ENIGE ASPECTEN VAN DE DECOMPOSITIE VAN ZEEGRAS

door

G.C. Pellikaan

Verslag over de werkzaamheden, verricht
in het kader van de studie voor het docto-
raalexamen biologie in het tijdvak
juli 1977 - februari 1978
voor
Dr. H.L. Golterman
Rijksuniversiteit te Utrecht
onder supervisie van
Dr. P.H. Nienhuis

Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek
Vierstraat 28, 4401 EA Yerseke

Studentenverslagen nr. D11-1979.

Rechten voorbehouden: Van de "Studentenverslagen" is herdruk of aanhaling slechts toegestaan met uitdrukkelijke toestemming van de directeur van het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek te Yerseke.

Inhoud

			pag.
	Voorwoord		
I.	Inleiding		1
II.	Materiaal en methoden		3
	II.1.	De decompositiesnelheid en de chemische veranderingen tijdens de afbraak van zeegrasdetritus	3
	II.1.1.	Het 'litter bag' experiment	3
	II.1.2.	Het 'enclosure' experiment	5
	II.1.3.	Partikelgrootte, zaden en evertebraten	5
	II.1.4.	Natgewicht	6
	11.1.5.	Drooggewicht	6
	II.1.6.	Asvrij drooggewicht	6
	II.1.7.	Particulair organisch koolstof	6
	II.1.8.	Chlorophyll a en pheophitine	6
	II.1.9.	Stikstof	7
	II.1.10.	Phosphaat	7
	II.2.	De chemische veranderingen in het opgehoopte zeegrasdetritus langs de oevers van het Grevelingenmeer en de nutriëntenconcentraties in het water bij dit detritus	8
	II.2.1.	Zeegrasophopingen: verspreiding en hoeveelheid	8
	II.2.2.	De chemische veranderingen van het zeegrasdetritus	8
	II.2.3.	De nutriëntenconcentraties bij het opgehoopte zeegras	9
	II.2.4.	DOC	9
	II.2.5.	NH_3	9
	II.2.6.	NO_2	10
	II.2.7.	NO_3	10
	II.2.8.	$P\text{-}PO_4$ en P-totaal	10
	II.2.9.	Reactief silicaat	11
III.	Resultaten		11
	III.1.	De afbraak van het zeegras in de litter bags	11
	III.1.1.	Het natgewicht en het drooggewicht	11

III.1.2. Het drooggewicht in % van het natgewicht 12
III.1.3. Het percentage as en het asvrij drooggewicht 12
III.1.4. De partikelgrootte, het % groen zeegras, de zaden 12
III.1.5. De evertebraten in de litter bags 13
III.1.6. Het percentage POC 13
III.1.7. Het percentage N-totaal 13
III.1.8. Het percentage P 13
III.1.9. De C/N verhouding 13
III.1.10. De C/P verhouding 14
III.1.11. Het gehalte chlorophyll a en pheophitine 14
III.2. Het zeegrasdetritus en de enclosures 14
III.2.1. Het percentage as en het asvrij drooggewicht 14
III.2.2. Het percentage POC 14
III.2.3. Het percentage N-totaal 14
III.2.4. Het percentage P 15
III.2.5. De C/N verhouding 15
III.2.6. De C/P verhouding 15
III.3. Het zeegrasdetritus bij de drie monsterpunten 15
III.3.1. Hoeveelheid aangespoeld zeegras 16
III.3.2. Temperaturen 16
III.3.3. Het percentage as en het asvrij drooggewicht 16
III.3.4. Het percentage POC 17
III.3.5. Het percentage N-totaal 17
III.3.6. Het percentage P 17
III.3.7. De C/N verhouding 17
III.3.8. De C/P verhouding 17
III.4. De nutriëntenconcentraties in het water bij het opgehoopte zeegras 18
IV. Discussie 19
IV.1. Algemeen 19
IV.2. De decompositiesnelheid 21
IV.3. De partikelgrootte en de dieren 21

IV.4. Chlorophyll a en pheophitine 22
IV.5. Asvrij drooggewicht 23
IV.6. Particulair organische koolstof 23
IV.7. N-totaal 24
IV.8. De C/N verhouding 25
IV.9. Het P-gehalte 26
IV.10. De C/P verhouding 26
IV.11. Het opgehoopte zeegrasdetritus 27
IV.12. De nutriënten in het water bij het opgehoopte zeegras 27
V.1. Samenvatting 28
V.2. Summary 30
VI. Literatuur 31
Tabellen 34
Bijlage 64
Figuren 71

Voorwoord

Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van het hoofdvak hydrobiologie voor de rijksuniversiteit te Utrecht bij Dr. H.L. Golterman. Het onderzoek is geheel uitgevoerd aan het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek te Yerseke van juli 1977 tot en met februari 1978. De Deltadienst van Rijkswaterstaat in Middelburg verzorgde de reiskosten- en stagevergoeding. Dr. P.H. Nienhuis, die de dagelijkse leiding had, bedank ik voor zijn hulp en waardevolle adviezen. Bovendien dank ik de medewerkers van het bodemkundig en chemisch laboratorium voor de door hen uitgevoerde analyses en J.M. Verschuure die assisteerde bij het veldwerk. Mijn erkentelijkheid gaat verder uit naar de medewerkers van het Delta Instituut die dit verslag in definitieve vorm typten, corrigeerden en drukten. Mijn vrouw dank ik hartelijk voor het vele typewerk aan de eerdere versies van dit verslag. Boven alles dank ik onze God en Schepper die leven en mogelijkheden gaf om dit werk te doen.

I. Inleiding

Vanuit het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek wordt al een aantal jaren onderzoek gedaan in het Grevelingenestuarium en na de afsluiting in 1971 in het gevormde meer. Het is nu een brakwatermeer met een chloridegehalte van 13 - 14 $^{o}/oo$ in 1977. In 1972 is een werkgroep gevormd die zich speciaal bezig houdt met de koolstofkringloop in het Grevelingenmeer (Fig. 14). Hierdoor wil men een inzicht krijgen in de energiestroom door het oecosysteem via de verschillende trophische niveau's (Nienhuis, 1976). Zeegras (Zostera marina, L) heeft zich na de afsluiting van het Grevelingenmeer sterk uitgebreid. Er is onderzoek gedaan naar de verspreiding, de biomassaverandering in permanente proefvlakken en de toename in de jaren na de afsluiting (Nienhuis & de Bree, 1977). De productie aan bovengrondse delen was in 1968 en 1975 respectievelijk 4 g.C en 23 g.C $m^{-2}.jr^{-1}$, berekend over het hele meer. De phytoplanktonproductie is ongeveer gelijk gebleven: 100 - 130 g.C $m^{-2}.jr^{-1}$ (Nienhuis, 1977).

In 1975 bedekte het zeegras een kwart van de meerbodem, ruim 25 km^2. Verwacht wordt dat de uitbreiding nog verder zal gaan. Eigen waarnemingen in 1977 stemmen hiermee overeen (Pellikaan, 1979). In 1978 zal opnieuw een uitgebreide kartering van zeegras in het Grevelingenmeer worden uitgevoerd. In 1976 is door Els van Ierland de consumptie van zeegras door vogels en evertebraten tijdens het groeiseizoen onderzocht. Haar berekeningen resulteren in een percentage van 5,7 van de nettoproductie aan bovengrondse delen (van Ierland, 1977).

In de meeste gevallen komt het overgrote deel van de primaire productie in de detritus-kringloop terecht. Bij de afbraak van dit detritus spelen de micro-organismen, vooral de bacteriën, een belangrijke rol. Het belang van deze detritus-voedselketen voor ondiepe aquatische milieu's wordt hoe langer hoe meer duidelijk (Fenchel, 1973; Phillips, 1974; Wetzel, 1975; Fenchel & Jørgensen, 1977).

Wanneer en hoeveel zeegras precies de detritus-keten ingaat is niet nauwkeurig bekend. De onder andere door Nienhuis & de Bree (1977) gebruikte schatting voor de productie van twee maal de maximale 'standing stock' is nogal onbetrouwbaar. Er zijn namelijk geen gegevens bekend over de hoeveelheid plantenmateriaal die tijdens het groeiseizoen afsterft of losraakt. Dit materiaal kan bestaan uit oude bladeren die door fysiologi-

sche processen losraken, maar ook kunnen delen van planten afbreken door golfslag, veroorzaakt door wind en schepen. Om welke hoeveelheid het hierbij gaat zou voor een nauwkeuriger productieschatting onderzocht moeten worden. Hieruit wordt dan ook duidelijk wanneer en hoeveel plantenmateriaal de detritusketen ingaat tijdens het groeiseizoen. Het grootste deel van de zeegrasbiomassa aan bovengrondse delen laat in augustus - september los van de wortelstokken. Dit blijft één tot twee weken drijven en wordt door wind en golven verplaatst. Verschillende afbraakprocessen komen dan op gang.

Door mijn onderzoek is een begin gemaakt met de bestudering van enkele van de vele vragen die ten aanzien van de decompositie van zeegras gesteld kunnen worden. Een aantal vragen zijn:

1. Wat is decompositiesnelheid?
2. Is de jaarproductie volledig gemineraliseerd vóór het volgende groeiseizoen?
3. Vindt er ophoping plaats en zo ja, waar?
4. Waar blijft het zeegras tijdens de decompositiefase en in welke vormen?
5. Hoe verandert de chemische samenstelling tijdens de decompositie, de verhouding C/N en C/P? Dit in verband met de voedingswaarde voor 'detritus-eters'.
6. Wat is het effect van wind en golfslag en biotische activiteit tijdens de afbraak?
7. Welke micro-organismen zijn betrokken bij de afbraak?
8. Wie voeden zich met zeegrasdetritus en hoeveel wordt er geconsumeerd?
9. Wat gebeurt er met het kleinste detritus? Hoeveel verdwijnt er permanent in het sediment?
10. Komen er opgelost materiaal en nutriënten vrij tijdens de afbraak. Hoe, wanneer en waar vindt verdere mineralisatie plaats?

Deze vragenlijst is uiteraard nog verder aan te vullen en de vraagstelling kan verder verfijnd worden. Mijn onderzoek richtte zich op de volgende onderdelen:

1. De decompositiesnelheid.
2. De veranderingen in de chemische samenstelling tijdens de afbraak.
3. De hoogte van de nutriëntenconcentraties van het water tussen en vlak-

bij ophopingen van zeegras langs de oever.

De decompositiesnelheid en de chemische samenstelling zijn nagegaan met behulp van zeegras in 'litter bags' en 'enclosures'. Van eind juli 1977 tot eind februari 1978 heb ik hieraan gewerkt.

Van eind september 1977 tot eind februari 1978 heb ik één maal per veertien dagen watermonsters genomen om de nutriëntenconcentraties daarin te analyseren. Tevens is de chemische samenstelling van aangespoeld zeegras langs de oever geanalyseerd.

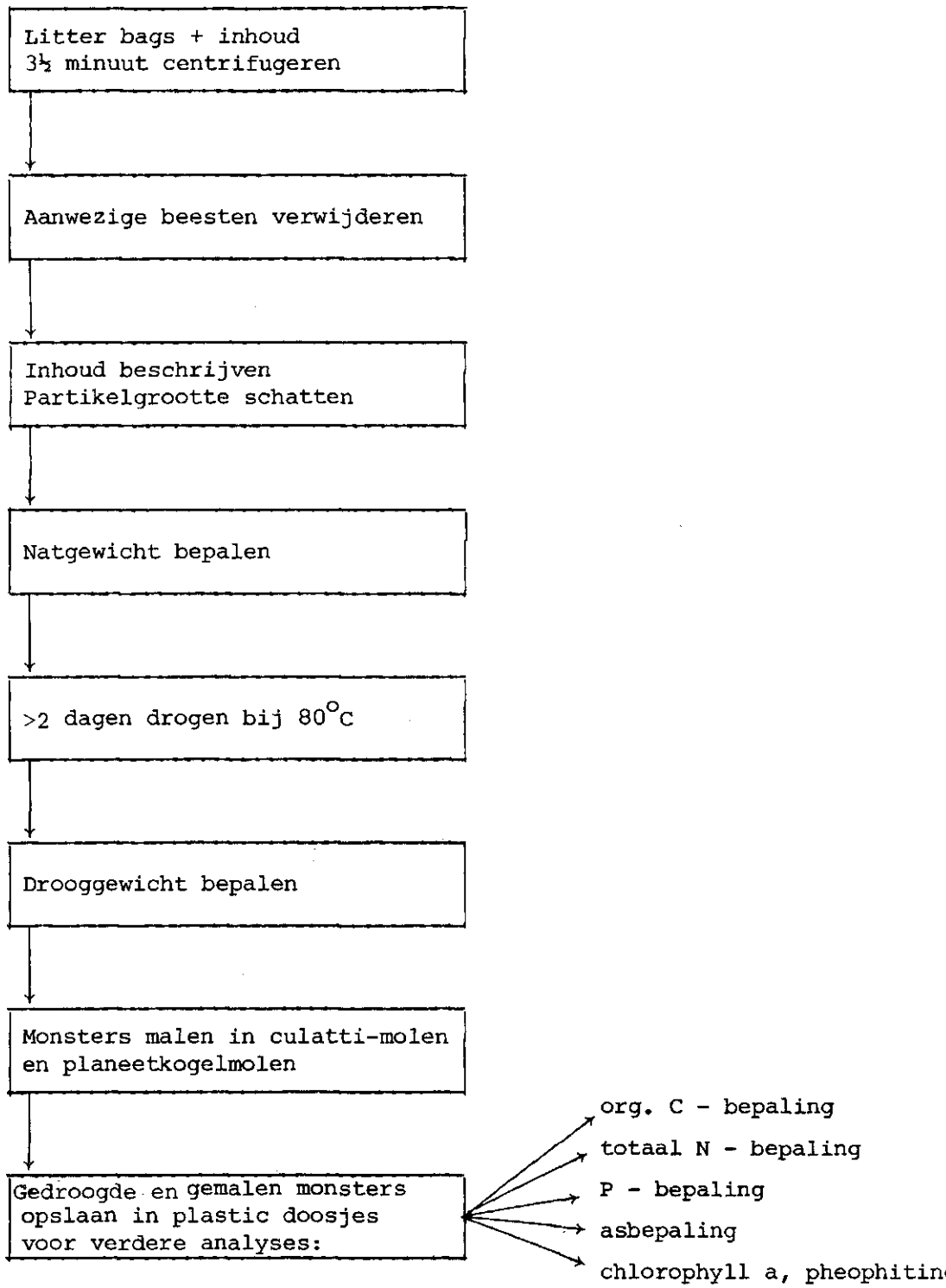
II. Materiaal en Methodes

II.1. De decompositiesnelheid en de chemische veranderingen tijdens de afbraak van de zeegrasdetritus

II.1.1. Het 'litter bag' experiment

'Litter bags' zijn zakjes van nylon vitragestof met een maaswijdte van 1 mm. Deze zakjes zijn gemaakt op het Delta Instituut. De grootte is 20 x 25 cm en zij kunnen met een nylon koordje worden dichtgebonden. Het is noodzakelijk voor het naaien van deze litter bags nylon garens te gebruiken; ander materiaal gaat in het water voortijdig kapot. De zeegrasplanten zijn op 27 juli verzameld te Battenoord uit 40 - 50 cm diep water en naar Yerseke vervoerd in plastic zakken. Alleen de bovengrondse delen werden gebruikt; wortels en rhizomen werden zoveel mogelijk verwijderd, evenals de aanwezige macro-epiphyten. Op 28 juli zijn 100 zakjes gevuld met gehele zeegrasplanten. In elke zak kwam precies 70 g. natgewicht aan zeegras. Het natgewicht wordt bepaald door het zeegras 3½ minuut te centrifugeren met een huishoudcentrifuge. Gebleken is dat het gewicht na 3 - 3½ minuut niet verder meer afneemt (B. de Bree, mondelinge mededeling). Dit wordt in het vervolg steeds 'natgewicht' genoemd. De gevulde litter bags zijn bij Herkingen in het Grevelingenmeer vastgebonden aan betonijzeren pinnen in 75 cm diep water. De zakjes hingen zo, dat zij de bodem niet raakten, om te voorkomen dat zij door slib bedekt zouden worden. Hierdoor zou een anaerobe toestand kunnen ontstaan, wat niet gewenst was. Te rekenen vanaf 11 augustus werden om de twee weken 5 litter bags opgehaald te Herkingen. Deze zeegrasmonsters zijn verwerkt volgens bijgaand schema.

De verwerkingsprocedure van de zeegrasmonsters uit de litter bags.



II.1.2. Het 'enclosure'experiment

Het 'enclosure' experiment hield een vergelijking in van de chemische veranderingen in zeegrasdetritus, waarvan de ene helft bestond uit hele planten, en de andere helft uit gefragmenteerd zeegras. Complete planten (alleen bovengrondse delen) werden op dezelfde manier verzameld als voor de litter bags. Ongeveer 16 kg vers zeegrasmateriaal werd in tweeën verdeeld; van de ene helft werden complete planten gebruikt, van de andere helft werden de planten in stukjes gesneden van ongeveer 2,5 cm lengte. Gefragmenteerd en ongefragmenteerd zeegras werd in twee afzonderlijke 'enclosures' gedaan. Een 'enclosure' is een ijzeren frame van 100 x 100 x 40 cm, met pootjes van 40 cm. Er zit een zak omheen van nylon vitragestof, met een maaswijdte van 1 mm. Aan de bovenkant zit een afsluitbare opening om te kunnen monsteren. De beide enclosures zijn geplaatst te Herkingen in de nabijheid van de litter bags, in 75 cm diep water. Zij werden zo opgesteld dat zij geheel onder het wateroppervlak verdwenen, de poten een eind in het zand gedrukt. Vanaf 11 augustus werd om de twee weken een monster uit beide enclosures genomen. De hele massa zeegrasdetritus werd dan eerst goed gemengd. Na 1½ maand begonnen de zakken te scheuren ten gevolge van de golfslag. Er zijn toen twee kleinere zakken gemaakt van hetzelfde materiaal, die met nylon linten tussen de frames werden gespannen. Zij zijn aan alle randen vastgemaakt, waardoor de zakken uitgespannen bleven en het detritus niet opeengepakt ging zitten. De bemonstering ging door tot half november. Daarna gingen ook deze zakken kapot. De verwerking van de monsters was gelijk aan die van de monsters uit de litter bags. De nat- en drooggewichten zijn echter niet bepaald.

II.1.3. Partikelgrootte, zaden en evertebraten

Voordat de monsters konden worden gewogen, werden de aanwezige Isopoden en Amphipoden (waaronder Idotea sp. en Gammarus sp.) verwijderd. Het zeegrasmateriaal uit de litter bags is in natte toestand beschreven en het percentage groen zeegras en de partikelgrootte werden geschat. De gebruikte grootteklassen waren: >3 cm, 1 - 3 cm, <1 cm en >0,1 cm. Deeltjes kleiner dan 0,1 cm werden niet verder in grootteklassen opgedeeld aangezien kon worden aangenomen dat zij door de mazen van de litter bags waren verdwenen. Enkele keren zijn de aanwezige Isopoden en Amphipoden en de zaden per litter bag geteld en gewogen.

II.1.4. Natgewicht

Het natgewicht is bepaald van het zeegrasdetritus in de litter bags. De litter bags werden 3½ minuut gecentrifugeerd waarna de inhoud van elke litter bag werd gewogen.

II.1.5. Drooggewicht

Het drooggewicht van de monsters uit de litter bags werd bepaald na droging in een Inventum droogstoof bij 80°C. De minimale droogtijd was 48 uur en zonodig werd het materiaal een paar keer gemengd. Uit het verschil van het natgewicht en het drooggewicht is het vochtgehalte van het detritus bepaald.

II.1.6. Asvrij drooggewicht

Het asvrij drooggewicht werd bepaald na verassing in een Hereaus moffeloven. Een submonster van ± 100 mg werd bij een verbrandingstemperatuur van 550°C in 30 minuten verast. Uit het gewichtsverlies is het percentage asvrij drooggewicht te bepalen.

Het asvrij drooggewicht komt overeen met de hoeveelheid organische bestanddelen van het detritus. Het percentage as geeft aan de hoeveelheid mineralen. (Voorschrift 3 van het bodemkundig lab.)

II.1.7. Particulair organisch koolstof

Het percentage particulair organisch koolstof (POC) van het drooggewicht in het zeegrasmonster is bepaald met de Coleman Carbon Hydrogen Analyser, model 33. Het principe is als volgt: Het gemalen en afgewogen submonster wordt verbrand in een zuurstofstroom bij 640°C. Uit de gewichtsvermeerdering van de absorptiebuis kan de hoeveelheid koolstof als volgt worden berekend:

$$\frac{\text{mg } CO_2 - \text{blanco} \times 0{,}2729}{\text{mg materiaal}} \times 100\% = \quad \% \text{ POC.}$$

Als standaard werd aceetanilide gebruikt. De monsters werden alleen geanalyseerd als deze standaard een nauwkeurigheid van meer dan 95% opleverde (Nieuwenhuize, Van Liere & van Esbroek, 1978).

II.1.8. Chlorophyll a en pheophitine

Chlorophyll a en pheophitine in de zeegrasmonsters werd gemeten volgens de methode die gebruikt wordt voor de bepaling in bodemmonsters

(Merks, 1976). Het gedroogde submonster werd gemalen en geëxtraheerd in aceton met behulp van glasparels in de M.S.K. celhomogenisator. Dit werd vervolgens gecentrifugeerd en de bovenstaande vloeistof werd na verdunning gemeten in een fluorometer. Het pheophitine werd gemeten na toevoeging van enkele druppels HCL van 10%. Het aantal mg chlorophylla per gram ingewogen submonster wordt gevonden uit: $\frac{0{,}0211\ (Fl_n - Fl_z)}{p}$

Het aantal mg pheophitine per gram ingewogen submonster wordt gevonden uit: $\frac{0{,}0211\ (1{,}7\ .\ Fl_z - Fl_n - 30{,}1)}{p}$

Fl_n = aflezing van de fluorometer in de neutrale oplossing terwijl de gebruikte verdunning in rekening is gebracht.

Fl_z = aflezing na aanzuring met HCL.

p = ingewogen gewicht van submonster in grammen.

II.1.9. Stikstof

Het stikstof in de zeegrasmonsters werd bepaald na destructie met zwavelzuur, waterstofperoxide en salicylzuur. De stikstofverbindingen worden zo afgebroken tot ammonium. Na toevoegen van een overmaat NaOH wordt het ammonium overgedestilleerd, in boordzuur opgevangen en getitreerd met zoutzuur van bekende sterkte. Berekening:
netto ml titratie x 3,50 = mg N per 1000 mg plantaardig materiaal (voorschrift 4 en 9 van het bodemkundig lab.). Op deze manier wordt $^{o}/oo$ totaal N, dat is organisch N + N_{NO_3} bepaald.

II.1.10. Phosphaat

De phosphaatbepaling wordt uitgevoerd in plantenmateriaal dat op dezelfde manier is gedestrueerd als bij de stikstofbepaling. Het is nodig de monsters te filtreren omdat SiO_2 stoort bij de phosphaatanalyse. Een deel van het filtraat wordt gekleurd met vanadaatkleurreagens en colorimetrisch gemeten. De berekening is als volgt: E x 70,3 = mg P_2O_5 per 1000 mg plantaardig materiaal. E is de extinctieaflezing (voorschrift 4 en 11 van het bodemkundig lab.).
Het % P_2O_5 is aan de hand van de atoomgewichten omgerekend naar het % P.

II.2. De chemische veranderingen in het opgehoopte zeegrasdetritus langs de oevers van het Grevelingenmeer en de nutriëntenconcentraties in het water bij dit detritus

II.2.1. Zeegrasophopingen: verspreiding en hoeveelheid

Begin oktober 1977 heb ik metingen gedaan langs de oevers van het Grevelingenmeer. Van begin tot half oktober waren de ophopingen van losgeraakte zeegrasplanten het grootste. Ik heb mij beperkt tot de noordoosthoek van het Grevelingenmeer omdat te verwachten was dat met de overheersende zuidwestenwind veel zeegras naar die kant zou worden getransporteerd. Een onderzoek langs de oeverlijn van het hele meer kostte te veel tijd. In de periode van 11 - 13 oktober was het zeer stabiel weer, zonder wind. Belangrijke verplaatsingen van drijvend zeegras hebben zich toen niet voorgedaan. Langs de Grevelingendam en van de dam tot voorbij Herkingen heb ik toen nagegaan hoeveel zeegras er lag opgehoopt langs de oever.

Vrijwel al het zeegras lag of dreef in het water. Telkens werd een traject genomen waarbinnen de verdeling van het zeegras redelijk gelijk was over de gehele lengte. Zo'n traject was enkele tientallen tot enkele honderden meters lang. De lengte van elk traject werd geschat, de breedte en de dikte van het pakket aangespoeld zeegras werd gemeten met een meetstok van 2 m. De dikte werd gemeten terwijl ik op het zeegras stond om zo het zeegraspakket in elkaar te drukken. Voor de berekening van het gewicht is vijf keer een stuk opeen gepakt zeegras van 20 x 20 x 20 cm. uitgesneden en hiervan is het natgewicht bepaald. Van elk monster is 50 g. natgewicht genomen om het drooggewicht te bepalen. Het gemiddelde hiervan is voor verdere berekening gebruikt.

II.2.2. De chemische veranderingen van het zeegrasdetritus langs de oever

Aan de noordoostkant van het Grevelingenmeer zijn drie vaste monsterpunten gekozen (Fig. 13):

H = Herkingen, bij de plaats waar de enclosures en de litter bags zijn geplaatst

B = bij de haven van Battenoord

M = bij het Monument op de Grevelingendam.

Van half oktober 1977 tot en met februari 1978 werden hier elke twee weken vijf monsters zeegras verzameld. Deze monsters zijn op dezelfde manier ver-

werkt als die uit de enclosures (zie verwerkingsschema pag. 4).

II.2.3. De nutriënten in het water bij het opgehoopte zeegras

Op de drie vaste monsterpunten H, B en M zijn éénmaal per veertien dagen van half oktober 1977 tot en met februari 1978 watermonsters genomen: tien monsters per monsterpunt langs het volgende transect:

1 en 2 tussen het zeegras
3 en 4 bovenstaand water
5 25 cm buiten het zeegraspakket
6 50 cm buiten het zeegraspakket
7 100 cm buiten het zeegraspakket
8 200 cm buiten het zeegraspakket
9 400 cm buiten het zeegraspakket
10 800 cm buiten het zeegraspakket

De situatie ter plaatse is gemeten en getekend (zie Fig. 18, 19).

De watermonsters werden genomen in 300 ml. glazen potten. Deze bleven 5 - 15 minuten staan om de gesuspendeerde deeltjes te laten bezinken. Hieruit werden drie submonsters genomen voor nadere analyses.

II.2.4. DOC

20 ml werd met een zuiger opgezogen en daarna door een uitgegloeid filter geperst (opening van 1,2 µm). Het gefiltreerde water werd in een glazen buisje gedaan, dat van boven werd dichtgesmolten. De buisjes en filters waren van de voren uitgegloeid bij 500°C. In dit submonster werd het opgeloste organische koolstof (DOC) bepaald. Een deel van het submonster wordt gewassen met salpeterzuur om het anorganisch carbonaat te verwijderen. Daarna worden de organische koolstofverbindingen geoxideerd tot CO_2 en vervolgens wordt dit CO_2 gereduceerd tot CH_4. Het totaal gevormde CH_4 wordt gemeten met behulp van een vlamionisatiedetector en de aanwezige koolstof uitgedrukt in ppm C.

II.2.5. NH_3

100 ml werd in een PVC fles gedaan. Hierin werd $N\text{-}NH_4^+$, $N\text{-}NO_3^-$ en $N\text{-}NO_2^-$ bepaald met behulp van de Technicon Auto Analyser AA II. Het principe van de $N\text{-}NH_4^+$ bepaling berust op de Berthelot-reactie. Hierbij wordt een blauw gekleurd complex gevormd. Om storing van de calcium- en magnesi-

sium-hydroxiden te voorkomen wordt natriumcitraat toegevoegd. Het aantal mg $N\text{-}NH_4$ per liter wordt gevonden uit:

$$mg\ N\text{-}NH_4 \cdot L^{-1} = \frac{A}{B} \times C \text{ waarin}$$

A = gehalte $N\text{-}NH_4$ van de standaardoplossing

B = aflezing schaaldelen van de standaard

C = aflezing schaaldelen voor het onbekende monster.

(Voorschrift Chemie Nr. 35)

II.2.6. NO_2

Bij de $N\text{-}NO_2$ bepaling wordt in zuur milieu met sulfanylamide een diazo verbinding gevormd, die gekoppeld met naftylamide een rode azo-kleurstof geeft. Deze meting wordt uitgevoerd in gefiltreerd water. Het aantal mg $N\text{-}NO_2$ per liter wordt gevonden uit:

$$mg\ N\text{-}NO_2 \cdot L^{-1} = \frac{A}{B} \times C \text{ waarin}$$

A = gehalte $N\text{-}NO_2$ van de standaard

B = schaaldelen van de standaard

C = schaaldelen van het onbekende monster.

(Voorschrift Chemie Vs 31a)

II.2.7. NO_3

Voor de $N\text{-}NO_3$ bepaling wordt het NO_3^- op de Auto Analyser zelf tot NO_2^- gereduceerd. Daarna volgt de meting van $N\text{-}NO_2$, zoals hierboven aangegeven. Het aantal mg $N\text{-}NO_3$ per liter wordt gevonden uit:

$$mg\ N\text{-}NO_3 \cdot L^{-1} = \frac{A}{B} \times C - P \text{ waarin}$$

A = gehalte $N\text{-}NO_3$ van de standaard

B = schaaldelen van de standaard

C = schaaldelen van het onbekende monster

P = aantal mg $N\text{-}NO_2$ gevonden volgens Vs 31a.

(Voorschrift Chemie Vs 31b)

II.2.8. $P\text{-}PO_4$ en P-totaal

De automatische bepaling van ortho-fosfaat is gebaseerd op de reactie van ammonium-molybdaat in zuur milieu tot ammonium-fosfor-molybdaat. Met ascorbinezuur wordt dit molybdaat gereduceerd tot een molybdeencomplex, dat colorometrisch bij 880 nm gemeten wordt. De bepaling wordt uitgevoerd

in gefiltreerd water, filter opening 0,45 µm. (Voorschrift Chemie nr. 28) Het P-totaal wordt bepaald in niet-gefiltreerd water. Het hydrolyseerbare P wordt in de Tecator Digestor vrijgemaakt en daarna wordt het totaal fosfaat bepaald. (Voorschrift Chemie 28b) De hoeveelheid P per liter bedraagt:

$\mu g\ P\ .\ L^{-1} = \frac{A}{B} \times C$ waarin A = aantal µg P in de standaardoplossing, die ook op bovenstaande wijze is behandeld

B = aantal schaaldelen van de standaard

C = aantal schaaldelen van het monster.

II.2.9. Reactief silicaat

Bij pH = 1,3 reageert H_4SiO_4 met polymolybdaat tot heteropolyzuur. Na tien minuten wordt de pH op 0 gebracht, waarna niets meer kan reageren. Bij deze methode worden niet alle opgeloste silicaten bepaald.

H_2SiO_4 vormt in zeewater snel polymeren en wanneer deze meer dan 3 of 4 siliciumzuren bevatten zijn zij bij deze werkwijze niet reactief. Het aantal $\mu g\ Si\ .\ L^{-1} = (E-E_{bl}) \times F \times 1000$ waarin

E = de gemeten extinctie van het monster

E_{bl} = de gemeten extinctie van de blanco

F = correctiefactor, omdat de hoeveelheid silicaat afhangt van het zoutgehalte van het monster (Voorschrift Chemie nr. 20).

III. Resultaten

III.1. De afbraak van het zeegras in de litter bag

III.1.1. Het natgewicht en het drooggewicht

De resultaten van de gewichtsbepalingen (natgewicht en drooggewicht) staan weergegeven in Tabel I en II en in Figuur 1. In Tabel III en IV en Figuur 2 staan het natgewicht en het drooggewicht in % van het uitgangsgewicht. De waarde op 8 augustus voor het natgewicht is hoger dan 100%. Dit komt door een fout in de verwerking, waardoor onder andere de aanwezige evertebraten zijn meegewogen. Er is eerst een fase van snelle afbraak, die zestien weken duurt. De afbraaksnelheid is dan 4,2 - 6,7% van het uitgangsgewicht per week. Daarna volgt de tweede fase waarin het natgewicht ongeveer constant blijft, namelijk 3,2%. Het drooggewicht neemt dan heel weinig

toe, wat vooral tot uitdrukking komt in de verhouding drooggewicht - natgewicht. De fractie die overblijft na de snelle afbraakfase bestaat uit bladranden, vaatbundels, stukjes stengel en zaden. De bladresten zien er vezelig uit. Figuur 7 is een fotocopie van de inhoud van een litter bag op 17 februari, aan het einde van het experiment. Op deze figuur zijn de verschillende delen duidelijk te zien.

III.1.2. Het drooggewicht in % van het natgewicht

Gedurende de eerste dertien weken is het percentage drooggewicht van het natgewicht ongeveer 13,5%, daarna stijgt het tot 36,7% op 17 februari (Tabel V en Figuur 2). Deze stijging wordt veroorzaakt door een lichte toename van het drooggewicht.

III.1.3. Het percentage as en het asvrij drooggewicht

De resultaten van de asbepaling staan in Tabel VI. Drooggewicht minus asgewicht is het asvrij drooggewicht, dat is de fractie organische stof in het detritus. In Tabel VII en Figuur 4 staan deze berekeningen weergegeven. Het asvrij drooggewicht neemt af van 80% op 27 juli tot ongeveer 55% in februari.

III.1.4. De partikelgrootte, het percentage groen zeegras, de zaden-

Bij de start van het experiment is uitgegaan van geheel groene en intakte planten. Na 10 weken is het zeegras geheel bruin geworden (Fig. 3, Tabel XI). Het zeegras fragmenteert; de percentages van de drie onderscheiden grootteklassen staan weergegeven in Fig. 3 en de Tabellen 8, 9 en 10. De klasse met zeegrasfragmenten >3 cm was eerst 100% en daalt tot een geringe fractie in februari. De klassen van 1 - 3 cm en <1 cm zijn steeds ongeveer gelijk vertegenwoordigd. De zaden horen in de klasse <1 cm thuis. In het begin zaten alle zaden echter nog aan de plant en werden zij niet apart geschat. Het aantal zaden was op 6 oktober gemiddeld 101 per litter bag (N = 5, st.fout = 15), met een gemiddeld natgewicht van 0,31 g. per zak (N = 5, st.fout = 0,069). De zaden zijn resistent tegen afbraak en blijven tot februari in de litter bags aanwezig. In de tweede fase van de afbraak, waarbij de hoeveelheid detritus per litter bag ongeveer gelijk blijft (gemiddeld 3,24 g. natgewicht), maken de zaden $\frac{0,31}{3,24} \cdot 100\% = \pm 10\%$ van het natgewicht uit.

III.1.5. De evertebraten in de litter bags

Bij elke contrôle zaten er een aantal evertebraten in de litter bags. Deze moeten reeds aanwezig geweest zijn als kleine dieren of eieren, of zij zijn er later ingekropen. Op 22 augustus waren er per zak 5 - 25 exemplaren Gammarus sp. en enige tientallen exemplaren Idotea sp. aanwezig.

Dit zijn alleen de diren groter dan 2 mm. De kleinere zijn niet geteld maar wel meegewogen. Het gemiddelde natgewicht aan dieren was op:

22 augustus	0,40 g	N = 5	St.fout = 0,030
23 september	0,23 g	N = 5	St.fout = 0,040
20 oktober	0,38 g	N = 5	St.fout = 0,047

Aan te nemen is dat deze dieren hun bijdrage hebben geleverd in de decompositie door fragmentering en door vraat.

III.1.6. Het percentage POC

Het organische koolstof is weergegeven in % van het drooggewicht in Tabel XII en Fig. 4. De waarden variëren tot 23 december van 29,3 - 34,4%. Daarna is er een tendens om te dalen tot 23,8 en 23,9% in februari.

III.1.7. Het percentage N-totaal

Het percentage N-totaal van het drooggewicht staat in Tabel XV en het promillage staat in Fig. 4. De gemiddelden liggen over de hele periode tussen 1,26 en 1,70%. Eerst is er een zeer geringe daling; na 6 oktober is er een geringe stijging.

III.1.8. Het percentage P

De fosforbepaling in gedestrueerd materiaal leverde de gegevens op die staan weergegeven in Tabel XVI en in Fig. 4. De eerste tien weken is er een daling van 0,55% tot 0,23%. De afname is voor P duidelijker dan voor N: een afname tot minder dan de helft. Daarna stijgt het gemiddelde weer iets en het schommelt dan tussen 0,26% en 0,35%.

III.1.9. De C/N verhouding

De berekeningen van de C/N verhouding in de litter bags staan weergegeven in Tabel XVII en Fig. 5. De beginwaarde is ongeveer 20, daarna volgen iets hogere waarden: 21,9 - 23,5. Na 9 december is de C/N verhouding weer wat lager; laagste waarde 14,6 op 2 februari.

III.1.10. De C/P verhouding

De C/P verhouding in de litter bags staat weergegeven in Tabel XVIII en Fig. 5. Hier treden aanzienlijke veranderingen op. In het begin zijn de C/P waarden 58,9 en 56,9; daarna een forse stijging met het maximum op 6 oktober van 138,6. Daarna een daling tot 83,6 op 17 februari. Na 6 oktober zijn de standaardfouten groter dan ervoor.

III.1.11. Het gehalte chlorophyll a en pheophitine

De gemeten waarden staan weergegeven in Tabel XIII en XIV en in Fig. 6. Het verloop is erg onregelmatig. Op 20 oktober is het pheophitinegehalte nul geworden, daarna stijgt het weer en de pheophitine blijft aanwezig tot het einde van het experiment. In de loop van de tijd is een neergaande tendens te zien.

III.2. Het zeegrasdetritus in de enclosures

III.2.1. Het percentage as en het asvrij drooggewicht

Het percentage as van het detritus in de beide enclosures staat in Tabel XIX. De waarden voor het asvrij drooggewicht staan in Tabel XX en de Figuren 8 en 9. In het gefragmenteerde zeegras liggen de gemiddelde waarden tussen 56,4 en 65,3%, met een uitschieter naar 77,4% op 17 november. Op 2 februari is de waarde in het gefragmenteerde zeegras van de teruggevonden zak laag, namelijk 52,1%. In de enclosure met ongefragmenteerd zeegras liggen de waarden tussen 57,4 en 66,2%.

III.2.2. Het percentage POC

In Tabel XXI en de Figuren 8 en 9 staan de resultaten van de POC-bepalingen. In het gefragmenteerde zeegras is een lichte stijging van ongeveer 21% in augustus tot 27% in november. Op 2 februari is de POC waarde echter weer laag: 21%, dat is gelijk aan de beginwaarde. In het gefragmenteerde zeegras stijgt het percentage POC van 22% in augustus tot 29% in november. De waarden voor het ongefragmenteerde zeegras zijn meestal iets hoger dan voor het gefragmenteerde zeegras.

III.2.3. Het percentage N-totaal

De resultaten van de N-totaal bepalingen staan in Tabel XXII en in

de Figuren 8 en 9. Zowel in het gefragmenteerde als in het ongefragmenteerde zeegras is er eerst een geringe daling tot 6 oktober, daarna stijgt het percentage weer iets. De waarden liggen voor gefragmenteerd zeegras tussen 0,82 - 1,40% en voor ongefragmenteerd zeegras tussen 0,79 - 1,25%. De waarde voor het gefragmenteerde zeegras op 2 februari is vrijwel gelijk aan dat op 6 oktober, namelijk 0,83%.

III.2.4. Het percentage P

Het percentage P in de enclosures staat in Tabel XXIII en in de Figuren 8 en 9 weergegeven. In het gefragmenteerde zeegras is de beginwaarde 0,51%; een forse daling tot 0,08% op 6 oktober en een geringe stijging tot 0,13% op 17 november. Ook op 2 februari is de waarde 0,13%. In het ongefragmenteerde zeegras is de beginwaarde 0,43%; een daling tot 0,11% op 6 oktober en daarna een geringe stijging tot 0,19%.

Behalve aan het begin is het P-gehalte in het ongefragmenteerde zeegras steeds iets hoger dan in het gefragmenteerde.

III.2.5. De C/N verhouding

In Tabel XXIV en de Figuren 8 en 9 staan de C/N verhoudingen weergegeven. Opvallend zijn de lage beginwaarden: 15,7 en 17,9 respectievelijk voor gefragmenteerd en ongefragmenteerd zeegras. Dit komt door de lage POC percentages. Daarna een stijging tot een maximum op 6 oktober: 28,5 en 34,2 waarna weer een lichte daling optreedt tot 25,1 op 17 november. In het ongefragmenteerde zeegras is de C/N verhouding steeds iets hoger dan in het gefragmenteerde. Op 2 februari is de C/N verhouding in het gefragmenteerde zeegras 25,3.

III.2.6. De C/P verhouding

De C/P verhouding van het zeegras in de enclosures staan in Tabel XXV en de Figuren 8 en 9. Voor het gefragmenteerde zeegras is de beginwaarde op 11 augustus 41,6 en voor het ongefragmenteerde zeegras 52,9. Dan geldt voor beide een snelle stijging tot respectievelijk 295,5 en 245,0 op 6 oktober, waarna een daling volgt tot 208,5 en 153,6. De C/P verhouding op 2 februari is 157,9 voor het gefragmenteerde zeegras.

III.3. Het zeegrasdetritus bij de drie monsterpunten

III.3.1. Hoeveelheid aangespoeld zeegras

De hoeveelheid opgehoopt zeegras langs de noordoostoever van het Grevelingenmeer kon worden geschat op 6.663.351 dm^3. Het natgewicht van de vijf monsters van 8 dm^3 was gemiddeld 163 $g.dm^{-3}$. Dit betekent een gewicht van het aangespoelde zeegras van 6.663.351 dm^3 x 163g. dm^{-3} = $\pm$ 1086 ton natgewicht.

Als de maximale biomassa van alle zeegrasvelden in 1977 geschat wordt op 35.000 ton is dus slechts $\frac{1.086}{35.000}$ x 100% = 3,1% half oktober langs de genoemde oeverlijn aanwezig. Het drooggewicht is omgerekend 22,98 g per dm^3 uitgangsmateriaal. Het percentage drooggewicht van het natgewicht is gemiddeld $\frac{22,98}{163}$ x 100% = 14,1%.

Op de stenenrij langs de dijkglooiïng lagen hier en daar pakketten opgedroogd zeegras boven de waterlijn. Dit was overjarig materiaal. De dikte van deze pakketten variëerde van 10 - 40 cm. In de noordoosthoek van de Grevelingendam en de dijk, bij het Monument, was duidelijk overjarig zeegrasmateriaal opgehoopt. Hier vond al veenvorming plaats in ongeveer ½ m. diep water op het zand. Dit materiaal was bruin en zwart, maar afzonderlijke zeegrasfragmenten waren nog duidelijk te herkennen. Een gedeelte van dit veen was begroeid met Aster tripolium, Salicornia en enkele grassen. Zie situatieschets Fig. 16, en verder Fig. 20 en 21.

III.3.2. Temperatuur

De resultaten van de temperatuurmetingen staan in Tabel XXXIII. De temperaturen tussen het zeegras waren 0,1 - 2,8°C hoger dan de temperaturen van het open water. De grootste verschillen traden op bij rustig en zonnig weer. Als er geen zon was, waren de temperatuursverschillen klein, gemiddeld 0,7°C (N = 16, st.fout = 0,17).

III.3.3. Het percentage as en het asvrij drooggewicht

De resultaten van de asbepalingen staan in Tabel XXVI. De asvrij drooggewichten staan in Tabel XXVII en voor de drie monsterpunten afzonderlijk in de Figuren 10, 11 en 12. Voor Herkingen en Battenoord loopt de tabel niet door tot 17 februari omdat al eerder het zeegrasdetritus daar helemaal was verdwenen.

Voor Herkingen geldt een dalende lijn van 70% in oktober tot 55% eind december. Het asvrij drooggewicht van het zeegras bij Battenoord en

Monument varieert tussen 56 en 74%.

III.3.4. Het percentage POC

In Tabel XXVIII staat het percentage POC weergegeven. In de Figuren 10, 11 en 12 staat het voor elk monsterpunt afzonderlijk. Voor alle drie monsterpunten geldt dat het POC-percentage schommelt rond de 30% met als uitersten 27,0 en 34,4%.

III.3.5. Het percentage N-totaal

De hoeveelheid N-totaal van het aangespoelde zeegras staat vermeld in Tabel XXIX en in de Figuren 10, 11 en 12. Begin oktober is het percentage het laagst: 1,29, 1,43 en 1,31% respectievelijk voor Herkingen, Battenoord en Monument. Half en eind november stijgen de waarden tot 2,17, 2,26 en 1,84%, daarna schommelen zij rond een iets lager niveau. De verschillen tussen de drie monsterpunten zijn meestal gering.

III.3.6. Het percentage P

Het percentage P staat weergegeven in Tabel XXX en in de Figuren 10, 11 en 12. Herkingen begint laag bij 0,16%, stijgt tot 0,31 % en daalt daarna weer iets. Battenoord begint hoog bij 0,29%, daalt tot 0,17 en stijgt dan weer tot ongeveer 0,30%. Monument begint bij 0,25%, daalt tot 0,16% waarna grote schommelingen optreden. De onderlinge verschillen zijn voor P groter dan voor POC en N-totaal.

III.3.7. De C/N verhouding

De C/N verhoudingen staan in Tabel XXXI en in de Figuren 10, 11 en 12. De waarden voor begin oktober voor Herkingen, Battenoord en Monument zijn respectievelijk 21,5, 22,7 en 23,2. Daarna volgt een daling tot ongeveer 15 in december voor Herkingen en Battenoord. De C/N verhouding in het zeegras bij Monument daalt minder sterk, tot 16,2, waarna weer een geringe stijging optreedt tot 18,3.

III.3.8. De C/P verhouding

In de C/P verhoudingen voor het zeegras zitten grote verschillen tussen de drie monsterpunten. In Tabel XXXII en in de Figuren 10, 11 en 12 staan deze waarden weergegeven. Herkingen begint hoog met ongeveer 180 in

oktober en daalt tot ongeveer 115 in december. Battenoord begint lager: 112 op 11 oktober en stijgt tot 184 op 11 november en daalt vervolgens tot 101 op 23 december. De C/P waarde in het zeegras bij Monument vertoont een zeer onregelmatig patroon, met stijgende en dalende lijnen. De waarden liggen tussen 134 en 294, met een meestal forse spreiding.

III.4. De nutriëntenconcentraties in het water bij het opgehoopte zeegras

De resultaten van de diverse bepalingen staan per monsterpunt weergegeven.

DOC	in Tabel XXXIV	$P-PO_4$	in Tabel XXXVIII
$N-NH_3$	in Tabel XXXV	P-totaal	in Tabel XXXIX
$N-NO_2$	in Tabel XXXVI	Silicaat	in Tabel XL
$N-NO_3$	in Tabel XXXVII		

In oktober ontbreken de DOC-getallen, omdat eerst met verkeerde monsterpotjes is gewerkt. Voor Herkingen en Battenoord zijn na 24 december en 6 januari geen monsters nr. 1 - 8 meer genomen, omdat toen al het opgehoopte zeegras daar was verdwenen. Duidelijke gradiënten zijn vooral gemeten na enkele dagen van rustig en stabiel weer. Een voorbeeld hiervan is te zien op Fig. 18, de situatie te Herkingen op 14 oktober 1977, na bijna een week met weinig wind.

De concentratie voor de meeste stoffen is hoog van het water tussen en boven het opgehoopte zeegras (nrs. 1 - 4) en veel lager van het water op enige afstand van het zeegras (nrs. 5 - 10). De NO_3-concentratie is hier in alle gevallen 0. Op 9 december 1977 is de situatie getekend bij Monument, waarbij de NO_3-concentratie van het water buiten het opgehoopte zeegras vrij hoge waarden heeft (Fig. 19).

De NH_3, PO_4, P-totaal en Si concentraties tussen en boven het zeegrasdetritus zijn vrijwel altijd zeer hoog. De verrijking is echter zeer plaatselijk. Op korte afstand zijn de concentraties al veel lager geworden. De grootste concentratieverschillen die gevonden zijn staan hieronder:

P ($P-PO_4$ en P-totaal)	factor $\pm$ 20
Si	factor $\pm$ 100
$N-NH_3$	factor $\pm$ 100
$N-NO_2$	factor $\pm$ 20
DOC	factor $\pm$ 7.

Voor $N-NO_3$ is er geen gradiënt waargenomen.

Als de waarden over de periode van oktober 1977 tot en met februari

1978 wordt vergeleken, dan blijkt de variatie per parameter vaak fors te zijn. Per monsterpunt verschilt het verloop in de tijd soms ook.

IV. Discussie

IV.1. Algemeen

Allereerst moet de vraag worden beantwoord wat ik onder detritus versta. Lenz (1972) definiëert als volgt: "The non-living part of suspended particulate matter". De ondergrens van de partikelgrootte wordt bepaald door de filters om DOC en POC te scheiden; deze ligt tussen 0,5 en 1 µm. Als bovengrens houdt Lenz 1 mm aan. Wetzel en anderen(1972) geven als definitie: "Detritus: non-predatory losses of organic carbon from any trophic level (includes egestion, excretion, secretion etc.) or inputs from sources external to the ecosystem that enter and cycle in the system (allochtonous organic carbon)".

In de eerste definitie wordt wel rekening gehouden met de partikelgrootte; Wetzel vermijdt dit juist en sluit DOC bij detritus in. Het onderscheid tussen DOC en POC is arbitrair en niet fundamenteel. Er zijn voortdurend overgangen tussen DOC en POC. In beide definities wordt uitgegaan van dood organisch materiaal of koolstof. De geassocieerde micro-organismen worden niet meegerekend, dus geen biodetritus. De definitie van Wetzel vind ik juist, maar deze geeft in de praktijk problemen. Een scheiding tussen dode plantenresten en de micro-organismen is namelijk moeilijk uitvoerbaar. De omschrijving van Harrison and Mann (1975A) van detritus voor hun studie van zeegrasdecompositie is voor mijn onderzoek veel beter bruikbaar. Deze omschrijving is als volgt: "De niet levende plantenresten en de daaraan verbonden micro-organismen". Wel is er nog de moeilijkheid wat wél en wat níet levende plantenresten zijn. Stukken van zeegrasplanten en hele planten die losgeraakt zijn van het rhizoom blijven nog een tijdlang groen en kunnen nog fotosynthetiseren. Nog tot zeer lange tijd na het losraken (10 tot 12 weken) kunnen plantedelen of cellen groen blijven.

Wel kan worden aangenomen dat de groei van de plant dan vrijwel geheel gestopt is (Sand-Jensen, 1976). Het is echter duidelijk dat deze groene planten zonder rhizoom en wortels zeker zullen afsterven. Daarom beschouw ik dit in mijn studie ook als detritus. In hoeverre het chlorophyll a en pheophitine gehalte als maat voor het levend zijn van het zeegrasdetri-

tus is op te vatten zal onder IV-4 worden besproken.

Bij de decompositie van zeegras zijn de volgende processen betrokken:

1. fragmentatie;
2. autolyse;
3. uitspoeling;
4. microbiële afbraak;
5. kolonisatie van micro-organismen.

ad 1: De fragmentatie kan door fysische en biologische activiteiten worden veroorzaakt. Hierdoor worden de partikels kleiner en wordt het totaaloppervlak van het detritus groter. Dit is van belang voor de kolonisatie door bacteriën en schimmels. In de studie van Harrison en Mann (1975A) wordt gevonden dat de organische stof tweemaal zo snel verdween bij deeltjes, kleiner dan 1 mm, dan dat het geval was bij deeltjes groter dan 1 cm. De fragmentatie versnelt dus de afbraak door uitspoeling en microbiële activiteit.

ad 2 en 3: Door afsterven van de plantecellen worden de membranen permeabel (autolyse). In de daaropvolgende uitspoeling komen de in water oplosbare stoffen in het omringende water terecht. Harrison en Mann (1975A) vonden in laboratoriumproeven met zeegrasdetritus een verlies aan organische stoffen, waarvan 52 - 77% het gevolg is van uitspoeling. In het veld vindt autolyse en uitspoeling geleidelijk plaats door het afsterven van de zeegrasplanten.

ad 4 en 5: De microbiële afbraak komt vooral op rekening van de bacteriën en schimmels; dit gebeurt door extracellulaire vertering. De partikelgrootte van het detritus is omgekeerd evenredig met het oppervlak en bepaalt mee de mate van kolonisatie Predatoren als ciliaten en flagellaten reguleren het bacterie-aantal en houden de bacterie-populaties in een actieve metabolische staat (Johannes, 1965). De bacteriën zijn ook in staat opgeloste organische en anorganische stoffen uit het omringende water op te nemen. Sommige bacteriën heben N_2-bindende eigenschappen. Door de hechting van de micro-organismen aan het dode plantemateriaal verhogen zij het totaalgewicht en verrijken zij het detritus (planteresten + micro-organismen) met stikstof en fosfor. Bacteriën en schimmels hebben namelijk een hoger eiwitgehalte dan macrophyten, wat tot uitdrukking komt in de C/N en C/P verhouding. De C/N verhouding is 5,7 voor bacteriën tegen 17 - 70 voor macrophyten, en de C/P verhouding is 27 tegen ongeveer 200 (Fenchel en Jørgen-

sen, 1977). Door de verrijking van het detritus met de micro-organismen wordt de C/N en de C/P verhouding verlaagd. Vooral de C/N verhouding wordt gebruikt als maat voor het geschikt zijn voor consumptie door detrituseters.

De decompositie is een complex van processen, die tegelijkertijd plaatsvinden. Veranderingen in gewicht en chemische samenstelling van het detritus zijn daarom niet zonder meer te verklaren in mijn onderzoek. Daarvoor is een aparte bestudering van de deelprocessen noodzakelijk.

IV.2. De decompositiesnelheid

Tijdens de snelle afbraakfase is de afbraaksnelheid 4,2 - 6,7% per week. In vergelijking met litter bag experimenten met andere planten neemt deze gevonden waarde een tussenpositie in (Fig. 15). Opvallend is dat de fractie die overblijft na de snelle afbraakfase, vrij klein is. Uiteraard zijn de resultaten van dergelijke experimenten afhankelijk van de gebruikte maaswijdte. Bij de hier gevonden afbraaksnelheid zal het overgrote deel van het zeegras na een half jaar omgezet zijn. Wat er met de zeegrasfragmenten gebeurt die kleiner zijn dan 1 mm is onbekend en zij vormen in de berekeningen een onzekere factor.

Het % drooggewicht van het natgewicht is aanvankelijk 13,5%. Dit valt binnen de range van 9 - 15%, die Nienhuis & de Bree (1977) noemen voor de bovengrondse delen in het voorjaar.

IV.3. De partikelgrootte en de dieren

Het is duidelijk dat in de litter bags het resistentere materiaal het langst aanwezig blijft. Dat zijn vooral de zaden en de bladranden. Het detritus ziet er op het laatst vezelig uit (Fig. 7). De klasse van 0,1 - 1 cm kan onderschat zijn, omdat deze deeltjes soms erg smal waren en door de mazen van de litter bags zijn verdwenen. Kleinere deeltjes dan 1 mm zijn in de litter bags nooit aangetroffen. Juist deze kleinere partikels kunnen interessant zijn wat betreft de chemische veranderingen (Harrison & Mann, 1975A), maar deze zullen op een andere manier bestudeerd moeten worden. Hoewel het niet tot het onderwerp van deze studie behoort, is het van belang iets te zeggen over de evertebraten en hun relatie tot detritus. Altijd waren er een aantal evertebraten (*Idotea sp.*, *Gammarus sp.*) in de litter bags aanwezig. Deze dieren eten en fragmenteren het zeegras. Harisson (1977) vond bij laboratoriumproeven met *Zostera* een versneld verlies

van het drooggewicht van 6 - 12% door één, en van 32 - 35% door twee volwassen exemplaren Gammarus oceanicus. Ook vond hij een voorkeur voor een partikelgrootte van ongeveer 1 mm. In het algemeen wordt een verband aangenomen tussen de grootte van het dier en zijn voedsel (Wetzel, 1975). Corophium volutator verzamelt partikels met de geadsorbeerde bacteriën als de partikelgrootte kleiner is dan 60 µm. Dit komt overeen met de ruimte tussen de borstels van de gnatopoden (Fenchel, 1977). De selectie op partikelgrootte zal per soort zeker verschillen. Er zijn ook dieren die stukjes van het detritus afknagen. Over de voedingsgewoontes van de verschillende detrituseters en het effect daarvan op de decompositie is verder weinig bekend. Cummins (1975) maakt voor macro-evertebraten een indeling in vier functionele trofische groepen:
de "grazers" en "scrapers", dit zijn herbivoren op vastzittende algen;
de "shredders", detrituseters van grote partikels;
de "collectors", waaronder de "filterfeeders" en de "depositfeeders", die fijne detritusdeeltjes eten;
de "predators".

Hoewel deze indeling niet zonder problemen is, kan hierdoor toch wel enig inzicht verkregen worden. Een vaak gebruikt criterium voor de eetbaarheid van plantaardig materiaal en detritus is de al eerder genoemde C/N verhouding. De partikelgrootte kan echter een even belangrijk zo niet belangrijker gegeven zijn. Dit zou verder onderzocht moeten worden.

IV.4. Chlorophyll a en pheophitine

De meeste planten bevatten chlorophyll a voor de fotosynthese. Zodra zij afsterven kan dit pigment versneld worden afgebroken tot pheophitinen en uit de cellen verdwijnen. Knauer & Ayers (1977) gebruiken chlorophyll a als maat voor het levend zijn van stukjes blad van Thalassia. Als alle chlorophyll a is verdwenen, is het materiaal dood, stellen zij.

Het wordt alleen in kwalitatieve zin gebruikt. De bepalingen van het zeegras in de litter bags geven zeer variërende resultaten, met een iets neergaande tendens van juli tot februari. Als na tien weken al het zeegras zo voor het oog bruin is geworden, is de hoeveelheid chlorophyll a nog nauwelijks gedaald. Tot het einde van het experiment na dertig weken is steeds chlorophyll a aantoonbaar. Bij microscopisch onderzoek door mij verricht aan zeegrasfragmenten die al meer dan een jaar dood waren bleken de-

ze fragmenten nog steeds chloroplasten te bevatten. Voor mijn onderzoek is het pigmentgehalte dan ook niet te gebruiken als maat voor het levend zijn van het zeegrasdetritus. Het is de vraag of het wel zo'n bruikbaar gegeven is. In het opgehoopte zeegras bij de drie monsterpunten is ook enkele malen het chlorophyll a en pheophitine bepaald, wat steeds hoge waarden opleverde. Omdat het zeegras altijd voor een groot deel groen was, is van verdere bepalingen afgezien.

IV.5. Asvrij drooggewicht

Het asvrij drooggewicht van het zeegras in de litter bags neemt geleidelijk af van 80% tot 55% van het drooggewicht in de loop van het experiment. De waarden van de beide enclosures zitten hier tussen in en schommelen tussen 56 en 66%. Hoewel het om hetzelfde uitgangsmateriaal gaat, is er dus wel verschil in het verloop, wat onverklaarbaar is. De geleidelijke afname in de litter bags treedt vooral later op en geeft mogelijk aan, dat alsnog veel organische stof verdwijnt. Nienhuis & de Bree (1977) vinden een asvrij drooggewicht voor de bovengrondse delen van 73 - 85% van het drooggewicht. De beginwaarden van de litter bags sluiten hier goed bij aan, omdat dit materiaal in juli verzameld is.

Thayer, Engel & La Croix (1977) geven de volgende waarden voor levende en dode zeegrasbladeren en detritus, respectievelijk 79,3, 67,4 en 54,9% van het drooggewicht. Een dergelijke afname komt goed overeen met de hier gevonden waarden in de litter bags.

De waarden van het zeegras van de drie monsterpunten Herkingen, Battenoord en Monument variëren van 56 - 74% met soms forse schommelingen. Deze kunnen worden veroorzaakt door verplaatsingen van groen of bruin zeegrasdetritus. Soms zat er wat zand tussen het zeegras. De gevonden waarden liggen over het algemeen tussen die van vers, groen zeegras en geheel bruin detritus in.

IV.6. Particulair organisch koolstof

Het POC gehalte van het zeegras in de litter bags en van de drie monsterpunten variëren van 27 - 34% van het drooggewicht en komen onderling goed overeen. Alleen in februari is het percentage POC in de litter bags iets gedaald tot 23,9%, waarschijnlijk als gevolg van de vergevorderde staat van afbraak. Thayer, Engel & la Croix (1977) geven percentages op

voor groene en dode zeegrasbladeren en detritus van respectievelijk 29,0%, 22,9% en 19,0% organisch C. De door mij gevonden waarden passen goed in dit beeld, hoewel zij steeds iets hoger zijn. Thayer, Engel & la Croix voerden hun bepalingen uit in geselecteerd materiaal, namelijk de bladeren. Het zeegras in de litter bags en de enclosures en van de drie monsterpunten Herkingen, Battenoord en Monument bestaan uit de bovengrondse delen: stengels, bladeren en zaden.

Het zeegrasdetritus bij de drie monsterpunten is gemengd materiaal in verschillende fase van afbraak. Tot in februari is een flink deel van dit detritus nog groen. Ook is waargenomen dat kleine bruine zeegrasfragmentjes uit het opgehoopte zeegras wegspoelen. Dit verklaart mogelijk het constante en vrij hoge niveau (27 - 34%) van de POC-percentages voor de drie monsterpunten. Harrison en Mann (1975 B) geven waarden op voor jonge en oude zeegrasbladeren respectievelijk 42% en 30%. De hoeveelheid koolstof bereikte zijn minimum van 30% tegen de tijd van de bladval. De waarden van de litter bags en van de drie monsterpunten sluiten hier goed bij aan. In de beide enclosures daarentegen zijn de beginwaarden laag (21 - 22%) en stijgen vervolgens tot 29%. Waarom het verloop in de enclosures zo afwijkt, vooral in vergelijking met de litter bags is vooralsnog niet duidelijk, want het gaat hierbij om hetzelfde uitgangsmateriaal.

IV.7. N-totaal

Voor zowel de litter bags als de enclosures geldt dat het N-gehalte in % van het drooggewicht aanvankelijk heel weinig afneemt en na begin oktober weer iets stijgt.

Litter bags	1,61	1,32	1,70%
gefragmenteerd	1,40	0,82	1,08%
ongefragmenteerd	1,25	0,79	1,16%.

De waarden van de beide enclosures zijn steeds wat lager dan van de litter bags. De waarden van gefragmenteerd en ongefragmenteerd zeegras verschillen weinig. Thayer, Engel & la Croix (1977) geven een waarde op van 1,85% in groene bladeren, en 1,18% in dode bladeren. Het percentage voor de groene bladeren is wat hoger dan de door mij gevonden waarden aan het begin van het experiment, maar valt wel binnen de reeks van 1,3 - 2,3% wat is gevonden in het zeegras bij de drie monsterpunten.

Harrison en Mann (1975 B) geven een waarde van 4,8% stikstof op

voor jonge groene bladeren en 1,5% voor oude bladeren aan het einde van de zomer. Deze laatste waarde is goed te vergelijken met de beginwaarde van de litter bags en de enclosures. Thayer, Engel en La Croix geven als mogelijke verklaring voor het teruglopen van het N-gehalte, dat labiele stikstofverbindingen tijdens veroudering van de plant óf in het water terechtkomen óf in de plant nog verplaatst worden naar de wortels. In mijn experimenten is de laatste verklaring niet mogelijk en blijft de eerstgenoemde over. De geringe toename na 10 - 12 weken zal kunnen aangeven dat de bacteriën, met een relatief hoog gehalte aan stikstofrijke verbindingen belangrijk worden. Hun stikstofbijdrage zou dan de verliezen kunnen overtreffen. Voorbeelden van stikstofverrijking tijdens de decompositie worden door Fenchel (1973) gemeld. Harrison & Mann (1975) vinden echter geen N-toename, mogelijk het gevolg van het feit dat zij met grotere bladfragmenten werken.

IV.8. De C/N verhouding

De C/N verhouding wordt vaak genoemd als index voor de voedingswaarde van plantaardig materiaal en detritus. Bij C : N $\leq$ 17 : 1 wordt het dan geschikt geacht voor consumptie voor dieren (Harrison & Man, 1975A en B; Thayer, Engel en La Croix, 1977; Tenore, e.a., 1977; Fenchel en Jørgensen, 1977; Knauer en Ayers, 1977). Het zeegras heeft zelf een hogere C/N verhouding evenals andere macrofyten. Dit kan mogelijk verklaren waarom maar een zeer klein deel (<10%) van de zeegrasproduktie direkt wordt gegeten. Door verrijking van het dode plantenmateriaal met koloniserende bacteriën zou de C/N verhouding dalen (Fenchel, 1973). De waarde van de C/N verhouding als index voor de voedingswaarde wordt door Thayer, Engel & La Croix (1977) en Harrison & Mann (1975B) in twijfel getrokken. Het zou vooral gebaseerd zijn op studies met zoogdieren en niet onderzocht zijn voor mariene planteeters en detrituseters. De Wilde (1975) vermeldt dat in het zeegrasdetritus hoge gehaltes aan pentosanen aanwezig zijn, een voor de meeste macroevertebraten onverteerbare stof. Harrison & Mann (1975B) vinden een consumptie van groene zeegrasbladeren met een C/N verhouding >17, door allerlei soorten dieren. Uit deze gegevens komt naar voren dat met de C/N verhouding alléén niet alles over de geschiktheid als voedsel gezegd kan worden. De partikelgrootte is waarschijnlijk ook een belangrijk gegeven. Zie onder IV-3.

De C/N verhoudingen in de litterbags stijgen aanvankelijk iets van 20 naar $\pm$ 22. Daarna daalt de verhouding en komt pas in februari onder de

grens van 17. In de beide enclosures is hetzelfde beeld, al is de daling minder duidelijk. De stijging en daling is vooral het gevolg van veranderingen in het N-percentage. De C/N verhoudingen in het zeegras bij de drie monsterpunten vertonen alledrie hetzelfde beeld: een dalende lijn vanaf oktober tot de waarde van ± 17. Thayer, Engel & La Croix (1977) geven C/N verhoudingen op van 16 voor groene bladeren, 19 voor dode bladeren en 17 voor detritus. Hier is dus ook eerst een stijging en daarna een daling als het zeegras afsterft en afbreekt. Harrison & Mann (1975B) vinden echter geen lagere waarden voor dode bladeren in vergelijking met groene bladeren.

IV.9. Het P-gehalte

Het verloop van het P-gehalte van het zeegras in de litter bags en de enclosures is gelijk: eerst een daling en later weer een stijging. De daling in de enclosures is groter dan in de litter bags. Het is aangetoond dat de fosfaat-opname uit het water door micro-organismen groot en efficiënt is (Fenchel & Jørgensen, 1977). Dit kan de P-verrijking van het detritus door micro-organismen in de loop van het decompositieproces verklaren. De waarden en het verloop van P bij de drie monsterpunten zijn onderling verschillend, waarin mogelijk faseverschillen zijn te ontdekken. De waarden liggen tussen de uitersten van de litter bags en de enclosures in, met veel schommelingen. Dit geeft aan dat het opgehoopte zeegrasdetritus uit gemengd materiaal bestaat, in verschillende fasen van de afbraak.

IV.10. De C/P verhouding

De veranderingen in het percentage P komen duidelijk naar voren in de C/P verhouding. Voor de litter bags en de beide enclosures geldt eerst een forse stijging en daarna een daling. Voor de drie monsterpunten is het verloop erg wisselend met de reeds eerder genoemde mogelijke faseverschillen. Als de C/N en de C/P verhoudingen van de litter bags en de enclosures worden vergeleken, valt het op dat de stijging duurt tot 10 weken na de inzet waarna een geleidelijke daling intreedt. De toe- en afname treden gelijktijdig op.

De C/P waarde van ongeveer 200 voor macrofyten, die geciteerd wordt door Fenchel en Jørgensen (1977) blijkt veel te hoog te zijn voor zeegras.

IV.11. Het opgehoopte zeegrasdetritus

De geschatte hoeveelheid zeegrasdetritus was half oktober 1086 ton natgewicht langs de onderzochte noordoost oever. Dit is slechts 3,1% van de maximale biomassa. Wanneer en waar de rest van het zeegras te vinden is, zou verder nagegaan moeten worden. Mogelijk is er ook een hoeveelheid in de diepe geulen van het meer. De hoeveelheid zeegras die verveent in de hoek bij het monument is zeer gering. Of vervening ook op andere plaatsen voorkomt is mij niet bekend.

Op de meeste plaatsen langs de oever was het zeegras in oktober wit of paars gekleurd door de zwavelbacteriën. Het zeegras lag vaak dicht opeengepakt, zodat anaerobe afbraak waarschijnlijk belangrijk is. De gegevens van de nutriëntenbepaling tussen het zeegras geven hoge concentraties voor het gereduceerde NH_3 en lage concentraties voor het geoxideerde NO_2 en NO_3, wat ook al wijst op anaerobe afbraak.

De temperaturen tussen het zeegras zijn meestal iets hoger dan van het open water. Dit kan van belang zijn voor de decompositie van het zeegras.

IV.12. De nutriënten in het water bij het opgehoopte zeegras

De gemeten waarden van de nutriëntenconcentraties zijn het resultaat van een aantal processen die optreden. Dit zijn onder andere:

- de verplaatsing van zeegrasmateriaal; aan- en afvoer van zeegrasdetritus in verschillend stadium van decompositie;
- de decompositieprocessen: fragmentatie en uitspoeling van allerlei stoffen; opname van opgeloste organische en anorganische stoffen door microorganismen. Dit gebeurt onder aerobe of anaerobe omstandigheden;
- het weer heeft zijn invloed: veel regen kan via de dijkhelling in het meer terecht komen. Het peil van het meer schommelt en beïnvloedt de concentraties ter plaatse. Stroming en golfslag verstoren de gradiënten. De watertemperatuur daalt in het najaar en de winter.

De situatie ter plaatse bij de drie monsterpunten is verschillend. Bij Monument is geen rechte oeverlijn, maar een hoek met overjarige, vervenende zeegrasresten (Fig. 16) in ongeveer 0,5 m diep water. De onderlinge verschillen tussen de resultaten van de drie monsterpunten, zowel in de concentratiegradiënten als in het verloop in de tijd, kan door deze genoemde factoren worden veroorzaakt. Het algemene beeld van de plaatselijke ver-

rijking door uitspoeling uit het afstervende zeegras is duidelijk: hoge concentraties van NH_3, PO_4, P-totaal en Si tussen en boven het zeegras. De DOC-gradiënt is minder duidelijk. Mogelijk wordt dit DOC snel opgenomen door de micro-organismen waardoor de concentratie laag blijft. De andere concentraties zijn echter wel hoog, terwijl een snelle en efficiënte opname van fosfaat is aangetoond (Fenchel & Jørgensen, 1977). De hoge NH_3-concentratie tegelijk met de lage waarden voor NO_2 en NO_3 geven zeer waarschijnlijk aan dat de anaerobe decompositie het belangrijkst is. Barsdate, Nebert en Mc Roy (1974) vonden dat er belangrijke plaatselijke verrijkingen optraden tengevolge van het afsterven van het zeegras, verrijkingen die tot op grote afstand buiten Izembek Lagoon merkbaar waren door getij en stroom. Mogelijk wordt het water van het Grevelingenmeer ook door mineralisatie van het afstervende zeegras verrijkt. Gedurende het groeiseizoen werkt het zeegras als "nutriëntenpomp". Via de wortels worden nutriënten opgenomen uit het interstitiële water van de bodem. Het is bekend dat de concentraties daarin hoog zijn. Deze nutriënten worden ingebouwd in het planteweefsel en worden zo tijdelijk opgeslagen. Bij het afsterven en de decompositie komen deze nutriënten weer vrij. Onder de volgende aannames kunnen berekeningen worden gemaakt om welke hoeveelheden het gaat. De maximale biomassa van zeegras in 1977 wordt ruwweg geschat op 35 x 10^6 kg natgewicht. De beginwaarden van de litter bags voor drooggewicht van het natgewicht (13,5%), N-totaal van het drooggewicht (1,6%) en P van het drooggewicht (0,55%) kan gelijk gesteld worden met de waarden van het zeegras aan het eind van het groeiseizoen. Als al het gevormde zeegras wordt afgebroken en gemineraliseerd komen er maximaal 1,6% N van 4725 x 10^3 kg drooggewicht = 75.600 kg stikstof en 0,55% P van 4725 x 10^3 kg = 25.988 kg fosfor in het water terecht. Er is echter ook consumptie van zeegras tijdens het groeiseizoen (van Ierland, 1977) en van zeegrasdetritus door macro-evertebraten en micro-organismen. Mogelijk verdwijnt ook een deel van het detritus permanent in het sediment.

V.1. Samenvatting.

Er wordt verondersteld dat het grootste deel van de jaarproductie van zeegras (*Zostera marina* L.) in het Grevelingenmeer in de detrituskringloop terecht komt. Onder detritus versta ik de niet-levende planteresten en de daaraan verbonden micro-organismen. Eind juli 1977 zijn ex-

perimenten ingezet met vers zeegras in litter bags en enclosures om enkele aspecten van de decompositie na te gaan. De afbraaksnelheid is 4,2 - 6,7% van het uitgangsgewicht per week, wat overeenkomt met literatuurgegevens. Er blijft na zestien weken een rest over van 3,2% natgewicht, die resistenter is tegen afbraak. Het drooggewicht is eerst 13,5% van het natgewicht en stijgt later. Het asvrij drooggewicht daalt in de litter bags van 80% van het drooggewicht in juli tot 55% in februari. De organische stof verdwijnt geleidelijk. In de beide enclosures schommelen de waarden tussen 56 en 66%. Het gehalte chlorophyll a en pheophitine is na zes maanden iets afgenomen; het blijkt geen bruikbare maat te zijn voor het levend zijn van het zeegrasdetritus. Het POC-gehalte ligt tussen 27 en 34% van het drooggewicht; de lagere waarden vooral in de latere fase van de decompositie. Het verloop van de C/N en C/P verhoudingen vertoont hetzelfde beeld: eerst een stijging en na tien weken een daling. Dit geeft waarschijnlijk aan dat aanvankelijk N- en P-rijke stoffen uitspoelen en dat daarna het detritus aantoonbaar verrijkt wordt door kolonisatie van microorganismen.

Bij een C : N $\leq$ 17 : 1 zou volgens sommige onderzoekers het detritus geschikt voedsel zijn voor 'macroconsumers'. Deze ondergrens wordt in de litter bags, bij detritus dat in juli 1977 is ingezet, pas in februari overschreden. De verschillen tussen wel en niet gefragmenteerd zeegras zijn gering. Het is de vraag of de C/N verhouding alleen wel een goed criterium is voor het geschikt zijn als voedsel. De partikelgrootte kan ook een belangrijk gegeven zijn. Op drie punten langs de noordoost-oever van het Grevelingenmeer zijn van oktober tot februari monsters genomen van het opgehoopte zeegrasdetritus. Het gaat hier om detritus in verschillende stadia van afbraak, dat regelmatig verplaatst wordt door golfslag. De waarden van C, N, P en asvrij drooggewicht variëren dan ook nogal eens. De C/N verhouding heeft de neiging iets te dalen in de loop van de tijd, de C/P verhoudingen variëren sterk per monsterpunt. De hoeveelheid opgehoopt zeegras langs de noordoost-oever is half oktober geschat op 1086 ton natgewicht, dat is slechts 3,1% van de maximale biomassa. Het is niet bekend waar de rest zich bevindt. Het zeegras neemt tijdens de groei nutriënten op uit de bodem en fungeert als "pomp" en "tijdelijke opslagplaats". Door afbraak komen de nutriënten weer vrij. Tussen de zeegrasophopingen zijn sterk verhoogde concentraties waargenomen van NH_3, PO_4, P-

totaal en Si. Op korte afstand van deze ophopingen zijn de concentraties vrij normaal. Voor DOC is geen opvallende gradiënt waargenomen. De NO_2 en NO_3 concentraties zijn laag tussen het zeegras, de NH_3 concentratie is hoog. Dit geeft aan dat de anaerobe afbraak belangrijk kan zijn. Er is dus een aanzienlijke plaatselijke verrijking van het water met nutriënten. Bij volledige mineralisatie van de totale zeegras biomassa in 1977 zal er 75.600 kg N en 25.988 kg P in het water terechtkomen. Veel punten betreffende de decompositie van zeegras moeten echter nog opgehelderd worden.

V.2. Summary

It is assumed that the largest part of the yearproduction of eelgrass (Zostera marina L.) in Lake Grevelingen enters detritus food chains. I define detritus as the non-living plantfragments and the associated micro-organisms. In July 1977 experiments with freshly cut eelgrass in litter bags and enclosures have been started to investigate some aspects of the decomposition. The decomposition rate is 4.2 - 6.7 % of the initial weight per week, and fits in with literature data. After 16 weeks a residue of 3.2% fresh weight remains, being more resistant to break down. In the beginning the dry weight is 13,5% of fresh weight and later on it increases. The ashfree dry weight in the litter bags falls from 80% of dry weight in July to 55% in February. The organic material disappears gradually. In the two enclosures these values fluctuate between 56 and 66%. The chlorophyll a and pheophitin content decreased a little after 7 months; it did not appear to be a useful parameter for the vitality of the plant cells of the eelgrass detritus. The POC content is 27 - 34% of dry weight; values decreased during the decomposition process. C/N and C/P ratios show the same general picture in time: in the beginning a rise could be observed and after 10 weeks a fall. This indicates probably an initial leaching of N- and P-rich compounds, and afterwards a detectable enrichment by micro-organisms which colonize the detritus. According to certain investigators the detritus would be acceptable food for macro-consumers if $C : N \leq 17 : 1$. In litter bags experiments started in July 1977, this lower limit has been passed in February 1978. The differences between fragmentated and non-fragmentated eelgrass are very small. It is questionable whether the C/N ratio is a good criterion for detritus being acceptable food. The particle size can be an important datum too.

At three stations at the northeast shore of the Lake Grevelingen samples were taken from October till February from beached eelgrass detritus. Plants in various decomposition stages are concerned here, which are transported regularly by wave action. Consequently, the values for C, N, P and ashfree dry weight fluctuate in time. The C/N ratio tends to decrease somewhat, the C/P ratio fluctuates considerably per station. The quantity of beached eelgrass at the northeast shore has been estimated at 1086 tons wet weight, that is only 3.1% of the roughly estimated standing stock in summer. It is unknown where the rest has to be found. Eelgrass takes up nutrients from the bottom and acts as a 'pump' and 'temporal reservoir'. During decomposition of dead plants the nutrients are released. Among the beached eelgrass detritus high concentrations of NH_3, P-PO_4, P-total and Si have been measured. At short distance from the eelgrass accumulations the concentrations were rather normal. No distinct gradient has been measured for DOC. Among the eelgrass the NH_3 concentration was high, whereas the NO_2- and NO_3-concentrations were very low. This might indicate the importance of anaerobic decomposition. There was a considerable local enrichment of the water with nutrients. If mineralization of the standing stock in summer 1977 was complete. then 75.600 kg N and 25,988 kg P would be discharged into the water. However, many aspects of the eelgrass decomposition have to be elucidated in the future.

VI. Literatuur

Barsdate, R.J., M. Nebert & C.P. Mc Roy, 1974. Lagoon contributions to sediment and water of the Bering Sea. In: D.W. Hood & E.J. Kelly (eds)-Oceanography of the Bering Sea. Chapter 28: 553 - 576.

Cummins, K.W., 1975. Macro invertebrates. In: B.A. Whitton (ed.)- River Ecology. Blackwell, Oxford London. pp 170 - 198.

Fenchel, T.M., 1973. Aspects of the decomposition of seagrasses. Review paper for the decomposition Working Group. Intern. Seagrass Workshop, Leiden, Netherlands.

Fenchel, T.M. & B.B. Jørgensen, 1977. Detritus food chains of aquatic ecosystems. The role of bacteria. In: M. Alexander (ed.)- Advances in microbial ecology, 1. Plenum Press, New York, pp 1 - 58.

Harrison, P.G., 1977. Decomposition of macrophyte detritus in seawater; effects of grazing by amphipods. Oikos 28: 165 - 169.

Harrison, P.G. & K.H. Mann, 1975-A. Detritus formation from eelgrass (Zostera marina L.): The relative effects of fragmentation, leaching and decay. Limnol. and Ocean. 20 (8): 924 - 934.

Harrison, P.G. & K.H. Mann, 1975-B. Chemical changes during the seasonal cycle of growth and decay in eelgrass (Zostera marina L.) on the Atlantic Coast of Canada. J. Fish. Res. Board Can. 32 (5) 615 - 621.

Ierland, E.T. van, 1977. Een poging tot kwantificering van de zeegrasconsumptie in het Grevelingenmeer gedurende het groeiseizoen. Studentenverslag Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek. Nr. D2-1977.

Johannes, R.E., 1965. Influence of marine protozoa on nutrient regeneration. Limnol. Ocean. 10: 434- 442.

Knauer, G.A. & A.V. Ayers, 1977. Changes in carbon, nitrogen, adenosine triphosphate and chlorophyll a in decomposing Thalassia testudinum leaves. Limnol. and Ocean. 22 (3): 408 - 414.

Lenz, J., 1972. The size distribution of particles in marine detritus. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 29 Suppl. 17 (35): 17 - 35.

Merks, G.A., 1976. De meting van chlorophyll a en pheophitine in oppervlaktewater en in de bodem. Rapporten en verslagen Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek. Nr. 1976-4.

Mc Roy, C.P. & R.J. Barsdate, 1974. Phosphate absorption in eelgrass. Limnol. Ocean. 15: 6 - 13.

Nienhuis, P.H., 1976. De koolstofkringloop in de Grevelingen, met speciale aandacht voor de primaire productie door zeegrassen. Rapporten en verslagen Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek. Nr. 1976-3.

Nienhuis, P.H., 1977. Veranderingen in de primaire productie in de Grevelingen na de afdamming in 1971. Vakbl. Biol. 57 (16): 271 - 274.

Nienhuis, P.H. & B.H.H. de Bree, 1977. Production and ecology of eelgrass (Zostera marina L.) in the Grevelingen estuary, the Netherlands, before and after the closure. Hydrobiologia 52 (1): 55 - 66.

Nieuwenhuize, J., J.M. van Liere & M.L.P. Esbroek, 1978. De bepaling van particulair organische koolstof door middel van de Coleman

C-H Analyser. Rapporten en Verslagen, Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek. Nr. 1978-5.

Pellikaan, G.C., 1979. De verspreiding en de groei van zeegras, Zostera marina L., In relatie tot de instraling. Studentenverslag Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek. Nr. -1979.

Phillips, R.C., 1974. Temperate grass flats. In: H.T. Odum, B.J. Copeland, E.A. Mc Mahan (eds.)-Coastal ecological systems of the United States II Chapter C-7A. Conserv. Found, Washington. pp 244 - 299..

Sand-Jensen, K., 1975. Biomass, net production and growth dynamics in an eelgrass (Zostera marina L.) population in Vellerup Vig, Denmark. Ophelia 14: 185 - 201.

Tenore, K.R., J.H. Tietjen & J.L. Lee, 1977. Effects of meifauna on the incorporation of aged eelgrass (Zostera marina) by the polychaete Nephthys incisa. J. Fish. Res. Board Can. 34: 563 - 567.

Thayer, G.W., D.W. Engel & M.W. La Croix, 1977. Seasonal distribution and changes in the nutritive quality of living, dead and detrital fractions of Zostera marina L. J. Exp. Biol. Ecol. 30: 109 - 127.

Wilde, P.A.W.J. de, 1975. De rol van bodemdiatomeeën en detritus in de Waddenzee. In: Mededeling nr. 1 van de werkgroep Waddengebied. pp 39 - 49.

Wetzel, R.G., 1975. Limnology. Saunders, Philadelphia. pp 1 - 743.

Wetzel, R.G., P.H. Rich, M.C. Miller & H.C. Allen, 1972. Metabolism of dissolved and particulate detrital carbon in a temperate hard-water lake. Mem. Inst. Ital. Idrobiol. 29 Suppl. 17 (35):185 - 243.

Tabellen

Het zeegrasdetritus in de litter bags.

I	g. natgewicht
II	g. drooggewicht
III	% natgewicht
IV	% drooggewicht
V	% drooggewicht van het natgewicht
VI	% as van het drooggewicht
VII	% asvrij drooggewicht
VIII	% partikels groter dan 3 cm
IX	% partikels 1 - 3 cm
X	% partikels kleiner dan 1 cm, en groter dan 0,1 cm
XI	% zichtbaar groene delen
XII	% organisch C van het drooggewicht
XIII	^{o}/oo chlorophyll a
XIV	^{o}/oo pheophitine
XV	% N-totaal van het drooggewicht
XVI	% P van het drooggewicht
XVII	C : N verhouding
XVIII	C : P verhouding

Het zeegrasdetritus in de enclosures.

XIX	% as van het drooggewicht
XX	% asvrij drooggewicht
XXI	% organisch C van het drooggewicht
XXII	% N-totaal van het drooggewicht
XXIII	% P van het drooggewicht
XXIV	C : N verhouding
XXV	C : P verhouding

Het zeegrasdetritus bij Herkingen, Battenoord en Monument

XXVI	% as van het drooggewicht
XXVII	% asvrij drooggewicht

XXVIII	% organisch C van het drooggewicht
XXIX	% N-totaal van het drooggewicht
XXX	% P van het drooggewicht
XXXI	C : N verhouding
XXXII	C : P verhouding
XXXIII	watertemperatuur

Watermonsters bij Herkingen, Battenoord en Monument

XXXIV	DOC
XXXV	$N-NH_4$
XXXVI	$N-NO_2$
XXXVII	$N-NO_3$
XXXVIII	$P-PO_4$
XXXIX	P-totaal
XL	Silicaat

Tabellen

Tabel I. Het natgewicht in g. van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	70,00	5	70,00	0
11-08	72,96	5	71,45 - 73,79	0,581
24-08	54,13	5	50,68 - 57,03	1,159
08-09	49,72	5	41,50 - 55,88	3,149
23-09	29,02	5	25,75 - 31,83	1,257
06-10	19,66	4	16,21 - 23,76	1,554
20-10	16,00	5	7,56 - 21,07	2,915
17-11	3,44	5	1,42 - 5,61	0,692
25-11	3,37	5	2,26 - 5,41	0,552
09-12	4,12	5	3,19 - 5,72	0,484
23-12	-	-		
19-01-1978	-	-		
02-02	-	-		
17-02	2,02	5	0,84 - 3,48	0,466

Tabel II. Het drooggewicht in g. van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	10,75	5	10,40 - 11,61	0,227
11-08	9,38	5	9,01 - 9,56	0,095
24-08	7,58	5	7,08 - 8,19	0,177
08-09	6,16	5	5,52 - 6,80	0,249
23-09	3,83	5	3,40 - 4,26	0,165
06-10	2,45	5	1,58 - 3,34	0,286
20-10	2,09	5	1,08 - 2,76	0,327
17-11	0,58	5	0,22 - 0,75	0,108
25-11	0,68	5	0,57 - 1,17	0,132
09-12	0,81	5	0,60 - 1,06	0,102
23-12	0,73	5	0,52 - 0,92	0,068
19-01-1978	0,59	5	0,40 - 1,13	0,136
02-02	-	-		
17-02	0,76	5	0,61 - 1,30	0,179

Tabel III. Het natgewicht in % van het aanvangsgewicht van het zeegras-detritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	100	5	100	0
11-08	104,3	5	102,1 - 106,5	0,83
24-08	77,3	5	72,4 - 81,5	1,66
08-09	71,0	5	59,3 - 79,8	4,49
23-09	41,5	5	36,8 - 45,5	1,80
06-10	25,8	5	16,8 - 33,9	2,83
20-10	22,9	5	10,8 - 30,1	4,17
17-11	4,9	5	2,0 - 8,0	0,99
25-11	4,8	5	3,2 - 7,7	0,79
09-12	5,9	5	4,6 - 8,2	0,69
23-12	-	-		
19-01-1978	-	-		
02-02	-	-		
17-02	2,9	5	1,2 - 5,0	0,67

Tabel IV. Het drooggewicht in % van het aanvangsgewicht van het zeegras-detritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	100	5	100	0
11-08	87,2	5	83,8 - 88,9	0,89
24-08	70,6	5	65,9 - 76,2	1,64
08-09	57,3	5	51,3 - 63,3	2,34
23-09	35,6	5	31,6 - 39,6	1,54
06-10	22,8	5	14,7 - 31,1	2,67
20-10	19,4	5	10,0 - 26,5	3,05
17-11	5,4	5	2,0 - 7,4	1,01
25-11	6,3	5	3,5 - 10,9	1,23
09-12	7,5	5	5,6 - 9,9	0,95
23-12	6,7	5	4,8 - 8,6	0,65
19-01-1978	5,5	5	4,2 - 10,5	1,27
02-02	-	-		
17-02	7,1	5	2,3 - 12,1	1,67

Tabel V. Het drooggewicht in % van het natgewicht van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	15,35	5	14,86 - 16,59	0,324
11-08	12,85	5	12,53 - 13,27	0,124
24-08	14,02	5	13,44 - 14,92	0,280
08-09	12,47	5	11,74 - 13,30	0,345
23-09	13,22	5	12,52 - 14,08	0,260
06-10	13,50	5	13,01 - 14,06	0,171
20-10	13,32	5	11,91 - 14,29	0,410
17-11	17,32	5	13,37 - 24,69	1,934
25-11	19,97	5	16,81 - 24,09	1,350
09-12	19,68	5	16,67 - 23,20	1,306
23-12	-	-		
19-01-1978	-	-		
02-02	-	-		
17-02	37,67	5	28,74 - 49,62	3,980

Tabel VI. Het asgehalte in % van het drooggewicht van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	19,4	5	18,3 - 20,7	0,47
11-08	21,1	5	18,8 - 20,1	0,80
24-08	25,4	5	21,9 - 28,2	1,03
08-09	27,9	5	26,7 - 29,0	0,39
23-09	26,2	5	22,4 - 27,8	0,97
06-10	29,5	5	27,6 - 34,7	1,31
20-10	24,2	5	9,4 - 33,8	4,16
17-11	21,2	4	7,3 - 30,9	4,97
25-11	36,7	2	33,3 - 40,0	3,34
09-12	23,2	3	18,1 - 27,9	4,15
23-12	40,7	3	29,6 - 46,2	5,54
19-01-1978	34,5	1	34,5	
02-02	47,2	3	33,3 - 55,0	6,96
17-02	39,8	5	29,4 - 52,4	4,97

Tabel VII. Het asvrij drooggewicht in % van het drooggewicht van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	80,7	5	79,3 - 81,7	0,47
11-08	78,8	5	76,9 - 81,2	0,80
23-08	74,6	5	71,8 - 78,1	1,03
08-09	72,1	5	71,0 - 73,3	0,39
23-09	73,8	5	72,2 - 77,6	0,97
06-10	70,5	5	65,3 - 72,4	1,32
20-10	77,8	5	66,2 - 90,6	3,95
17-11	78,9	4	69,1 - 92,7	4,98
25-11	68,4	2	60,0 - 76,7	-
09-12	76,8	5	72,1 - 81,9	2,20
23-12	53,8	2	53,8	-
19-01-1978	65,5	1	-	-
02-02	52,8	3	45,0 - 66,7	6,97
17-02	52,4	5	49,6 - 55,0	1,04

Tabel VIII. Het percentage partikels groter dan 3 cm van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	100	5	100	0
11-08	100	5	100	0
24-08	95	5	95	0
08-09	86	5	80 - 90	1,87
23-09	77,5	5	72,5- 80	2,09
06-10	24,5	5	2,5- 40	6,34
20-10	22,2	5	13 - 40	4,89
17-11	20,0	4	10 - 30	4,08
25-10	-			
09-12	29,0	5	15 - 45	4,85
23-12	-	-	-	-
19-01-78	64,0	5	50 - 80	6,00
02-12	±10	5	-	-
17-02	± 4	5	2 - 5	-

Tabel IX. Het percentage partikels van 1 - 3 cm van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	0	5	-	-
11-08	0	5	-	-
24-08	5	5	5	0
08-09	8	5	5 - 10	1,2
23-09	13,5	5	10 - 15	1,0
06-10	35,1	5	30 - 47,5	3,9
20-10	42,8	5	32 - 60	4,6
17-11	46,3	4	35 - 60	5,2
25-11	-	-	-	-
09-12	44,0	5	35 - 60	4,3
23-12	-	-	-	-
19-01-1978	23,0	5	15 - 40	5,3
02-02	±45	5	-	-
17-02	±48	5	-	-

Tabel X. Het percentage partikels kleiner dan 1 cm van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-09-1977	0	5	-	-
11-08	0	5	-	-
24-08	0	5	-	-
08-09	6,0	5	5 - 10	1,0
23-09	9,0	5	5 - 12,5	1,5
06-10	40,4	5	35 - 50	2,6
20-10	35,0	5	20 - 50	5,7
17-11	33,8	4	20 - 45	5,2
25-11	-	-	-	-
09-12	28,0	5	15 - 50	6,4
23-12	-	-	-	-
19-01	23,0	5	10 - 40	5,4
02-02	±45	5	-	-
17-02	±48	5	-	-

Tabel XI. Het percentage zichtbaar groene delen van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	100	5	100	0
11-08	99,8	5	99 - 100	0,2
24-08	50,0	5	50	0
08-09	14,0	5	10 - 15	1,0
23-09	1,1	5	1 - 1,5	0,1
06-10	0,6	5	0 - 1	0,2
20-10	0	5	-	-
17-11	0	5	-	-
25-11	0	-	-	-
09-12	0	5	-	-
23-12	0	5	-	-
19-01-1978	0	5	-	-
02-02	0	5	-	-
17-02	0	5	-	-

Tabel XII. Het organisch C in % van het drooggewicht van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	32,1	5	30,5 - 33,7	0,62
11-08	29,3	5	28,0 - 32,8	0,88
24-08	31,6	5	28,7 - 33,2	0,84
08-09	31,7	5	30,3 - 33,2	0,55
23-09	31,2	5	28,6 - 32,7	0,72
06-10	31,3	5	30,0 - 32,4	0,39
20-10	34,3	5	31,0 - 36,1	0,89
17-11	31,1	5	28,8 - 35,1	1,03
25-11	33,9	4	28,1 - 45,3	3,89
09-12	34,4	5	32,0 - 39,5	1,38
23-12	31,8	5	28,7 - 34,5	1,17
19-01-1978	27,7	5	25,5 - 31,1	0,94
02-02	23,8	5	18,3 - 27,6	1,63
17-02	23,9	5	18,7 - 27,2	1,86

Tabel XIII. Het chlorophyll a in % van het drooggewicht van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	199,9	5	175,2 - 226,3	9,06
11-08	145,5	5	125,0 - 166,0	8,22
24-08	129,4	5	90,3 - 176,8	15,16
08-09	149,2	5	114,1 - 187,3	14,10
23-09	258,8	5	213,2 - 309,4	17,44
06-10	149,6	5	112,7 - 223,0	19,50
20-10	105,6	5	78,3 - 132,3	10,15
17-11	45,0	5	33,6 - 73,2	7,31
25-11	43,3	4	34,7 - 58,2	5,59
09-12	140,9	3	76,7 - 177,1	32,20
23-12	80,2	2	68,8 - 91,5	-
19-01-1978	102,3	1	-	-
02-02	128,8	3	116,5 - 144,3	8,19

Tabel XIV. Het pheophitine in % van het drooggewicht van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	324,7	5	290,6 - 392,5	20,57
11-08	181,7	5	162,5 - 195,3	5,65
24-08	36,4	5	0 - 162,8	31,7
08-09	123,3	5	95,0 - 147,7	10,84
23-09	142,7	5	101,1 - 190,2	16,68
06-10	139,3	5	100,5 - 255,0	29,20
20-10	0	5	0	0
17-11	25,3	5	6,0 - 54,9	9,11
25-11	30,3	4	18,7 - 47,3	7,06
09-12	52,8	3	6,9 - 107,0	29,20
23-12	50,2	2	43,0 - 57,3	-
19-01-1978	47,5	1	-	-
02-02	8,9	3	0 - 19,5	5,69

Tabel XV. N-totaal in % van het drooggewicht van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	1,61	5	1,48 - 1,72	0,049
11-08	1,49	5	1,40 - 1,58	0,029
24-08	1,45	5	1,36 - 1,54	0,029
08-09	1,45	5	1,34 - 1,56	0,038
23-09	1,32	5	1,19 - 1,45	0,044
06-10	1,38	5	1,33 - 1,49	0,029
20-10	1,59	5	1,51 - 1,72	0,039
17-11	1,38	3	1,36 - 1,41	0,015
25-11	1,44	5	1,34 - 1,51	0,033
09-12	1,66	5	1,55 - 1,92	0,065
23-12	1,67	5	1,32 - 1,82	0,089
19-01-1978	1,70	4	1,15 - 2,37	0,253
02-02	1,70	3	1,43 - 1,93	0,145
17-02	1,26	3	1,12 - 1,40	0,081

Tabel XVI. P in % van het drooggewicht van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	0,55	5	0,52 - 0,61	0,016
11-08	0,52	5	0,44 - 0,57	0,022
24-08	0,41	5	0,36 - 0,44	0,013
08-09	0,31	5	0,30 - 0,31	0,002
23-09	0,25	5	0,23 - 0,27	0,007
06-10	0,23	5	0,21 - 0,24	0,005
20-10	0,27	5	0,24 - 0,31	0,012
17-11	0,28	5	0,22 - 0,36	0,041
25-11	0,29	5	0,27 - 0,31	0,010
09-12	0,32	5	0,28 - 0,38	0,020
23-12	0,35	5	0,32 - 0,41	0,018
19-01-1978	0,29	4	0,23 - 0,36	0,027
02-02	0,30	3	0,27 - 0,33	0,018
17-02	0,26	3	0,24 - 0,29	0,015

Tabel XVII. De C/N verhouding van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	20,1	5	17,9 - 22,8	1,02
11-08	19,7	5	18,8 - 20,8	0,38
24-08	21,9	5	19,9 - 23,6	0,79
08-09	21,9	5	20,5 - 23,2	0,49
23-09	23,7	5	22,6 - 24,6	0,39
06-10	22,8	5	21,2 - 24,4	0,53
20-10	21,6	5	20,2 - 23,3	0,58
17-11	22,6	3	20,4 - 25,4	1,49
25-11	23,5	4	18,6 - 30,0	2,38
09-12	20,9	5	16,7 - 24,5	1,27
23-12	19,4	5	15,8 - 24,5	1,47
19-01-1978	16,9	4	11,4 - 23,3	2,44
02-02	14,6	3	13,3 - 16,6	1,02
17-02	17,4	3	14,3 - 21,3	2,05

Tabel XVIII. De C/P verhouding van het zeegrasdetritus in de litter bags.

datum	gemiddelde	N	min. - max.	standaardfout
27-07-1977	58,9	5	50,0 - 64,8	2,58
11-08	56,9	5	51,9 - 65,0	2,30
24-08	78,2	5	70,2 - 89,2	3,43
08-09	103,5	5	97,7 - 107,3	2,23
23-09	125,2	5	119,2 - 128,8	3,18
06-10	138,6	5	134,8 - 150,5	3,00
20-10	125,8	5	111,9 - 136,9	4,06
17-11	112,8	3	97,5 - 130,9	9,74
25-11	122,0	4	90,6 - 167,8	16,33
09-12	109,7	5	84,2 - 141,1	9,39
23-12	91,3	5	84,0 - 104,5	3,81
19-01-1978	96,3	4	75,3 - 110,9	7,49
02-02	80,9	3	74,2 - 87,8	3,93
17-02	83,6	3	77,9 - 92,8	4,66

Tabel XIX. Het asgehalte in % van het drooggewicht van het zeegrasdetritus in de enclosures.

	gefragmenteerd zeegras			ongefragmenteerd zeegras		
datum	gemidd.	N	min. - max.	gemidd.	N	min. - max.
11-08-1977	-	-	- -	-	-	- -
24-08	38,0	2	36,8 - 39,3	36,8	2	34,4 - 39,1
08-09	34,7	2	34,1 - 35,3	36,5	2	35,9 - 37,1
23-09	43,6	2	40,3 - 46,8	42,6	2	38,5 - 46,7
06-10	42,8	2	40,9 - 44,6	36,2	2	34,0 - 38,3
20-10	43,3	2	43,0 - 43,6	33,8	2	33,6 - 34,1
17-11	22,6	1	22,6	35,1	1	35,1
02-02-1978	47,9	5	45,6 - 50,4 st.fout 0,92	-	-	- -

Tabel XX. Het asvrij drooggewicht in % van het drooggewicht van het zeegrasdetritus in de enclosures.

	gefragmenteerd zeegras			ongefragmenteerd zeegras		
datum	gemidd.	N	min. - max.	gemidd.	N	min. - max.
11-08-1977	-	-	- -	-	-	- -
24-08	62,0	2	60,7 - 63,4	63,2	2	60,9 - 65,6
08-09	65,3	2	64,7 - 65,9	63,5	2	62,9 - 64,1
23-09	56,4	2	53,2 - 59,7	57,4	2	53,3 - 51,6
06-10	57,2	2	55,4 - 59,1	63,8	2	61,7 - 66,0
20-10	56,7	2	56,4 - 57,0	66,2	2	65,9 - 66,4
17-11	77,4	1	77,4	64,9	1	64,9
02-02-1978	52,1	5	49,6 - 54,4 st.fout 0,92	-	-	- -

Tabel XXI. Het organisch C in % van het drooggewicht van het zeegrasdetritus in de enclosures.

	gefragmenteerd zeegras			ongefragmenteerd zeegras		
datum	gemidd.	N	min. - max.	gemidd.	N	min. - max.
11-08-1977	21,2	2	19,5 - 22,9	22,4	2	22,4
24-08	20,6	2	20,3 - 20,9	21,9	2	20,9 - 22,8
08-09	27,6	2	26,5 - 28,6	25,9	2	25,9
23-09	23,2	2	21,6 - 24,8	25,7	2	25,1 - 26,3
06-10	23,4	2	22,7 - 24,0	27,0	2	26,0 - 27,9
20-10	26,4	2	26,1 - 26,7	28,2	2	27,7 - 28,7
17-11	27,1	1	27,1	29,1	1	29,1
02-02-1978	21,0	5	19,6 - 22,1 st.fout 0,54	-	-	- -

Tabel XXII. N-totaal in % van het drooggewicht van het zeegrasdetritus in de enclosures.

	gefragmenteerd zeegras			ongefragmenteerd zeegras		
datum	gemidd.	N	min. - max.	gemidd.	N	min. - max.
11-08-1977	1,40	2	1,39 - 1,41	1,25	2	1,25
24-08	1,26	2	1,25 - 1,27	1,06	2	1,03 - 1,09
08-09	1,37	2	1,35 - 1,39	0,99	2	0,97 - 1,01
23-09	1,05	2	0,98 - 1,11	0,94	2	0,92 - 0,96
06-10	0,82	2	0,81 - 0,83	0,79	2	0,76 - 0,82
20-10	0,95	2	0,89 - 1,00	1,06	2	1,04 - 1,07
17-11	1,08	1	1,08	1,16	1	1,16
02-02-1978	0,83	5	0,78 - 0,93 st.fout 0,29	-	-	- -

Tabel XXIII. P in % van het drooggewicht van het zeegrasdetritus in de enclosures.

	gefragmenteerd zeegras			ongefragmenteerd zeegras		
datum	gemidd.	N	min. - max.	gemidd.	N	min. - max.
11-08-1977	0,51	2	0,50 - 0,51	0,43	2	0,40 - 0,45
24-08	0,25	2	0,24 - 0,26	0,25	2	0,22 - 0,28
08-09	0,15	2	0,15	0,21	2	0,20 - 0,21
23-09	0,10	2	0,09 - 0,11	0,17	2	0,17
06-10	0,08	2	0,07 - 0,09	0,11	2	0,11
20-10	0,09	2	0,09	0,15	2	0,14 - 0,15
17-11	0,13	1	0,13	0,19	1	0,19
02-02-1978	0,13	5	0,12 - 0,14 st.fout 0,004	-	-	- -

Tabel XXIV. De C/N verhouding van het zeegrasdetritus in de enclosures.

	gefragmenteerd zeegras			ongefragmenteerd zeegras		
datum	gemidd.	N	min. - max.	gemidd.	N	min. - max.
11-08-1977	15,7	2	13,8 - 16,5	17,9	2	17,9
24-08	16,4	2	16,0 - 16,7	20,6	2	20,3 - 20,9
08-09	20,1	2	19,6 - 20,6	26,2	2	25,6 - 26,7
23-09	22,2	2	22,0 - 22,3	27,4	2	27,3 - 27,4
06-10	28,5	2	28,0 - 28,9	34,2	2	31,7 - 36,7
20-10	28,0	2	26,7 - 29,3	27,8	2	26,6 - 26,8
17-11	25,1	1	25,1	25,1	1	25,1
02-02-1978	25,3	5	23,7 - 27,2 st.fout 0,57	-	-	- -

Tabel XXV. De C/P verhouding van het zeegrasdetritus in de enclosures.

	gefragmenteerd zeegras			ongefragmenteerd zeegras		
datum	gemidd.	N	min. - max.	gemidd.	N.	min. - max.
11-08-1977	41,6	2	38,2 - 44,9	52,9	2	49,8 - 56,0
24-08	82,6	2	78,1 - 87,1	88,2	2	81,4 - 95,0
08-09	183,7	2	176,7 - 190,7	126,4	2	123,3 - 129,5
23-09	232,8	2	225,5 - 240,0	151,2	2	147,6 - 154,7
06-10	295,5	2	266,7 - 324,3	245,0	2	236,4 - 253,6
20-10	293,4	2	290,0 - 296,5	194,9	2	184,7 - 205,0
17-11	208,5	1	208,5	153,6	1	153,6
02-02-1978	159,2	5	152,3 - 165,4 st.fout 2,33	-	-	- -

Tabel XXVI. Het asgehalte in % van het drooggewicht van het opgehoopte zeegras.

	datum	gemidd.	N	min. - max.	st.fout
Herkingen	03-10-77	-	-	-	-
	14-10	29,2	5	26,1 - 33,3	1,48
	26-10	-	-	-	-
	11-11	25,2	5	23,7 - 27,5	0,79
	25-11	41,1	5	22,9 - 57,5	6,53
	09-12	45,2	5	34,8 - 54,5	3,44
Battenoord	03-10-77	-	-	-	-
	14-10	37,0	5	30,3 - 44,9	2,64
	26-10	-	-	-	-
	11-11	37,7	5	36,0 - 40,4	0,81
	25-11	29,5	5	26,1 - 38,9	2,44
	09-12	44,0	5	25,3 - 64,8	8,57
	23-12	36,9	5	28,1 - 43,3	2,90
	06-01-78	29,0	5	22,7 - 38,9	2,73
Monument	03-10-77	-	-	-	-
	14-10	30,9	5	26,4 - 34,2	1,57
	26-10	-	-	-	-
	11-11	26,1	5	24,9 - 27,6	0,58
	25-11	41,8	5	20,8 - 70,0	8,05
	09-12	28,4	5	23,6 - 32,1	1,80
	23-12	31,5	5	25,2 - 36,0	1,87
	06-01-78	27,5	5	21,3 - 30,7	1,63
	19-01	28,7	5	9,5 - 34,2	4,80
	02-02	32,5	5	26,7 - 45,7	3,42
	19-02	32,7	3	31,2 - 34,3	0,90

Tabel XXVII. Het asvrij drooggewicht in % van het drooggewicht van het opgehoopte zeegras.

	datum	gemidd.	N	min. - max.	st.fout
Herkingen	03-10-77	-	-	-	-
	14-10	70,8	5	66,7 - 73,7	1,47
	26-10	-	-	-	-
	11-11	74,8	5	72,5 - 76,3	0,78
	25-11	58,9	5	42,5 - 77,1	6,54
	09-12	57,0	5	43,6 - 66,7	5,05
	23-12	54,8	5	45,5 - 65,2	3,44
Battenoord	03-10-77	-	-	-	-
	14-10	63,0	5	55,1 - 69,7	2,64
	26-10	-	-	-	-
	11-11	62,3	5	59,6 - 64,0	0,81
	25-11	70,5	5	61,1 - 74,6	2,43
	09-12	56,2	5	35,2 - 74,7	8,86
	23-12	63,1	5	56,7 - 71,9	2,91
	06-01-78	71,0	5	61,1 - 77,3	2,74
Monument	03-10-77	-	-	-	-
	14-10	69,3	5	65,8 - 75,1	1,50
	26-10	-	-	-	-
	11-11	74,0	5	72,4 - 75,1	0,57
	25-11	58,2	5	30,0 - 79,2	8,05
	09-12	71,6	5	67,0 - 76,4	1,80
	23-12	68,5	5	64,0 - 74,8	1,87
	06-01-78	72,7	5	69,3 - 78,7	1,64
	19-01	71,4	5	65,8 - 90,6	4,82
	02-02	67,5	5	54,3 - 73,3	3,42
	19-02	67,3	3	65,7 - 68,8	0,90

Tabel XXVIII. Het organisch C in % van het drooggewicht van het opgehoopte zeegras.

	datum	gemidd.	N	min. - max.	st.fout
Herkingen	03-10-77	27,0	5	26,1 - 28,7	0,47
	14-10	31,0	5	28,3 - 32,8	0,75
	26-10	29,7	5	28,8 - 30,4	0,27
	11-11	34,7	5	33,3 - 36,0	0,57
	25-11	28,9	5	21,0 - 25,8	2,90
	09-12	26,5	5	19,2 - 30,3	2,02
	23-12	27,5	5	22,9 - 31,5	1,50
Battenoord	03-10-77	31,3	5	26,0 - 40,7	2,61
	14-10	29,1	5	24,6 - 31,7	1,20
	26-10	28,4	5	27,8 - 29,6	0,33
	11-11	28,4	5	26,5 - 29,6	0,52
	25-11	34,4	5	31,3 - 36,9	0,89
	09-12	26,0	5	16,7 - 34,1	3,85
	23-12	30,9	5	26,8 - 35,4	1,42
	06-01-78	32,1	5	30,5 - 34,8	1,20
Monument	03-10-77	29,9	5	25,2 - 34,4	1,88
	14-10	30,9	5	30,1 - 32,5	0,43
	26-10	28,5	5	25,7 - 29,6	0,72
	11-11	34,3	5	33,1 - 34,7	0,35
	25-11	32,6	5	29,4 - 38,2	1,53
	09-12	29,0	5	26,7 - 21,5	0,80
	23-12	32,3	5	31,1 - 33,5	0,51
	06-01-78	31,1	5	29,4 - 32,4	0,51
	19-01	29,7	5	28,2 - 30,2	0,38
	02-02	31,4	5	30,0 - 32,1	0,37
	17-02	30,3	3	29,5 - 30,8	0,02

Tabel XXIX. N-totaal in % van het drooggewicht van het opgehoopte zeegras.

	datum	gemidd.	N	min. - max.	st.fout
Herkingen	03-10-77	1,29	5	1,14 1,52	0,080
	14-10	1,28	5	1,19 - 1,34	0,025
	26-10	1,44	5	1,26 - 1,54	0,054
	11-11	2,17	5	2,04 - 2,28	0,042
	25-11	1,70	5	1,30 - 2,04	0,156
	09-12	1,73	5	1,21 - 1,96	0,135
	23-12	1,75	5	1,38 - 2,09	0,147
Battenoord	03-10-77	1,39	5	1,30 - 1,48	0,031
	14-10	1,46	5	1,25 - 1,59	0,071
	26-10	1,44	5	1,33 - 1,54	0,037
	11-11	1,29	5	1,11 - 1,62	0,096
	25-11	2,26	5	1,08 - 2,86	0,300
	09-12	1,69	5	0,96 - 2,39	0,299
	23-12	2,19	5	1,49 - 2,88	0,235
	06-01-78	1,82	2	1,38 - 2,25	0,435
Monument	03-10-77	1,30	5	1,03 - 1,44	0,083
	14-10	1,32	5	1,10 - 1,47	0,084
	26-10	1,52	5	1,42 - 1,78	0,073
	11-11	1,84	5	1,67 - 2,06	0,084
	25-11	1,78	5	1,39 - 2,55	0,216
	09-12	1,82	5	1,56 - 2,07	0,107
	23-12	1,55	5	1,39 - 1,77	0,068
	06-01-78	-	-	- -	-
	19-01	1,65	5	1,59 - 1,73	0,025
	02-02	1,81	5	1,71 - 1,66	0,040
	17-02	1,66	3	1,65 - 1,66	0,003

Tabel XXX. P in % van het drooggewicht van het zeegrasdetritus bij de drie monsterpunten.

	datum	gemidd.	N	min. - max.	st.fout
Herkingen	03-10-77	0,16	5	0,12 - 0,21	0,016
	14-10	0,17	5	0,14 - 0,21	0,014
	26-10	0,17	5	0,14 - 0,19	0,009
	11-11	0,31	5	0,26 - 0,40	0,025
	25-11	0,27	5	0,20 - 0,38	0,035
	09-12	0,24	5	0,16 - 0,28	0,021
	23-12	0,23	5	0,19 - 0,31	0,021
Battenoord	03-10-77	0,29	5	0,21 - 0,39	0,035
	14-10	0,21	5	0,18 - 0,24	0,012
	26-10	0,19	5	0,17 - 0,22	0,009
	11-11	0,17	5	0,12 - 0,28	0,032
	25-11	0,34	5	0,16 - 0,45	0,049
	09-12	0,22	5	0,15 - 0,31	0,031
	23-12	0,33	5	0,24 - 0,54	0,055
	06-01-78	0,27	2	0,18 - 0,35	0,087
Monument	03-10-77	0,25	5	0,14 - 0,36	0,046
	14-10	0,18	5	0,13 - 0,22	0,020
	26-10	0,16	5	0,13 - 0,19	0,011
	11-11	0,18	5	0,15 - 0,21	0,012
	25-11	0,24	5	0,17 - 0,37	0,042
	09-12	0,19	5	0,14 - 0,23	0,020
	23-12	0,15	5	0,12 - 0,23	0,020
	06-01-78	-	-	-	-
	19-01	0,15	5	0,14 - 0,18	0,009
	02-02	0,20	5	0,17 - 0,22	0,009
	17-02	0,10	3	0,10 - 0,11	0,003

Tabel XXXI. De C/N verhouding van het opgehoopte zeegrasdetritus bij de drie monsterpunten.

	datum	gemidd.	N	min. - max.	st.fout
Herkingen	03-10-77	21,5	5	18,0 - 24,7	1,42
	14-10	24,3	5	21,8 - 26,8	0,80
	26-10	20,7	5	19,1 - 22,9	0,70
	11-11	15,9	5	14,9 - 17,7	0,47
	25-11	17,0	5	14,9 - 19,8	0,88
	09-12	15,4	5	14,7 - 16,3	0,30
	23-12	15,9	5	14,3 - 18,7	0,80
Battenoord	03-10-77	22,7	5	18,9 - 31,3	2,34
	14-10	20,1	5	18,3 - 24,1	1,06
	26-10	19,7	5	18,3 - 21,0	0,44
	11-11	22,4	5	18,3 - 24,6	1,26
	25-11	17,2	5	12,9 - 29,0	2,98
	09-12	15,9	5	14,3 - 17,5	0,71
	23-12	14,6	5	12,3 - 19,7	1,32
	06-01-78	17,5	2	14,4 - 20,5	3,04
Monument	03-10-77	23,2	5	21,0 - 25,6	0,85
	14-10	23,7	5	20,9 - 27,6	1,39
	26-10	18,9	5	16,6 - 21,5	0,93
	11-11	18,8	5	16,8 - 20,4	0,76
	25-11	18,9	5	15,0 - 21,3	1,28
	09-12	16,2	5	12,9 - 19,0	1,08
	23-12	20,9	5	18,9 - 22,4	0,60
	06-01-78	-	-	-	-
	19-01	18,0	5	17,0 - 18,9	0,36
	02-02	17,4	5	16,5 - 18,0	0,26
	17-02	18,3	3	17,8 - 18,1	0,27

Tabel XXXII. De C/P verhouding van het opgehoopte zeegrasdetritus bij de drie monsterpunten.

	datum	gemidd.	N	min. - max.	st.fout
Herkingen	03-10-77	174,9	5	136,7 - 221,7	15,70
	14-10	185,1	5	156,2 - 227,9	16,08
	26-10	176,3	5	160,0 - 205,7	8,73
	11-11	114,2	5	88,5 - 135,8	7,94
	25-11	112,5	5	89,2 - 170,5	15,29
	09-12	110,9	5	96,5 - 143,2	9,10
Battenoord	03-10-77	111,5	5	84,6 - 123,8	7,05
	14-10	137,0	5	121,2 - 158,4	6,05
	26-10	152,3	5	127,7 - 164,4	6,97
	11-11	184,1	5	105,7 - 235,8	26,28
	25-11	112,2	5	82,0 - 195,6	21,09
	09-12	117,5	5	98,2 - 150,0	8,70
	23-12	100,5	5	65,4 - 122,5	9,64
	06-01-78	-	-	-	-
Monument	03-10-77	134,2	5	94,2 - 188,6	17,47
	14-10	182,6	5	139,5 - 233,1	20,65
	26-10	182,3	5	142,8 - 233,0	15,38
	11-11	191,4	5	167,6 - 220,7	10,87
	25-11	147,8	5	103,2 - 179,4	17,83
	09-12	163,6	5	116,1 - 212,1	18,56
	23-12	221,4	5	145,2 - 259,2	19,88
	06-01-78	-	-	-	-
	19-01	194,8	5	167,8 - 214,3	9,42
	02-02	159,7	5	145,9 - 176,5	5,38
	17-02	294,4	5	268,2 - 308,0	13,10

Tabel XXXIII. De watertemperatuur tussen het opgehoopte zeegras en van het open water bij de monsterpunten Herkingen (H), Battenoord (B) en Monument (M); - = temperatuur niet gemeten.

Datum		Tussen zeegras	Open water
03-10-1977	H	11,5	11,0
	B	12,0	11,5
	M	13,0	12,0
26-10	H	11,5	11,0
	B	12,0	11,0
	M	13,5	13,0
11-11	H	11,5	10,0
	B	12,0	11,5
	M	13,0	13,0
09-12	H	4,1	3,8
	B	4,1	3,0
	M	6,8	4,0
06-01-78	H	-	3,0
	B	3,4	3,0
	M	4,2	3,0
19-01	H	-	1,9
	B	-	1,7
	M	2,5	1,9
02-02	H	-	3,1
	B	-	-
	M	3,5	3,4

Tabel XXIV. DOC concentraties in ppm in het water van het Grevelingenmeer bij het opgehoopte zeegras. Monsterpunten: H = Herkingen, B = Battenoord, M = Monument. De getallen 1-10 corresponderen met de monsters volgens het transect, genoemd onder II.2.3.

	26,10	11,11	25.11	9.12	24.12	6.01	19.01	2.02
H1	36,7	11,2	7,0	5,2	11,0	-	-	-
2	34,5	5,8	7,3	5,2	14,6	-	-	-
3	27,7	5,9	6,7	6,1	13,1	-	-	-
4	26,8	5,0	8,3	5,4	13,2	-	-	-
5	24,5	6,1	5,6	4,4	13,2	-	-	-
6	20,7	5,6	5,0	4,9	12,9	-	-	-
7	21,9	4,6	4,7	2,8	11,7	-	-	-
8	12,4	5,6	4,3	4,0	9,9	-	-	-
9	11,1	5,0	5,5	5,6	10,1	14,0	7,8	7,4
10	4,9	4,8	4,3	6,6	13,1	11,9	9,5	8,4
B1	28,9	14,4	8,0	5,5	9,9	12,1	-	-
2	19,3	10,4	8,7	6,5	12,5	12,1	-	-
3	12,9	15,7	8,9	6,2	10,2	12,5^{o}	-	-
4	14,6	16,5	8,7	5,7	8,2	12,8	-	-
5	13,1	9,8	9,1	4,0	8,9	8,6	-	-
6	13,6	9,9	9,2	4,2	9,7	10,3	-	-
7	16,0	8,0	9,9	3,7	6,8	9,5	-	-
8	12,2	7,0	9,4	4,0	8,2	8,6	-	-
9	14,6	5,6	9,4	4,1	10,0	9,5	11,4	-
10	12,7	6,4	9,2	3,5	10,4	10,8	10,6	-
M1	11,5	27,0	8,6	15,5	17,6	35,6	17,9	5,1
2	11,5	43,8*	14,2	11,3	17,1	38,8	19,8	5,7
3	10,6	26,5*	12,6	13,4	15,8	43,1	14,8	24,0*
4	11,0	27,1	14,2	17,0	-	48,2	12,5	29,6*
5	5,9	16,9	9,2	9,7	8,0	15,0	12,0	24,5*
6	10,6	13,9	7,1	7,8	9,4	11,2	10,8^{o}	-
7	5,6	12,0	7,0	9,0	8,9	8,2	10,8	10,7
8	4,9	9,7	7,0	9,5	7,5	10,3	15,4	7,8
9	6,6	9,9	5,6	9,4	8,5	8,6	12,5	6,5
10	5,6	10,1	6,1	9,0	10,3	8,2	11,2	7,2

* monster met H_2S o monsterbuis open

Tabel XXXV. $N-NH_3$ concentraties in $mg.L^{-1}$ in het water van het Grevelingenmeer bij het opgehoopte zeegras. Verdere verklaring als bij Tabel XXXIV.

1977	3-10	14-10	26-10	11-11	25-11	9-12	24-12	6-1	19-1	2-2	17-2
H1	0,33	7,79	5,58	0,76	0,74	0,64	0,97	-	-	-	-
2	0,07	3,05	2,38	0,29	0,76	1,20	0,60	-	-	-	-
3	0,07	0,16	0,19	0,12	0,72	1,35	1,09	-	-	-	-
4	0,04	0,20	0,25	0,17	0,69	0,80	1,18	-	-	-	-
5	0,04	0,03	0,02	0,13	0,24	0,60	0,38	-	-	-	-
6	0,04	0,03	0,01	0,21	0,28	0,65	0,41	-	-	-	-
7	0,03	0,02	0,02	0,19	0,20	0,60	0,42	-	-	-	-
8	0,03	0,02	0,03	0,24	0,21	0,65	0,40	-	-	-	-
9	0,05	0,02	0,01	0,25	0,25	0,66	0,36	0,22	0,26	0,06	0,18
10	0,07	0,05	0,09	0,15	0,22	0,66	0,31	0,22	0,25	0,08	0,14
B1	0,21	0,66	0,63	3,53	0,86	1,48	4,08	1,36	-	-	-
2	0,38	0,05	0,77	1,17	0,74	0,74	2,74	1,46	-	-	-
3	0,31	0,13	1,00	4,28	0,77	1,73	0,50	1,18	-	-	-
4	0,28	0,13	1,02	3,97	0,74	1,41	0,44	1,12	-	-	-
5	0,22	0,27	0,87	1,24	0,78	0,13	0,29	0,96	-	-	-
6	0,20	0,21	0,86	1,32	0,78	0,24	0,29	0,96	-	-	-
7	0,44	0,15	0,87	2,41	0,79	0,26	0,29	0,77	-	-	-
8	0,28	0,22	0,84	2,25	0,77	0,24	0,29	0,96	-	-	-
9	0,24	0,29	0,08	2,26	0,57	0,24	0,27	0,93	0,64	-	-
10	0,23	0,40	0,72	1,80	0,88	0,21	0,30	0,91	0,64	-	-
M1	0,19	2,29	0,50	10,24	3,29	25,26	6,39	7,98	5,52	25,24	13,34
2	0,26	1,09	0,61	13,78	8,27	11,08	5,54	7,80	6,64	24,15	16,04
3	0,20	0,67	0,79	6,35	7,57	4,32	2,25	11,82	4,96	16,15	1,50
4	0,19	0,84	0,74	8,19	5,51	12,52	-	10,77	4,48	16,20	1,51
5	0,57	0,16	0,46	0,44	1,23	0,28	0,37	0,36	0,49	2,50	0,36
6	0,54	0,14	0,45	0,44	1,17	0,34	0,35	0,36	0,41	1,71	0,38
7	0,49	0,19	0,44	0,42	0,75	0,33	0,35	0,33	0,43	0,91	0,33
8	0,52	0,21	0,40	0,25	0,83	0,30	0,33	0,33	0,40	0,78	0,33
9	0,54	0,21	0,43	0,28	0,55	0,25	0,37	0,31	0,43	0,75	0,22
10	0,49	0,20	0,25	0,17	0,49	0,30	0,36	0,36	0,39	0,73	0,23

Tabel XXXVI. $N\text{-}NO_2$ concentraties in $mg.L^{-1}$ in het water van het Grevelingenmeer bij het opgehoopte zeegras. Verdere verklaring als bij Tabel XXXIV.

	1977							1978			
	3-10	14-10	26-10	11-11	25-11	9-12	24-12	6-1	19-1	2-2	17-2
H1	0,18	0,27	0,08	0,09	0,03	0,04	0,05	-	-	-	-
2	0,05	0,17	0,07	0,05	0,02	0,05	0,04	-	-	-	-
3	0,02	0,09	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06	-	-	-	-
4	0,02	0,05	0,03	0,06	0,02	0,04	0,05	-	-	-	-
5	0,02	0	0,03	0,04	0,01	0,02	0,03	-	-	-	-
6	0,02	0,01	0,02	0,05	0,01	0,03	0,03	-	-	-	-
7	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,02	0,03	-	-	-	-
8	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,03	0,03	-	-	-	-
9	0,01	0,01	0,01	0,05	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02
10	0,01	0,01	0,04	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
B1	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,04	0,05	0,04	-	-	-
2	0,02	0,01	0,01	0,19	0,05	0,02	0,05	0,05	-	-	-
3	0,02	0,01	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,05	-	-	-
4	0,02	0,01	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	-	-	-
5	0,02	0,03	0,03	0,19	0,05	0,01	0,02	0,04	-	-	-
6	0,02	0,02	0,03	0,24	0,05	0,02	0,02	0,04	-	-	-
7	0,02	0,03	0,04	0,30	0,05	0,02	0,02	0,03	-	-	-
8	0,02	0,03	0,04	0,25	0,04	0,02	0,02	0,04	-	-	-
9	0,02	0,02	0,01	0,27	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03	-	-
10	0,02	0,02	0,04	0,22	0,04	0,01	0,02	0,04	0,03	-	-
M1	0,02	0,07	0,01	0,15	0,10	0,20	0,01	0	0,01	0,04	0
2	0,02	0,05	0,01	0,21	0,12	0,02	0	0	0,01	0,04	0
3	0,01	0,02	0,01	0,12	0,12	0,01	0	0	0,01	0,05	0
4	0,01	0,03	0,01	0,10	0,17	0,03	-	0	0	0,03	0
5	0,01	0,01	0,02	0,09	0,14	0,01	0,02	0,03	0,02	0,04	0,01
6	0,01	0,01	0,02	0,09	0,14	0,01	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02
7	0,01	0,01	0,02	0,15	0,08	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02
8	0,01	0,01	0,01	0,10	0,05	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02
9	0,01	0,01	0,01	0,16	0,05	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02
10	0,01	0,01	0,02	0,18	0,04	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02

Tabel XXXVII. $N\text{-}NO_3$ concentraties in $mg.L^{-1}$ in het water van het Grevelingenmeer bij het opgehoopte zeegras. Verdere verklaring als bij Tabel XXXIV.

	1977							1978			
	3-10	14-10	26-10	11-11	25-11	9-12	24-12	6-1	19-1	2-2	17-2
H1	0	0	0	0,01		1,01	0,63	-	-	-	-
2	0,16	0	0	0,01		0,94	0,50	-	-	-	-
3	0,01	0	0	0,01		0,60	0,70	-	-	-	-
4	0	0	0	0,01		0,96	0,60	-	-	-	-
5	0	0	0,03	0		1,16	0,45	-	-	-	-
6	0,01	0	0	0,01		1,21	0,49	-	-	-	-
7	0,01	0	0	0,01		1,16	0,48	-	-	-	-
8	0,02	0	0	0,01		1,26	0,49	-	-	-	-
9	-	0	0	0,01		1,26	0,42	0,34	0,78	0,33	0,43
10	0	0	0	0		1,08	0,37	0,34	0,77	0,33	0,42
B1	0,04	0	0	0,01	5,44	0,22	0,59	2,53	-	-	-
2	0,02	0,01	0	0,03	4,1	0,10	0,37	2,51	-	-	-
3	0,02	0,02	0,01	0,01		0,03	0,25	2,48	-	-	-
4	0,02	0,02	0	0,01		0,04	0,27	2,60	-	-	-
5	0,06	0,07	0,03	0,02		0,10	0,22	2,57	-	-	-
6	0,05	0,06	0,03	0,04		0,24	0,26	2,54	-	-	-
7	0,08	0,05	0,02	0,04		0,21	0,27	1,80	-	-	-
8	0,07	0,05	0,03	0,03		0,19	0,29	2,51	-	-	-
9	0,06	0,10	0,06	0,03		0,24	0,26	2,41	0,72	-	-
10	0,08	0,10	-	0,03		0,17	0,26	2,28	0,71	-	-
M1	0,07	0	0	0,04		0	0,06	0,02	0,03	0,21	0
2	0	0	0	0,07		0,02	0,04	0,02	0,04	1,34	0
3	0	0	0	0,01		0,01	0	0,02	0,02	0,22	0
4	0	0	0	0,04		0,05	-	0,02	0,02	0,19	0
5	-	0,03	0,03	0,01		0,16	0,25	0,42	0,29	0,68	0,40
6	0,04	0,05	0,04	0,01		0,25	0,24	0,42	0,28	1,06	0,41
7	0,02	0,04	0,04	0,01		0,23	0,26	0,43	0,29	1,20	0,39
8	0,03	0,04	0,05	0,01		0,23	0,28	0,43	0,27	1,33	0,40
9	0,01	0,04	0,04	0,01		0,24	0,27	0,43	0,28	1,32	0,38
10	0,01	0,04	0,05	0,01		0,24	0,27	0,42	0,28	1,42	0,44

Tabel XXXVIII. $P\text{-}PO_4$ concentraties in $\mu g.L^{-1}$ in het water van het Grevelingenmeer bij het opgehoopte zeegras. Verdere verklaring als bij Tabel XXXIV.

	1977							1978			
	3-10	14-10	26-10	11-11	25-11	9-12	24-12	6- 1	19- 1	2- 2	17- 2
H1	1.839	11.706	3.827	620	712	595	758	-	-	-	-
2	1.918	10.453	3.236	589	697	728	605	-	-	-	-
3	1.112	9.311	2.432	486	725	822	871	-	-	-	-
4	1.200	9.613	2.422	665	734	610	740	-	-	-	-
5	902	996	1.342	671	477	528	509	-	-	-	-
6	849	984	1.177	617	471	537	463	-	-	-	-
7	744	973	1.041	590	465	527	550	-	-	-	-
8	657	949	959	572	463	532	623	-	-	-	-
9	547	870	819	591	466	529	726	456	457	397	371
10	490	804	765	596	462	534	403	459	442	410	373
B1	1.576	1.181	1.688	2.891	706	859	1.789	593	-	-	-
2	1.436	1.150	1.531	1.404	658	796	874	596	-	-	-
3	1.029	1.083	1.288	4.282	513	936	646	520	-	-	-
4	1.042	1.098	1.246	3.891	562	919	616	510	-	-	-
5	470	1.567	1.022	1.336	495	575	555	494	-	-	-
6	492	1.533	1.008	1.117	499	550	549	499	-	-	-
7	476	1.578	1.003	1.257	500	556	538	473	-	-	-
8	509	1.321	998	1.240	499	555	538	491	-	-	-
9	571	1.037	965	1.082	465	553	547	490	499	-	-
10	580	933	951	1.112	508	548	535	482	501	-	-
M1	2.058	5.036	651	7.142	781	4.346	2.591	7.080	2.663	7.551	4.858
2	2.224	4.846	665	5.488	2.805	3.281	2.550	6.733	2.921	7.508	6.747
3	1.138	1.656	849	6.885	2.749	954	764	7.831	2.739	7.342	1.469
4	1.270	2.317	816	5.125	2.419	4.076	928	8.004	2.465	7.328	1.543
5	631	683	857	918	620	610	558	561	548	1.121	596
6	740	703	859	918	624	586	845	576	528	815	539
7	690	702	853	623	492	580	562	544	534	572	530
8	661	679	861	603	441	573	527	498	525	548	529
9	711	675	855	558	440	565	561	809	525	546	476
10	602	677	717	521	430	561	518	573	495	545	450

Tabel XXXIX. P-totaal concentraties in $\mu g.L^{-1}$ in het water van het Grevelingenmeer bij het opgehoopte zeegras. Verdere verklaring als bij Tabel XXXIV.

	1977							1978			
	3-10	14-10	26-10	11-11	25-11	9-12	24-12	6-1	19-1	2-2	17-2
H1	2.161	21.046	5.206	1.222	988	1.024	1.119	-	-	-	-
2	2.359	15.751	6.746	1.260	1.309	1.305	937	-	-	-	-
3	1.399	12.467	2.671	787	1.040	2.117	1.320	-	-	-	-
4	1.430	13.355	2.554	836	1.233	1.766	1.023	-	-	-	-
5	1.190	1.396	1.599	851	550	554	551	-	-	-	-
6	1.117	1.369	1.482	719	532	583	554	-	-	-	-
7	880	1.330	1.306	658	530	528	571	-	-	-	-
8	972	1.305	975	649	523	577	553	-	-	-	-
9	663	1.161	799	672	548	589	546	505	504	466	398
10	634	984	994	668	530	547	520	510	513	470	381
B1	1.921	1.981	2.587	4.331	1.363	1.764	4.231	3.814	-	-	-
2	1.900	1.845	2.310	1.831	1.435	1.010	4.495	4.434	-	-	-
3	1.169	1.493	1.461	5.371	640	2.653	919	3.676	-	-	-
4	1.274	941	1.609	4.728	973	2.006	868	4.641	-	-	-
5	540	1.228	1.351	2.081	609	655	798	567	-	-	-
6	533	1.258	1.341	2.060	593	602	639	621	-	-	-
7	548	1.228	1.331	1.704	622	578	629	570	-	-	-
8	570	1.017	1.327	1.848	612	595	591	601	-	-	-
9	582	858	1.279	1.645	553	592	569	584	529	-	-
10	637	760	1.252	1.366	614	574	578	569	574	-	-
M1	1.976	4.580	1.168	7.841	1.437	10.197	3.852	9.331	3.378	8.893	5.515
2	2.396	4.509	5.943	9.945	4.131	5.498	3.775	8.489	3.819	8.524	7.017
3	1.301	1.620	880	6.834	3.467	1.757	1.723	8.378	2.959	7.795	1.668
4	1.408	2.184	862	8.399	3.108	7.293	1.876	1.204	2.632	8.418	1.692
5	705	533	893	1.252	796	653	893	666	545	1.257	623
6	779	544	945	1.311	766	663	613	663	530	840	575
7	783	538	912	1.032	601	592	620	628	568	646	563
8	764	530	890	987	509	594	612	554	520	606	551
9	733	522	891	932	519	592	544	576	545	628	495
10	657	541	739	722	495	611	562	591	503	622	462

Tabel XL. Si concentraties in $\mu g.L^{-1}$ in het water van het Grevelingenmeer bij het opgehoopte zeegras. Verdere verklaring als bij Tabel XXXIV.

	1977							1978			
	3-10	14-10	26-10	11-11	25-11	9-12	24-12	6-1	19-1	2-2	17-2
H1	1.811	15.516	9.527	1.227	2.949	2.388	1.569				
2											
3	1.023	5.447	4.307	1.070	3.550	2.513	1.937				
4											
5											
6	822	292	1.331	1.070	1.221	2.618	1.156				
7											
8	728	261	650	953	1.185	2.667	1.172				
9									1.937	475	478
10	642	154	525	994	1.182	2.675	1.031		1.952	452	467
B1	877	741	1.749	3.247	4.134	1.790	1.707	3.289			
2											
3	833	595	1.394	5.703	4.395	2.811	1.094	3.385			
4											
5											
6	791	1.088	1.177	3.022	4.541	1.409	1.091	3.388			
7											
8	793	958	1.206	3.169	4.442	1.428	1.065	3.398			
9									3.048		
10	778	853	1.114	2.688	4.577	1.430	1.135	3.359	2.359		
M1	1.086	5.577	2.333	8.378	4.241	5.617	6.361	6.525	21.011	14.185	14.825
2									20.958	15.099	15.242
3	1.981	2.370	2.594	5.194	5.820	6.533	6.345	6.050	21.402	16.665	9.396
4									20.619	16.926	9.213
5									3.148	2.780	1.248
6	1.341	989	1.610	1.777	2.521	1.462	1.404	1.579	3.033	2.362	1.172
7									3.080	2.362	1.109
8	1.279	963	1.623	1.490	2.138	1.529	1.378	1.514	3.012	2.375	1.125
9									2.970	2.336	1.073
10	1.200	934	1.373	1.462	2.138	1.430	1.389	1.493	2.908	104?	1.091

Bijlage: Overzicht van de analyses verricht in zeegrasmateriaal.

lab.nr.	datum	onderwerp	% org. C	% N-tot.	% P_2O_5	gr. natgew.	gr. drooggew.	°/oo as	°/oo chlor.	°/oo pheop.
515	20-07-77	zostera + epiphyten	27,2	2,49	1,09					
516		"	27,6	2,54	1,09					
517		zonder epiphyten	28,3	2,54	1,10					
518		"	27,1	2,55	1,16					
519		met epiphyten	27,6	2,70	1,26					
520		"	28,2	2,80	1,15					
521		"	28,2	2,83	1,31					
522		zonder epiphyten	28,2	2,76	1,27					
523		"	26,9	2,86	1,36					
524		"	24,3	2,89	1,42					
525	27-07-77	schoonge-spoeld alleen bladeren	29,8	1,79	1,43					
526		"	29,5	1,74	1,36					
527		"	29,9	1,86	1,47					
528		litt.b. I	33,4	1,50	1,21	70	11,61	197,9	175,2	290,6
529		"	33,7	1,48	1,19	70	10,40	183,3	193,7	333,8
530		"	31,3	1,72	1,21	70	10,78	197,7	226,3	274,2
531		"	31,6	1,63	1,26	70	10,54	182,5	214,1	332,6
532		"	30,5	1,70	1,39	70	10,40	206,9	190,1	392,5
573	11-08-77	gefragm.	22,9	1,39	1,15			-		
574		"	19,5	1,41	1,17			-		
575		hele pl.	22,4	1,25	1.02			-		
576		"	22,4	1,25	0,91			-		
577		bladeren	25,2	1,54	1,05					
578		stengels	27,8	0,50	0,47					
579		wortels	23,3	0,43	0,51					
580		bloeiw. + vruchten	26,1	1,34	1,14					
581		litt.b. II	28,0	1,49	1,23	73,95	9,39	221,5	159,5	187,7
582		"	32,8	1,58	1,30	74,58	9,56	218,5	148,6	176,7
583		"	28,6	1,40	1,23	71,45	9,45	187,5	125,0	162,5
584		"	28,6	1,49	1,15	71,89	9,01	197,5	128,2	186,5
585		"	28,5	1,47	1,15	73,08	9,47	230,8	166,0	195,3

lab.nr.	datum	onderwerp	% org. C	% N-tot.	% P_2O_5	gr. natgew.	gr. drooggew.	°/oo as	°/oo chlor.	°/oo pheop.
612	24-08-77	gefragm.	20,3	1,27	0,60			367,5	54,3	139,9
613		"	20,9	1,25	0,56			392,5	57,8	155,4
614		hele pl.	22,8	1,09	0,65			344,4	71,6	141,5
615		"	20,9	1,03	0,51			390,6	97,5	112,8
616		litt.b.III	28,7	1,44	0,92	50,68	7,56	260,0	90,3	162,8
617		"	32,1	1,36	0,82	53,97	7,51	250,0	124,3	0
618		"	33,1	1,44	0,93	56,25	7,58	219,1	176,8	0
619		"	33,2	1,45	0,97	57,03	8,19	260,6	147,7	6,7
620		"	30,9	1,54	1,01	52,70	7,08	282,1	108,0	12,6
630	08-09-77	litt.b. IV	33,2	1,56	0,70	52,83	6,20	290,0	187,28	147,67
631		"	32,1	1,47	0,68	55,88	6,60	281,9	132,42	103,51
632		"	32,2	1,39	0,69	55,61	6,80	281,6	134,78	122,84
633		"	30,5	1,34	0,71	42,76	5,68	274,1	114,12	95,03
634		"	30,3	1,48	0,71	41,50	5,52	267,0	177,37	147,40
635		ongefragm.	25,9	0,97	0,45			370,7	56,87	60,72
636		"	25,9	1,01	0,47			359,0	47,27	56,28
637		gefragm.	26,5	1,35	0,34			352,9	83,43	127,42
638		"	28,6	1,39	0,35			340,7	79,96	123,09
690	23-09-77	litt.b. V	28,6	1,19	0,55	31,83	4,11	271,9	213,20	101,05
691		"	31,0	1,27	0,52	30,26	4,26	277,8	240,57	123,24
692		"	31,7	1,37	0,61	26,26	3,52	266,3	288,02	190,20
693		"	32,2	1,31	0,58	25,75	3,40	270,3	242,77	173,04
694		"	32,7	1,45	0,60	30,99	3,88	224,0	309,37	125,99
695		gefragm.	24,8	1,11	0,25			403,1	109,26	148,14
696		"	21,6	0,98	0,21			467,6	88,45	109,10
697		ongefragm.	26,3	0,96	0,39			467,1	98,26	72,07
698		"	25,1	0,92	0,39			384,6	104,20	157,29
699	03-10-77	herkingen	27,3	1,52	0,40			418,8	139,3	0
700		"	26,6	1,18	0,28			-	195,0	0
701		"	26,1	1,14	0,30			-	177,5	0
702		"	26,3	1,44	0,40			-	154,7	43,3
703		"	28,7	1,16	0,49			-	211,0	0
704		battenoord	40,7	1,30	0,81			-	136,1	126,7
705		"	29,1	1,44	0,56			-	122,9	39,2
706		"	33,0	1,39	0,90			-	130,0	155,4
707		"	27,9	1,48	0,58			-	87,0	0
708		"	26,0	1,36	0,47			-	63,3	66,4
709		monument	25,2	1,17	0,38			-	63,3	33,9
710		"	29,8	1,42	0,49			-		
711		"	26,4	1,03	0,31			-		
712		"	34,4	1,44	0,81			-		
713		"	33,9	1,42	0,82			-		

lab.nr.	datum	onderwerp	% org.C	% N-tot.	% P_2O_5	gr. natgew.	gr. drooggew.	°/oo as	°/oo chlor.	°/oo pheop.
714	06-10-77	gefragm.	24,0	0,83	0,20			409,4	88,50	117,14
715		"	22,7	0,81	0,17			446,0	167,08	117,77
716		ongefragm.	27,9	0,76	0,25			340,2	25,71	45,52
717		"	26,0	0,82	0,26			383,1	29,93	59,43
718		litt.b. VI	31,6	1,49	0,48	16,21	2,21	287,4	223,03	254,99
719		"	31,0	1,34	0,53	19,14	2,49	276,2	132,74	106,80
720		"	32,4	1,33	0,56	19,52	2,62	277,8	112,72	100,51
721		"	30,0	1,36	0,50	23,76	3,34	346,5	153,59	125,24
722		"	31,3	1,36	0,53	11,79	1,58	287,8	126,06	108,96
723	14-10-77	herkingen	30,9	1,28	0,33			319,5	53,45	122,08
724		"	32,8	1,34	0,48			262,9	38,93	84,60
725		"	28,3	1,30	0,42			333,3	52,62	56,22
726		"	31,1	1,28	0,44			260,5	49,09	76,82
727		"	31,9	1,19	0,33			284,3	86,06	90,90
728		battenoord	29,1	1,59	0,54			411,0	69,36	218,80
729		"	30,0	1,58	0,51			347,5	51,70	220,04
730		"	24,6	1,32	0,42			448,9	46,47	182,44
731		"	31,7	1,54	0,54			302,8	39,35	219,59
732		"	30,1	1,25	0,43			337,7	55,97	55,95
733		monument	32,5	1,46	0,45			264,4	91,83	107,19
734		"	30,1	1,14	0,30			278,4	102,34	118,63
735		"	30,3	1,10	0,30			335,4	54,25	105,04
736		"	30,7	1,45	0,48			341,7	75,5	0
737		"	30,7	1,47	0,50			324,1	115,9	243,5
738	20-10-77	litt.b. VII	34,2	1,53	0,61	13,61	1,89	337,7	115,8	0
739		"	36,1	1,55	0,66	13,85	1,86	94,2	85,8	0
740		"	35,6	1,64	0,60	23,92	2,85	250,0	132,3	0
741		"	34,7	1,72	0,71	7,56	1,08	227,7	78,3	0
742		"	31,0	1,51	0,54	21,07	2,76	299,4	116,0	0
743		gefragm.	26,1	0,89	0,20			430,0	111,0	0
744		"	26,7	1,00	0,20			435,5	177,2	0
745		ongefragm.	28,7	1,07	0,32			340,7	116,5	1,1
746		"	27,7	1,04	0,34			335,3	82,4	0
768	26-10-77	herkingen	29,9	1,37	0,37			-	174,8	125,0
769		"	30,4	1,53	0,43			-	170,5	218,7
770		"	29,8	1,50	0,42			-		
771		"	28,8	1,26	0,33			-		
772		"	29,4	1,54	0,42			-		
773		battenoord	28,1	1,54	0,50			-		
774		"	27,8	1,41	0,44			-		
775		"	27,9	1,33	0,38			-		

lab.nr.	datum	onderwerp	% org.C	% N-tot.	% P_2O_5	gr. natgew.	gr. drooggew.	°/oo as	°/oo chlor.	°/oo pheop.
776	26-10-77	battenoord	28,6	1,43	0,42			-		
777		"	29,6	1,50	0,41			-		
778		monument	28,7	1,42	0,36			-		
779		"	25,7	1,51	0,41			-		
780		"	29,6	1,78	0,44			-		
781		"	29,5	1,53	0,31			-		
782		"	29,0	1,35	0,29			-		
825	11-11-77	herkingen	35,4	2,28	0,91			275,0		
826		"	33,3	2,24	0,71			267,3		
827		"	33,3	2,14	0,62			244,1		
828		"	35,3	2,17	0,60			236,5		
829		"	36,0	2,04	0,69			238,6		
830		battenoord	29,6	1,62	0,64			375,3		
831		"	28,3	1,15	0,28			361,3		
832		"	28,7	1,38	0,47			383,0		
833		"	28,8	1,17	0,30			360,0		
834		"	26,5	1,11	0,27			404,2		
835		monument	34,2	1,68	0,36			276,2		
836		"	35,2	1,78	0,48			248,8		
837		"	33,1	1,67	0,34			256,8		
838		"	34,7	2,03	0,44			260,1		
839		"	34,5	2,06	0,45			-		
840	25-11-77	litt.b.VIII	31,2	-	-	4,08	0,69	222,2	73,2	54,9
841		"	28,8	1,41	0,51	5,61	0,75	308,5	42,4	29,7
842		"	35,1	1,38	0,83	3,24	0,80	73,1	42,4	29,7
843		"	30,7	-	-	1,42	0,22	-	33,6	6,0
844		"	29,7	1,36	0,62	2,85	0,46	242,2	33,6	6,0
845		gefragm.	27,1	1,08	0,29			225,8	62,1	80,1
846		ongefragm.	29,1	1,16	0,43			351,0	38,5	79,4
847		litt.b. IX	-	1,42	0,72	2,74	0,66	-	-	-
848		"	45,3	1,51	0,63	2,86	0,57	-	34,7	18,7
849		"	30,3	1,34	0,62	2,26	0,38	-	34,7	18,7
850		"	28,1	1,51	0,72	5,41	1,17	400,0	45,5	36,6
851		"	31,7	1,40	0,62	3,57	0,62	333,3	48,2	47,3
852		battenoord	34,6	2,22	0,77			285,7		
853		"	34,4	2,43	0,88			260,7		
854		"	34,6	2,43	0,86			388,9		
855		"	36,9	2,86	1,03			253,8		
856		"	31,3	1,08	0,36			285,7		

lab.nr.	datum	onderwerp	% org.C	% N-tot.	% P_2O_5	gr. natgew.	gr. drooggew.	°/oo as	°/oo chlor.	°/oo pheop.
857	25-11-77	herkingen	33,9	1,99	0,86			305,0		
858		"	30,4	2,04	0,74			414,9		
859		"	35,8	1,81	0,48			229,0		
860		"	23,3	1,30	0,45			530,0		
861		"	21,0	1,36	0,52			574,8		
862		monument	38,2	2,55	0,85			208,2		
863		"	32,6	1,95	0,70			700,0		
864		"	30,3	1,42	0,40			438,2		
865		"	29,4	1,39	0,40			398,2		
866		"	32,3	1,60	0,41			345,9		
867	09-12-77	battenoord	30,0	1,72	0,46			377,4		
868		"	16,8	0,96	0,35			648,0		
869		"	32,9	2,30	0,63			281,8		
870		"	34,1	2,39	0,70			252,9		
871		"	16,7	1,06	0,40			639,5		
872		herkingen	19,2	1,21	0,36			564,1		
873		"	25,3	1,72	0,64			440,5		
874		"	30,3	1,86	0,57			333,3		
875		"	29,6	1,96	0,61			343,6		
876		"	28,3	1,89	0,57			364,9		
877		monument	29,7	1,56	0,32			321,4		
878		"	31,5	1,99	0,53			236,4		
879		"	28,2	1,57	0,32			330,0		
880		"	28,8	1,91	0,43			270,0		
881		"	26,7	2,07	0,52			261,9		
882	23-12-77	battenoord	31,9	2,31	0,66			336,3		
883		"	26,8	1,88	0,58			432,6		
884		"	29,4	1,49	0,54			432,1		
885		"	35,3	2,88	1,23			281,3		
886		"	31,2	2,37	0,74			364,1		
887		herkingen	26,7	1,43	0,43			486,1		
888		"	22,9	1,38	0,47			544,9		
889		"	29,9	2,09	0,70			403,4		
890		"	26,4	1,82	0,53			477,9		
891		"	31,5	2,02	0,50			347,6		
892		monument	33,5	1,63	0,35			330,0		
893		"	31,3	1,48	0,30			359,5		
894		"	33,4	1,77	0,53			336,4		
895		"	31,1	1,39	0,27			295,8		
896		"	32,0	1,47	0,29			252,2		

lab.nr.	datum	onderwerp	% org.C	% N-tot.	% P_2O_5	gr. natgew.	gr. drooggew.	°/oo as	°/oo chlor.	°/oo pheop.
897	09-12-77	litt.b. X	32,4	1,61	0,65	5,72	1,04	239,3	177,1	107,0
898		"	35,2	1,63	0,79	4,73	1,06	181,0	76,7	44,6
899		"	32,0	1,92	0,86	3,60	0,60	181,0	-	-
900		"	33,1	1,55	0,72	3,19	0,74	278,7	169,0	6,9
901		"	39,5	1,61	0,64	3,34	0,60	278,7	-	-
902	23-12-77	litt.b. XI	29,4	1,68	0,79		0,82	462,1	91,5	37,6
903		"	33,9	1,75	0,82		0,71	462,1	-	-
904		"	28,7	1,82	0,74		0,52	-	-	-
905		"	34,5	1,76	0,94		0,66	-	-	-
906		"	32,4	1,32	0,72		0,92	295,9	68,8	43,0
907	06-01-78	battenoord	28,3	1,38	0,41			388,5		
908		"	32,5	2,25	0,81			292,3		
909		"	34,2					226,9		
910		"	34,8					255,2		
911		"	30,5					286,9		
912		monument	32,4					277,1		
913		"	31,3					293,0		
914		"	31,7					286,5		
915		"	30,7					306,5		
916		"	29,4					213,0		
917	19-01-78	litt.b.XIII	25,5	1,57	0,53		0,40	-	-	-
918		"	27,1	2,37	0,83		0,51	-	-	-
919		"	27,9	1,70	0,63		0,45	-	-	-
920		"	26,8	1,15	0,61		1,13	345,1	102,3	47,6
921		"	31,1				0,46	-	-	-
922		monument	28,2	1,66	0,32			341,6		
923		"	30,0	1,66	0,31			340,2		
924		"	30,2	1,73	0,42			329,8		
925		"	29,8	1,59	0,32			326,3		
926		"	30,2	1,60	0,40			94,7		
1025	02-02-78	litt.b. XIV	27,6					550,0	125,5	0
1026		"	18,3					533,3	144,3	7,2
1027		"	26,6	1,93	0,75			333,3	116,5	19,5
1028		"	23,0	1,73	0,72			-	116,5	19,5
1029		"	23,7	1,43	0,61			-	-	-
1030		monument	32,1	1,95	0,51			457,0		
1031		"	31,7	1,80	0,47			266,7		
1032		"	30,0	1,71	0,39			321,4		
1033		"	31,4	1,80	0,44			285,0		
1034		"	31,9	1,77	0,45			294,1		

lab.nr.	datum	onderwerp	% org.C	% N-tot.	% P_2O_5	gr. natgew.	gr. drooggew.	°/oo as	°/oo chlor.	°/oo pheop.
1035	02-02-78	gefragm.	21,5	0,79	0,30			479,2	107,7	76,7
1036		"	19,8	0,79	0,29			493,3	102,0	71,7
1037		"	19,6	0,78	0,28			504,2	83,3	95,2
1038		"	22,0	0,93	0,32			456,1	-	-
1039		"	22,1	0,87	0,31			459,8	-	-
1040	17-02-78	litt.b. XV	26,9	1,26	0,67	1,41	0,61	357,1	-	-
1041		"	26,6	-	-	2,62	1,30	294,1	-	-
1042		"	27,2	-	-	0,84	0,25	305,2	-	-
1043		"	20,0	1,40	0,57	3,48	1,00	523,8	-	-
1044		"	18,7	1,12	0,54	1,73	0,64	509,4	-	-
1045		monument	29,5	1,66	0,25			342,5		
1046		"	30,8	1,66	0,24			311,5		
1047		"	30,7	1,65	0,24			327,2		

Figuren.

Fig. 1: Het natgewicht (1) en het drooggewicht (2) van het zeegrasdetritus in de litter bags. De vertikale lijntjes geven de standaardfout aan.

Fig. 2: Het natgewicht (1) en het drooggewicht (2) in % van het begingewicht van nat en droog materiaal van het zeegrasdetritus in de litter bags. (3) is het drooggewicht in % van het natgewicht. De vertikale lijntjes geven de standaardfouten aan.

Fig. 3: De partikelgrootte van het zeegrasdetritus in de litter bags in % van het totaal: (1) partikels >3 cm; (2) partikels van 1 - 3 cm; (3) partikels van 0,1 - 1 cm; (4) is het % groen zeegras. De vertikale lijntjes geven de standaardfouten aan.

Fig. 4: Het % asvrij drooggewicht (1), het % POC (2), het $^{o}/oo$ N-totaal (3) en het $^{o}/oo$ P (4) van het drooggewicht van het zeegrasdetritus in de litter bags. De vertikale lijntjes geven de standaardfouten aan.

Fig. 5: De C/N (1) en de C/P (2) verhouding van het zeegrasdetritus in de litter bags. De vertikale lijntjes geven de standaardfouten aan.

Fig. 6: Het chlorophyll a (1) en het pheophitine gehalte (2) in $^{o}/oo$ van het drooggewicht van het zeegrasdetritus in de litter bags. De vertikale lijntjes geven de standaardfouten aan.

Fig. 7: Een fotocopie van het zeegrasdetritus in een litter bag op 17-02-78. De bladresten en de zaden zijn hierop te zien.

Fig. 8: het % asvrij drooggewicht (1), het % POC (2), het $^{o}/oo$ N-totaal (3), het $^{o}/oo$ P (4), C/N (5) en C/P (6) van het gefragmenteerde zeegrasdetritus. De punten zijn de waarden van de duplobepaling.

Fig. 9: Het % asvrij drooggewicht (1), het % POC (2), het $^{o}/oo$ N-totaal (3), het $^{o}/oo$ P (4), C/N (5) en C/P (6) van het ongefragmenteerde zeegrasdetritus. De punten zijn de waarden van de duplobepaling.

Fig. 10: Het % asvrij drooggewicht (1), het % POC (2), het $^{o}/oo$ N-totaal (3), het $^{o}/oo$ P (4), C/N (5) en C/P (6) van het zeegrasdetritus bij Herkingen. De vertikale lijntjes geven de standaardfouten aan.

Fig. 11: Het % asvrij drooggewicht (1), het % POC (2), het $^{o}/oo$ N-totaal (3), het $^{o}/oo$ P (4), C/N (5) en C/P (6) van het zeegrasdetritus bij Battenoord. De vertikale lijntjes geven de standaardfouten aan.

Fig. 12: Het % asvrij drooggewicht (1), het % POC (2), het °/oo N-totaal (3), het °/oo P (4), C/N (5) en C/P (6) van het zeegrasdetritus bij Monument. De vertikale lijntjes geven de standaardfouten aan.

Fig. 13: Het Grevelingenmeer met de drie monsterpunten (→) en de oeverlijn waar de hoeveelheid opgehoopt zeegras is bepaald (gearceerde strook). strook).

Fig. 14: Schema van de koolstofkringloop in het Grevelingenmeer.

Fig. 15: Het gewichtsverlies van plantemateriaal in litter bag experimenten. 1 = Spartina (N) 2 = Spartina (D) 3 = Juncus (D)
4 = Distichlis (D) 5 = Thalassia (N) 6 = Thalassia (D)
7 = Salicornia (D) (Uit: Fenchel, 1973) 8 = Zostera (N), eigen experiment.
(D) en (N) = materiaal gedroogd resp. niet gedroogd voor het experiment.

Fig. 16: Situatieschets van het monsterpunt Monument. A-C : overjarig zeegrasdetritus. A : begroeid met Aster tripolium, Salicornia en enkele grassen. B : verspreid begroeid met Salicornia. C : onbegroeid. D-G : zeegrasmateriaal van 1977 in zones verdeeld door verschil in dikte en mate van decompositie.

Fig. 17: Verspreiding en bedekking met Zostera marina in het Grevelingenmeer in de zomer van 1975 (Nienhuis & De Bree, 1977).

Fig. 18: Situatietekening van het monsterpunt te Herkingen en de nutriëntenconcentraties volgens een transect op 14-10-1977
1 + 2: watermonsters tussen het zeegras
3 + 4: watermonsters van het bovenstaande water
5 - 10: watermonsters op verschillende afstanden van het opgehoopte zeegras.

Fig. 19: Situatietekening van het monsterpunt bij Monument en de nutriëntenconcentraties volgens een transect op 09-12-1977.
Nummering als bij Fig. 18.

Fig. 20: Veenvorming bij het Monument Grevelingendam in de winter 1977-1978.

Fig. 21: Veenvorming bij het Monument Grevelingendam in de winter 1977-1978.

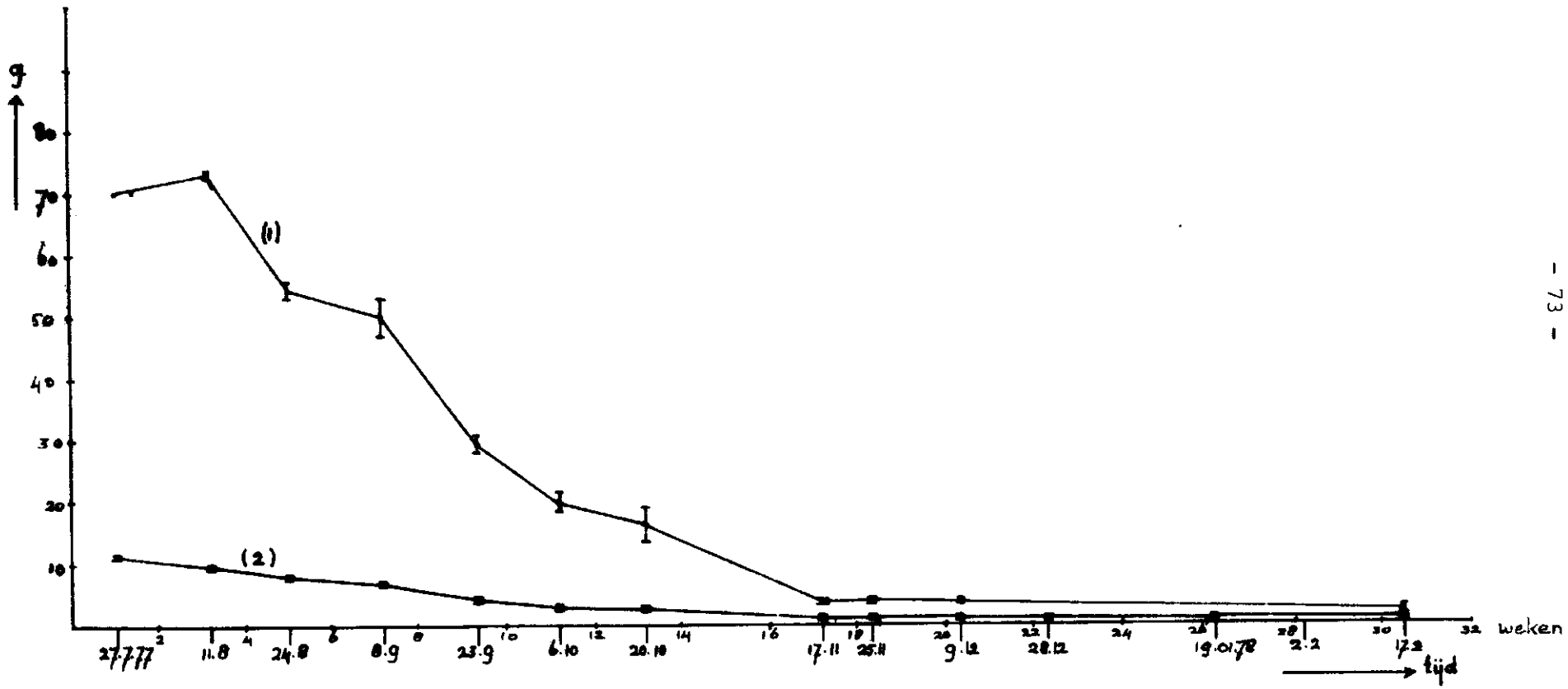

g
80
70
60
50
40
30
20
10
(1)
(2)
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
weken
27.7.77
11.8
24.8
8.9
23.9
6.10
20.10
17.11
25.11
9.12
28.12
19.01.78
2.2
17.2
tijd

Fig. 1

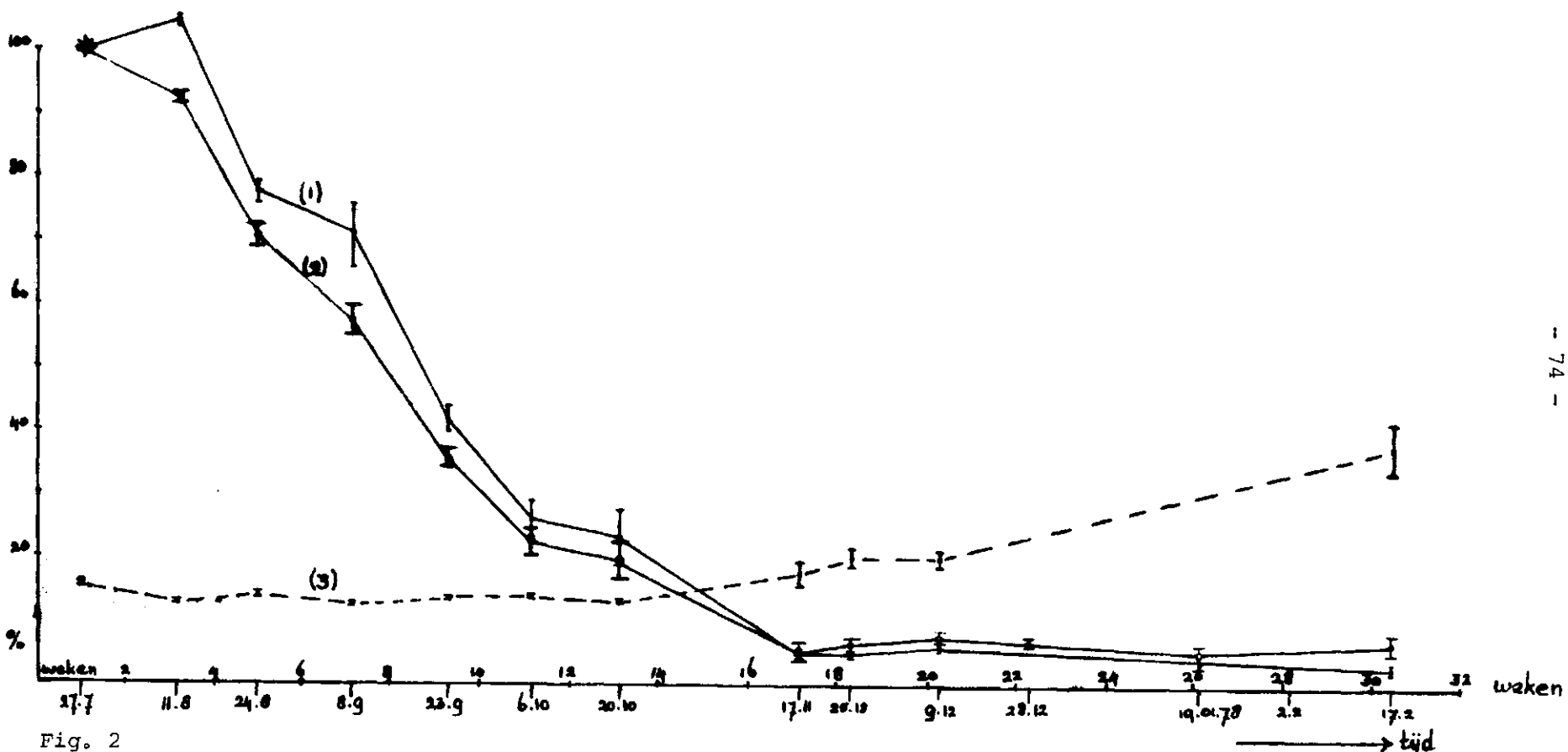

100
80
60
40
20
%
(1)
(2)
(3)
weken
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
weken
27.7
11.8
24.8
8.9
22.9
6.10
20.10
17.11
9.12
23.12
2.2
17.2
tijd

Fig. 2

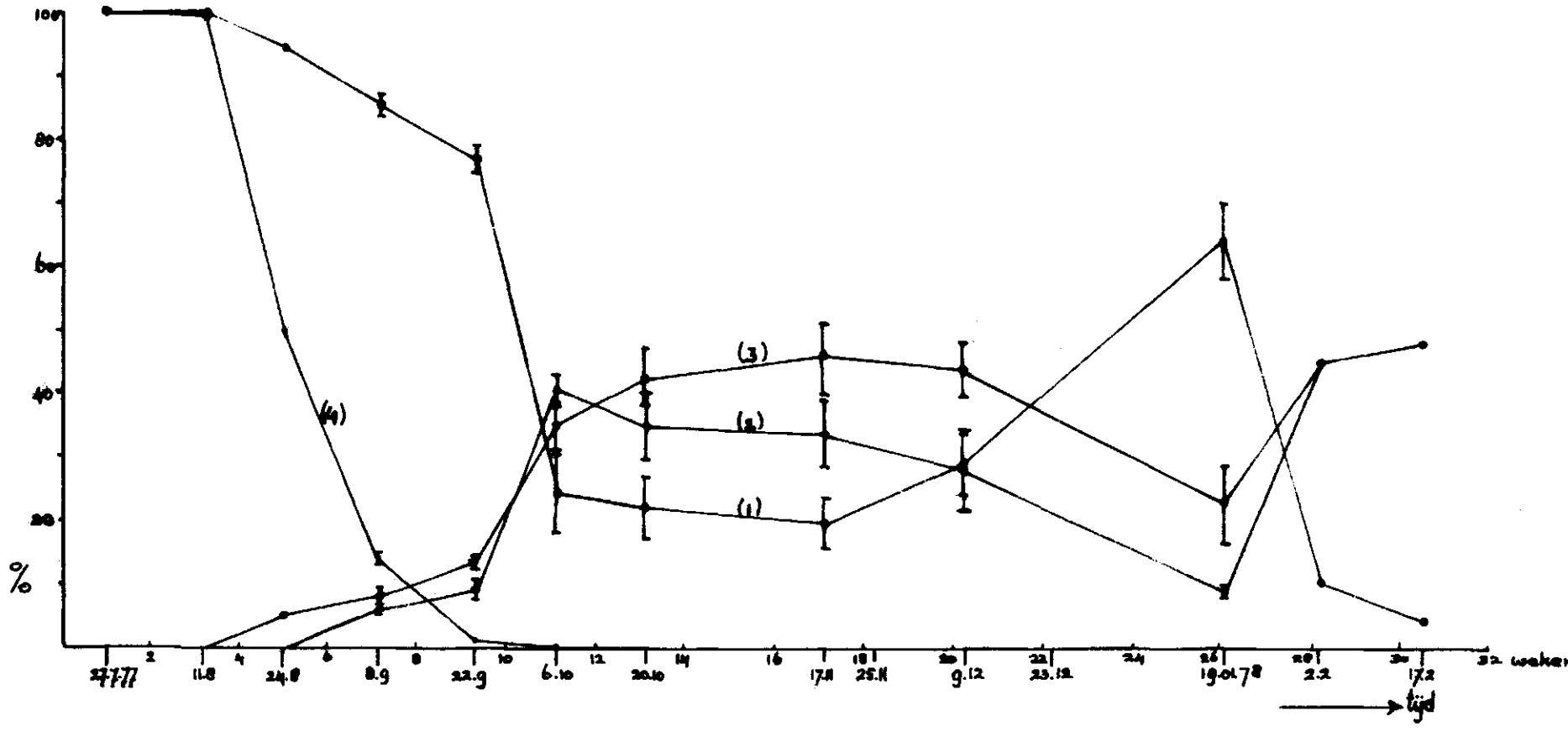

100
80
60
40
20
%
(1)
(2)
(3)
(4)
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32 weken
27.7.77
11.8
24.8
8.9
22.9
6.10
20.10
17.11
25.11
9.12
23.12
19.01.78
2.2
17.2
tijd

Fig. 3

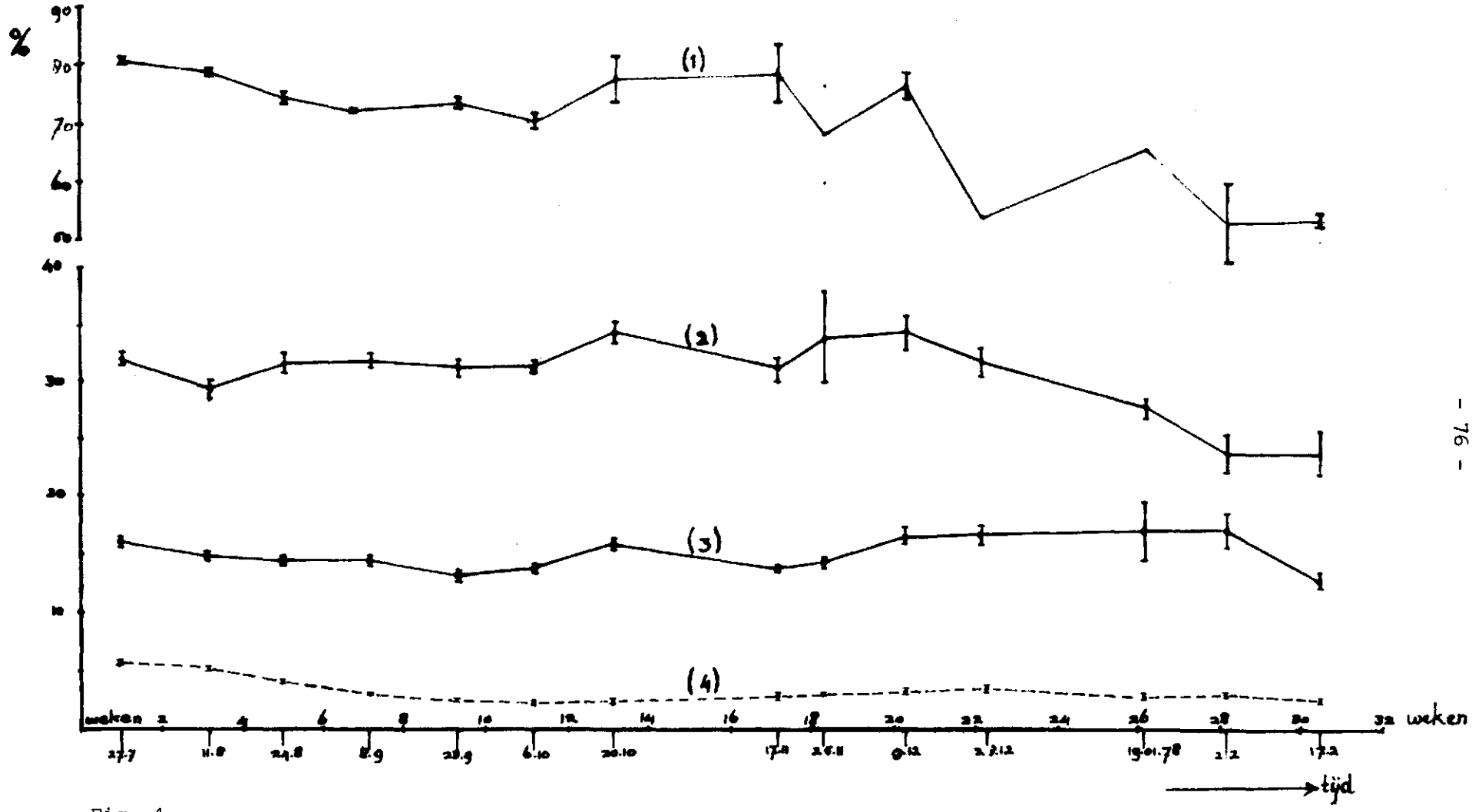

%
90
80
70
60
50
40
30
20
10
(1)
(2)
(3)
(4)
weken 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 weken
27.7
11.8
24.8
8.9
22.9
6.10
20.10
17.11
26.11
9.12
23.12
19.01.78
2.2
17.2
tijd

Fig. 4

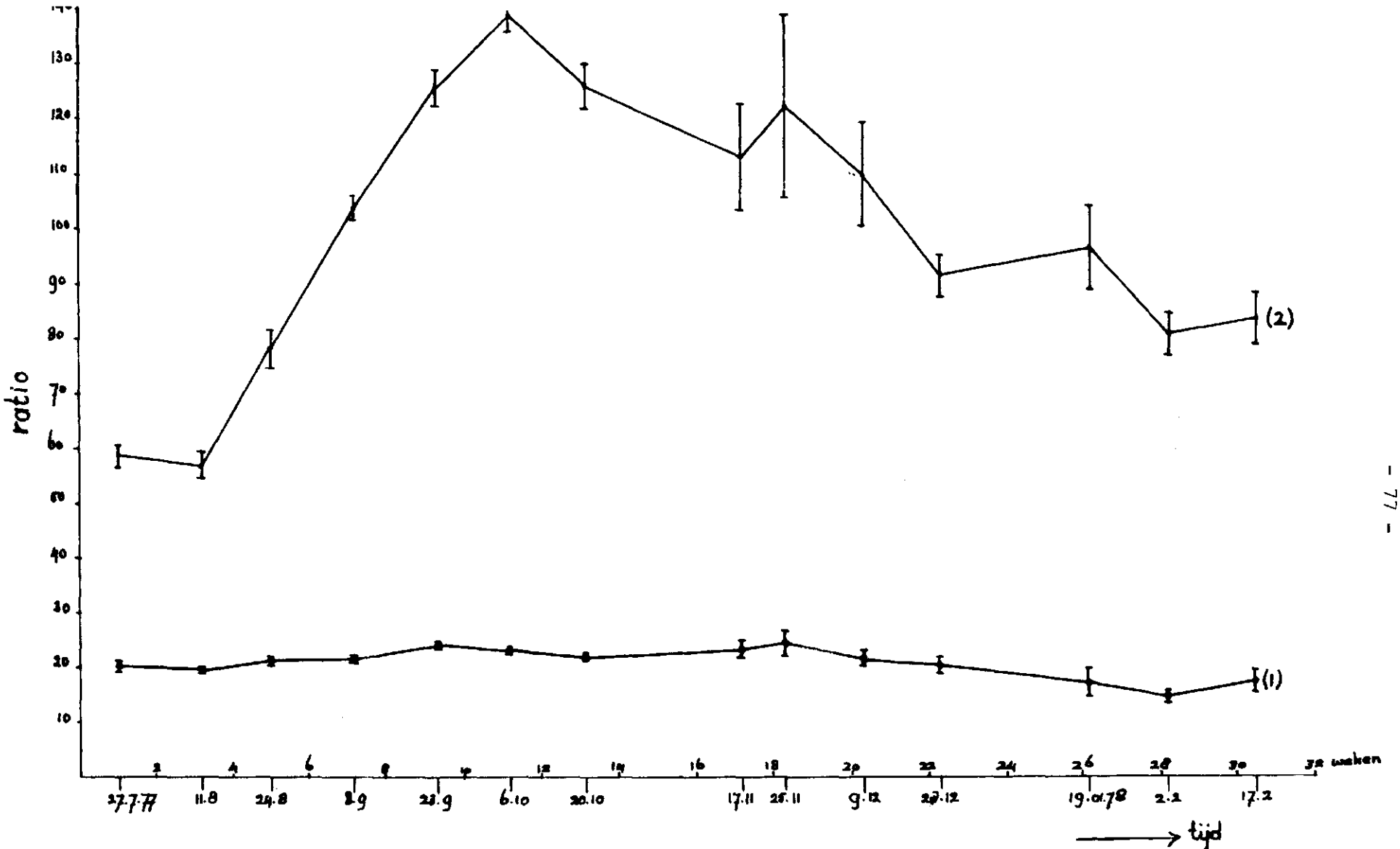

ratio
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
(2)
(1)
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32 weken
27.7.77
11.8
24.8
8.9
22.9
6.10
20.10
17.11
25.11
9.12
23.12
19.01.78
2.2
17.2
tijd

Fig. 5

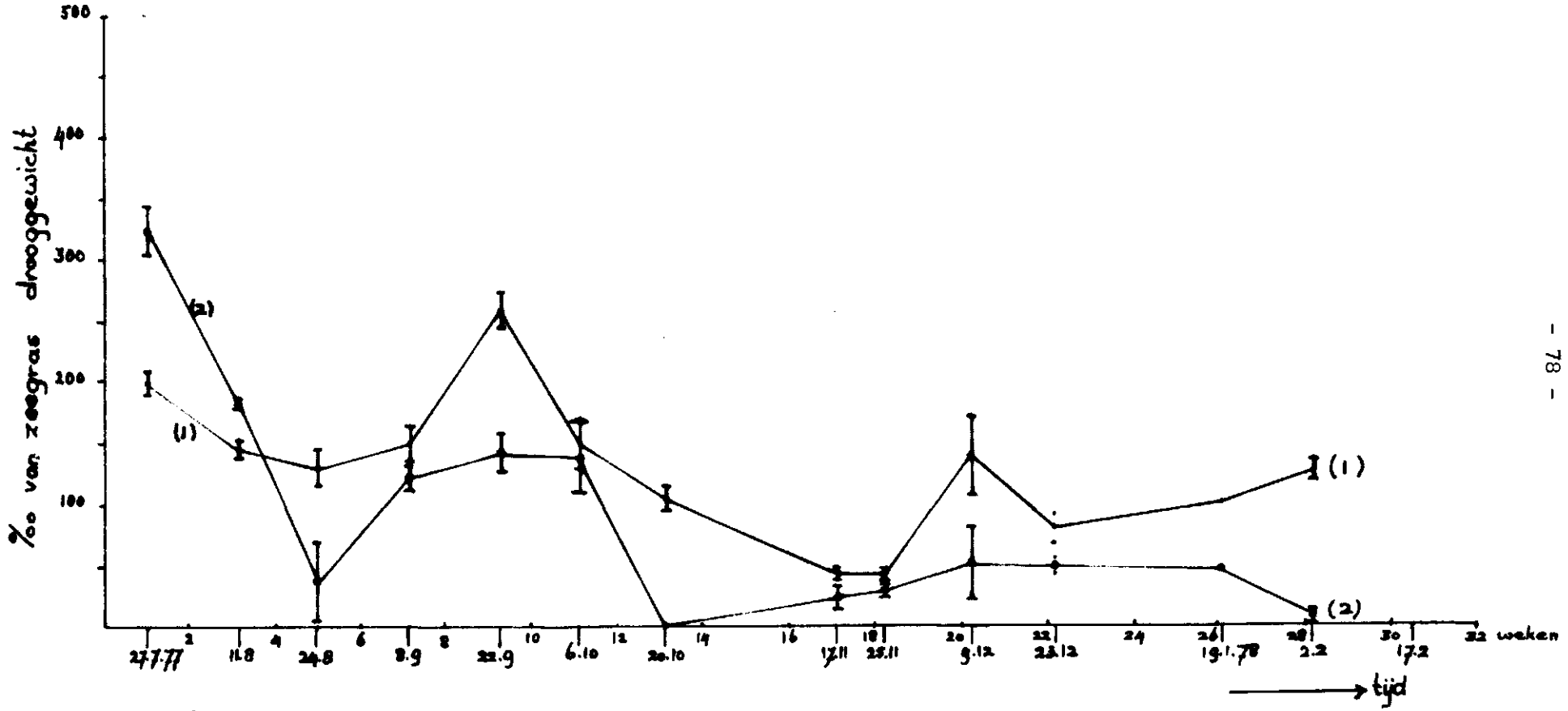

‰ van zeegras drooggewicht
500
400
300
200
100
(1)
(2)
27.7.77
11.8
24.8
8.9
22.9
6.10
20.10
17.11
25.11
9.12
23.12
19.1.78
2.2
17.2
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 weken
tijd

Fig. 6

Fig. 7

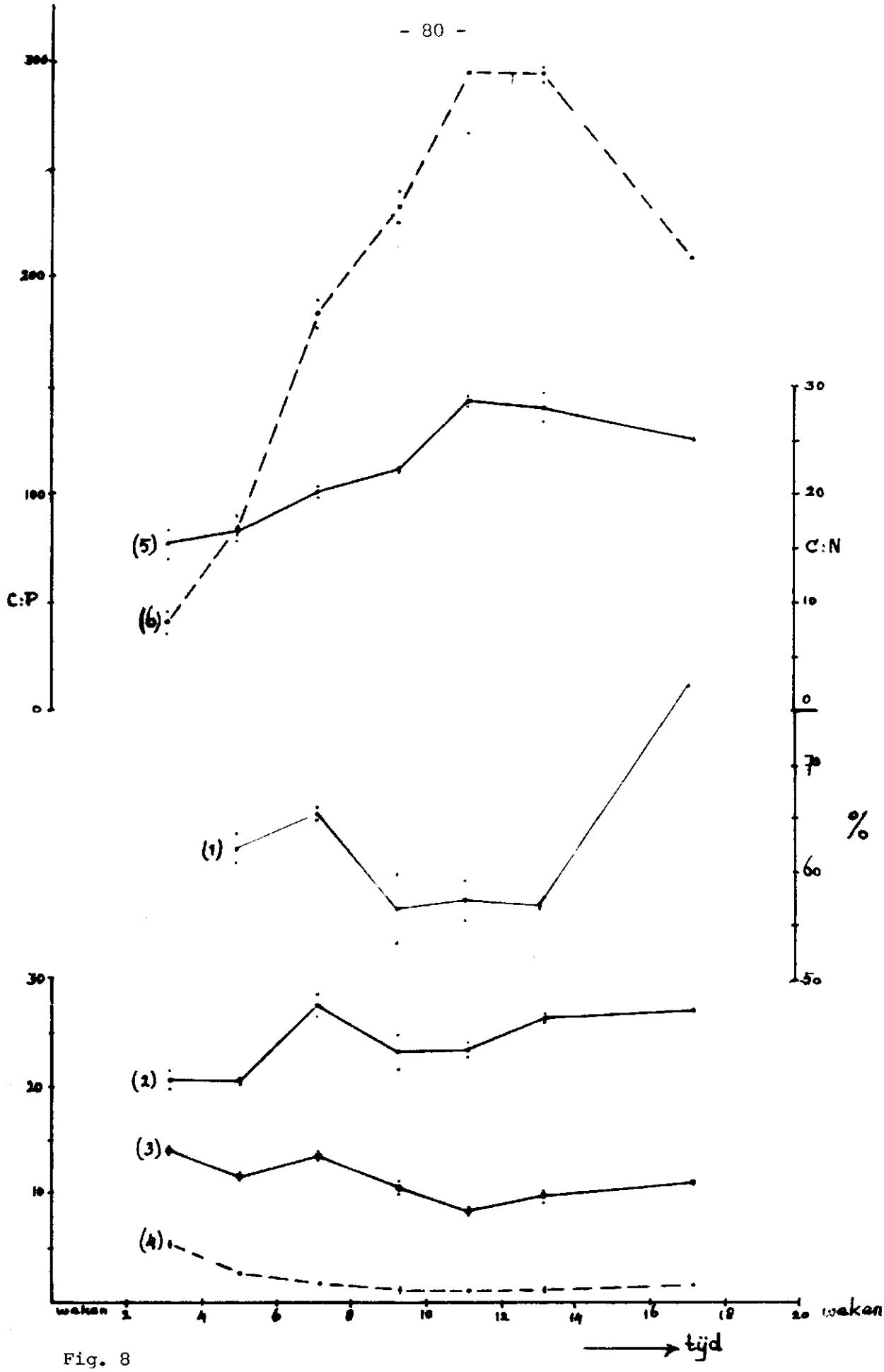

300
200
100
0
C:P
(5)
(6)
30
20
C:N
10
0
70
%
60
50
(1)
30
20
10
(2)
(3)
(4)
weken
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
weken
tijd

Fig. 8

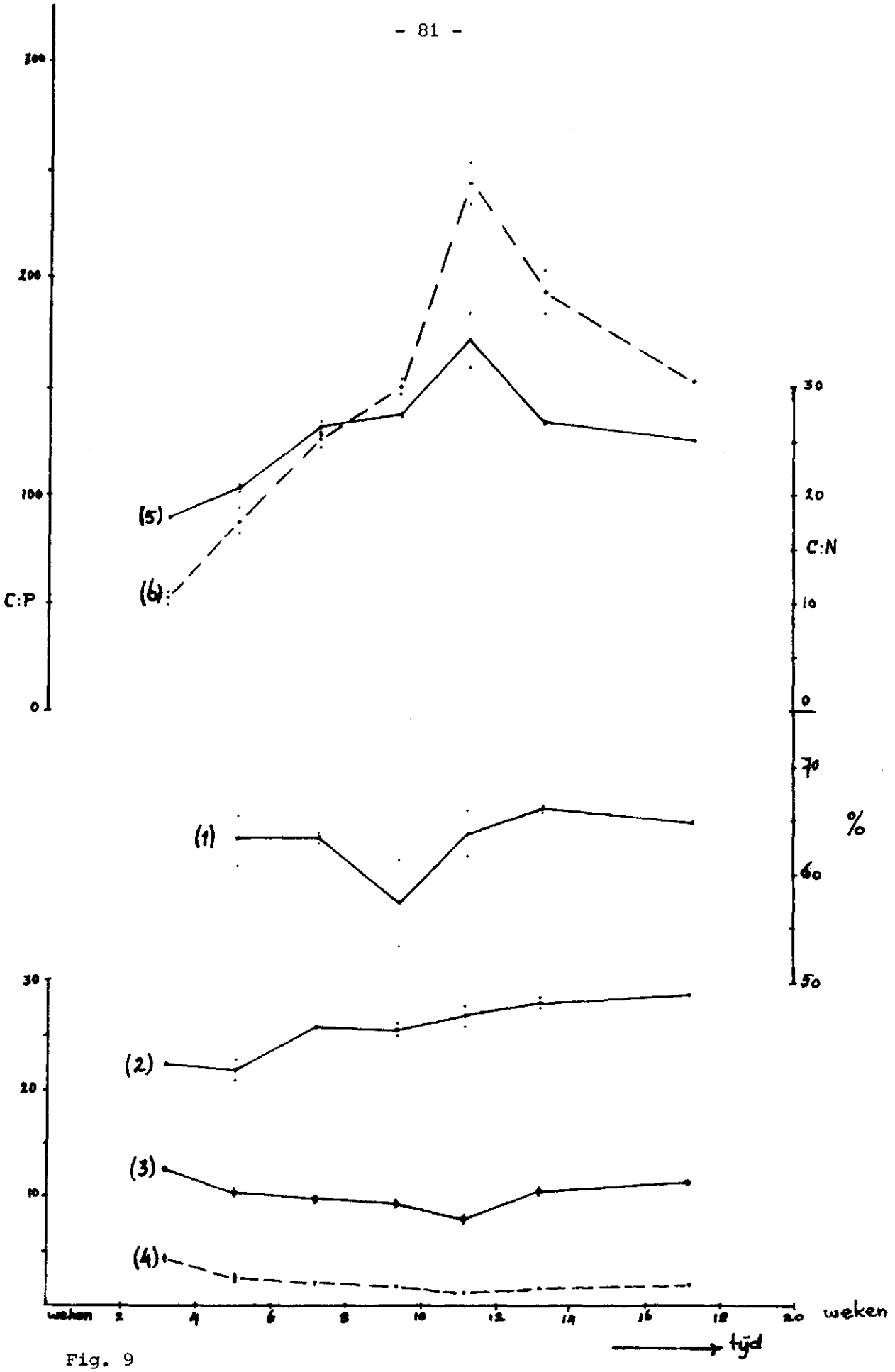

300
200
100
C:P
0
(5)
(6)
30
20
C:N
10
0
70
%
60
50
(1)
30
20
10
(2)
(3)
(4)
weken
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
weken
tijd

Fig. 9

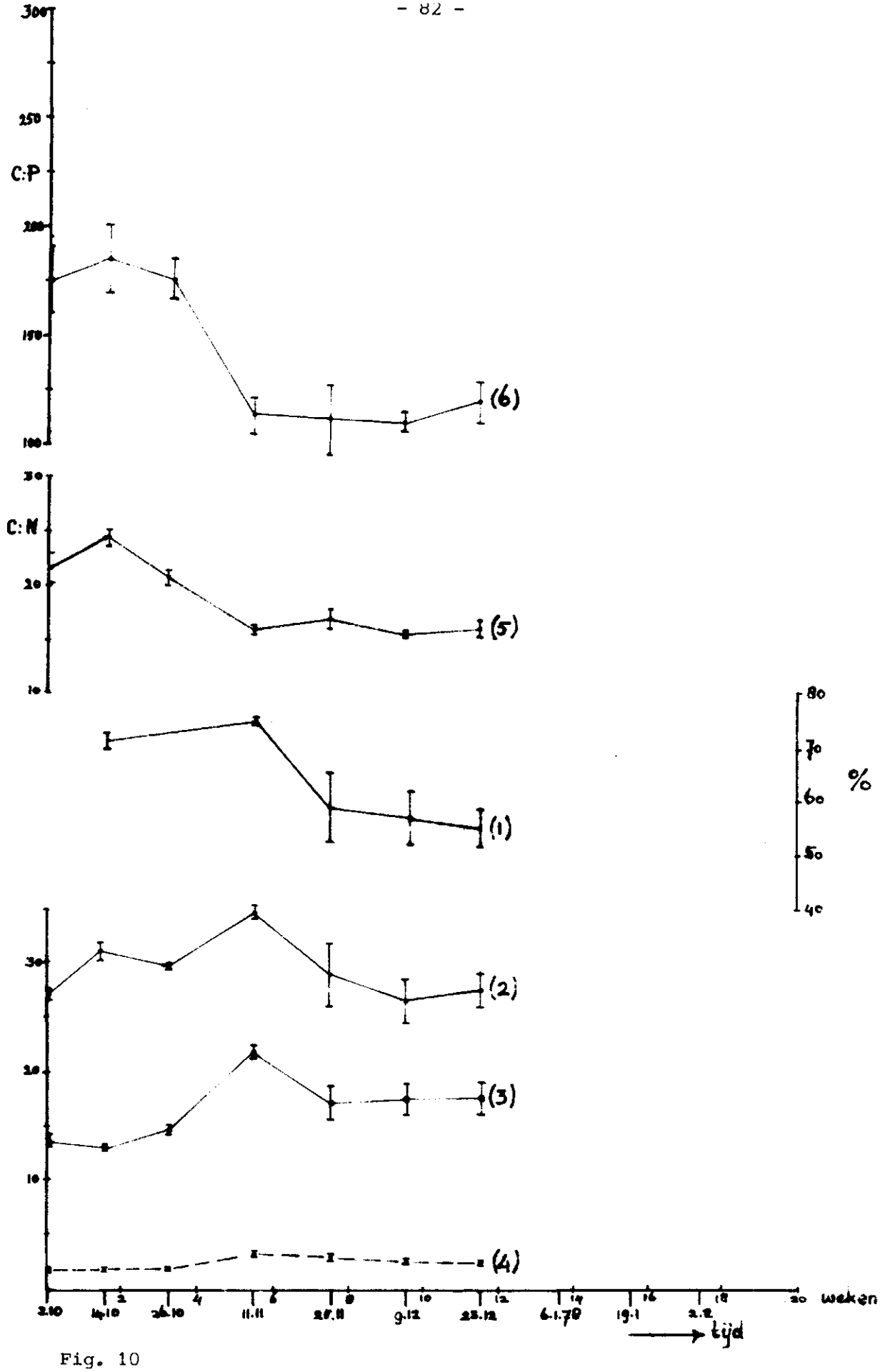

300
250
C:P
200
150
100
(6)
30
C:N
20
10
(5)
80
70
60
50
40
%
(1)
30
20
10
(2)
(3)
(4)
2.10
4.10
11.11
25.11
9.12
23.12
6.1.79
19.1
2.2
20
weken
tijd

Fig. 10

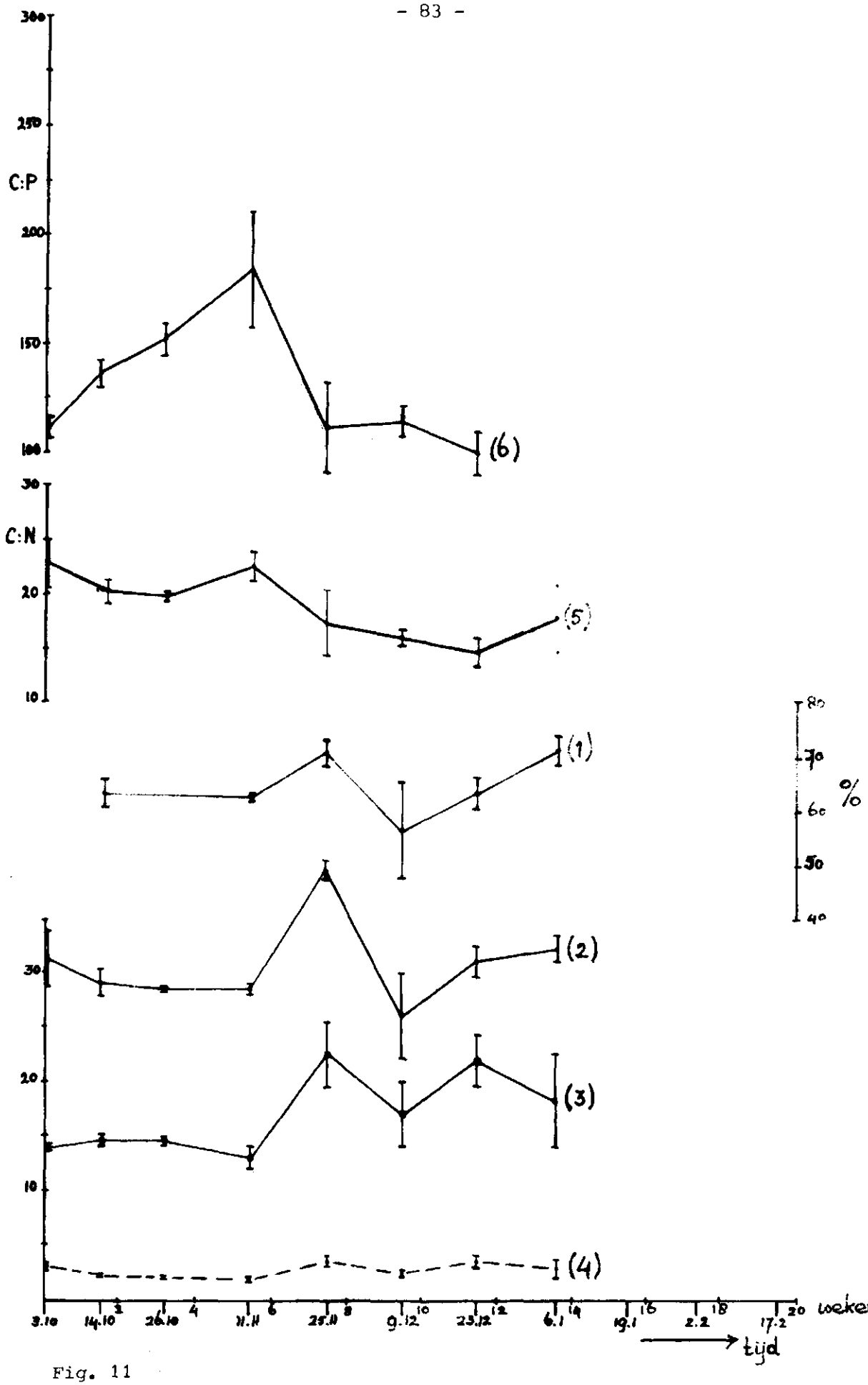

C:P
300
250
200
150
100
(6)
C:N
30
20
10
(5)
(1)
80
70
60
50
40
%
(2)
30
20
10
(3)
(4)
3.10
14.10
26.10
11.11
25.11
9.12
23.12
6.1
19.1
2.2
17.2
weken
tijd

Fig. 11

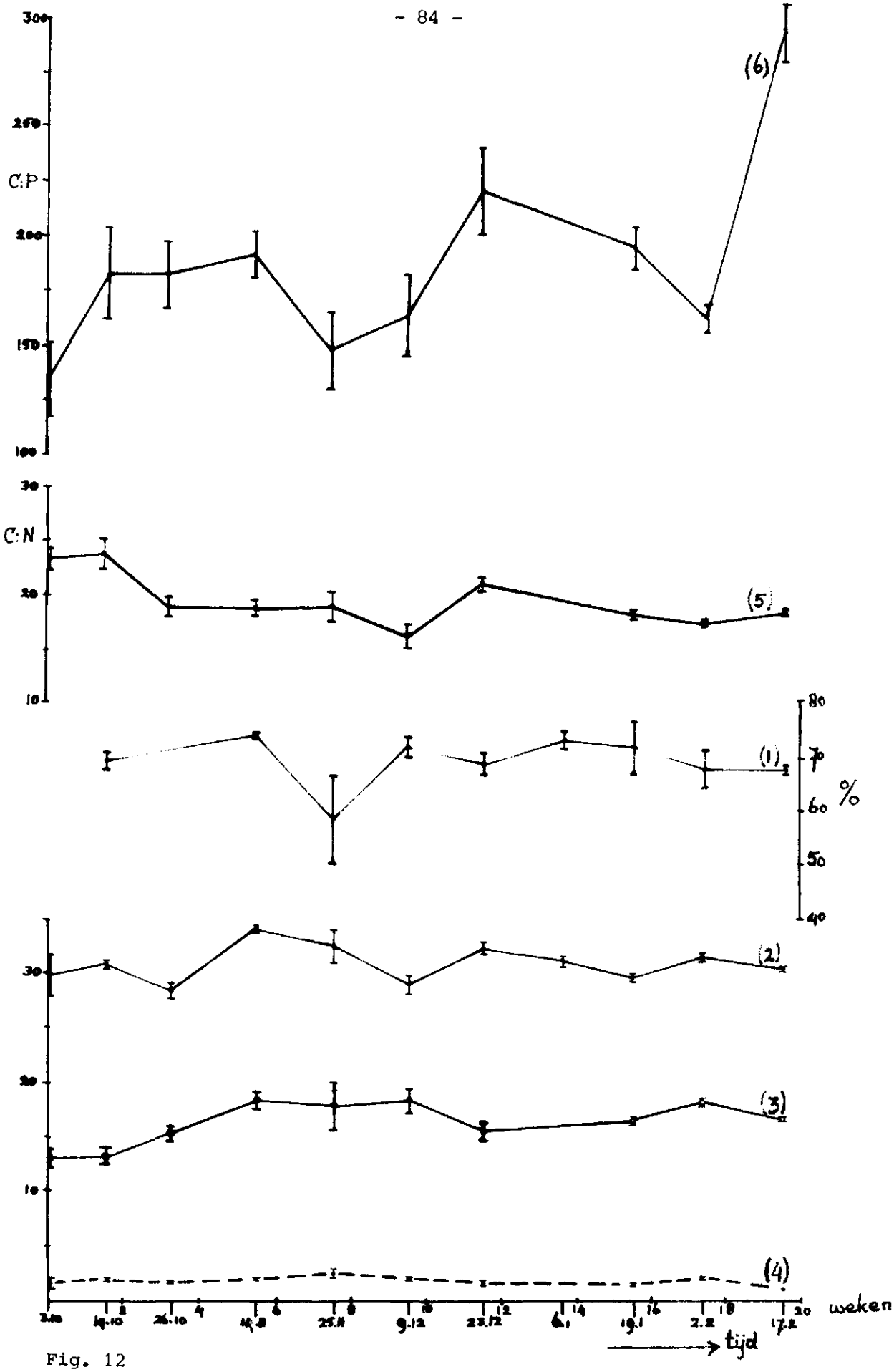

300
250
C:P
200
150
100
(6)
30
C:N
20
10
(5)
80
70
60
50
40
%
(1)
30
20
10
(2)
(3)
(4)
weken
tijd

Fig. 12

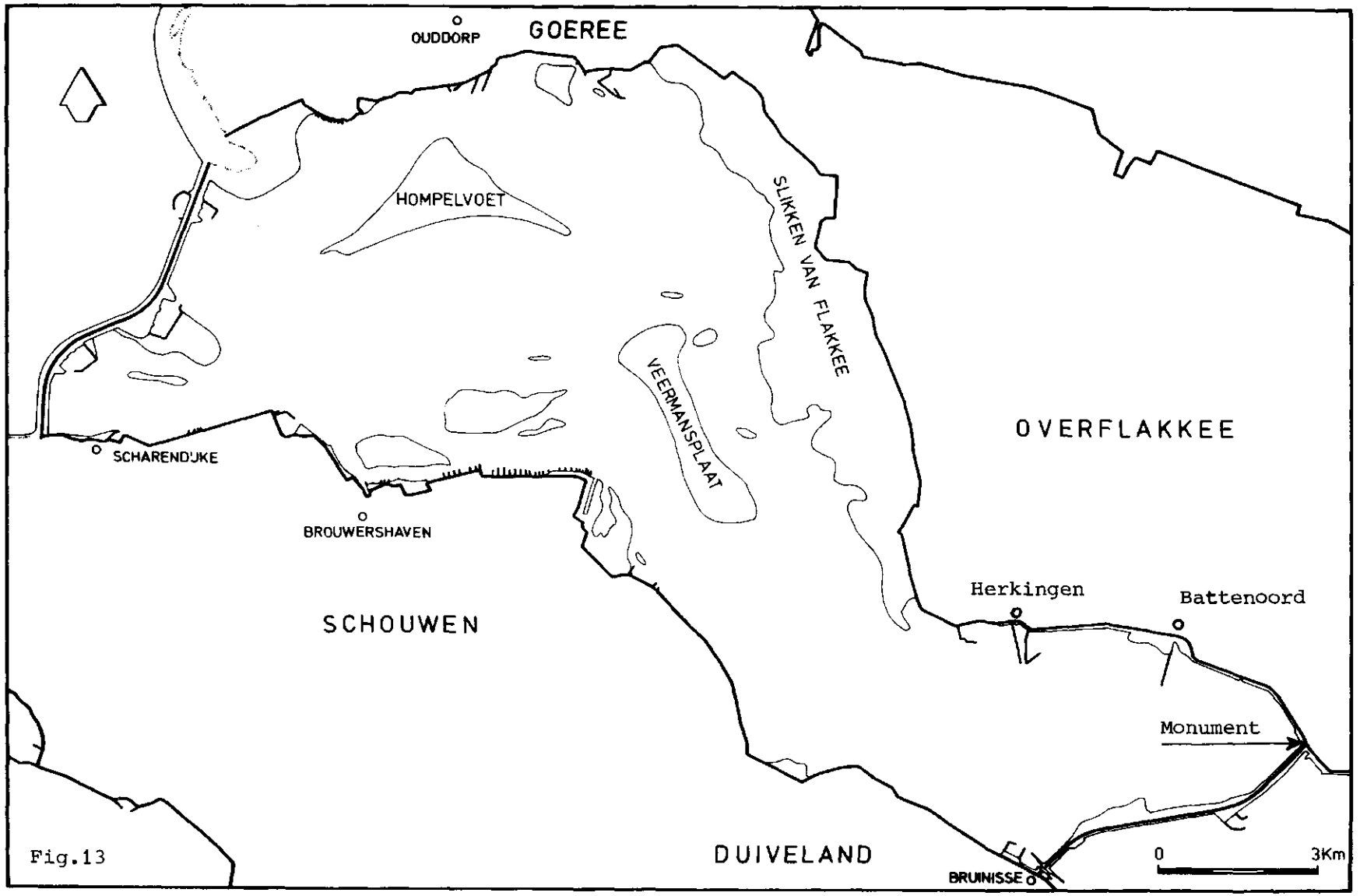
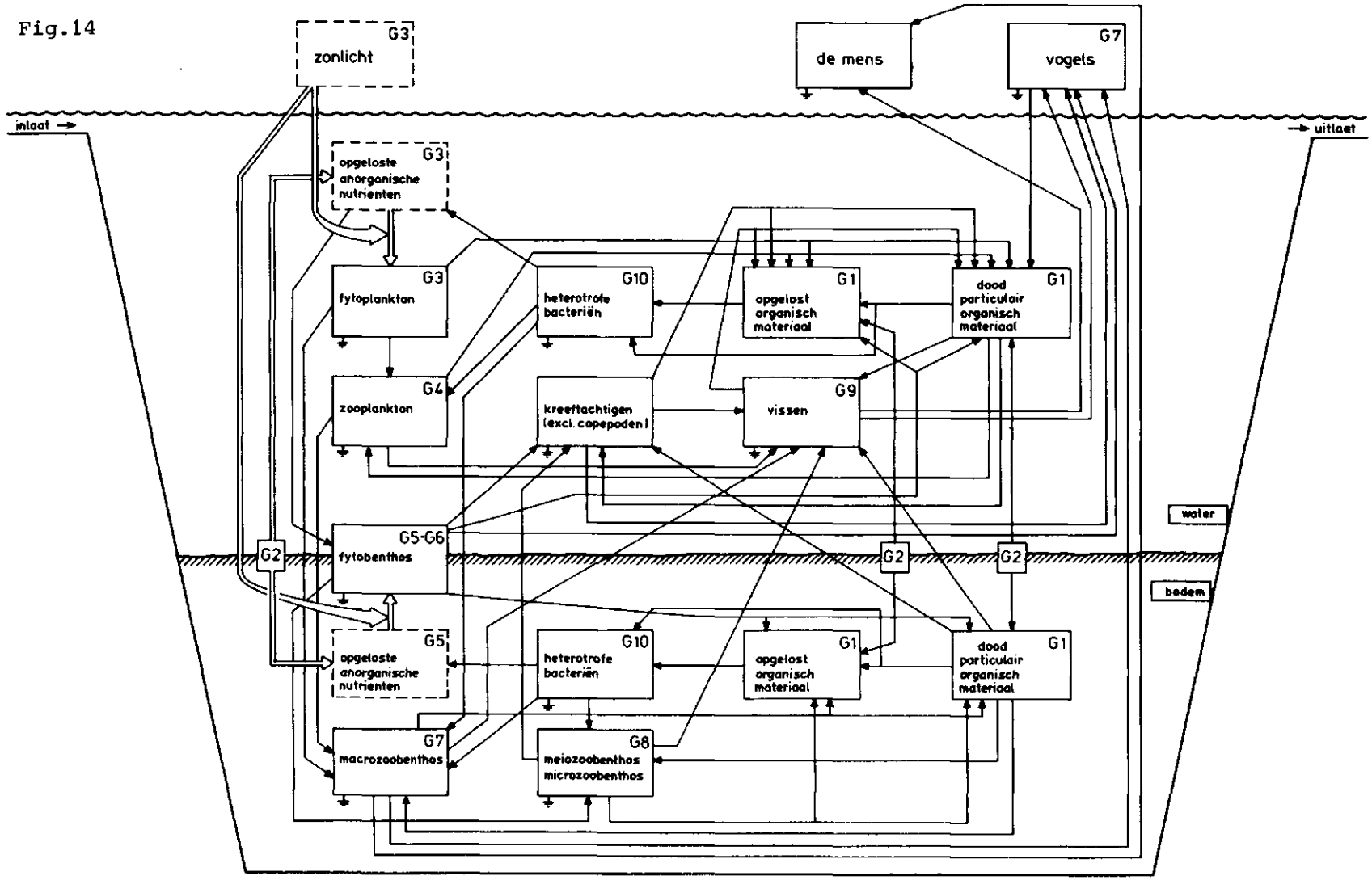

OUDDORP
GOEREE
HOMPELVOET
SLIKKEN VAN FLAKKEE
VEERMANSPLAAT
OVERFLAKKEE
SCHARENDIJKE
BROUWERSHAVEN
SCHOUWEN
Herkingen
Battenoord
Monument
DUIVELAND
BRUINISSE
0
3Km

Fig.13

Fig.14

KOOLSTOFKRINGLOOP in het Grevelingenmeer



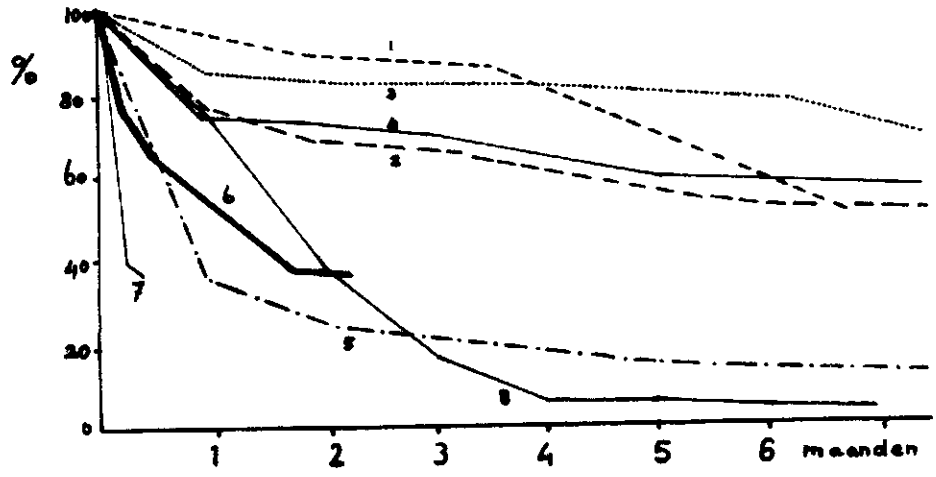

%
100
80
60
40
20
0
1
2
3
4
5
6
7
8
1
2
3
4
5
6
7
8
maanden

Fig. 15

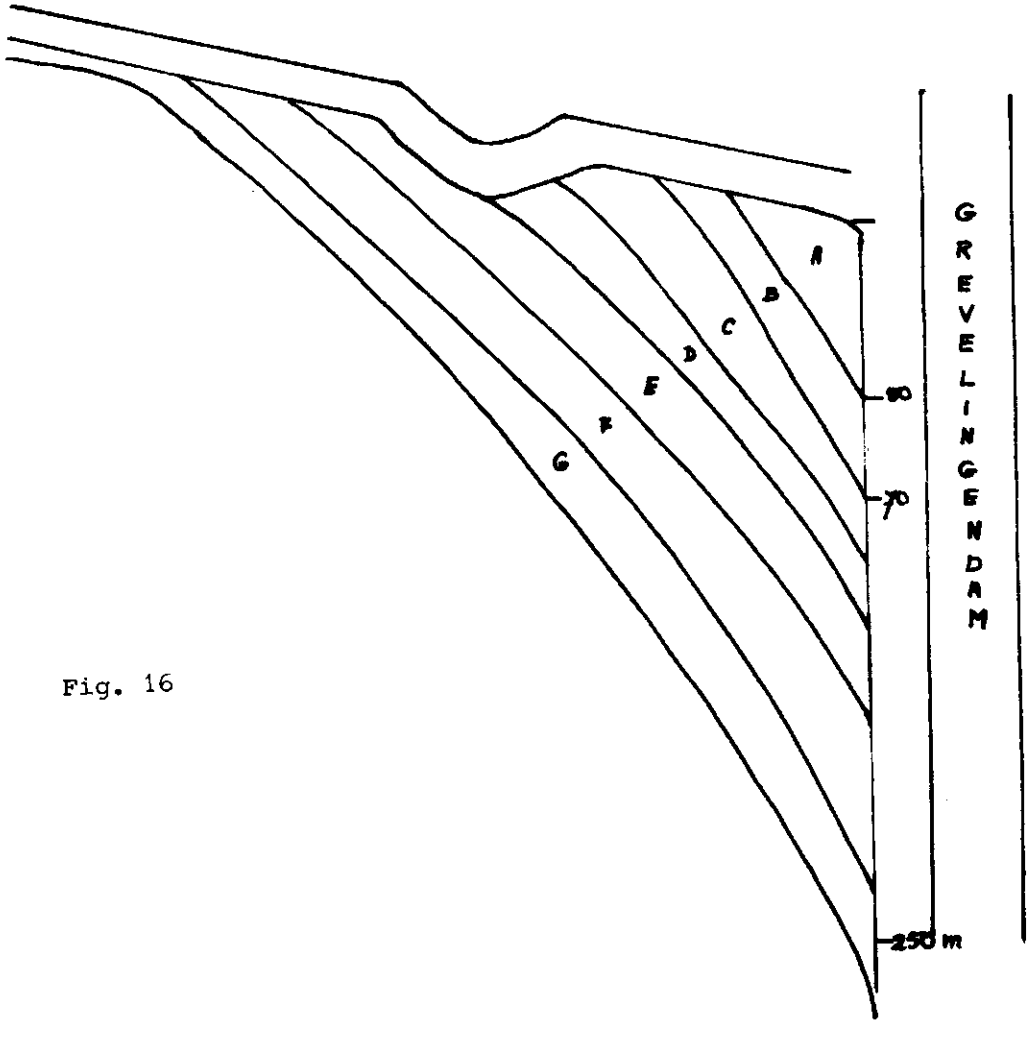

A
B
C
D
E
F
G
80
70
250 m
GREVELINGENDAM

Fig. 16

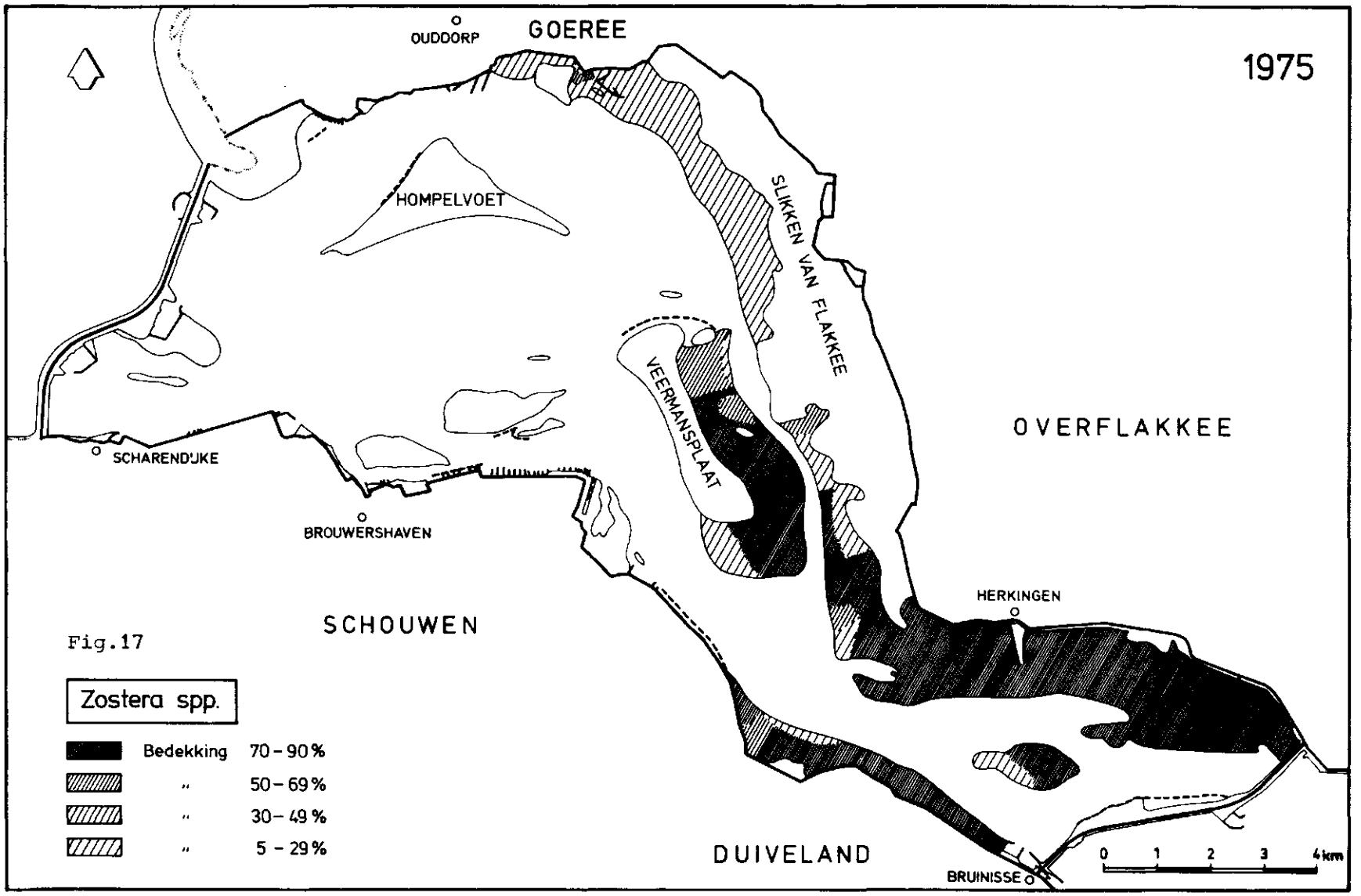
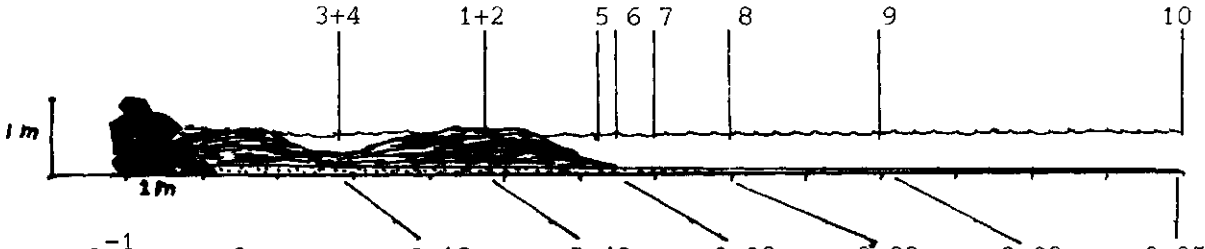
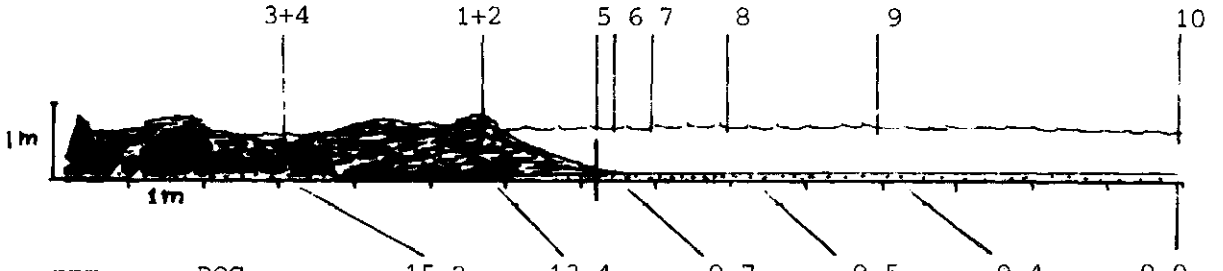

1975
GOEREE
OUDDORP
HOMPELVOET
SLIKKEN VAN FLAKKEE
VEERMANSPLAAT
OVERFLAKKEE
SCHARENDIJKE
BROUWERSHAVEN
HERKINGEN
SCHOUWEN
DUIVELAND
BRUINISSE
0 1 2 3 4km
Zostera spp.
Bedekking 70-90%
" 50-69%
" 30-49%
" 5-29%

Fig.17



$mg.l^{-1}$	NH-3	0,18	5,42	0,03	0,02	0,02	0,05
$mg.l^{-1}$	NO-2	0,07	0,22	0	0,01	0,01	0,01
$mg.l^{-1}$	NO-3	0	0	0	0	0	0
$\mu g.l^{-1}$	P-PO.4	9462	11079	996	949	870	804
$\mu g.l^{-1}$	P-totaal	12911	18398	1396	1305	1161	984
$\mu g.l^{-1}$	Si	5447	15516	-	261	-	154

Figuur 18. Situatietekening van het monsterpunt te Herkingen en de nutrientenconcentraties volgens een transect op 14 oktober 1977.
1+ 2 watermonsters tussen het zeegras
3+ 4 watermonsters van het bovenstaande water
5-10 watermonsters op verschillende afstanden van het opgehoopte zeegras.



ppm	DOC	15,2	13,4	9,7	9,5	9,4	9,0
$mg.l^{-1}$	NH-3	8,42	18,17	0,28	0,30	0,25	0,30
$mg.l^{-1}$	NO-2	0,02	0,21	0,01	0,01	0,01	0,01
$mg.l^{-1}$	NO-3	0	0,05	0,25	0,28	0,27	0,27
$\mu g.l^{-1}$	P-PO.4	846	2671	558	527	561	518
$\mu g.l^{-1}$	P-totaal	4525	7848	653	594	592	611
$\mu g.l^{-1}$	Si	6533	5617	-	1529	-	1430

Figuur 19. Situatietekening van het monsterpunt bij Monument en de nutrientenconcentraties volgens een transect op 9 december 1977.
1+ 2 watermonsters tussen het zeegras
3+ 4 watermonsters van het bovenstaande water
5-10 watermonsters op verschillende afstanden van het opgehoopte zeegras.

Fig.20

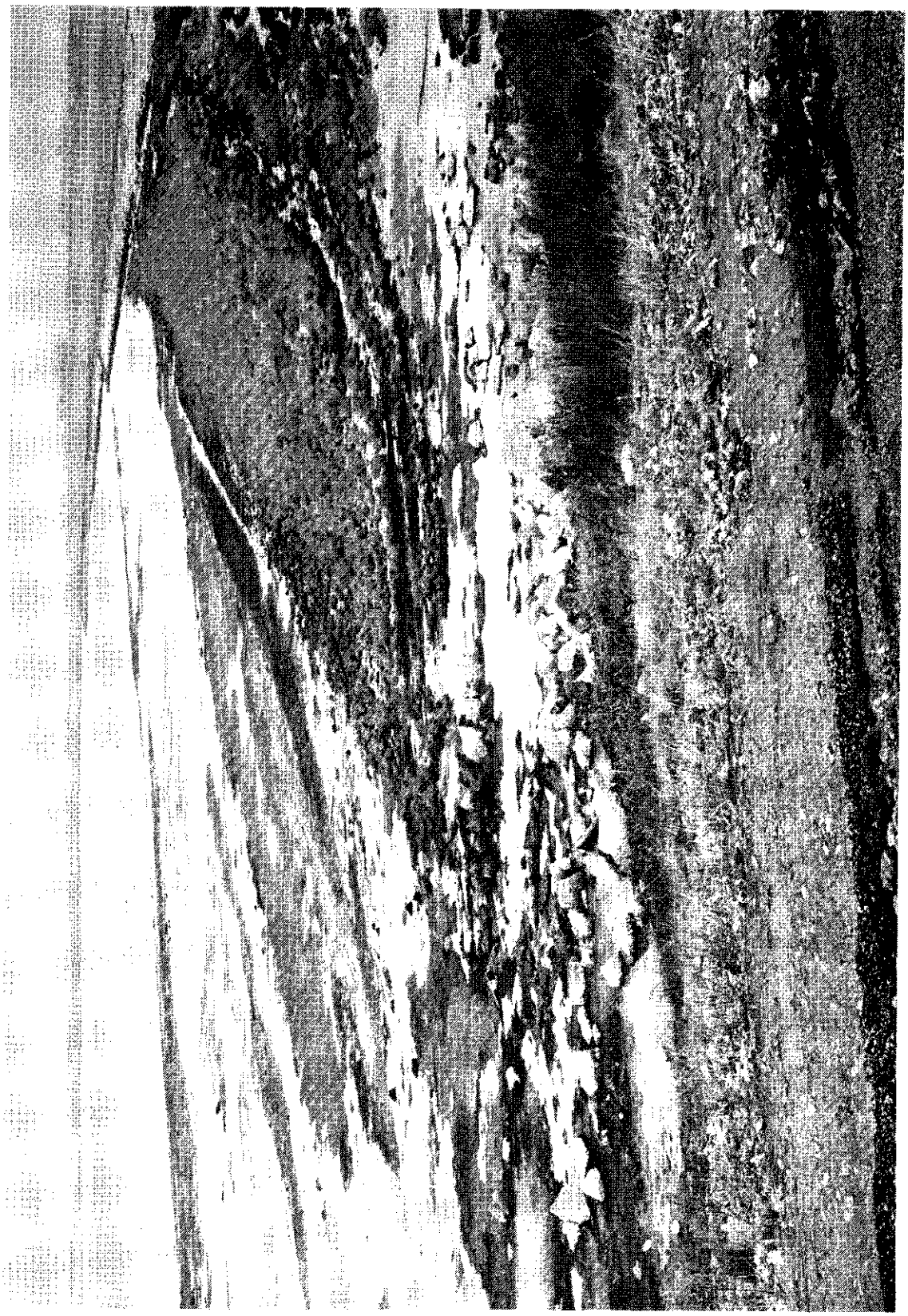


Fig.21