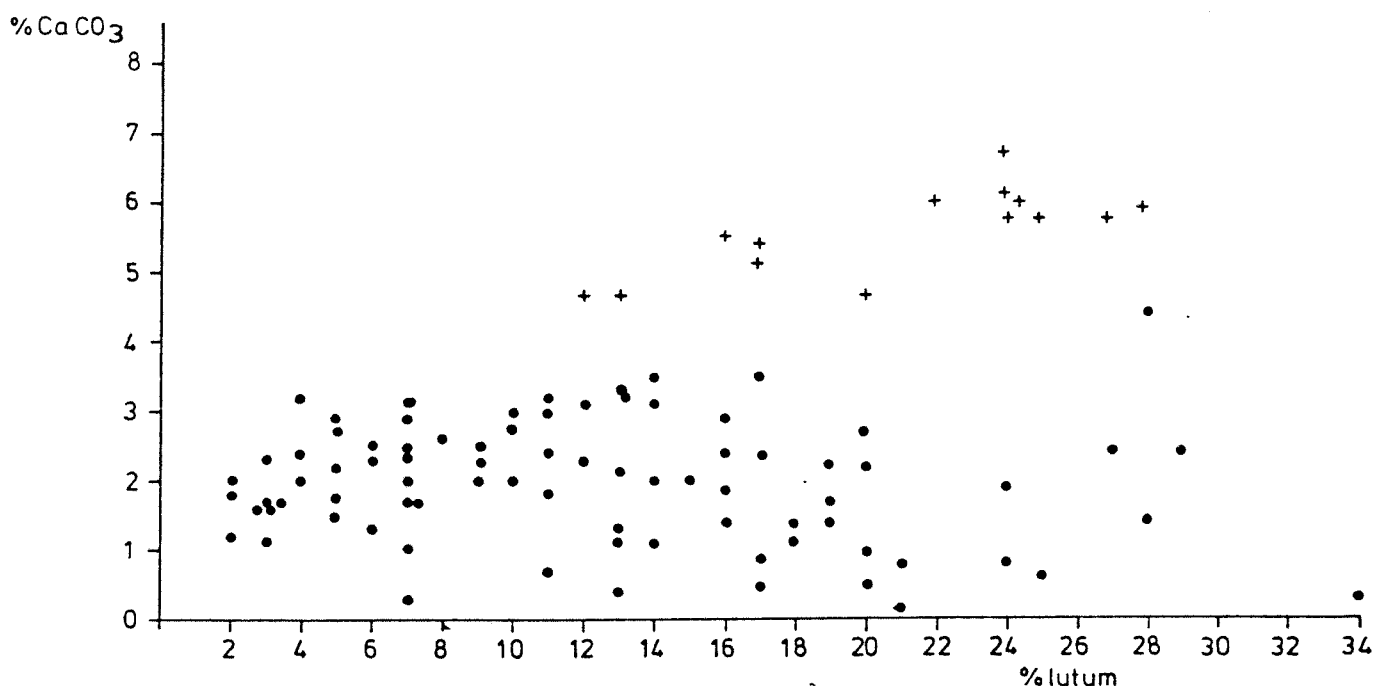


Fig. 7. Verband tussen lutum en  $\text{CaCO}_3$ -gehalte (•) van raai 1 en 2.  
(+) lutumrijke ondergrond raai 2.

dien in de bodem pyrietvorming heeft plaatsgevonden, dan moet plaatselijk zelfs rekening gehouden worden met een lichte mate van kattenklei vorming. De na de getijreductie plaatsvindende oxidatie van de gereduceerde anorganische verbindingen (m.n. pyriet) geeft nl. aanleiding tot zuurvorming en derhalve ontkalking. Indien de zuurvorming groter is dan de hoeveelheid  $\text{CaCO}_3$  en uitwisselbare basen, dan ontstaan zure gronden ("kattenklei").

In hoofdstuk 7 wordt hier verder op ingegaan.

De  $\text{pH-H}_2\text{O}$  varieert van 6,2 in de kalkarme bovengrond van de kommen tot 8,3 voor oeverwallen en de kalkhoudende ondergrond. Lage pH-waarden worden ook gevonden op het primaire schor. Een pH-verschil van 1,5 rondom het equivalentiepunt is evenwel niet schrikbarend; zeer waarschijnlijk kunnen deze verschillen gemeten worden op betrekkelijke korte afstand in een bodem vlak boven de G-horizont.

Het zeewater in de Oosterschelde heeft een pH die schommelt tussen 7.7 en 8.2.

### 5.7. C.E.C. en kationensamenstelling

De kationen- en uitwisselingscapaciteit (C.E.C.) varieert van 3 tot 80 mmol. per 100 g grond voor bodemonsters uit raai 1 en van 2 tot 47 mmol. per 100 g grond voor monsters van raai 2.

Voor monsters afkomstig van raai 1 geldt dat de C.E.C. significant is gekorreleerd met het lutumgehalte; voor raai 2 geldt dit verband niet ( $p = 5\%$ ) (figuur 8). De bijdrage van de organische stof aan de C.E.C. is zeer variabel. Hercalculatie van de C.E.C. per g klei en een grafische correctie voor het organisch stof gehalte levert geen consistent beeld (figuur 9). Een correcte berekening (herleiding) van de C.E.C. van de kleifractie is nu niet mogelijk, maar gezien de gemiddelde bijdrage van de organische stof aan de C.E.C. (100-300 mmol. per 100 g organische stof) is een ruwe schatting mogelijk. In figuur 8a is een C.E.C. van 160 mmol. per 100 g klei, niet gecorrigeerd voor organische stof, berekend. De bijdrage van de organische stof hierin kan geschat worden op 30 à 90 mmol. (per 100 g klei: 20 g org. C of 34 g org. stof, zie figuur 2a). De C.E.C. van de kleifractie is dan 70-130 mmol. per 100 g klei; een waarde die voor Nederlandse mariene afzettingen aan de hoge kant ligt.

Opvallend is verder de hoge waarde van de constante in de regressievergelijking (figuur 8). Deze "restwaarde" kan niet toegeschreven worden aan de slibfractie (figuur 1), noch aan de organische stof (figuur 2 en 9). Ook aan de siltfractie kan een dergelijk hoge C.E.C.-waarde niet toegeschreven worden.

De grote spreiding in de waarnemingen in de monsters, afkomstig van raai 2, is nog problematisch (figuur 8b). Een grafische correctie levert hier evenmin een éénduidig beeld.

Ook voor de C.E.C.-bepaling geldt, dat per abuis de bodemonsters tijdens de voorbehandeling zijn gedroogd bij 105° C. De daardoor optredende, gedeeltelijk irreversibele, verdroging is waarschijnlijk de oorzaak van de hoge en onregelmatige C.E.C.-waarden die zijn gevonden. In hoofdstuk 7 wordt hierop teruggekomen.

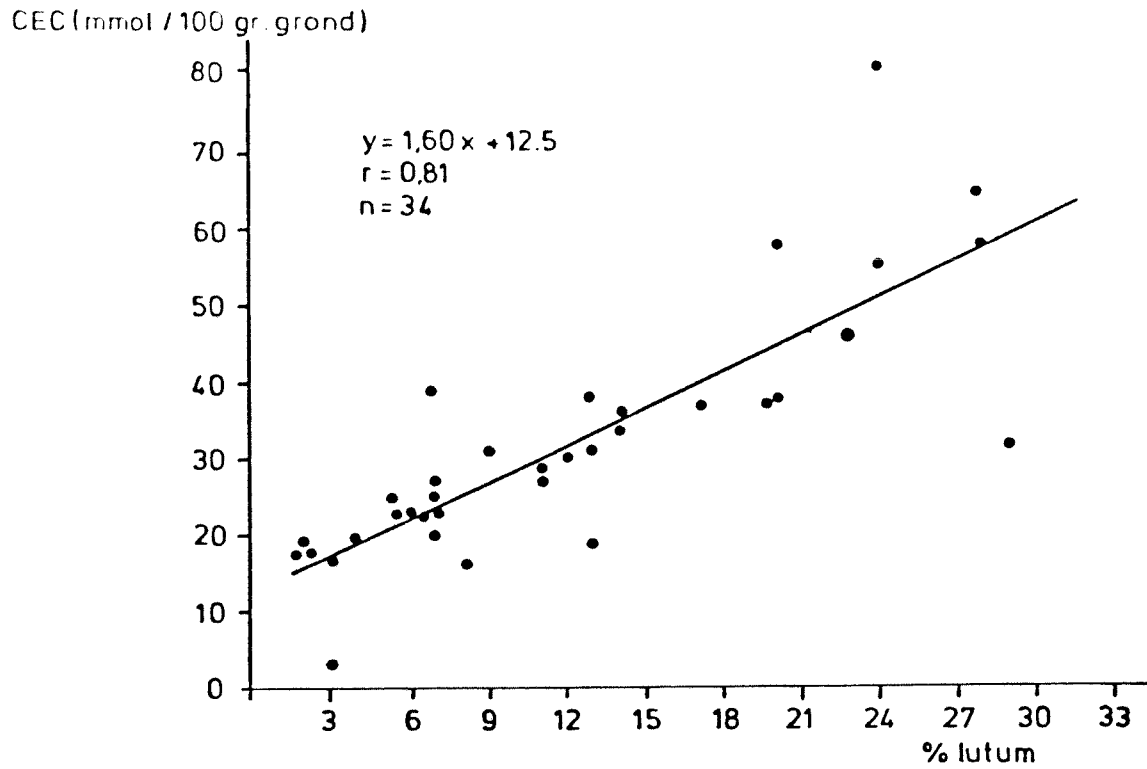


Fig. 8a

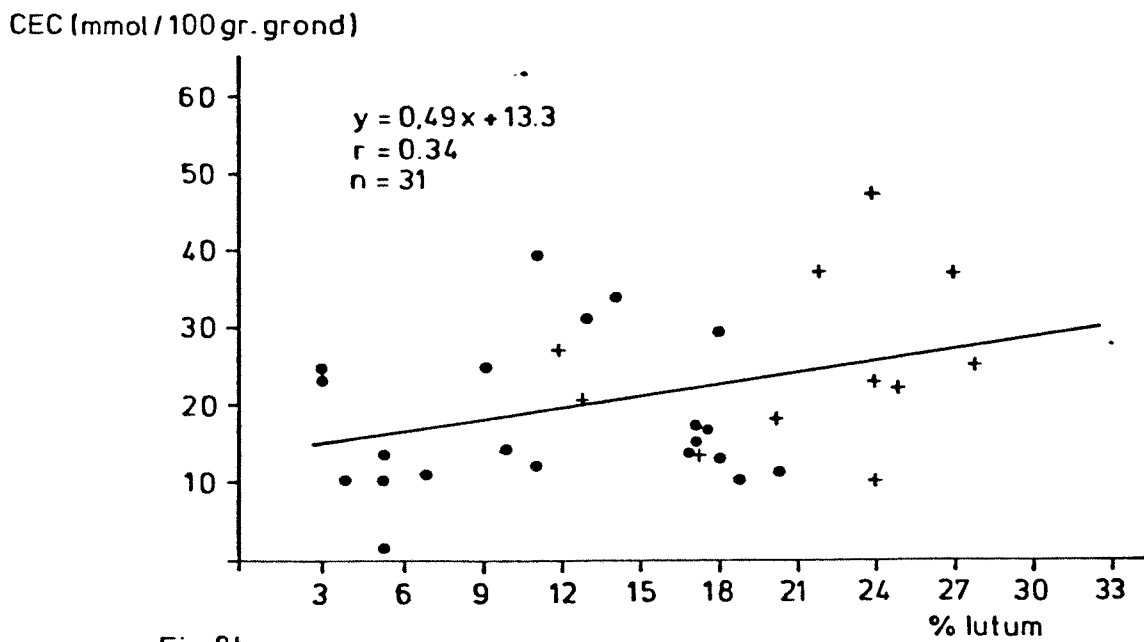


Fig. 8b.

Fig. 8. Relatie tussen lutumgehalte en de C.E.C. van monsters van raai 1 (fig. 8a) en raai 2 (fig. 8b) + = zgn. "grijze klei".

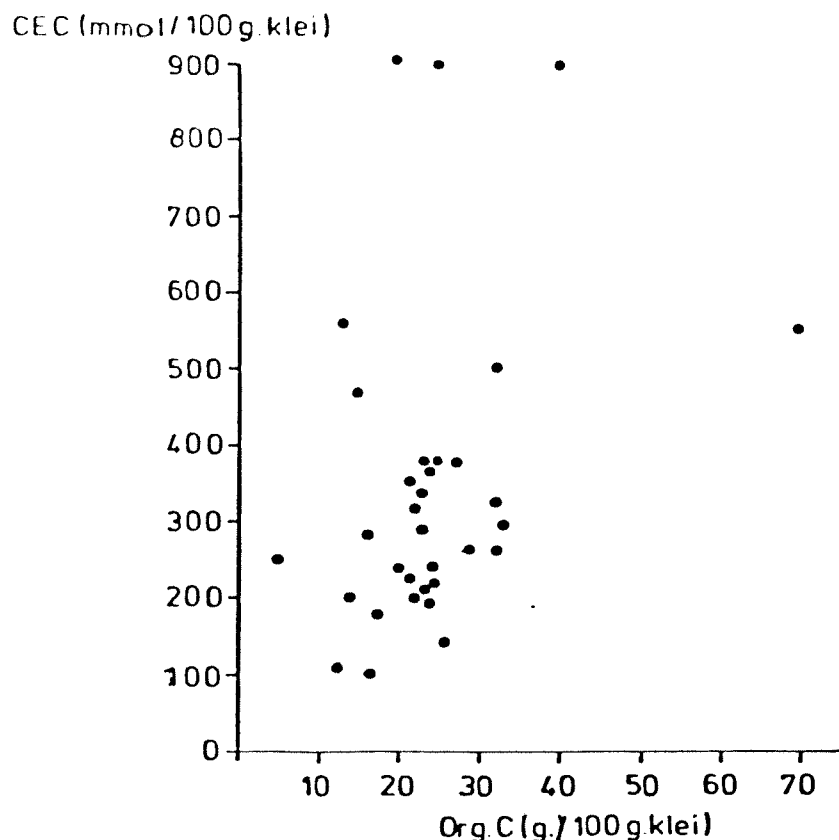


Fig. 9. Relatie tussen C.E.C. (mmol. per 100 g klei) en org. C-gehalte (g per 100 g klei) van monsters van raai 1.

De kationen samenstelling van de bodemoplossing is aan fluctuaties onderhevig. Vooral op het hoog schor hebben klimatologische omstandigheden, overstromingsfrequentie en -duur een grote invloed op de samenstelling van de bodemoplossing. In het zeewater van de Oosterschelde is de molaire Na/Ca-verhouding ongeveer 44 (databestand WAKWA; Delta-dienst MI, 1982). De molaire Na/Ca-verhouding van de bodemoplossing van de monsters van raai 1 (bemonsterd in okt.-nov. 1981) is ca. 17 met een standaardafwijking van 4 (bijlage 3), terwijl voor de geadsorbeerde kationen een verhouding van 1,2 (st. dev. 1) berekend is.

Voor de Mg/Ca-verhouding geldt dat in zeewater een gemiddelde waarde van 5.2 gevonden wordt, in de bodemoplossing van raai 1 gemiddeld 1,6 (st. dev. 0,6) en aan het adsorptiecomplex gemiddeld 0,5 (st. dev. 0,5). Hieruit blijkt dat er een sterke relatieve toename van calcium ionen in de bodemoplossing en vooral ook aan het adsorptiecomplex optreedt. Calcium ionen worden sterker aan het adsorptiecomplex gebonden dan  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  en  $\text{Mg}^{2+}$  en zijn daardoor minder onderhevig aan uitspoeling. Anderzijds vindt aanvoer van  $\text{Ca}^{2+}$  plaats via het oplossen van calcium carbonaat (hoofdstuk 5.6.).



Op raai 2 wordt een tendens van lagere molaire Na/Ca en Mg/Ca-verhouding waargenomen met toenemende hoogte van de bodem.

In kommen liggen de Na/Ca en Mg/Ca-verhouding van de geadsorbeerde kationen iets hoger dan in oeverwallen.

De verschillen zijn evenwel niet significant.

De E.S.P. (percentage van het adsorptiecomplex bezet met  $\text{Na}^+$ -ionen) varieert sterk. Voor raai 1 is een gemiddelde waarde berekend van 37% (st. dev. 25). Voor de hogere delen van het schor worden geen significant lagere E.S.P.-waarden gevonden; wel is de gemiddelde E.S.P. voor de monsters van raai 2 lager dan voor de monsters van raai 1.

In 70% van de geanalyseerde monsters blijkt de basenverzadiging meer dan 100% te zijn. Dit betekent dat een deel van in de bodemoplossing aanwezige kationen bepaald is als geadsorbeerde kationen. Tijdens de extractie kan ook een deel van het eventueel aanwezige gips en calciumcarbonaat in oplossing zijn gegaan.

#### 5.8. Saliniteit en initiële ontzilting

In de Oosterschelde is het chloridegehalte lager dan in de Noordzee; bovendien is een gradiënt aanwezig van hoog in de monding naar lager in de Kom. In de Kom (Lodijkse Gat) varieert het chloridegehalte ruwweg van 14-16% Cl/l (databestand WAKWA; Deltadienst MI, 1982).

In het oppervlaktewater van het Markiezaat worden plaatselijk lagere waarden gemeten. Dit wordt veroorzaakt door kwel (vooral bij de zandput en voor en in de polders) en door lozingen via sluizen en gemalen van de omringende polders (Drost 1981).

De variatie in saliniteit in de bodems van vooral het hoog schor is groot. Het lage, primaire schor heeft een vrij constant chloridegehalte, als gevolg van een frequente overspoeling. Op het hoog schor hebben klimatologische factoren een belangrijke invloed. Regenval leidt tot verdunning en uitspoeling, droogte leidt tot verdamping en dus tot concentratieverhoging.

De periodieke bemonstering en analyse van enkele bodemprofielen na de intrede van de getijreductie, toont een vrij snelle afname van het chloridegehalte in de bovengrond aan.

In de eerste 3-4 weken daalde het Cl-gehalte in het bodemvocht ca. 2-3 gr Cl/l per week, waarna een zekere stabilisatie optrad (figuur 10).

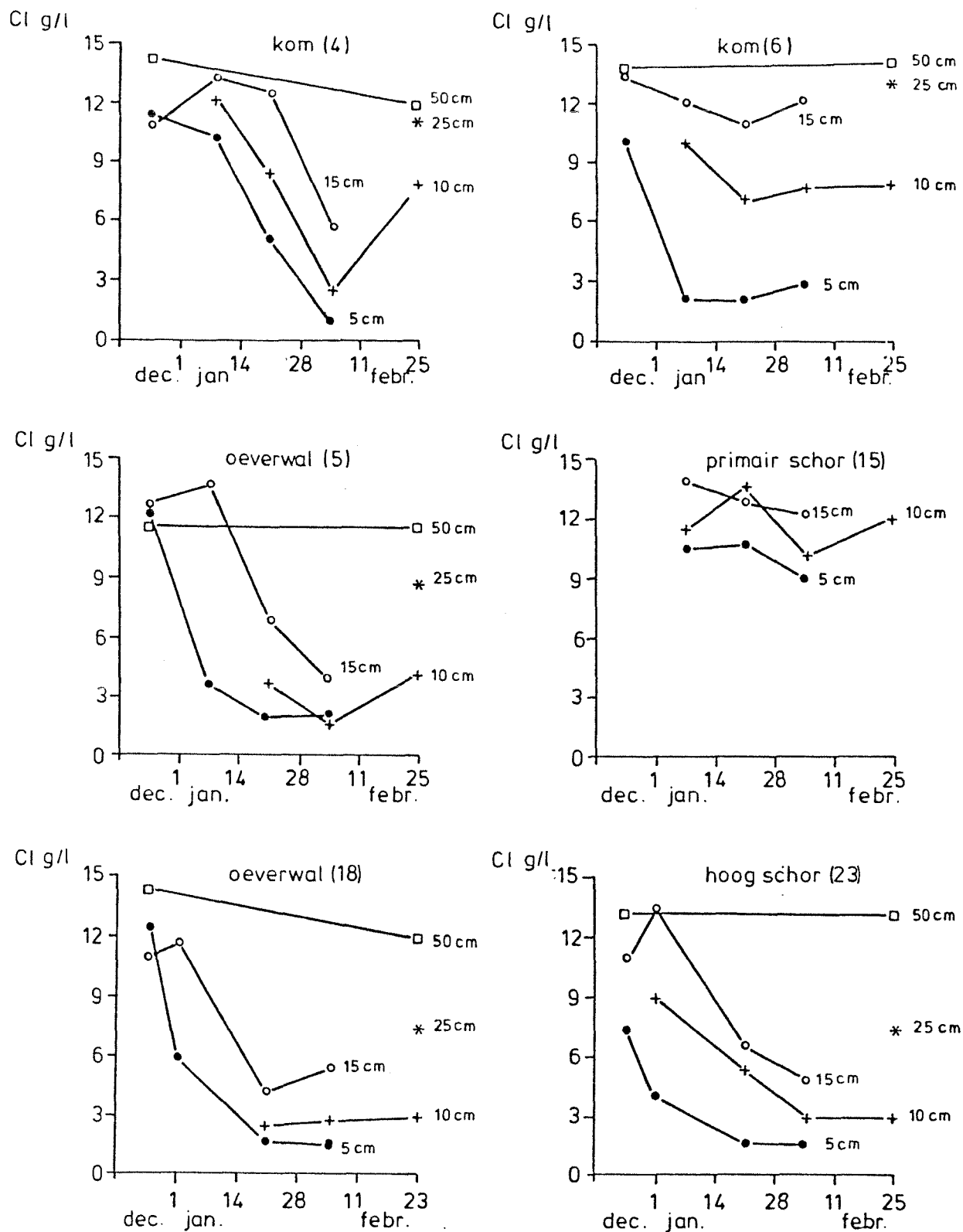


Fig. 10. Verandering in chlorideprofielen van verschillende bodems gedurende enige weken na de intrede van de getijreductie in het Markiezaat.

Een positieve gradiënt in de bodem van ca. 0.2 gr Cl/l per cm was het gevolg.

Het chloridegehalte van de bodem op 50 cm diepte veranderde niet noemenswaard, overeenkomstig de vrij geringe chloridedaling die optrad in het grondwater, tijdens de meetperiode.

Wel was de invloed van jaargetijde merkbaar. Aan het begin van de herfst varieerde het Cl-gehalte op 50 cm diepte van 14-17 gr Cl/l. Drie maanden later van 11-14 gr Cl/l.

Verdunning door regenval en zoete kwel, van het omringende land, is hiervan de oorzaak.

#### 5.9. Bulk density, rijping en porositeit

Het volumegewicht van de bodem is een maat voor de porositeit van de bodem en wordt bepaald door textuur, structuur, organisch stofgehalte, fysische rijping en biologische activiteit. Op schorren is de structuurvorming nog niet noemenswaard van belang. De dierlijke activiteit in de bodem van het schor is eveneens zeer gering. Wel speelt de worteling een rol.

De grootste invloed op de bulk density wordt uitgeoefend door de textuur, organisch stofgehalte en fysische rijping.

Dit wordt duidelijk gedemonstreerd door een aantal onderscheiden kommen en oeverwallen van raai 1 in tabel 1.

Tabel 1. Gemiddelde waarden van enige bodemparameters in oppervlakte-monsters (0-10 cm) van kommen en oeverwallen van raai 1.

	Kom		Oeverwal	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
aantal	10		4	
% lutum	23	6	11	6
% org. C	5.5	1.5	2.7	1.2
rijpingsfactor (n-waarde)	2.8	0.7	1.2	0.7
bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	0.48	0.07	1.13	0.06

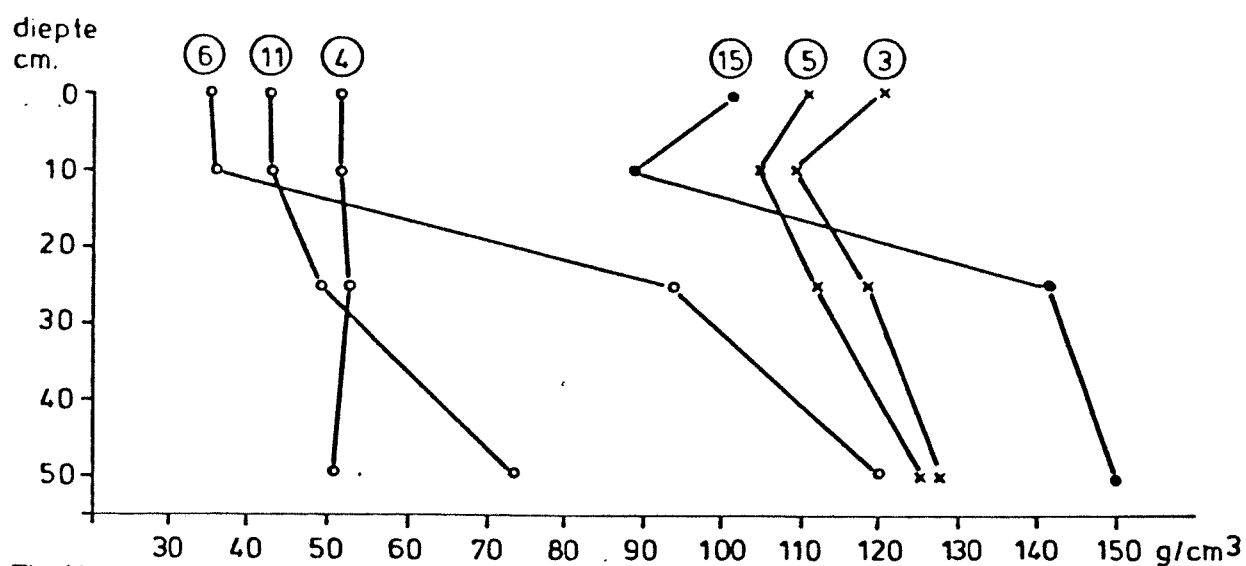


Fig. 11a.

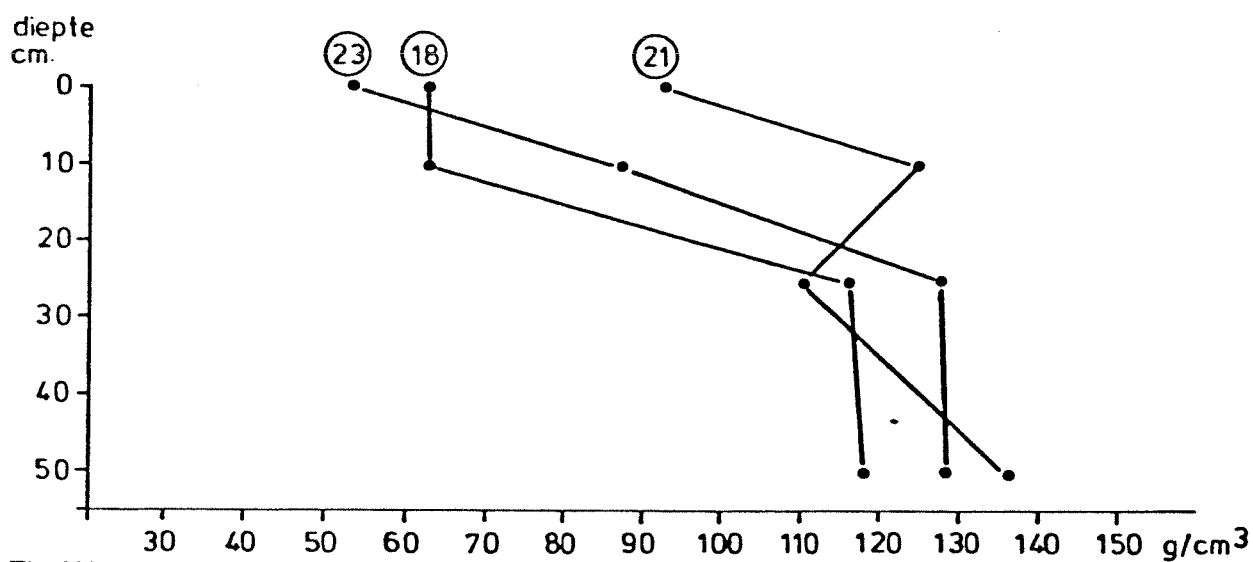


Fig. 11b.

Fig. 11. Het verloop van de bulkdensity ( $\text{g/cm}^3$ ) met de diepte.

Fig. 11a zes p.q.'s van raai 1

o-o kommen

x-x oeverwal

•-• primair schor

Fig. 11b drie p.q.'s van raai 2.

De rijpingsfactor of n-waarde (Pons en Zonneveld 1965)

$$n = \frac{A - 20}{L + 3H} \quad \text{waarin } A = \text{gewichtsperscentage vocht}$$

L = % lutum

H = % org. stof

van de kommen is zeer hoog; d.w.z. fysisch ongerijpt.

Schattingen verkregen m.b.v. de "knijpmethode" (Pons en Zonneveld, 1965) geven waarden variërend van bijna niet tot bijna wel fysisch gerijpt. Het verschil in uitkomsten tussen de twee methoden wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt door een te hoge schatting van de A-factor t.g.v. de beworteling. Daarnaast kunnen variaties in de A-factor veroorzaakt worden door klimaat en overstromingsfrequentie. De bepaling van de rijpingstoestand van bodems op het schor door middel van de rijpingsfactor of n-waarde lijkt dientengevolge minder geschikt en is zeker niet meer kwantitatief dan de zgn. "knijpmethode". Bulk density profielen van enkele p.q.'s van raai 1 en 2 staan vermeld in figuur 11. Met toenemende diepte neemt de bulkdensity toe, veroorzaakt door een afnemend lutumgehalte (aflopende profielen). De verschillen tussen kom en oeverwal zijn duidelijk.

Op raai 2 is de dikte van de lutumrijke bovengrond gering; de bulk density neemt dan ook snel met de diepte toe.

De bulk density van de zandige afzettingen is van dien aard dat beworteling en doorworteling niet belemmerd wordt door een te hoge dichtheid van het sediment.

De relatie tussen bulk density en % org. C en tussen bulk density en % lutum van de bovengrondmonsters (0-10 cm) wordt weergegeven in figuur 12. De waarden voor raai 2 liggen gemiddeld wat hoger dan voor raai 1; dit wordt veroorzaakt door beweiding en door een betere fysische rijping t.g.v. een hogere ligging.

Tengevolge van de lage bulk density van de kom-profielen is de porositeit van deze bodems, uitgedrukt als het percentage volume van de bodem dat in beslag wordt genomen door water en lucht, zeer hoog; variërend van 70-90%.

In de oeverwal is de porositeit veel lager (45-70%), overeenkomstig de waarden voor de meer gerijpte (en zandige bodems).

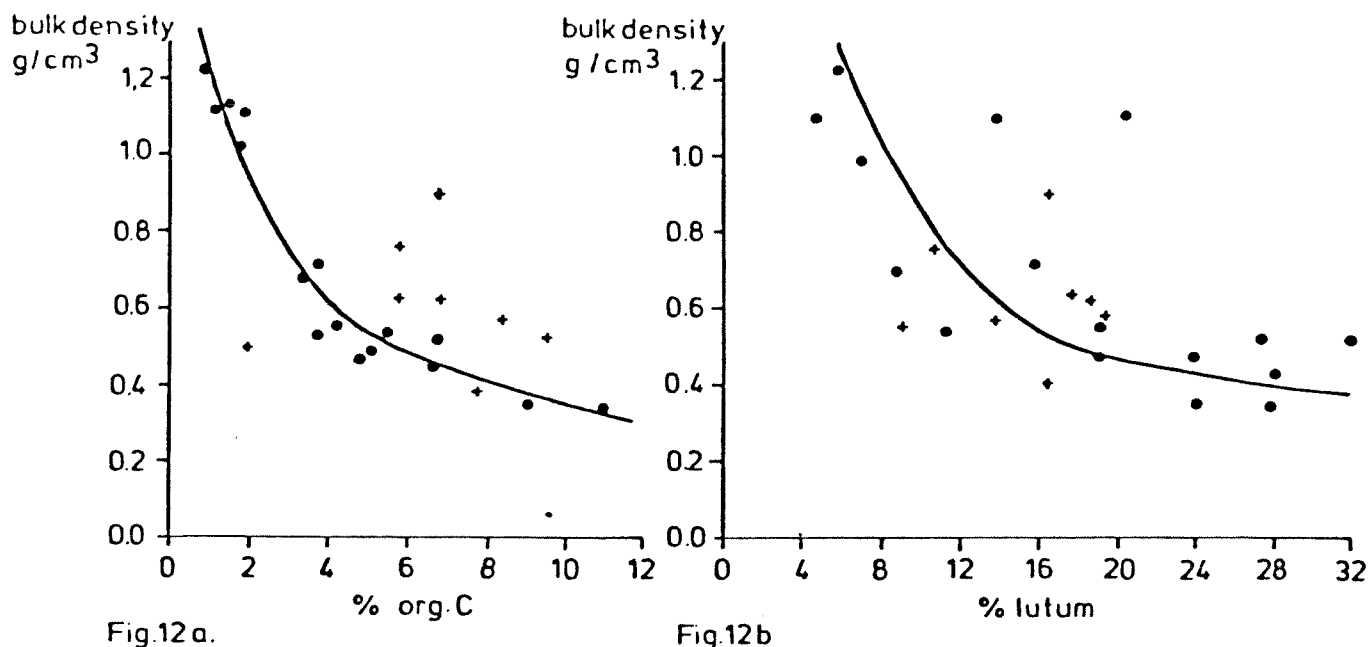


Fig. 12. Relatie tussen org. C-gehalte en bulk density.

(fig. 12a) en tussen % lutum en bulk density

(fig. 12b) van de bovengrondmonsters van raai 1(●) en raai 2 (+) in het Markiezaat.

Door (plaatselijke) gelaagdheid, vooral in de oeverwallen, kan de porositeit sterk variëren van hoog in de lutumrijke, minder gerijpte lagen tot minder hoog in de zandiger lagen.

Omtrent de drainage en afwatering geldt evenwel dat, ondanks een lagere porositeit, de oeverwal beter ontwaterd kan worden dan de kom. Deels wordt dit veroorzaakt door de geografische ligging (oppervlakkige afstroming), deels door een betere drainage vanwege de aanwezigheid van een heterogene poriëngrootte distributie (d.w.z. dat er vooral ook "grote poriën aanwezig zijn).

In de ongerijpte, lutumrijke kommen zijn slechts zeer veel, tamelijk homogeen verdeelde, heel kleine poriën aanwezig, zodat het water relatief sterk gebonden wordt en niet vrijelijk kan wegstromen.

Na de getijreductie zal door natuurlijke drainage en evapotranspiratie water aan de bodem worden onttrokken, waardoor de rijpingstoestand verbetert. De hiermee gepaard gaande inklinking zorgt voor een toename van het microreliëf, doordat kommen veel meer inklinken dan oeverwallen. Voor het komprofiel bij p.q. 4 wordt voor de bovenste 80 cm een

potentiële inklink berekend van 40-50 cm en voor het oeverwalprofiel (80 cm) van p.q. 5 een klink van ca. 10 cm. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de bulk density van het gerijpte komprofiel een waarde van  $1,2 \text{ g/cm}^3$  heeft. De klink wordt nu berekend volgens s.v.1:  $s.v.2 = d_1 : d_2$ ; waarin s.v. end respectievelijk het specifiek volume ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ) en de dikte van de bodemlaag (cm) in de ongerijpte (resp. s.v.1 en  $d_1$ ) en de gerijpte (resp. s.v.2 en  $d_2$ ) status van de bodem voorstellen (de Gloppe, 1973).

De berekening van de actuele klink is niet mogelijk, aangezien de hoogte van de toekomstige grondwaterstand onbekend is.

Boven in het profiel zal fysische rijping, krimp en klink meteen na de getijreductie optreden. Dieper in het profiel zal de invloed van deze processen zich pas na lange tijd doen gelden, afhankelijk van de grondwaterstand, vegetatie-ontwikkeling en kwel.

Ente en Timmerman (1964) verwachten een gemiddelde klink in het Markiezaat voor een profiel van 80 cm na 100 jaar, bij een voor akkerbouw normale ontwateringsdiepte van 10-30 cm, met uitschieters tot 50 cm. Voor de kommen van het hoog schor voor de Hoogerwaardpolder zal de inklinking onder bovengenoemde condities  $\pm 30-50$  cm bedragen. Voor oeverwallen veelal niet meer dan 10-20 cm en voor de schorren langs de Brabantse kust ca. 10-30 cm.

Inklinkdiagrammen van verschillende mariene afzettingen in Nederland, afhankelijk van lutumgehalte en tijd, worden gegeven door R.J. de Gloppe (1973).

Tengevolge van de fysische rijping zal de draagkracht van de bodem toenemen. Vooral in de ongerijpte kommen is de draagkracht in eerste instantie gering. Deze gebieden zijn meestal snel te herkennen aan de begroeiing (*Spartina townsendii* en *Aster tripolium*). In de hoge kommen, waar de bodem half gerijpt of bijna gerijpt is, blijkt de draagkracht hoger te zijn. Deze kommen zijn hoofdzakelijk begroeid met *Triglochin maritima* en *Puccinellia maritima*.

De hoogste draagkracht wordt gemeten op de oeverwallen (Oenema, 1982c).

## 6. Samenvattende bespreking

Het Markiezaat is geen onbekend gebied, gezien het aantal rapporten, nota's en notities dat is verschenen (hoofdstuk 2). Een belangrijke reden hiervoor is de competitie van verschillende belangengroepen die aanspraak maken op (een deel van) het Markiezaat (Coppes, e.a., 1980). Een weloverwogen besluit over de toekomstige inrichting, het gebruik en het beheer van het Markiezaat vereist o.a. kennis van en informatie over het gebied.

Deze nota beoogt enerzijds informatie aan te dragen over de bodemkundige uitgangssituatie in het Markiezaat t.b.v. bovengenoemde beleidsbeslissingen. Anderzijds, en niet in de laatste plaats, dient dit onderzoek aan de schorren en het vervolgonderzoek aan de verandering van de schorren na de getijreductie om, met behulp van uit dit onderzoek verkregen resultaten, prognoses op te stellen voor de verandering van schorren in de Oosterschelde na de totstandkoming van de stormvloedkering.

Dit vereist een goed inzicht in het functioneren van de schorren in de Oosterschelde. Ten aanzien van de ontkalkingssnelheid, sulfaatreductie (pyrietvorming) en stikstof mineralisatie en de veranderingen die hierin optreden na een beperkte getijreductie is de kennis hierover beperkt tot enige kwalitatieve inzichten.

Op begroeide buitendijkse gebieden (schorren), die periodiek overspoeld worden, verlopen verschillende processen snel. Zo verloopt in het algemeen de opslibbing op het begroeide schor veel sneller dan op het onbegroeide slik. Er treden sterke wisselingen op in de samenstelling van de bodemoplossing (hoofdstuk 5.7. en 5.8.; de ontkalking verloopt relatief zeer snel (hoofdstuk 5.6.)).

Er is geen onderzoek gedaan naar gereduceerde anorganische verbindingen (m.n. pyriet), die na "droogvallen" van de schorren geoxideerd worden en dan aanleiding geven tot verzuring, indien het kalkgehalte ontoereikend is om de zuurvorming te neutraliseren. De vorming van kalkloze bodemhorizonten in de bodem van het schor moet na de chemische rijping, na de getijreductie, niet worden uitgesloten.



Zou de afsluiting van het Markiezaat nog enkele tientallen jaren uitgesteld worden, gedurende welke periode het getijregiem niet zou veranderen, dan zullen de schorren in het Markiezaat zeer waarschijnlijk zijn veranderd in kalkloze, potentiële "katteklei" afzettingen, welke na droogvallen sterk verzuren en daarom totaal andere potenties, zowel ecologisch als bijv. landbouwkundig, hebben gekregen.

Vooralsnog lijkt een versnelde stikstofmineralisatie na droogvallen van de bodems op het schor niet erg voor de hand liggend gezien de hoge C/N-verhoudingen (hoofdstuk 5.4.). Van onderwaterbodems en de bodems van het intergetijdegebied is bekend dat mineralisatie van de organische stof zich hoofdzakelijk afspeelt in de bovenste centimeters (Jörgenson, 1978), Berner, 1981).

Voor schorren lijkt dit ook de reële situatie. Omtrent de mineralisatiesnelheid van org. stof, en de grootte van, en de veranderingen in de anorganische stikstofpool in de bodems van schorren is evenwel weinig bekend. In het vooronderzoek naar de bovengrondse produktie en de kationen en anionenbalans van enkele vegetatietypen op het schor van Markiezaat en Rattekaai wordt hier meer aandacht aan geschonken (Oenema, 1982b). Eveneens komen hierin de opvallend lage beschikbare fosfaatgehaltes aan de orde (hoofdstuk 5.4.).

Opvallend is dat de bovengrond van het schor, liggend boven ca. 2,40 + N.A.P. een duidelijke relatieve aanrijking met organische stof vertoont (fig. 2b). Aangezien dit effect alleen op het beweidde schor bij raai 2 optreedt is het niet zeker of dit veroorzaakt wordt door beweiding of door een lagere overspoelingsfrequentie. De ondergrond van raai 2 heeft juist opvallend lage organische stofgehaltes en duidt op een oude afzetting (de bodem van het Verdrongen Land van Zuid-Beveland).

Gedurende de korte periode van de getijreductie van januari tot 10 maart 1982 is een initiële ontziltiging van de bovengrond opgetreden, welke kort na de dambreuk weer teniet is gedaan.

De veranderingen van de kationensamenstelling van het adsorptiecomplex gedurende deze periode is naar verwachting gering geweest.

Zeer waarschijnlijk zijn schommelingen in de zoutconcentratie van de bodemoplossing als die genoemd in hoofdstuk 5.8. actueel voor hoog schor.

De C.E.C.-waarden van de bodemonsters zijn hoog; bovendien zijn enige onregelmatigheden opgevallen (hoofdstuk 5.7.).

In hoofdstuk 7 wordt een klein vervolg voorgesteld op het onderzoek naar de C.E.C. van de bodems. De bepaling van de aanwezige kleimineralen (Janssen en Wegerif, 1983) zal de interpretatie van de C.E.C.-waarden vergemakkelijken.

Het onderzoek van Janssen en Wegerif (1983) dient als aanvulling op het onderzoek dat in deze nota beschreven wordt. Zij gaan meer uitvoerig in op de karakterisering en verspreiding van de verschillende onderscheiden bodemeenheden.

## 7. Voorstel voor het vervolgonderzoek

De resultaten van het onderzoek naar de bodemkundige Ausgangssituatie in het Markiezaat, die in de voorgaande hoofdstukken besproken zijn, nopen tot het plaatsen van enige kanttekeningen. Ten aanzien van een aantal bodemcomponenten en bodemeigenschappen (organische stof-totaal stikstof, beschikbaar fosfaat, C.E.C., potentiële katekleivorming) is onvoldoende en onvolledige - dan wel onbetrouwbare - informatie aanwezig om een juist beeld van de bodemkundige Ausgangssituatie te kunnen aangeven.

Er wordt voorgesteld om van een beperkt aantal bodems een aantal analyses te herhalen en om een aantal aanvullende analyses uit te voeren. In aanmerking daarvoor komen de volgende p.q.'s: 1, 6, 7, 8, 16, 20, 22, 24; met gemiddeld drie te analyseren lagen per bodemprofiel. De bovengrond monsters en verschillende ondergrond monsters van de hiervoor genoemde p.q.'s worden gevriesdroogd en gezeefd over een mm-zeef ter verwijdering van de wortels. Vervolgens wordt het org. C-gehalte op 2 manieren bepaald:

1. middels oxidatie met  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -dichromaat; daarna terugtitratie van aantal vrijgekomen elektronen.
2. middels oxidatie bij  $600^\circ \text{C}$  en meting van de vrijgekomen  $\text{CO}_2$ .

In totaal worden 10 ondergrondmonsters uitgeselecteerd voor een pyrietbepaling (op het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasanalyse te Oosterbeek).

Op een 15-tal monsters wordt een hernieuwde CEC-analyse en beschikbaar fosfaat (P.A.L.-methode) analyse uitgevoerd.

De bemonstering voor deze analyse heeft in oktober 1982 plaatsgevonden.

Na hernieuwde afsluiting van het Markiezaat in de loop van 1983 zal er een stagnant bekken met een vast peil ontstaan.

Afhankelijk van dat peil en eventuele schommelingen daarin, treden verschillende veranderingen in de bodem op. Het is van belang dat deze veranderingen worden bestudeerd en enkele hypothesen worden getoetst. Dit onderzoek zal zich moeten toespitsen op de volgende onderwerpen:

- a. ontziltling, verandering kationensamenstelling van het adsorptiecomplex
- b. stikstofmineralisatie, snelheid van de org. stof afbraak
- c. fysische rijping, c.q. draagkracht verandering
- d. ontkalking - eventuele kattekleivorming
- e. fosfaat beschikbaarheid
- f. kristalliniteit van ijzer-oxi-hydroxiden
- g. verandering in de biologische activiteit.

Een juiste afweging van het zwaardepunt van het onderzoek zal pas kunnen geschieden als de resultaten van een aantal nog lopende en aanvullende onderzoeken gereed zijn.

## 8. Literatuur

- Al en Holland, 1979: Vergelijking overspoelingsfrequentie met schoroppervlak in het Oosterscheldegebied. Notitie DDMI-79.220.
- Anonymus, 1982a: "Het Markiezaat van Bergen op Zoom.  
Inrichtings- en beheersplan voor de korte termijn". Werkgroep Inrichting en Beheer Markiezaat, 1982.
- Anonymus, 1982b: "Landschapsecologisch onderzoek Markiezaat, 1982.  
Gecombineerd rapport RIJP-Deltadienst DDMI-82.02.
- Baaijens e.a., 1980: "Een afgesloten Markiezaat van Bergen op Zoom".  
Gecombineerd rapport RIN-Deltadienst DDMI-80.04.
- Bakker de en Schelling, 1966: "Systeem van bodemclassificatie voor Nederland". Pudoc, Wageningen.
- Bos en Simons, 1964: "Vegetatie-onderzoek van het schorrencomplex ten zuiden van Bergen op Zoom". RIVON-Zeist, DIHO-Yerseke.
- Bregman e.a., 1979: "Landschapsontwikkeling Zoommeer".  
Studentenrapport DDMI 6-79.
- Coppes e.a., 1980: "A Policy analysis for a land-use project". Land + Water. Int. 43: 11-20, 1980
- Deylius en Keuzenkamp, 1982: "Bodemkundig onderzoek in het Rammegors".  
Studentenrapport 5-82.
- Drost en Visser, 1980: "Het grondwaterregime als structurerende factor voor de begroeiing in afgesloten estuaria, met een toepassing in het Grevelingenbekken". RIJP-werkdocument 1980-190. Abw.
- Drost, 1981: "De geohydrologie van het Markiezaat van Bergen op Zoom voor en na bedijking". RIJP-rapport 479/6-2-1981-/J.J.
- Ente en Timmerman, 1964: "Over de bodemgesteldheid van het Verdronken Land van Zuid-Beveland". RIJP-rapport X/64/574/11.

- Ente, 1978: "Markiezaatsatlas". RIJP-werkdocument 1978-352 Abw.
- Fanning en Keramidas, 1977: "Micas" in: Dixon en Weed (ed.). Minerals in Soil environment.
- Feitsma e.a., 1973: "De bodemgesteldheid, hydrologie, en zouthuishouding van de Slikken van Flakkee in 1972. RIJP-nota 73-13.
- Glopper de, 1973: "Subsidence after drainage of the deposits in the former Zuiderzee and in the brackish and marine forelands in The Netherlands. Van Zee tot Land, no 50. Den Haag.
- Gessel van, 1976: "Het Verdrongen Land van Zuid-Beveland; een landschapsonderzoek". Studentenrapport DDMI 1-76.
- Janssen en Wegerif, 1983: "Bodemkundig onderzoek in het Markiezaat". Studentenrapport DDMI-1983 (in voorbereiding).
- Jong de en de Kogel, 1980: "De vegetatie van buitendijkse gebieden in Zeeland". DDMI-nota 80.20.
- Jørgenson e.a., 1978: "Sulfate reduction in coastal sediments and the release of  $H_2S$  to the atmosphere". in: W.E. Krumbein (ed.): Environmental biogeochemistry and geomicrobiology. Vol. 1. p. 245-253. Ann. Arbor. Sci. Inc..
- Kogel de, 1979: "De relatie tussen overspoelingsfrequentie en de vegetatie op het schor bij Bergen op Zoom". Notitie DDMI-79.220.
- Kooistra, 1978: "Soil development in recent marine sediments of the intertidal zone in the Oosterschelde". Soil Survey Papers no. 14. Soil Survey Inst. Wageningen.
- Oenema, 1982a: "Bodemkundig onderzoek op de schorren in het Markiezaat in 1981 - 1982". Notitie DDMI-82.260.
- Oenema, 1982b: "Onderzoek naar de produktie en de kationen en anionenhuishouding van enkele vegetatietypen op het schor. Notitie DDMI-82.397.
- Oenema, 1982c: "De draagkracht van schorren m.b.t. beweiding". Notitie DDMI-82.398.

- Pons en Zonneveld, 1965: "Soil Ripening and Soil Classification".  
I.L.R.I.-publicatie 13 - Wageningen
- Ros en Bonenkamp, 1979: "Toelichting bij de bodemkaart van de voormalige buitendijkse gebieden in het Veerse Meer".  
Studentenrapport DDMI 4-79.
- Schreurs en Spronk, 1983: "Analysemethoden voor water en bodem. Nota DDMI-
- Sluys van der, 1970: "Decalcification of marine clay soils connected with decalcification during silting". *Geoderma* 1970. 4: 209-227.
- Snellenberg, 1980: "Een onderzoek naar het verband tussen tijdsduur van bodemontwikkeling en bodemchemische veranderingen in enkele polders van Noord en Zuid-Beveland. Studentenrapport DDMI 2-80.
- Zonneveld, 1965: "De Brabantse Biesbosch: een studie van bodem en vegetatie van een zoetwater getijdendelta". Versl. Landb. Onderzoeken 65.20. Min. van Landbouw en Visserij.
- Zuur, 1954a: "Over de betekenis van de fracties 0-2 en 0-16  $\mu\text{m}$  voor de indeling der zwaardere gronden in de Noordoostpolder". Uit: "Langs gewonnen velden". Veenman en Zn., Wageningen.
- Zuur, 1954b: "Bodem der Nederlandse Bedijkingen en droogmakerijen". Deel B. Dir. v.d. Wieringermeer en Landbouwhogeschool (afd. Natte ontginning).

### Lijst van figuren

Figuur 1. Relatie tussen de korrelgrootte fracties

2  $\mu\text{m}$  en 2-16  $\mu\text{m}$  van de afzettingen van raai 1 en raai 2

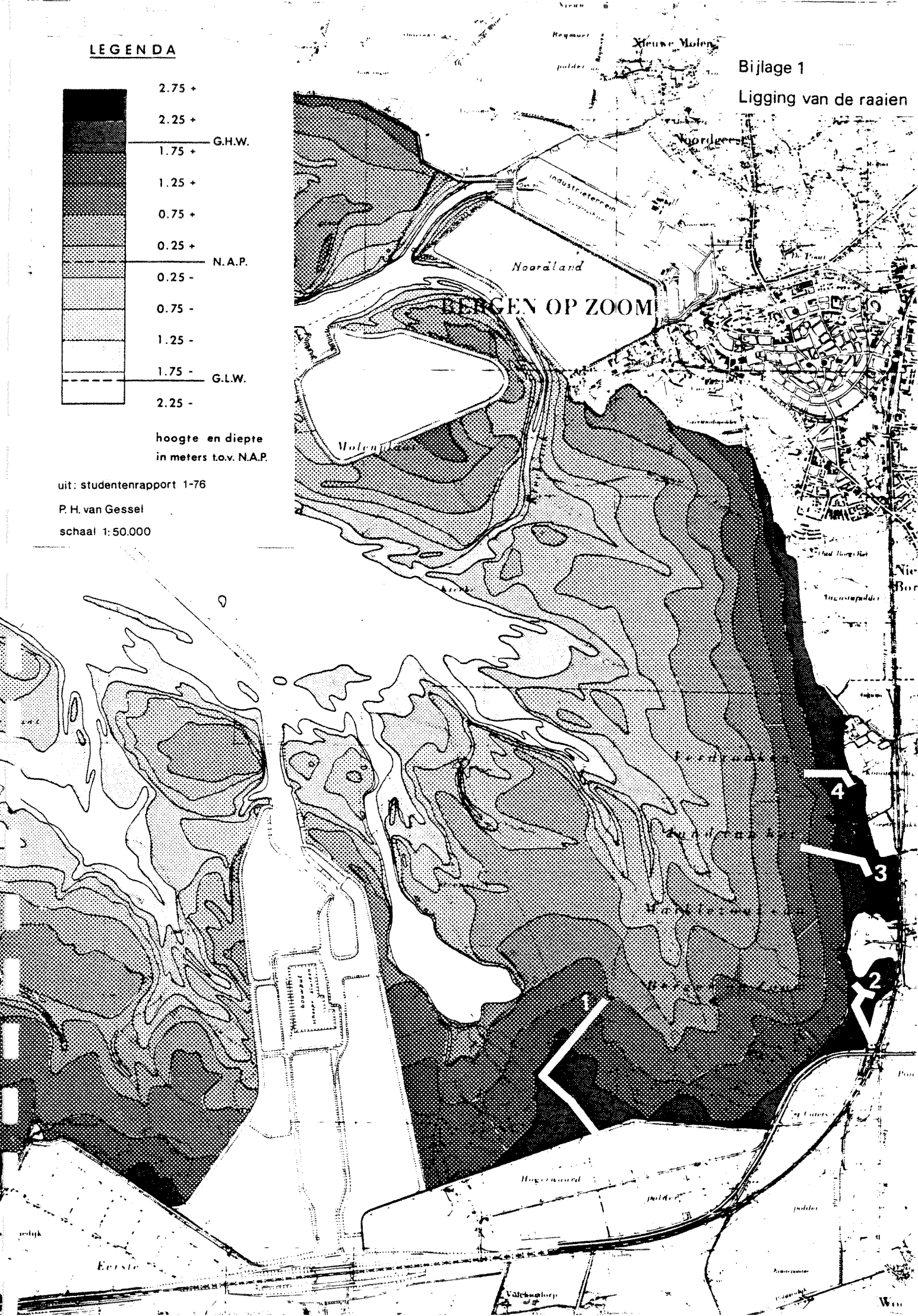
2. Verband tussen percentage lutum en organisch C
3. Relatie tussen C/N-verhouding en org. C en tussen C/N-verhouding en lutum van bodemonsters van raai 1
4. Relatie tussen lutumgehalte en beschikbaar fosfaat
5. Verband tussen het totaal ijzergehalte en het percentage lutum
6. Verband tussen het vrij-ijzergehalte en het lutumgehalte
7. Verband tussen het lutum- en het  $\text{CaCO}_3$ -gehalte
8. Relatie tussen lutumgehalte en de CEC
9. Relatie tussen CEC en het org. C-gehalte, gecorrigeerd voor het lutumgehalte
10. Verandering in chlorideprofielen van verschillende bodems gedurende enige weken na de intrede van de getijreductie (eind dec. 1981) in het Markiezaat
11. Het verloop van de bulkdensity met de diepte in enige bodemprofielen
12. Relatie tussen org. C-gehalte en bulkdensity en tussen percentage lutum en bulkdensity van bovengrondmonsters van raai 1 en raai 2.



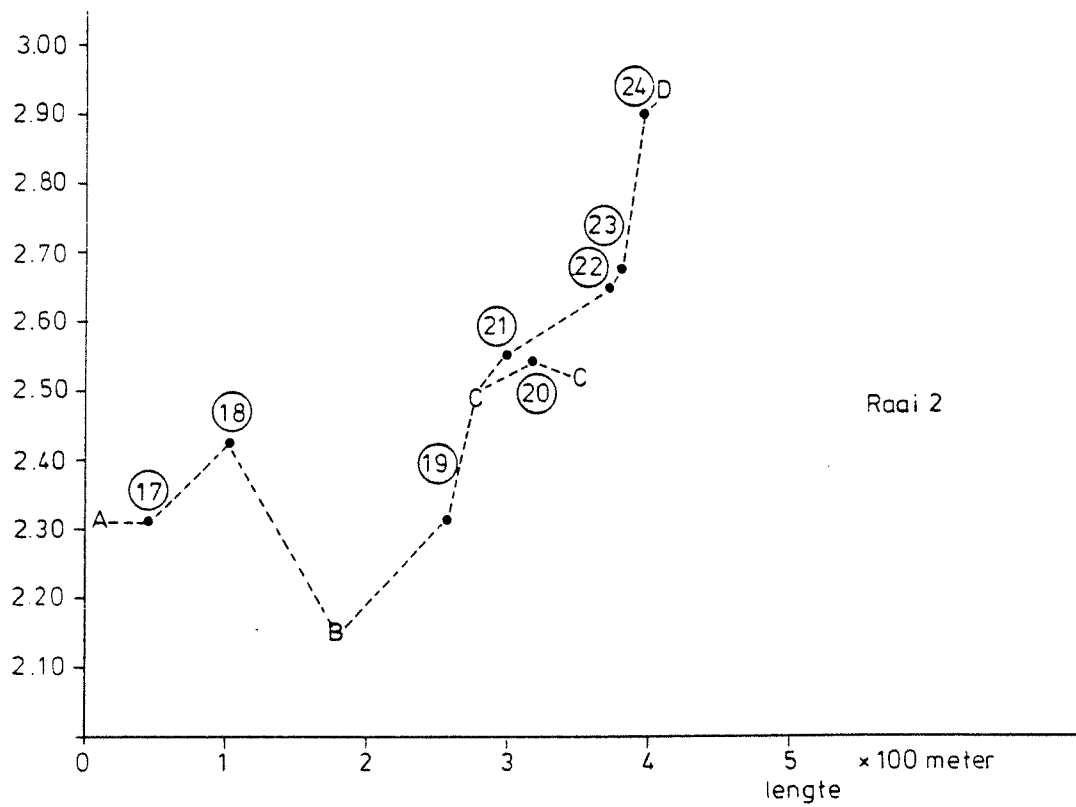
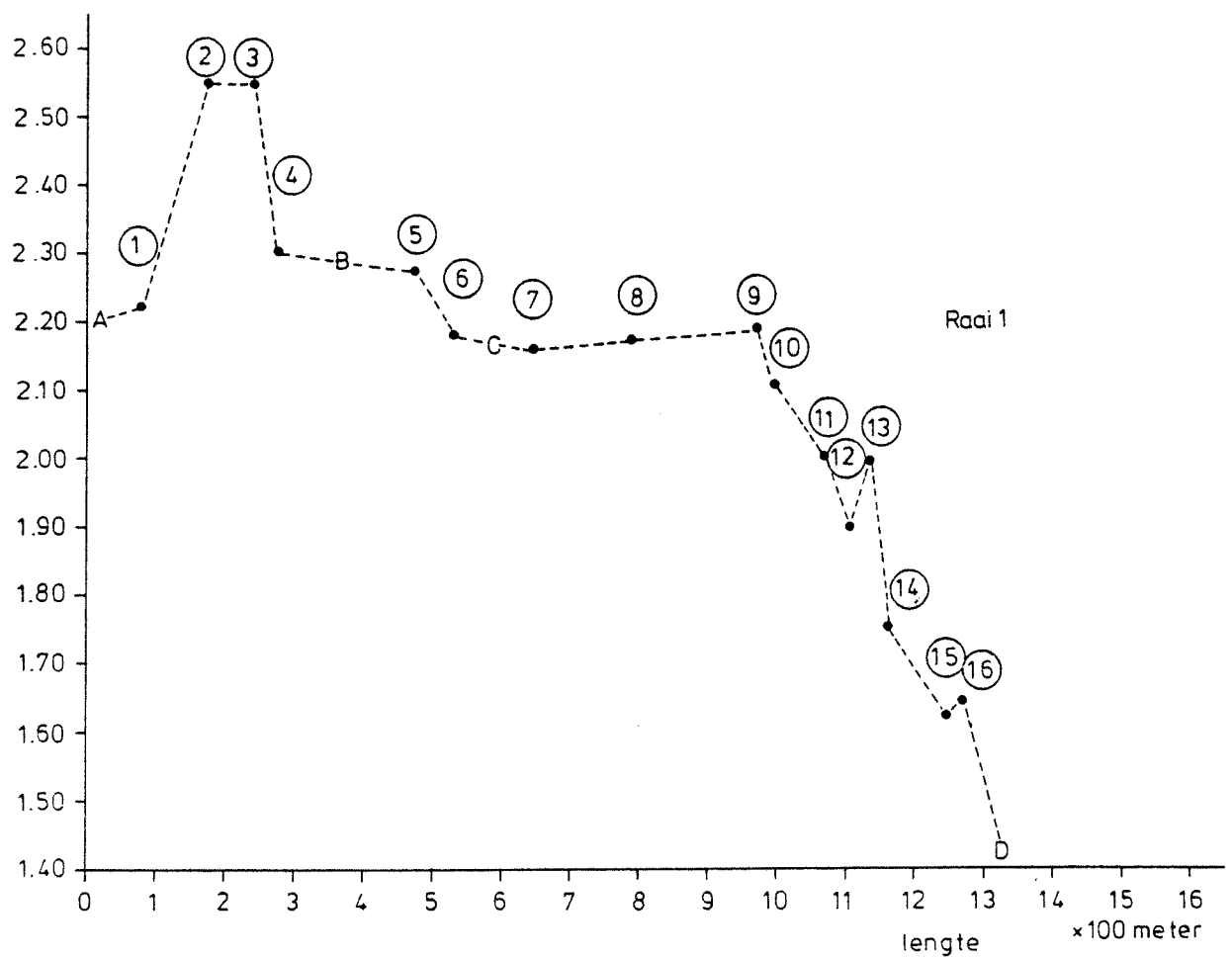
hoogte en diepte  
in meters t.o.v. N.A.P.

**schaal 1: 50.000**

### Ligging van de raaien



hoogte m. + N.A.P.



Bijlage 2 Hoogteligging van de p.q's in raai 1 en 2.

## textuur A

profiel	code	diepte in cm m.v.	> 250	210 - 250	150 - 210	105 - 150	50 - 105	16 - 50	2 - 16	> 2	% org. C	% N <sub>tot.</sub>	C/N	% CaCO <sub>3</sub>	P.A.L. mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	Cl <sup>-</sup> g/l vocht	pH	CEC (mmol/100g)	% kat. ( )	Na ( )	K ( )	Ca ( )	Mg ( )	P ( )	S.P.	Na (mmol/100g)	K ( )	Mg ( )	Ca ( )	Fe <sub>tot.</sub>	Fe <sub>dif.</sub>	Fe <sub>ox.</sub>	vol. ggv g/cm <sup>3</sup>	n
1	2096	0-60	0	0	1	1	5	24	45	24	5.9	.43	14	1.9	14	14.3	7.0	55	72	53.2	3.4	-3.2	19.0	97	34.6	1.3	8.0	5.6						
(+2,20)	2097	60-80	1	0	2	5	20	30	26	17	3.9	.23	17	3.5	4	14.1	6.7	37	41	11.3	3.0	6.0	20.6	31	40.4	1.0	5.8	5.6						
	2098	80-95	0	1	4	35	37	12	4	8	1.1	.05	22	2.6	4	13.7	7.3	16	15	-5.4	3.6	2.0	14.8		31.4	.6	2.6	3.0						
	2099	95-115	2	1	2	5	15	29	16	29	3.5	.20	18	2.4	8	14.1	7.0	32	57	27.7	3.2	7.0	18.6	87	19.0	.8	3.8	3.2						
2	2100	0-10	1	1	1	6	29	36	13	14	3.4	.23	15	3.5	12	9.8	7.5	34	39	10.4	1.3	7.0	20.4	31	26.2	.5	2.6	2.4						
(+2,56)	2101	10-20	1	0	1	2	13	31	22	20	6.6	.42	16	2.7	5	9.4	7.4	58	42	15.4	2.0	0.4	24.4	27	36.4	.8	4.2	3.0						
	2102	20-50	0	0	1	13	50	17	8	11	2.2	.14	16	1.8	9	10.8	7.6	27	39	12.6	2.7	5.4	18.0	47	19.9	.4	1.6	2.0						
	2103	50-80	0	0	1	3	22	30	31	13	3.1	.22	14	1.1	12	14.8	7.3	38	39	14.2	1.3	5.8	18.0	37	38.4	.9	3.9	3.2						
	2104	80-105	0	0	1	4	20	28	27	20	3.4	.22	16	2.2	11	13.2	7.7	37	38	13.8	1.6	4.4	18.4	37	42.2	1.1	4.4	4.4						
3	2105	0-15	0	0	3	28	44	16	4	6	1.4	.08	18	2.5	11	13.6	7.6	23	16	3.5	.3	1.0	11.4	15	19.0	.4	1.6	2.0						
(+2,54)	2106	15-60	0	0	4	49	39	5	2	2	.4	.03	13	2.0	7	11.3	8.0	19	36	7.3	.2	2.0	26.4	38	15.1	.5	.6	1.6						
4	2107	0-60	2	1	3	15	40	18	9	11	3.5	.16	22	2.4	9	15.9	7.6	29	25	2.9	-3.1	2.8	22.4	10	37.2	4.9	3.9	5.4						
(+2,30)	2108	60-70	1	0	2	6	25	30	23	14	4.1	.23	18	3.1	8	15.5	7.3	36	41	12.1	-0.2	3.6	25.2	34	44.7	2.4	5.0	5.0						
	2109	70-80	1	1	2	8	32	28	16	13	3.3	.16	20	3.3	6	16.2	7.3	19	32	10.4	1.0	3.2	17.8	55	39.2	.9	4.2	4.6						
5	2110	0-25	0	0	3	23	42	18	6	5	1.6	.10	16	2.9	10	12.3	7.8	25	40	7.2	-0.1	2.4	30.6	29	18.6	1.2	1.2	2.2						
(+2,20)	2111	25-32	2	1	4	18	30	29	8	7	4.9	.24	20	2.5	2	12.8	7.7	39	35	5.4	0.7	5.4	23.2	14	35.7	.6	2.8	3.4						
	2112	32-60	0	0	2	24	46	14	7	7	1.7	.11	16	2.4	7	15.3	7.6	27	28	5.0	0.6	4.6	18.0	19	27.2	.6	2.2	3.6						
	2113	60-70	0	0	4	21	40	14	11	9	2.1	.11	19	2.5	7	17.2	8.0	31	35	7.0	1.1	6.2	21.0	23	30.8	.6	2.4	3.6						
	2114	70-90	1	0	3	27	45	12	5	7	1.1	.06	18	2.0	9	15.0	8.1	20	24	2.1	1.2	3.6	17.0	11	27.2	.8	2.0	2.8						
6	2115	0-10	3	0	2	3	5	26	37	24	7.9	.77	10	.8	16	12.4	6.9	81	33	19.9	2.4	4.6	10.8	25	63.9	1.8	7.6	4.2						
(+2,18)	2116	10-20	2	1	2	8	32	30	13	13	2.8	.28	10	.4	12	13.9	7.3	31	20	4.8	.9	8.2	6.6	15	39.0	1.0	4.4	2.8						
	2117	20-35	0	0	2	27	49	15	5	2	.8	.05	16	1.2	6	17.4	8.0	18	22	3.1	.8	4.0	13.8	17	29.3	.4	2.4	2.6						
	2118	35-50	0	0	4	32	47	12	2	3	.4	.02	17	6	7	17.9	8.4	17	22	6.5	-.9	2.6	14.0	38	21.3	2.0	1.8	2.4						
	2119	50-90	0	0	5	47	35	8	1	4	.6	.03	2.4	5	5	15.3	8.3	19	27	7.8	.1	2.4	16.8	41	19.4	1.2	2.4	2.4						
7	2120	0-10	4	0	1	3	5	25	34	28	n.d.	.71	14	.3	9	18.2	6.8	65	42	20.7	2.1	9.4	10.2	32	60.8	2.2	5.4	4.2						
(+2,15)	2121	10-25	2	1	4	27	36	18	6	7	1.5	.11	18	1.3	7	10.7	7.4	25	13	3.2	1.4	3.6	4.4	13	29.8	1.0	3.0	2.2						
	2122	25-50	0	1	3	18	48	17	7	6	1.4	.08	18	1.3	7	14.4	8.0	23	22	4.4	0.4	3.0	14.4	19	32.2	1.5	3.0	2.8						
	2123	50-75	0	1	2	31	34	13	3	6	1.6	.06	2.3	6	6	14.5	7.9	23	27	5.3	0.7	2.2	18.6	23	29.4	1.1	3.2	4.6						
	2124	75-100	0	0	9	58	26	3	1	2	.5	.01	1.8	5	5	13.5	8.1	18	29	8.8	1.0	1.4	17.4	49	17.7	.6	1.8	3.2						
8	2154	0-30	0	0	1	2	4	28	33	34	7.8	.63	12	.3	15	9.5	6.3																	
(+2,18)	2155	30-50	1	1	1	4	17	32	24	21	3.2	.28	11	.2	8	14.6	6.6																	
	2156	50-90	0	0	2	20	49	17	5	7	1.0	.05	20	2.9	4	14.0	7.2																	
9	2157	0-10	3	1	2	6	26	31	16	16	3.7	.31	12	2.9	13	10.0	7.4																	
(+2,18)	2158	10-20	1	1	2	8	27	16	16	16	4.4	.26	17	2.4	6	11.7	7.1																	
	2159	20-40	0	1	2	18	40	15	11	13	2.3	.18	13	2.1	11	12.9	7.2																	
	2160	40-60	0	1	3	20	38	17	10	13	2.4	.17	14	1.3	13	14.6	7.1																	
	2161	60-130	0	1	3	31	43	11	4	7	1.6	.07	23	1.7	7	13.1	7.3																	

zoutconc.  
waterig extract 1:2

Analyse resultaten Mariëznat (okt. '81 - maart '82) caal 1.

locatuur 1

profiel	code	diepte in cm - m.v.	> 250	210 - 250	150 - 210	105 - 150	50 - 105	16 - 50	2 - 16	< 2	% org. C	% N <sub>tot.</sub>	C/N	% CaCO <sub>3</sub>	P.A.L. mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	Cl <sup>-</sup> g/l vocht	pH	CBC ( $\frac{\text{mmol}}{100\text{g}}$ )	$\sum \text{kat}$ ( $\frac{\text{mmol}}{100\text{g}}$ )	Na ( " )	K ( " )	Mg $\frac{1}{2}$ ( " )	Ca $\frac{1}{2}$ ( " )	E.S.P.	Na ( $\frac{\text{mmol}}{100\text{g}}$ )	K ( " )	Mg $\frac{1}{2}$ ( " )	Ca $\frac{1}{2}$ ( " )	Fe <sub>tot</sub>	% Fe <sub>dic</sub>	% Fe <sub>ox</sub>	vol.ggw. m <sup>3</sup> /f	n		
10	2162	0-15	2	0	1	2	9	34	27	27	5.7	.42	14	2.4	10	11	7.3																		
(+2.10)	2163	15-50	0	0	1	3	20	29	23	25	4.5	.30	15	.6	18	14	5.8																		
	2164	50-130	0	0	1	20	43	17	8	10	2.3	.08	29	3.0	6	14	7.2																		
11	2181	0-20	0	0	1	3	6	23	38	28	6.3	.45	14	1.4	13	13	6.9	58	79	37.9	3.2	15.6	21.4	65	27.3	1.0	3.8	2.8	4.7	2.6	2.2	.43	2.9		
(+2.00)	2182	20-40	0	1	2	7	23	25	23	20	4.9	.26	19	1.0	13	14	5.7	38	46	-4.9	6.7	12.2	30.8	77	85.0	2.2	10.6	8.0		0.7	0.7	.48	3.0		
	2183	40-110	0	1	2	10	41	24	10	12	0.7	.14	5	3.1	9	14	7.0	30	63	23.1	2.7	5.6	30.0		40.5	1.4	7.0	3.8		0.3	0.2	.72	4.5		
	2184	110-140	0	0	8	53	30	5	0	3	.6	<.01		2.2	5	15	7.7																		
12	2178	0-20	3	1	3	11	25	19	20	19	4.4	.30	15	1.7	14	12	6.9																		
(+1.88)	2179	20-70	1	1	3	9	32	21	18	16	n.d.	.20		1.9	11	14	7.0																		
	2180	70-130	1	1	2	15	40	21	10	12	2.6	.11	24	2.3	8	14	7.2																		
13	2173	0-15	1	1	3	11	26	16	21	21	4.3	.30	14	.8	10	13	5.9																		
(+2.00)	2174	15-30	1	1	5	19	34	15	11	14	2.8	.16	18	1.1	12	15	7.2																		
	2175	30-80	0	1	3	33	44	9	3	7	1.4	.06	23	1.7	7	14	7.4																		
	2176	80-110	0	1	2	15	38	22	11	11	2.2	.12	18	3.0	7	14	7.2																		
	2177	110-130	0	0	4	37	45	9	2	4	2.4	.03		3.2	4	12	7.6																		
14	2170	0-45	1	1	3	7	28	24	19	19	4.8	.26	18	2.2	15	14	5.9																		
(+1.72)	2171	45-100	1	1	3	18	41	19	8	10	2.4	.10	24	2.0	9	14	7.2																		
	2172	100-130	0	0	4	42	43	7	1	3	.6	.01		2.3	5	15	7.5																		
15	2168	0-30	0	0	2	22	53	12	4	7	1.6	.07	23	3.1	8	13	7.2	23	52	23.7	1.2	5.2	21.6	103	14.3	1.1	4.0	2.2	2.2	0.2	0.3	1.00	2.6		
(+1.52)	2169	30-110	0	0	9	54	29	4	1	3	.5	.01		1.1	5	12	7.6	3	13	-3.3	.5	1.4	13.8		13.6	.5	1.8	1.2		0.1	0.3	1.50	1.1		
16	2165	0-25	1	1	5	30	40	10	5	9	2.1	.10	21	2.0	7	12	5.9																		
(+1.56)	2166	25-30	0	0	6	61	26	3	1	3	.6	.01		1.6	6	15	6.2																		
	2167	80-130	0	0	6	61	26	3	1	3	.4	<.01		2.0	4	14	7.4																		

water extract 1:2										clipping	
				</							

ZOUTBOON.  
waterig extract 1:2

rijping

bijslage 3b.

## textuur &amp;

profiel	code	diepte in cm	> 250	210	150	105	50	16	2	% org. C	% N <sub>tot.</sub>	C/N	% CaCO <sub>3</sub>	P.A.L. mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	Cl <sup>-</sup> g/l vocht	pH	CEC (mmol/100g)	Σ kat. ( " )	Na ( " )	K ( " )	Mg ( " )	Ca ( " )	E.S.P.	Na (mmol/100g)	K ( " )	Mg ( " )	Ca ( " )	% Fe <sub>tot.</sub>	% Fe <sub>dite.</sub>	% Fe <sub>ox.</sub>	vol. gew. g/cm <sup>3</sup>	n	
17	2190	0-30	0	0	1	2	26	31	22	17	3.7	.33	11	.5	9	17	6.8	29	32	6.1	1.7	11.4	13.2	21	11.9	.5	.6	.8	3.5	1.0	1.0	.63	2.0
(+2,30)	2191	30-60	0	0	1	3	32	30	19	15	2.1	.20	11	2.0	9	17	7.3	11	9	.5	1.0	4.5	3.0	4	13.6	.3	1.0	1.6	.6	.6	1.18	0.5	
	2192	60-130	1	0	1	1	12	26	35	24	2.7	.17	16	6.7	10	16	7.4		22	-1.8	1.1	4.4	17.8	16	17.4	.3	1.6	1.2	2.2	.7	.4	1.18	2.1
18	2135	0-20	3	1	1	2	12	40	23	18	5.5	.37	15	1.3	10	8	7.0	29	32	6.1	1.7	11.4	13.2	21	11.9	.5	.6	.8	3.5	1.0	1.0	.63	2.0
(+2,44)	2186	20-30	0	0	1	2	26	32	19	20	4.0	.29	14	.5	7	9	7.0	11	9	.5	1.0	4.5	3.0	4	13.6	.3	1.0	1.6	.6	.6	1.18	0.5	
	2187	30-60	0	0	0	2	63	22	5	7	1.2	.08	15	1.0	7	11	7.3	11	22	-1.8	1.1	4.4	17.8	16	17.4	.3	1.6	1.2	2.2	.7	.4	1.18	2.1
	2188	60-90	0	0	0	3	34	29	19	16	1.7	.14	12	2.4	11	14	7.4																
	2189	90-170	0	-9	2	3	31	25	23	16	2.3	.14	16	5.5	6	14	7.2																
19	2145	0-15	2	1	2	5	48	27	6	9	2.1	.13	16	2.3	8	12	7.9	25	36	8.3	1.5	4.0	22.0	33	13.0	.8	2.4	1.6				.55	6.3
(+2,32)	2146	15-40	1	0	1	4	66	21	2	5	.8	.04	20	2.8	12	17	8.4	10	20	1.6	1.1	3.8	13.6	16	16.8	.5	1.6	4.2					
	2147	40-60	0	1	2	3	32	27	17	20	1.6	.10	15	4.6	8	18	8.0	18	28	-.2	1.9	5.8	20.2	15	26.4	.6	1.9	2.2					
	2148	60-110	1	1	1	2	19	23	29	24	3.1	.18	17	5.8	7	18	7.6	23	37	3.4	1.9	7.0	24.6	15	34.3	1.0	3.6	4.0					
20	2149	0-15	1	0	1	3	43	17	12	14	8.2	.54	15	2.0	11	16	7.4	34	41	4.3	2.0	16.4	19.4	13	49.2	1.1	7.2	3.4				.56	2.1
(+2,54)	2150	15-40	6	0	1	2	19	46	10	17	2.3	.15	15	.9	9	19	7.7	15	10	-5.3	.9	5.4	17.4	8	32.7	.7	3.4	3.4					
	2151	40-70	1	0	1	2	27	36	17	17	1.1	.09	12	4.7	6	18	8.1	18	25	1.4	1.3	4.4	17.4	52	21.8	.4	1.4	4.0					
	2152	70-90	1	0	1	2	27	36	17	17	.9	.07	13	5.1	7	18	9.2	17	37	8.9	1.9	4.8	21.0	52	16.7	.5	1.4	2.4					
	2153	110-120	1	0	2	3	16	30	26	24	2.0	.16	13	6.1	6	19	7.9	10	38	3.2	1.9	7.0	23.4	52	31.9	.6	3.2	3.6					
21	2140	0-5	6	1	2	3	15	40	17	17	6.5	.39	17	2.3	13	5	7.5	17	28	.9	1.2	9.5	16.2	5	18.7	1.5	2.2	2.0				.92	1.0
(+2,54)	2141	5-30	1	1	3	6	43	13	11	13	1.9	.13	15	3.3	8	11	8.0	31	22	-2.2	1.0	4.2	18.6		15.9	.5	.6	1.6				1.20	1.1
	2142	30-45	3	2	6	10	42	21	6	10	1.3	.10	13	2.8	6	13	8.1	14	19	-2.9	1.0	3.6	17.6		19.7	.4	1.4	2.0					
	2143	45-60	2	0	1	4	51	23	7	11	1.0	.08	13	3.2	7	12	7.3	12	19	-2.6	1.0	2.8	17.0		16.9	.5	.8	1.6				1.36	0.6
	2144	60-110	1	0	1	3	31	29	19	17	1.9	.13	15	5.3	5	14	7.8	14	23	2.2	0.7	6.0	14.4	16	22.1	1.0	1.6	2.4					
22	2135	0-10	6	1	2	3	20	31	19	18	6.9	.57	12	1.1	13	6	7.2	13	29	.6	1.6	10.4	15.8	5	23.6	.7	4.0	4.2				.61	1.5
(+2,78)	2136	10-25	0	1	1	5	67	19	2	5	1.7	.11	15	1.5	5	11	7.8	1	12	-4.9	0.6	3.6	12.8		18.5	.4	1.6	2.2					
	2137	25-100	1	1	2	5	66	19	2	4	.9	.06	15	2.0	2	10	8.2	10	13	-3.6	0.7	3.0	13.2		15.0	.2	1.0	2.0					
	2138	100-125	1	0	1	2	16	24	28	28	2.0	.14	14	5.9	16	10	7.8	25	33	3.4	1.7	6.4	12.6	14	19.5	.5	1.2	2.2					
	2139	125-160	0	1	2	4	19	24	25	25	2.6	.14	19	5.8	6	11	7.7	22	31	1.0	1.8	4.6	23.4	5	21.5	.6	1.8	3.4					
23	2131	0-10	6	1	2	2	12	34	23	19	8.6	.73	12	1.4	11	5	8.6	10	35	3.8	2.0	4.0	25.0	38	20.8	.6	4.2	2.0				.53	2.0
(+2,78)	2132	10-25	1	1	1	7	66	17	3	5	1.2	.08	15	1.8	4	10	8.0	13	11	-5.8	0.6	2.2	14.2		14.4	.3	1.2	1.6				1.26	1.4
	2133	25-100	0	0	0	2	46	29	10	13	.8	.05	16	4.7	7	12	8.1	20	21	-3.3	1.9	3.2	19.6		16.7	.3	1.0	2.2				1.27	1.1
	2134	100-160	1	1	2	4	20	24	22	27	2.3	.12	19	5.7	7	11	7.7	37	30	0.4	1.7	4.4	24.0	1	22.6	.6	2.2	3.0					
24	2125	0-10	0	0	3	6	46	24	9	11	5.8	.40	15	.5	12	6	7.1	39	36	11.1	2.8	6.8	14.6	28	17.3	.8	2.0	2.8				.77	1.7
(+2,90)	2126	10-25	1	0	1	6	72	15	2	3	1.4	.07	20	1.7	4	10	7.9	23	28	9.9	1.0	2.2	14.8	43	12.6	.4	1.0	3.2					
	2127	25-50	2	1	4	13	62	15	2	3	.8	.05	16	1.6	4	10	8.3	24	28	9.0	0.5	2.6	16.2		13.5	.7	.8	2.8					
	2128	50-100	0	1	0	3	46	29	10	12	.5	.03	17	4.6	4	8	8.1	27	37	9.5	0.8	2.4	24.0	35	14.2	1.1	.6	2.8					
	2129	100-120	0	1	0	2	17	36	22	22	2.0	.14	14	6.0	11	9	7.6	37	37	16.3	3.0	4.8	27.6	44	17.3	1.1	1.0	3.0					
	2130	120-150	0	1	1	4	12	32	26	24	3.1	.17	18	6.0	8	9	7.4	47	27	-2.5	1.7	4.8	23.2		20.5	.7	2.6	2.8					

zuutconcentratie  
waterlij extract 1:2

## rijping